ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยในระดับต้นแบบ

นาย สุพจน์ พินิตเกียรติสกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ISBN 974-584-962-6
พ.ศ. 2537

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6 พ.ย. 2545

I18733438

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

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยในระดับต้นแบบ

โดย นาย สุพจน์ พินิตเกียรติสกุล

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. บิยะสาร ประเสริฐธรรม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณา สุภิมารส)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุวัฒนา พวงเพิกศึก)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สุพจน์ พินิตเกียรติสกุล: ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยในระดับต้นแบบ (OPTIMUM CONDITIONS FOR PRODUCTION OF SOYMILK POWDER USING A PILOT-SCALE SPRAY DRYER), อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, 131 หน้า. ISBN 974-584-962-6

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยในระดับต้นแบบ การผลิตนมถั่วเหลืองผงเริ่มจากการเติมน้ำตาล เด็กซตริน และสารปรุงแต่งลงในน้ำนมถั่วเหลือง ก่อนผ่านเข้าเครื่องตีไขมันที่ความดัน 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทำให้เข้มข้นโดยการระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศจนได้ความเข้มข้นร้อยละ 26 ของของแข็งรวมทั้งหมด (โดยน้ำหนัก) และนำไปทำแห้งโดยการอบแห้งแบบพ่นฝอย ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลืองที่ป้อนอยู่ระหว่าง 19.56-26.67 ร้อยละของของแข็งรวมทั้งหมด (โดยน้ำหนัก) อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ใช้ในภาชนะอบแห้งระหว่าง 150-190 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฝอยระหว่าง 10,000-20,000 รอบต่อนาที ภาวะที่คุณภาพของนมถั่วเหลืองผงดีที่สุด คือความเข้มข้นของนมถั่วเหลือง 26.08 ร้อยละของของแข็งรวมทั้งหมด (โดยน้ำหนัก) อุณหภูมิของอากาศร้อน 190 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย 10,000 รอบต่อนาที เมื่อนำนมถั่วเหลืองผงไปวิเคราะห์พบว่ามีความชื้นร้อยละ 1.11 ดัชนีการละลาย 1.5 มิลลิลิตร ความหนาแน่นปรากฏ 0.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเมื่อวิเคราะห์ในลักษณะน้ำนมคืนรูปโดยการผสมนมถั่วเหลืองผง 30 ส่วนต่อน้ำ 200 ส่วน (น้ำหนักต่อปริมาตร) พบว่ามีโปรตีน 2.06 เปอร์เซนต์ ไขมัน 2.35 เปอร์เซนต์ คาร์โบไฮเดรต 8.76 เปอร์เซนต์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 10.8 องศาบริกซ์ และค่าการกระจายตัวของโปรตีน 94.20 เปอร์เซนต์ สำหรับสีของนมถั่วเหลืองผงเป็นสีขาวออกเหลืองอ่อน โดยนมถั่วเหลืองผงดังกล่าวมีต้นทุนการผลิต 258 บาทต่อหนึ่งกิโลกรัม

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

##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 ^{o}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 ^{o}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 centrimetre 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 ^{o}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 ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม จากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาควบคุมการวิจัยและให้คำแนะนำ, ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อย่างใกล้ชิด ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ และรองศาสตราจารย์สุวัฒนา พวงเพิกศึก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างมาก

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.ปิยะสาร ประเสริฐธรรม ที่ได้กรุณาทำหน้าที่ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและถ่ายทอดความรู้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นอย่างสูง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยในการทำงานวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดมา

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี เจ้าหน้าที่ ครอบครัวและภรรยา ที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดมา ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อบิดามารดา ที่ให้ความอุปการะและสนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญรูป..... ท
บทที่
1. บทนำ..... 1
2. วารสารปริทัศน์
2.1 การผลิตน้ำนมถั่วเหลือง..... 8
2.2 การเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้นโดยการระเหยในระบบสุญญากาศ..... 18
2.3 การเตรียมนมถั่วเหลืองผง..... 19
2.4 อิทธิพลของวัตถุเจือปนในอาหาร (food additives) ที่มีต่อการอบแห้งแบบพ่นฝอย..... 21
2.4.1 สารที่ช่วยในการทำแห้ง..... 23
2.4.2 สารที่ทำให้คอลลอยด์เกิดความคงตัว..... 24
2.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม..... 25
3. ทฤษฎีการอบแห้งแบบพ่นฝอย
3.1 หลักการทำงาน..... 29
3.2 ส่วนประกอบ..... 29
3.2.1 เครื่องทำอากาศร้อน (air heater)..... 32

