

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ปัญหาและความเป็นมา	1
1.2 งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	6
1.3 วัตถุประสงค์	12
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	13
1.5 ขอบเขตการวิจัย	13
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	
2.1 ประเภทของการปิดผนึก	14
2.2 การประเมินลักษณะของรอยผนึกในบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน	17
2.3 การเตรียมความพร้อม การตั้งค่า การทดสอบ	18
2.4 ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์	18
2.5 มาตรฐานการทดสอบที่เกี่ยวข้อง	21
2.6 การออกแบบการทดลอง (Design of Experimental)	30
2.7 ลูกเบี้ยว (Cam)	44
3. วิธีการวิจัย	
3.1 สํารวจข้อมูลเบื้องต้น	49
3.2 การวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง	50
3.3 การออกแบบการทดลอง	54
3.4 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง	56
3.5 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของถุงบรรจุด้วยเครื่องมือ Burst test	60
4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลเบื้องต้น	67
4.2 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลครั้งที่ 2	71
4.3 ผลการทดลองและการวิเคราะห์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม	74
	(6)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการทดลองด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง	75
4.5 ผลการทดสอบสมบัติการหลอมตัวของฟิล์มพลาสติก	78
4.6 การทดลองเพื่อยืนยันผล	82
4.7 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทดลองไปปฏิบัติ	83
4.8 อัตราสูญเสียไฟฟ้า	85
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	87
5.2 ข้อเสนอแนะ	88
บรรณานุกรม	89
ภาคผนวก	91
ประวัติผู้เขียน	109

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 การบันทึกผลการเกิดถุงนมรั่วซึมภายในระยะเวลา 1 เดือน	3
1.2 สัดส่วนการผลิต	3
2.1 รายชื่อมาตรฐานการทดสอบเกี่ยวกับการปิดผนึก	20
2.2 อธิบายกลุ่มของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง Round – Robin	27
2.3 สรุปผลความสัมพันธ์ในแต่ละกลุ่มการทดลอง	28
2.4 สรุปผลค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนระหว่างการทดลอง สำหรับวัสดุทุกชนิด	28
2.5 ข้อมูลสำหรับการทดลองปัจจัยเดียว	34
2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน สำหรับ Fix Effect Model ตัวแปร เดียว	36
2.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแบบจำลอง 3 ปัจจัย แบบ Fixed Effect	40
2.8 เมตริกซ์การออกแบบ (Design Matrix)	41
2.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการออกแบบ 2 ^K	43
3.1 ข้อมูลการรั่วซึมของถุงนมสดพาสเจอร์ไรซ์	50
3.2 การทำงานของลูกเบี้ยวในสถานะต่างๆที่สัมพันธ์กับมุมลูกเบี้ยว	52
3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาคอดและอัตราผลิต	53
3.4 สถานะการทดลองเบื้องต้นและผลการทดลอง	55
4.1 ผลการทดลองเบื้องต้น	69
4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากผลการทดลองเบื้องต้น	70
4.3 ผลการทดลองครั้งที่ 2	71
4.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองครั้งที่ 2	72
4.5 Least Squares Means for seal strength	74
4.6 วิเคราะห์การแปรปรวนของปัจจัย	74
4.7 การเปรียบเทียบความแข็งแรงรอยปิดผนึก	75
4.8 วิเคราะห์การแปรปรวนของปัจจัยเพื่อยืนยันผลด้วยเครื่อง Tensile Testing Machine	76
4.9 ผลการทดลองเพื่อยืนยันผล	82

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยรวม	84
4.11 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังการปรับปรุง	85
ผนวก ก 1 ผลการทดลองเบื้องต้น	92
ผนวก ก 2 ผลการทดลอง ครั้งที่ 2	94
ผนวก ก 3 บันทึกผลการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสม	95
ผนวก ข 1 รายงานการทดสอบ	97
ผนวก ข 2 รายงานการทดสอบ	98
ผนวก ข 3 รายงานการทดสอบ	99
ผนวก ข 4 รายงานการทดสอบ	100
ผนวก ข 5 รายงานการทดสอบ	101
ผนวก ค 1 ผล F Distribution	103
ผนวก ค 2 ผล F Distribution	104
ผนวก ค 3 ผล F Distribution	105
ผนวก ค 4 ผล F Distribution	106
ผนวก ค 5 ผล F Distribution	107
ผนวก ง ใบรายงานผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานขณะบรรจุ	108

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1.1 แผนภูมิการผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์	4
1.2 ขั้นตอนการบรรจุถุนนม	5
2.1 แบบเปิด – ถูกใช้เมื่อมีการพ่นเพียง 3 ด้านของบรรจุภัณฑ์	22
2.2 แบบปิด – ถูกใช้เมื่อมีการพ่นทั้ง 4 ด้าน	23
2.3 ขนาดชั้นทดสอบ	29
2.4 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย	37
2.5 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล	38
2.6 ลูกเบียร์แบบแผ่น	45
2.7 ลูกเบียร์แบบทรงกระบอก	45
2.8 ลักษณะผิวลูกตามแบบต่างๆ	46
2.9 มุมในการเคลื่อนที่	47
3.1 ลักษณะการปิดผนึกด้วยกระแสไฟฟ้า	49
3.2 แบบส่วนประกอบเครื่องจักรปิดผนึก	51
3.3 การติดตั้งฟิล์มพลาสติก	56
3.4 การต่อ Inverter เข้ากับ Motor	57
3.5 การปรับความถี่ของ Inverter	57
3.6 การปรับน้ำหนักในการบรรจุนมสด	58
3.7 การซึ่งตรวจสอบน้ำหนัก	58
3.8 การเก็บตัวอย่าง	59
3.9 การตรวจวัดระดับความร้อนในการปิดผนึก	59
3.10 การเก็บตัวอย่างในตะกร้า	60
3.11 การนำถุนนมไปเก็บในห้องเย็น	60
3.12 เครื่อง Burst Test	61
3.13 เครื่องบีบลมเพื่อให้แรงดันแก่เครื่อง Burst Test	61
3.14 การเลือกฟังก์ชันการทำงาน	62
3.15 การเตรียมถุนนมก่อนทดสอบ	62
3.16 การเจาะถุนนมเพื่อป้อนแรงดันเข้าไป	63
3.17 การปิดฝาเครื่องก่อนทำการกดปุ่มทดสอบ	63

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
3.18 มุมมองจากด้านบนของถุงนมเมื่ออยู่ในเครื่อง Burst Test	64
3.19 การ โป่งตัวของถุงนมเมื่อเครื่องป้อนแรงดัน	64
3.20 การแตกแบบที่ 1	65
3.21 การแตกแบบที่ 2	65
3.22 หน้าปัดมาตรวัดขณะค่าความดันสูงสุด	66
3.23 ถุงนมขณะเกิดการรั่วซึม	66
4.1 ความสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	70
4.2 Main Effect	71
4.3 Interaction	73
4.4 Main Effect	73
4.5 Residual Plot	77
4.6 การเปรียบเทียบตำแหน่งและความถี่ในการรั่วซึม	77
4.7 ลักษณะแถบขดลวดความร้อน	78
4.8 จุดหลอมตัวของฟิล์มพลาสติกครั้งที่ 1	79
4.9 จุดหลอมตัวของฟิล์มพลาสติกครั้งที่ 2	80
4.10 จุดหลอมตัวของฟิล์มพลาสติกครั้งที่ 3	81
4.11 ความแข็งแรงรอยปิดผนึกการทดสอบเพื่อยืนยันผล	83
4.12 ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยรวม	85