

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 นํ้านม (milk)	4
2.2 โปรตีนนม (milk proteins)	16
2.3 เวย์ (Whey)	18
2.4 กระบวนการผลิตน้ำเวย์	19
2.5 ประเภทของเวย์โปรตีนในเชิงพาณิชย์	29
2.6 การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำเวย์ด้วยเทคนิคอื่นๆ	30
2.7 ปัญหาที่มีผลกระทบต่อมาจากน้ำเวย์	32
2.8 การใช้ประโยชน์ของน้ำเวย์	34
2.9 กระบวนการทำเกิดฟองในอาหาร	37
2.10 การประยุกต์ใช้การสร้างฟองในอาหาร	43
2.11 การแยกสารโดยอาศัยเทคนิคการสร้างฟองร่วมในงานปฏิบัติการ	44

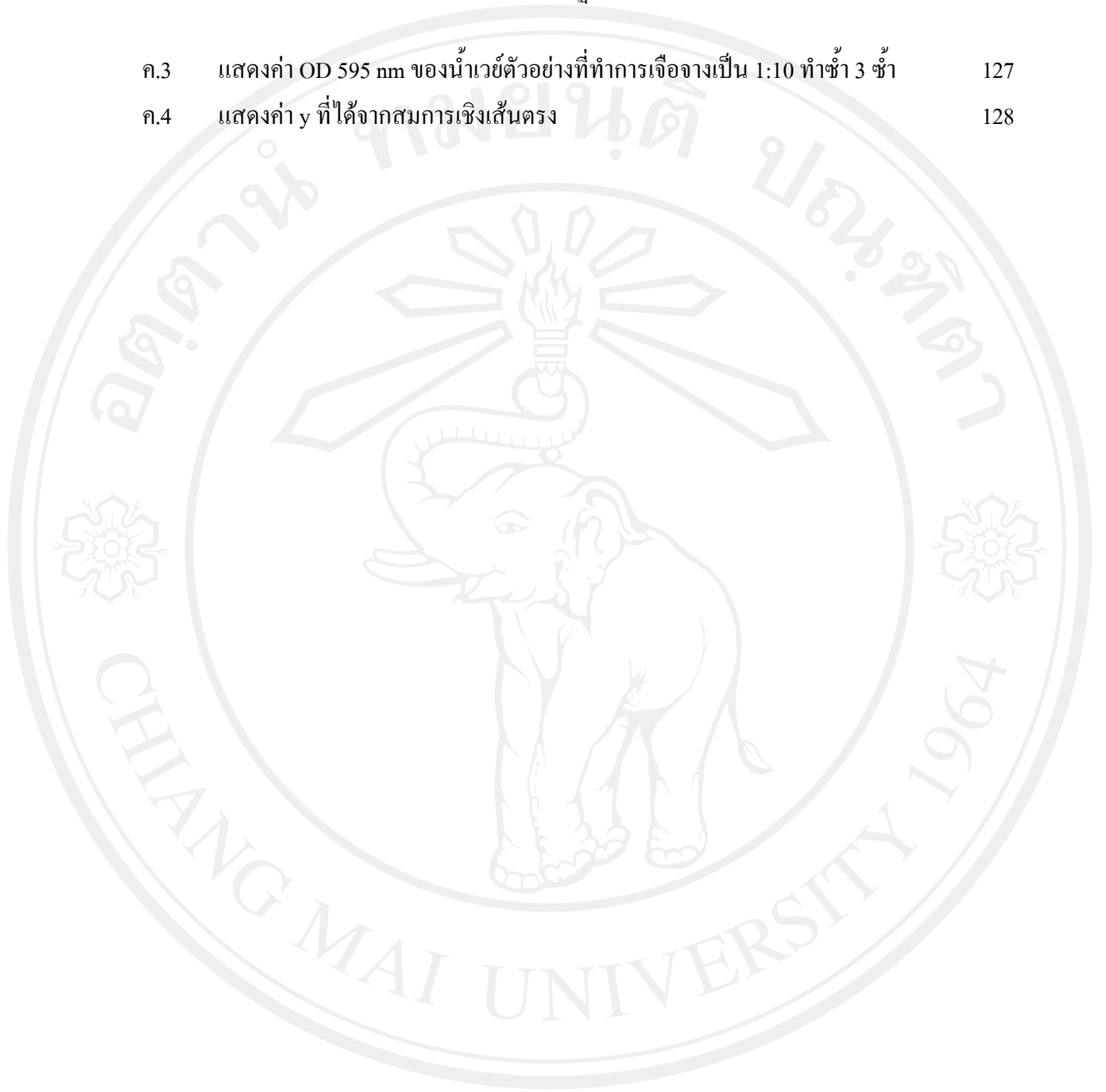
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	47
3.1 วัสดุดิบ	47
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	47
3.3 สารเคมี	49
3.4 วิธีการวิจัย	50
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	55
4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเวย์ตัวอย่าง	55
4.2 การศึกษาผลของการเตรียมน้ำเวย์ที่มีผลต่อสมบัติเกี่ยวกับฟองของสารละลายตัวอย่าง	58
4.3 ผลการศึกษาของตัวแปรด้านการปฏิบัติการที่มีต่อประสิทธิภาพของกระบวนการแยกเวย์โปรตีนจากน้ำเวย์โดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	74
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	94
5.1 สรุปผลการทดลอง	94
5.2 ข้อเสนอแนะ	96
บรรณานุกรม	97
ภาคผนวก	106
ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบการทดลอง	107
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	112
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมี	118
ภาคผนวก ง ภาพประกอบการประเมินประสิทธิภาพการแยกไขมันน้ำตาลแลคโตส และ โปรตีน (Enrichment)	129
ภาคผนวก จ ภาพประกอบการประเมินประสิทธิภาพการแยกไขมันน้ำตาลแลคโตส และ โปรตีน (Recovery)	150
ประวัติผู้เขียน	171

