

ก่าวะทีเหນาจะสมในกาารผลิตนมถั่วเหลืองพงടයฯ  
เครื่องอบแห้งแบบพ่นฟอยในรชตันแบบ



นาย สุพจน์ พินิตเกียรติสกุล

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ISBN 974-584-962-6

พ.ศ. 2537

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๖ พ.ศ. 2545

๑๔๗๓๔๒๘

OPTIMUM CONDITIONS FOR PRODUCTION OF SOYMILK  
POWDER USING A PILOT-SCALE SPRAY DRYER

Mr. Supoj Pinitkiatsakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

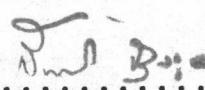
Chulalongkorn University

1994

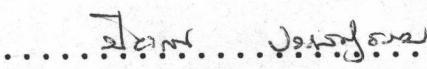
ISBN 974-584-962-6

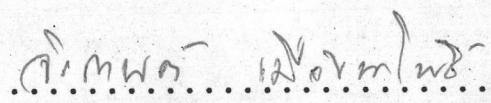
หัวชื่อวิทยานิพนธ์ ก่าวะที่เนماะสมในการผลิตหนังก้าวเหส่องคงโดยใช้  
เครื่องอบแห้งแบบพ่นฟอยจีระตับตันแบบ  
โดย นาย สุพจน์ พินิตเกียรติสกุล  
ภาควิชา วิศวกรรมเคมี  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. จิรakanต์ เมืองนาโพธิ์  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์มาศตี ผ่องพิพัฒน์พงศ์

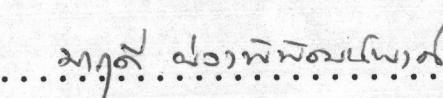
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับ  
นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

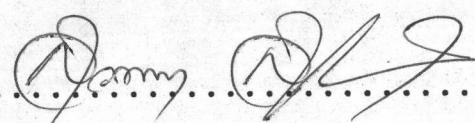
.....  ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุนสุวรรณ)

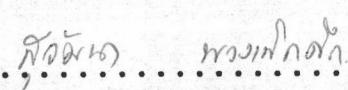
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)

.....  ..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิรakanต์ เมืองนาโพธิ์)

.....  ..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์มาศตี ผ่องพิพัฒน์พงศ์)

.....  ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุกิมารส)

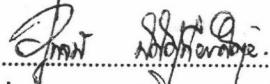
.....  ..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์สุรัณนา พวงเพิกศิก)

## พิมพ์ต้นฉบับที่ดื่มวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สุจัน พินิตเกียรติสกุล: ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฟอยในระดับต้นแบบ (OPTIMUM CONDITIONS FOR PRODUCTION OF SOYMILK POWDER USING A PILOT-SCALE SPRAY DRYER), อ.ที่ปรึกษา: วงศ.ดร.จิรakanต์ เมืองนาโพธิ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม: อ.มาศุติ ผ่องพิพัฒน์พงศ์, 131 หน้า. ISBN 974-584-962-6

