

การประยุกต์เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกร่วมกับความคมชัดภาพกระดาษแข็งหน้า



นาง อนรรฆพร สว่างใจ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-2187-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN APPLICATION OF SENSORY EVALUATION TECHNIQUES
FOR FACIAL TISSUE QUALITY CONTROL



Ms. Anapom Sawangjai

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-53-2187-7

อนรรฆพร สว่างใจ : การประยุกต์เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกเพื่อควบคุมคุณภาพ
 กระดาษเช็ดหน้า (AN APPLICATION OF SENSORY EVALUATION TECHNIQUES
 FOR FACIAL TISSUE QUALITY CONTROL) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ,
 167 หน้า. ISBN 974-53-2187-7.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ 1. ประยุกต์เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึก
 สำหรับการควบคุมคุณภาพของกระดาษเช็ดหน้าในเรื่องคุณลักษณะด้านความรู้สึกต่างๆ ให้มีความ
 ครบถ้วนชัดเจน 2. ปรับปรุงคุณภาพกระดาษเช็ดหน้าโดยใช้การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติหรือ
 เอสพีซีกับคุณลักษณะด้านความรู้สึก 3. เพิ่มความเชื่อมั่นในการนำผลการวิเคราะห์ด้านความรู้สึกไป
 ใช้สนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคได้ โดยมี
 การนำเอสพีซีร่วมกับการประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกจำนวน 15 คุณลักษณะ คือ ปริมาณแรง
 ในการกำ ปริมาณแรงในการบดขย่ำ ความอ่อนนุ่ม ความแข็งกระด้าง ความลื่นเหมือนผ้าไหม การขีด
 ตัว จูครอยต่าง ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ ความฝืดความหนา ความหยาบเม็ดเล็กๆ บน
 ผิวกระดาษ ความดังของเสียง ความขาวสว่าง และฝุ่นละออง อีกทั้งมีการทำการทดสอบเทียบกับการ
 ทดสอบกลุ่มผู้บริโภคเพื่อวิเคราะห์การยอมรับของผลการประเมิน

ผลการวิจัยพบว่าสามารถปรับปรุงและควบคุมคุณภาพกระดาษเช็ดหน้าในเรื่องปริมาณแรงที่
 ใช้บดขย่ำและปริมาณฝุ่นละอองได้โดยใช้เอสพีซีกับคุณลักษณะด้านความรู้สึก จากผลการวิเคราะห์
 ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การประเมินด้านความรู้สึกของห้องปฏิบัติการกับกลุ่มผู้บริโภค พบว่า
 คุณลักษณะด้านความรู้สึกที่สามารถได้ผลการทดสอบใกล้เคียงกันหรือเทียบเท่ากัน ที่ความเชื่อมั่น
 95% คือ ปริมาณแรงในการบดขย่ำ ความอ่อนนุ่ม ความแข็งกระด้าง ความลื่นเหมือนผ้าไหม จูครอย
 ต่าง ความดังของเสียง และฝุ่นละออง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน เท่ากับ 1.00
 ซึ่งบ่งบอกได้ว่าคุณลักษณะด้านความรู้สึกเหล่านี้มีผลกระทบโดยตรงกับความพึงพอใจของผู้บริโภค
 และถือได้ว่าผลการประเมินด้านความรู้สึกของห้องปฏิบัติการนี้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4471477921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: SENSORY EVALUATION TECHNIQUES / SPC

ANAKAPORN SAWANGJAI : AN APPLICATION OF SENSORY EVALUATION TECHNIQUES FOR FACIAL TISSUE QUALITY CONTROL. THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR DAMRONG THAWEESANGSAKULTHAI, 167 pp. ISBN 974-53-2187-7.

The objective of this study is aimed to (1) apply Sensory Evaluation Techniques for facial tissue quality control in term of comprehensive sensory attributes (2) improve facial tissue quality by SPC (Statistical Process Control) for sensory test and (3) validate the results of sensory laboratory with consumer test by correlation analysis. For this reason, the results are able to imply the guidelines and support product development for building consumer satisfaction. The SPC approach the sensory quality in fifteen attributes that consist of Force to Gather, Force to Compress, Smooth like Silk, Tensile Stretch, Stain, Irregular Formation, Hand Friction, Roughness, Thickness, Gritty, Noise Intensity, Whiteness, Lint, Stiffness and Fuzziness.

The research results show the improvement of facial tissue in term of Force to Compress and Lint by using SPC in those sensory attributes. From correlation analysis of Spearman's Rank Correlation Coefficient, there is good validation between sensory laboratory and consumer test as 1.00 at 95% confident interval of seven sensory attributes. They are Force to Compress, Fuzziness, Lint, Smooth like Silk, Stiffness, Stain and Noise Intensity that affect to consumer acceptance. The sensory evaluations can ultimately respond the consumer satisfaction.

Department: Industrial Engineering

Student's signature.....

Field of study: Industrial Engineering

Advisor's signature.....