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว ขณะเปลี่ยนจากน้ำนม น้ำเหลืองเป็นน้ำนมปกติ	5
2.2 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดต่าง ๆ	6
2.3 ส่วนประกอบของน้ำนมจากวัวพันธุ์ต่าง ๆ	8
2.4 ปริมาณของแร่ธาตุในนมและในเต้าของนมโดยเฉลี่ย	14
2.5 ปริมาณของวิตามินในนมและผลิตภัณฑ์นมบางชนิด (ต่อน้ำนม 100 กรัม)	15
2.6 โปรตีนนมและคุณสมบัติที่สำคัญ	17
2.7 ส่วนประกอบและลักษณะของเวย์และเพอร์มีเอท	21
2.8 ความได้เปรียบและความเสียเปรียบของการใช้ วิธีการบำบัดต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมนม	33
2.9 สารเพิ่มความคงตัวของฟองและวิธีการเตรียมสาร	40
2.10 ชนิดและความเข้มข้นของสารเพิ่มความคงตัวและฟองในผลิตภัณฑ์	41
2.11 ชนิดของสารเพิ่มความคงตัวในน้ำผลไม้เมืองร้อน	42
4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ความหนืด ความหนาแน่น และความถ่วงจำเพาะ และปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่มีอยู่ในน้ำเวย์ตัวอย่าง	56
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำตาลแลคโตส ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมัน ที่มีอยู่ในน้ำเวย์ตัวอย่าง	57
4.3 เปรียบเทียบค่าวิเคราะห์โดยประมาณระหว่างน้ำนมวัวและน้ำเวย์	57
4.4 ผลค่าการตอบสนองความสามารถในการเกิดฟองของการวัดค่าความนำไฟฟ้า	68
4.5 ผลค่าการตอบสนองความสามารถในการคงตัวของฟองของการวัดค่าความนำไฟฟ้า	69
4.6 ผลค่าการตอบสนองความสามารถในการเกิดฟองของการวัดปริมาตร	71
4.7 ผลค่าการตอบสนองความสามารถในการคงตัวของฟองของการวัดปริมาตร	72
4.8 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัว (collapsed foam) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (control) ของน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศเพื่อสร้างฟอง	75