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฟอยในระดับต้นแบบ การผลิตนมถั่วเหลืองผงเริ่มจากการเติมน้ำตาล เต็กซ์ติน และสารปูรุ่งแต่งลงในน้ำนมถั่วเหลือง ก่อนผ่านเข้าเครื่องตีไบมันที่ความดัน 3,000 บอนด์ต่อตารางนิว ทำให้เข้มข้นโดยการระเหยน้ำภายในตัวเครื่อง ความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองที่ป้อน อยู่ระหว่าง 19.56-26.67 ร้อยละของของแข็งรวมทั้งหมด (โดยน้ำหนัก) อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ใช้ในภาชนะอบแห้งระหว่าง 150-190 องศาเซลเซียส และความเร็วอบการหมุนของเครื่องทำละอองฟอยระหว่าง 10,000-20,000 รอบต่อนาที ภาวะที่คุณภาพของนมถั่วเหลืองผงดีที่สุดคือความเข้มข้นของนมถั่วเหลือง 26.08 ร้อยละของของแข็งรวมทั้งหมด (โดยน้ำหนัก) อุณหภูมิของอากาศร้อน 190 องศาเซลเซียส และความเร็วอบการหมุนของเครื่องทำละอองฟอย 10,000 รอบต่อนาที เมื่อนำนมถั่วเหลืองผงไปวิเคราะห์พบว่ามีความชื้นร้อยละ 1.11 ตัวนิการละลาย 1.5 มิลลิลิตร ความหนาแน่นปูรากวู 0.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเมื่อวิเคราะห์ในลักษณะน้ำนมคืนรูปโดยการผสมนมถั่วเหลืองผง 30 ส่วนต่อน้ำ 200 ส่วน (น้ำหนักต่อปริมาตร) พบร่วมกับโปรตีน 2.06 แปรอร์เจนต์ ไขมัน 2.35 แปรอร์เจนต์ คาร์โนไซเดรต 8.76 แปรอร์เจนต์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 10.8 องศาบริกก์ และค่าการกระจายตัวของโปรตีน 94.20 แปรอร์เจนต์ สำหรับสีของนมถั่วเหลืองผงเป็นสีขาวออกเหลืองอ่อน โดยนมถั่วเหลืองผงดังกล่าวมีต้นทุนการผลิต 258 บาทต่อลitre

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี  
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี  
ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่อนิสิต  ลักษณะ  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา จิรakanต์ เมืองนาโพธิ์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม วนิดา คงพันธ์

พิมพ์ด้วยบันทึกด้วย ภาษาไทย พนธกษาในกรอบและตัวอักษรที่ดีที่สุด

# # C317982 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD: SOYMILK/ SOYMILK POWDER/ SPRAY DRYER

SUPOJ PINITKIATSAKUL : OPTIMUM CONDITIONS FOR PRODUCTION OF SOYMILK POWDER USING A PILOT-SCALE SPRAY DRYER. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.CHIRAKARN MUANGNAPOH, Dr.Ing., THESIS CO-ADVISOR : MARUDEE PONGPIPATPONG, M.Eng. 131 pp. ISBN 974-584-962-6

The objective of this research is to study the optimum conditions for production of soymilk powder using a pilot-scale spray dryer. Sugar, dextrin and another additives were added to the raw soymilk and then passed through a homogenizer at 3,000 Psi, concentrated until 26% (by weight) of total solids was obtained and dried in the spray dryer. Feed concentration range from 19.56-26.67% (by weight) of total solid, inlet temperature in drying chamber range from 150-190°C and atomizer velocity range from 10,000-20,000 rpm. The best quality of soymilk powder obtained at the conditions of feed concentration of 26.08% (by weight) of total solids, inlet temperature 190°C and atomizer velocity of 10,000 rpm. The analysis result of the soymilk powder has moisture content of 1.11%, solubility index of 1.5 millilitre, bulk density of 0.5 gram per cubic centimetre and the analysis result of the water reconstitute (by mixing thirty parts of the powder to two hundred parts of water (w/v)) has protein of 2.06%, lipid of 2.35%, carbohydrate of 8.76%, total soluble solids of 10.8°Brix and protein distribution index of 94.20%. The color of soymilk powder was white pale yellow and cost estimation was 258 baht per kilogram.

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี  
ปีการศึกษา..... ๒๕๓๗

ลายมือชื่อนิสิต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วมงาน.....

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอรับขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร. จิรakanต์ เมืองนาโพธิ์ อ้าวารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์มาศตี พ่องพิพัฒน์พงศ์ อ้าวารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม จากสถาบันด้านดิจิทัลและพัฒนา ผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาควบคุมการวิจัยและให้คำแนะนำ, ชื่อดีเด่นต่าง ๆ อย่างใกล้ชิด ข้อรับขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุกิมารส อ้าวารย์ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ และรองศาสตราจารย์สุรัณนา พวงเพิกศึก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างมาก

ข้อรับขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม ที่ได้กรุณาท่านที่ปรึกษากิจกรรมการสอนวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณะกรรมการทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและถ่ายทอดความรู้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณสถาบันด้านดิจิทัลและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นอย่างสูง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพนฟอยในการทำงานวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดมา

ขอขอบคุณภาควิชาศิลปกรรมเคมี เจ้าหน้าที่ ครอบครัวและภรรยา ที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดมา ทางห้องงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงฯ ด้วยดี

ท้ายนี้ข้าพเจ้าได้รับขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อปิดามารดา ที่ให้ความอุปการะและสนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอ นماจ升ชาเร็วจากการศึกษา

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๙
สารบัญตาราง.....	๑๐
สารบัญรูป.....	๑๑
บทที่	
1.    บทนำ.....	๑
2.    วารสารบริหัติน์	
2.1    การผลิตน้ำนมถั่วเหลือง.....	๘
2.2    การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง เช่นชันโดยการระเหยใน ระบบสุญญากาศ.....	๑๘
2.3    การเตรียมนมถั่วเหลืองพง.....	๑๙
2.4    วิธีเพลชองวัตถุเจือปนในอาหาร (food additives) ที่มีต่อการอบแห้งแบบพ็นพอย.....	๒๑
2.4.1    สารที่ช่วยในการทำแห้ง.....	๒๓
2.4.2    สารที่ทำให้คอลลอลอยด์เกิดความคงตัว.....	๒๔
2.5    มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุดสาಹกรรม.....	๒๕
3.    ทฤษฎีการอบแห้งแบบพ็นพอย	
3.1    หลักการทางาน.....	๒๙
3.2    ส่วนประกอบ.....	๒๙
3.2.1    เครื่องทำอากาศร้อน (air heater).....	๓๒

3.2.2 เครื่องทำละอองพอย (atomizer).....	32
3.2.3 ภาชนะอบแห้ง (drying chamber).....	39
3.2.4 ภาชนะเก็บผลิตภัณฑ์ (product collector)	46
3.3 ลักษณะสัมบัติการอบแห้ง ของหยดของเหลว.....	50
3.4 การคำนวณออกแบบภาชนะอบแห้ง.....	50
3.5 สมดุลความร้อนและสมดุลมวลสารที่ภาชนะอบแห้ง.....	51
3.6 อิทธิพลของตัวแปรในการดำเนินงาน.....	55
3.7 การประมาณค่าใช้จ่าย.....	57
3.8 ข้อดี ข้อเสียและปัญหา.....	60
3.9 ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวิธีอบแห้งแบบพ่นพอย.....	64

#### 4. การทดลอง

4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแก๊สรวม ที่งดและปริมาณของแก๊สที่หลั่ยนำไปได้.....	69
4.2 การทดลองหาค่าความเชื่อมต่อของผ้าห่มกับเหลืองที่ เหมาะสมในการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นพอยเพื่อ ผลิตน้ำกุ้งเหลืองคง.....	72
4.3 การทดลองหาค่าอุณหภูมิของอากาศเข้าที่เหมาะสมใน การผลิตน้ำกุ้งเหลืองคง.....	75
4.4 การทดลองหาค่าความเร็วอบของเครื่องทำละออง พอยที่เหมาะสมในการผลิตน้ำกุ้งเหลืองคง.....	76
4.5 สมดุลมวลสาร.....	77
4.6 สมดุลความร้อน.....	77
4.7 ประสิทธิภาพความร้อน.....	77
4.8 การคำนวณหาเบอร์เซนต์ yield ของน้ำกุ้งเหลืองคง	78
4.9 การประมาณราคาต่อน้ำหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์.....	78

5. ผลการทดลองและวิจารณ์.....	79
6. สุปพลการวิจัยและขอเสนอแนะ.....	100
เอกสารอ้างอิง.....	104
ภาคผนวก.....	112
ประวัติผู้วิจัย.....	131