บทที่ หน้า

3.2.2 เครื่องทำละอองฝอย (atomizer)..... 32
3.2.3 ภาชนะอบแห้ง (drying chamber)..... 39
3.2.4 ภาชนะเก็บผลิตภัณฑ์ (product collector) 46
3.3 ลักษณะสมบัติการอบแห้ง 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 ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย..... 64

4. การทดลอง
4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้..... 69
4.2 การทดลองหาค่าความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อผลิตนมถั่วเหลืองผง..... 72
4.3 การทดลองหาค่าอุณหภูมิของอากาศเข้าที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองผง..... 75
4.4 การทดลองหาค่าความเร็วรอบของเครื่องทำละอองฝอยที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่งเหลืองผง..... 76
4.5 สมดุลมวลสาร..... 77
4.6 สมดุลความร้อน..... 77
4.7 ประสิทธิภาพความร้อน..... 77
4.8 การคำนวณหาเปอร์เซนต์ yield ของนมถั่วเหลืองผง 78
4.9 การประมาณราคาต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์..... 78

บทที่ หน้า

5. ผลการทดลองและวิจารณ์..... 79

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 100

เอกสารอ้างอิง..... 104

ภาคผนวก..... 112

ประวัติผู้วิจัย..... 131

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	บัญชีสมดุลเมล็ดถั่วเหลืองของไทย (ไม่รวมกาก).....	2
1-2	ปริมาณการนำเข้าและส่งออกเมล็ดถั่วเหลือง.....	4
2-1	A Comparison of the Essential Amino Acid Composition of Soybean Milk with Cow's and Human's Milk.....	9
2-2	อัตราการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองในประเทศ ความต้องการของน้ำนมพร้อมดื่มและผลิตภัณฑ์น้ำนมทั้งหมดของตลาดในประเทศ	10
2-3	คุณลักษณะที่ต้องการของนมผงธรรมดาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	26
2-4	คุณลักษณะที่ต้องการของนมผงธรรมดาตาม ADMI.....	26
2-5	คุณลักษณะที่ต้องการของน้ำนมถั่วเหลือง.....	27
3-1	โครงสร้างของกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	37
ค-1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้นซึ่งระเหยน้ำออกภายใต้สุญญากาศ.....	124
ค-2	ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของนมถั่วเหลืองผง เมื่อน้ำนมถั่วเหลืองที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีระดับความเข้มข้นต่างกัน.....	125
ค-3	ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองที่ละลายน้ำกลับสู่รูปเดิม เมื่อน้ำนมถั่วเหลืองที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีระดับความเข้มข้นต่างกัน	126
ค-4	ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของนมถั่วเหลืองผง เมื่อเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีอุณหภูมิอากาศร้อนเข้าต่างกัน.....	127

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค-5 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองที่ละลายกลับสู่รูปเดิม เมื่อเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีอุณหภูมิอากาศร้อนเข้าต่างกัน..... 128

ค-6 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของนมถั่วเหลืองผง เมื่อค่าความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอยต่างกัน..... 129