4.9	ค่าความหนืดของของตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัว (collapsed foam) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (control) ของน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศเพื่อสร้างฟอง	77
4.10	ค่าความล่องจําเพาะของตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัว (collapsed foam) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (control) ของน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศเพื่อสร้างฟอง	78
4.11	ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัว (collapsed foam) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (control) ของน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศเพื่อสร้างฟอง	79
4.12	ค่า pH ของตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัว (collapsed foam) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (control) ของน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศเพื่อสร้างฟอง	80
4.13	ค่าปริมาณไขมันของตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัว (collapsed foam) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (control) ของน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศเพื่อสร้างฟอง	81
4.14	ค่าปริมาณแลคโตสของตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัว (collapsed foam) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (control) ของน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศเพื่อสร้างฟอง	82
4.15	ค่าปริมาณโปรตีนของตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัว (collapsed foam) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (control) ของน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศเพื่อสร้างฟอง	83
4.16	ค่า Enrichment ของไขมันที่แยกโดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	85
4.17	ค่า Enrichment ของแลคโตสที่แยกโดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	86
4.18	ค่า Enrichment ของโปรตีนที่แยกโดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	87
4.19	ค่า Recovery ของไขมันที่แยกโดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	90
4.20	ค่า Recovery ของน้ำตาลแลคโตสที่แยกโดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	91
4.21	ค่า Recovery ของโปรตีนที่แยกโดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	92
ค.1	ตารางเทียบค่าน้ำตาล	125
ค.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโปรตีนมาตรฐาน (BSA) กับค่าดูดกลืนแสงที่ 590 นาโนเมตร ที่ใช้ในการศึกษาโปรตีน	127

ค.3	แสดงค่า OD 595 nm ของน้ำเวย์ตัวอย่างที่ทำการเจือจางเป็น 1:10 ทำซ้ำ 3 ซ้ำ	127
ค.4	แสดงค่า y ที่ได้จากสมการเชิงเส้นตรง	128



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
2.1	ปฏิกิริยาแสดงการเกิดเปปไทด์	16
2.2	เครื่องระเหยสารแบบ 7 ท่อ	23
2.3	แนวโน้มการเกิดผลึกของแลคโตสเมื่อเทียบกับเวลา	25
2.4	แผนผังแสดงลักษณะการทำงานของเครื่อง Filtermat-drier	27
3.1	แผนภาพแสดงการจับอุปกรณ์การทดลองระบบปฏิบัติการแบบกะ โดยวัดค่าความนำไฟฟ้าและวัดปริมาตร	53
3.2	แผนภาพแสดงการจับอุปกรณ์การทดลองแยกเวย์โปรตีน จากน้ำเวย์ โดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	53
4.1	ค่าความนำไฟฟ้าและความสูงของฟองน้ำเวย์ที่เตรียมจากน้ำเวย์ ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	60
4.2	ค่าความนำไฟฟ้าและความสูงของฟองน้ำเวย์ที่เตรียมจากน้ำเวย์ ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	63
4.3	ค่าความนำไฟฟ้าและความสูงของฟองน้ำเวย์ที่เตรียมจากน้ำเวย์ ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	66
ก.1	ตัวอย่างน้ำเวย์ที่นำมาจากโรงงานแปรรูปนํ้านมของ หน่วยวิจัยนมและผลิตภัณฑ์นม	108
ก.2	ตู้แช่แข็งที่นำน้ำเวย์มาเก็บไว้เป็นระยะเวลาสำหรับการทดลอง	108
ก.3	ห้องแช่เย็นและตู้เย็นสำหรับพักตัวอย่างและหลังจากผ่านเครื่องแยกฟอง	109
ก.4	แท่งลวดทองแดงสำหรับวัดความนำไฟฟ้า และเครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า	109
ก.5	แผ่น glass filter พร้อมชุดตัวยึดถือแผ่น	109
ก.6	ชุด ball valve เปิดปิดการไหลของอากาศและ saturation chamber	110
ก.7	ปั้มนํ้า ปั้ลม และ flow meter	110
ก.8	(ซ้าย) ชุดเครื่องสร้างฟองแบบกะ (ขวา) ชุดเครื่องสร้างฟองแบบต่อเนื่อง	110
ก.9	ตัวอย่างฟองที่ได้จากน้ำเวย์ และการเก็บฟองน้ำเวย์ลงในบีกเกอร์	111
ก.10	เครื่อง spectrophotometer สำหรับใช้วิเคราะห์ค่าปริมาณโปรตีน ที่แยกออกจากน้ำเวย์ด้วยการสร้างฟอง	111