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	บัญชีสมดุล เมล็ดถั่วเหลืองของไทย (ไม่รวมกาガ)	2
1-2	ปริมาณการนา เชื้าและส่งออกเมล็ดถั่วเหลือง.....	4
2-1	A Comparison of the Essential Amino Acid Composition of Soybean Milk with Cow's and Human's Milk.....	9
2-2	อัตราการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองในประเทศไทย ความต้องการของน้ำนมพร้อมดื่มและผลิตภัณฑ์น้ำนมทั้งหมดของตลาดในประเทศไทย	10
2-3	คุณลักษณะที่ต้องการของนมพงธารมดาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุดสาหกรรม.....	26
2-4	คุณลักษณะที่ต้องการของนมพงธารมดาตาม ADMI.....	26
2-5	คุณลักษณะที่ต้องการของน้ำนมถั่วเหลือง.....	27
3-1	โครงสร้างของกรอบน้ำนมแบบพัฟฟอย.....	37
ค-1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเชิงรุ่วนทั้งหมดและปริมาณของเชิงที่ละลายน้ำได้ของน้ำนมถั่วเหลือง เช่นชีสชีร์ช雷เบย์ ห้ามออกจากตู้เย็น.....	124
ค-2	ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพัฟฟอย, คุณภาพของนมถั่วเหลืองพง เมื่อน้ำนมถั่วเหลืองที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพัฟฟอยมีระดับความเชื่อมต่างกัน.....	125
ค-3	ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพัฟฟอย, คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองที่ละลายมากลับสู่รูปเดิม เมื่อน้ำนมถั่วเหลืองที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพัฟฟอยมีระดับความเชื่อมต่างกัน.....	126
ค-4	ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพัฟฟอย, คุณภาพของนมถั่วเหลืองพง เมื่อเครื่องอบแห้งแบบพัฟฟอยมีอุณหภูมิอากาศร้อนเข้าต่างกัน.....	127

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
C-5 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฟอย, คุณภาพของน้ำนม ถัวเหลืองที่ลักษณะกลับสู่รูปเดิม เมื่อเครื่องอบแห้งแบบ พ่นฟอยมีอุณหภูมิอากาศร้อนเข้าต่างกัน.....	128
C-6 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฟอย, คุณภาพของนม ถัวเหลืองพง. เมื่อค่าความเร็วอบในการหมุนของเครื่อง ทำละลายฟอยต่างกัน.....	129
C-7 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฟอย, คุณภาพของน้ำนม ถัวเหลืองที่ลักษณะน้ำกลับสู่รูปเดิม เมื่อค่าความเร็วอบใน การหมุนของเครื่องทำละลายของฟอยต่างกัน.....	130

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	กลไกของปฏิกิริยาการเกิด Ethyl Vinyl Ketone.....	12
2-2	อิทธิพลของอุณหภูมิในการทำลายเอนไซม์ Lipoxidase...	14
2-3	อิทธิพลของสารเจือปนในการทำลายเอนไซม์ Lipoxidase.....	16
2-4	อิทธิพลของ pH ต่อการกรายจายตัวของโปรตีนในนมถั่วเหลืองพง.....	20
2-5	อิทธิพลของ reducing agent ต่อผลต่อการกรายจายตัวของโปรตีนในนมถั่วเหลืองพง.....	22
3-1	แผนภูมิหลักการทำงานของการอบแห้งแบบพ่นฟอย.....	30
3-2	ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฟอย.....	31
3-3	เครื่องทำลายของฟอยแบบหัวฉีดตัวยความดัน.....	34
3-4	เครื่องทำลายของฟอยแบบหัวฉีดตัวยความดันชนิด 2 ช่องเปิด.....	34
3-5	เครื่องทำลายของฟอยแบบจากหมุน.....	34
3-6	เครื่องทำลายของฟอยชนิดจากหมุน (centrifugal atomizer) ที่ใช้ในอุตสาหกรรม.....	36
3-7	ตาแหนงที่ต้องของเครื่องทำลายของฟอย (atomizer) ....	38
3-8	การออกแบบภาชนะทำแห้ง (drying chamber) ในรูปแบบต่าง ๆ .....	40
3-9	สักษณะการสัมผัสรายหัวใจอาการศรีษะและผลิตภัณฑ์เหลว....	41
3-10	การกระจายค่าอุณหภูมิ (temperature profiles) ในแต่ละสักษณะการสัมผัสรของอาการศรีษะและอาหารเหลว....	43
3-11	อัตราการทำแห้ง.....	44