ค-7 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองที่ละลายน้ำกลับสู่รูปเดิม เมื่อค่าความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอยต่างกัน..... 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 ที่มีต่อการกระจายตัวของโปรตีนในนมถั่วเหลืองผง.....	20
2-5	อิทธิพลของ reducing agent ที่มีผลต่อการกระจายตัวของโปรตีนในนมถั่วเหลืองผง.....	22
3-1	แผนภูมิหลักการทำงานของการอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	30
3-2	ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	31
3-3	เครื่องทำละอองฝอยแบบหัวฉีดด้วยความดัน.....	34
3-4	เครื่องทำละอองฝอยแบบหัวฉีดด้วยความดันชนิด 2 ช่องเปิด.....	34
3-5	เครื่องทำละอองฝอยแบบจานหมุน.....	34
3-6	เครื่องทำละอองฝอยชนิดจานหมุน (centrifugal atomizer) ที่ใช้ในอุตสาหกรรม.....	36
3-7	ตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องทำละอองฝอย (atomizer)	38
3-8	การออกแบบภาชนะทำแห้ง (drying chamber) ในรูปแบบต่าง ๆ	40
3-9	ลักษณะการสัมผัสระหว่างอากาศร้อนและผลิตภัณฑ์เหลว....	41
3-10	การกระจายค่าอุณหภูมิ (temperature profiles) ในแต่ละลักษณะการสัมผัสของอากาศร้อนและอาหารเหลว....	43
3-11	อัตราการทำแห้ง.....	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3-12	ตำแหน่งการเก็บผงผลิตภัณฑ์ของไซโคลนออกจากภาชนะทำแห้ง.....	48
3-13	ประเภทการเก็บผงผลิตภัณฑ์ของไซโคลน..	49
3-14	มวลเข้าและออก อุณหภูมิของอากาศร้อนที่เข้าและออกจากภาชนะอบแห้ง.....	52
3-15	Spray dryer cost.....	59
4-1	เครื่องแยกกาก (decanter).....	68
4-2	เครื่องกระจายไขมัน (homogenizer).....	68
4-3	เครื่องระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ Centritherm.....	70
4-4	ขั้นตอนการผลิตนมถั่วเหลืองผง.....	71
4-5	เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer).....	73
4-6	ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	74
5-1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้นซึ่งระเหยน้ำออกภายใต้สุญญากาศ.....	80
5-2	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการละลาย เมื่อความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง 19.56, 22.20 และ 26.67 (ร้อยละของแข็งทั้งหมด) เข้าเครื่องอบแห้งที่อัตราการป้อน 55 ลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิอากาศร้อนเข้า 185 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย 15,000 รอบต่อนาที.....	82

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5-3	ความสัมพันธ์ระหว่างความคงตัวของคอลลอยด์และการกระจายตัวของโปรตีน เมื่อความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง 19.56, 22.20 และ 26.67 (ร้อยละของแข็งทั้งหมด) เข้าเครื่องอบแห้งที่อัตราการป้อน 55 ลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิอากาศร้อนเข้า 185 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย 15,000 รอบต่อนาที.....	83
5-4	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการละลาย เมื่ออุณหภูมิอากาศร้อนเข้า 150, 160, 170, 180 และ 190 องศาเซลเซียส ที่อัตราการป้อน 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง 26.47 (ร้อยละของแข็งทั้งหมด) และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย 15,000 รอบต่อนาที.....	86
5-5	ความสัมพันธ์ระหว่างความคงตัวของคอลลอยด์ และการกระจายตัวของโปรตีน เมื่ออุณหภูมิอากาศร้อนเข้า 150, 160, 170, 180 และ 190 องศาเซลเซียส ที่อัตราการป้อน 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง 26.47 (ร้อยละของแข็งทั้งหมด) และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย 15,000 รอบต่อนาที.....	87

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5-6	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการละลาย เมื่อความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย 10,000, 15,000 และ 20,000 รอบต่อนาที ที่อัตราการป้อน 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง 26.08 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) และอุณหภูมิอากาศร้อนเข้า 190 องศาเซลเซียส.....	89
5-7	ความสัมพันธ์ระหว่างความคงตัวของคอลลอยด์ และการกระจายตัวของโปรตีน เมื่อความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย 10,000, 15,000 และ 20,000 รอบต่อนาที ที่อัตราการป้อน 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง 26.08 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) และอุณหภูมิอากาศร้อนเข้า 190 องศาเซลเซียส.....	90
5-8	Psychrometric Humidity Chart.....	96