ค.1	แสดงภาพกราฟโปรตีนมาตรฐาน (BSA)	128
ง.1	ผลของขนาดคอลัมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของไขมัน	130
ง.2	ผลของขนาดคอลัมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Enrichment ของไขมัน	131
ง.3	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอลัมน์ที่มีต่อ Enrichment ของไขมัน	132
ง.4	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของไขมัน	133
ง.5	ผลของขนาดคอลัมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของน้ำตาลแลคโตส	134
ง.6	ผลของขนาดคอลัมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Enrichment ของน้ำตาลแลคโตส	135
ง.7	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอลัมน์ที่มีต่อ Enrichment ของน้ำตาลแลคโตส	136
ง.8	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของน้ำตาลแลคโตส	137
ง.9	ผลของขนาดคอลัมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 20)	138
ง.10	ผลของขนาดคอลัมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 20)	139
ง.11	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอลัมน์ที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 20)	140
ง.12	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 20)	141
ง.13	ผลของขนาดคอลัมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 40)	142
ง.14	ผลของขนาดคอลัมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 40)	143
ง.15	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอลัมน์ที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 40)	144
ง.16	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 40)	145

ง.17	ผลของขนาดคอลลิมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 60)	146
ง.18	ผลของขนาดคอลลิมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 60)	147
ง.19	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอลลิมน์ที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 60)	148
ง.20	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Enrichment ของโปรตีน (นาที่ที่ 60)	149
จ.1	ผลของขนาดคอลลิมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของไขมัน	151
จ.2	ผลของขนาดคอลลิมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Recovery ของไขมัน	152
จ.3	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอลลิมน์ที่มีต่อ Recovery ของไขมัน	153
จ.4	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ไขมัน	154
จ.5	ผลของขนาดคอลลิมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของน้ำตาลแลคโตส	155
จ.6	ผลของขนาดคอลลิมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Recovery ของน้ำตาลแลคโตส	156
จ.7	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอลลิมน์ที่มีต่อ Recovery ของน้ำตาลแลคโตส	157
จ.8	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของน้ำตาลแลคโตส	158
จ.9	ผลของขนาดคอลลิมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 20)	159
จ.10	ผลของขนาดคอลลิมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 20)	160
จ.11	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอลลิมน์ที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 20)	161
จ.12	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 20)	162
จ.13	ผลของขนาดคอลลิมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 40)	163

จ.14	ผลของขนาดคอกลมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 40)	164
จ.15	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอกลมน์ที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 40)	165
จ.16	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 40)	166
จ.17	ผลของขนาดคอกลมน์และขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 60)	167
จ.18	ผลของขนาดคอกลมน์และความเร็วการไหลของอากาศที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 60)	168
จ.19	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดคอกลมน์ที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 60)	169
จ.20	ผลของความเร็วการไหลของอากาศและขนาดรูพรุนที่มีต่อ Recovery ของโปรตีน (นาที่ที่ 60)	170