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

3-12	ดำเนินการเก็บผงผลิตภัณฑ์ของไซโคลนออกจากภาชนะ ท่าแห้ง.....	48
3-13	ประเกทการเก็บผงผลิตภัณฑ์ของไซโคลน.....	49
3-14	มวลเช้าและออก อุณหภูมิของอากาศร้อนที่เช้าและออก จากภาชนะอบแห้ง.....	52
3-15	Spray dryer cost.....	59
4-1	เครื่องแยกอากาศ (decanter).....	68
4-2	เครื่องกระจายไขมัน (homogenizer).....	68
4-3	เครื่องระเหยน้ำภายในตัวสูญญากาศ Centritherm.....	70
4-4	ขั้นตอนการผลิตนมถั่วเหลืองพง.....	71
4-5	เครื่องอบแห้งแบบพ่นพอย (spray dryer).....	73
4-6	ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นพอย.....	74
5-1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งรวมทั้งนมด้วยปริมาณ ของแข็งที่ละลายนำไปสู่ของน้ำนมถั่วเหลือง เช่นชั้นซึ่งระเหย น้ำออกภายในตัวสูญญากาศ.....	80
5-2	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการละลาย เมื่อความ ชื้นของน้ำนมถั่วเหลือง 19.56, 22.20 และ 26.67 (ร้อยละของแข็งทั้งหมด) เช้าเครื่องอบแห้งที่อัตราการ นึ่อน 55 สิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิอากาศร้อนเช้า 185 องศาเซลเซียส และความเร็วของการหมุนของเครื่องทำ ละของพอย 15,000 รอบต่อนาที.....	82

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

5-3	ความสัมพันธ์ระหว่างความคงตัวของคอลลอยด์และการ กระจายตัวของโปรตีน เมื่อความชื้นของน้ำนม ก้าวเหลือง 19.56, 22.20 และ 26.67 (ร้อยละ ของแท่งทึบหมุด) เช้าเดรีองอนแท่งที่อัตราการปีอน 55 ลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิอากาศร้อยเชา 185 องศา <sup>เซลเซียส</sup> และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละออง ฟอย 15,000 รอบต่อนาที.....	83
5-4	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการละลาย เมื่ออุณหภูมิ อากาศร้อยเชา 150, 160, 170, 180 และ 190 องศาเซลเซียส ที่อัตราการปีอน 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความชื้นของน้ำนมก้าวเหลือง 26.47 (ร้อยละของแท่ง ทึบหมุด) และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละออง ฟอย 15,000 รอบต่อนาที.....	86
5-5	ความสัมพันธ์ระหว่างความคงตัวของคอลลойด์ และการ กระจายตัวของโปรตีน เมื่ออุณหภูมิอากาศร้อยเชา 150, 160, 170, 180 และ 190 องศาเซลเซียส ที่อัตรา การปีอน 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความชื้นของน้ำนม ก้าวเหลือง 26.47 (ร้อยละของแท่งทึบหมุด) และ ความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฟอย 15,000 รอบต่อนาที.....	87

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5-6 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการละลายน้ำ เรื่องการหมุนของเครื่องทำละอองฟอย 10,000, 15,000 และ 20,000 รอบต่อนาที ที่อัตราการปีอน 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความชื้นของผ้าแห้งก้าวเหลือง 26.08 (ร้อยละโดยผ้าแห้ง) และอุณหภูมิอากาศร้อนเข้า <sup>ก้าวเหลือง</sup> 190 องศาเซลเซียส.....	89
5-7 ความสัมพันธ์ระหว่างความคงตัวของผลลัพธ์ และการ กระจายตัวของปอร์ติน เนื่องจากการหมุนของ เครื่องทำละอองฟอย 10,000, 15,000 และ 20,000 รอบต่อนาที ที่อัตราการปีอน 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความ ชื้นของผ้าแห้งก้าวเหลือง 26.08 (ร้อยละโดยผ้าแห้ง) และอุณหภูมิอากาศร้อนเข้า 190 องศาเซลเซียส.....	90
5-8 Psychrometric Humidity Chart.....	96