Academic year 2004

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์ของ รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ที่ร่วมเป็นประธานกรรมการ และ กรรมการ ในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช รองศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา และรองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เภาประเสริฐวงศ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท ห้างร้าน และทุกท่านที่ให้ความสนับสนุนทั้งด้านแหล่งข้อมูลในการค้นคว้า และเป็นกำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มา.....	1
1.2 เหตุผลในการทำการวิจัย.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....	5
2.1 การประเมินด้านความรู้สึกรู้สึก.....	5
2.1.1 ความหมาย.....	5
2.1.2 ประโยชน์ที่ได้จากการประเมินด้านความรู้สึกรู้สึก.....	6
2.1.3 ความแตกต่างของการประเมินด้านความรู้สึกรู้สึกกับแหล่งข้อมูลผลิตภัณฑ์อื่นๆ.....	6
2.1.4 สิ่งที่ต้องมีการควบคุมในการทำการทดสอบด้านความรู้สึกรู้สึก.....	7
2.1.5 วิธีการทดสอบด้านความรู้สึกรู้สึกที่ประยุกต์.....	7
2.1.5.1 การทดสอบการแตกต่างโดยรวม.....	7
2.1.5.2 การทดลองความแตกต่างของคุณลักษณะ.....	8
2.1.6 คำจำกัดความ.....	8
2.1.6.1 การประเมินด้านความรู้สึกรู้สึก.....	8
2.1.6.2 การทดสอบด้านความรู้สึกรู้สึกด้วยการเรียงลำดับ.....	9
2.1.6.3 ผู้ทดสอบด้านความรู้สึกรู้สึก.....	9

2.2	คุณภาพกับการประเมินด้านความรู้สึก.....	9
2.3	การทดสอบผู้บริโภคร.....	10
2.3.1	วัตถุประสงค์และการนำไปใช้งาน.....	10
2.3.2	เหตุผลในการทำการทดสอบผู้บริโภคร.....	10
2.3.3	กลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มผู้บริโภคร.....	11
2.3.4	การทดสอบตามที่ตั้งส่วนกลาง.....	11
2.3.4.1	ข้อได้เปรียบของการจัดทำทดสอบตามที่ตั้งส่วนกลาง.....	11
2.3.4.2	ข้อจำกัดของการจัดทำทดสอบตามที่ตั้งส่วนกลาง.....	12
2.4	การสำรวจวรรณกรรม.....	12
3	กรณีศึกษา: การวิจัยด้านความรู้สึกสำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษทิชชู.....	17
3.1	ความเป็นมา.....	17
3.2	การดำเนินงานวิจัยด้านความรู้สึก.....	18
3.2.1	หน่วยงานที่ทำการประเมินด้านประเมินด้านความรู้สึกด้วยวิธีเรียงลำดับ.....	18
3.2.2	การคัดเลือกและการฝึกอบรมผู้ทดสอบ.....	19
3.2.3	การควบคุมสภาพแวดล้อมในการทดสอบด้านความรู้สึก.....	21
3.2.4	การออกแบบการทดลอง.....	22
3.2.5	การเตรียมตัวอย่าง.....	27
3.2.6	การกำหนดโค้ดหรือรหัสตัวอย่าง.....	28
3.2.7	หน่วยหรือลำดับการประเมิน.....	28
3.2.8	การเก็บข้อมูล.....	28
3.2.9	การทดสอบสมมติฐาน.....	29
3.2.10	การวิเคราะห์และรายงานผลการทดสอบด้วยการเรียงลำดับ.....	29
3.2.11	ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล.....	29
3.3	สรุปปัญหาที่พบ.....	35
4	การประยุกต์ใช้เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกเพื่อควบคุมคุณภาพกระดาษทิชชู ประเภทกระดาษเช็ดหน้ากับกรณีศึกษา.....	39
4.1	หลักการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินด้านความรู้สึกแบบเรียงลำดับ.....	39
4.1.1	วิธีของ Tukey's HSD.....	39

4.1.2	วิธีของ Fisher's LSD.....	40
4.2	กำหนดวิธีการประเมินคุณลักษณะต่างๆของกระดาษเช็ดหน้าเพิ่มเติม.....	41
4.2.1	ปริมาณแรงในการกำ (Force to Gather).....	44
4.2.2	ปริมาณแรงในการขยำ (Force to Compress).....	44
4.2.3	ความลื่นเหมือนผ้าไหม (Smooth like Silk).....	45
4.2.4	การยืดตัว (Tensile Stretch).....	45
4.2.5	จุดรอยต่าง (Stain).....	46
4.2.6	ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ (Irregular Formation).....	46
4.2.7	ความฝืด (Hand Friction).....	47
4.2.8	ความหนา (Thickness).....	47
4.2.9	ความหยาบ (Roughness).....	48
4.2.10	เม็ดเล็กๆบนผิวกระดาษ (Gritty).....	48
4.2.11	ความดังของเสียง (Noise Intensity).....	49
4.2.12	ความขาวสว่าง (Whiteness).....	49
4.2.13	ฝุ่นละออง (Lint).....	50
4.2.14	ความแข็งกระด้าง (Stiffness).....	50
4.2.15	ความอ่อนนุ่ม (Fuzziness).....	51
4.3	การประยุกต์ใช้ SPC กับกรณีศึกษา.....	51
4.3.1	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม.....	51
4.3.2	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะด้านความรู้สึก กับคุณลักษณะที่วัดค่าได้.....	53
4.3.3	หาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดสอบผู้บริโภคร่วมกับ ห้องปฏิบัติการด้านความรู้สึก.....	54
4.3.4	ประยุกต์แผนภูมิ XmR Chart ในการควบคุมดูแลผู้ทดสอบแต่ละคน.....	56
5	ผลการวิจัย.....	58
5.1	การเปรียบเทียบวิธีของ Fisher's LSD กับวิธีของ Tukey's HSD.....	58
5.2	การประยุกต์ SPC กับกรณีศึกษา.....	61
5.2.1	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม.....	61

5.2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางด้านความรู้สึกับ	
คุณลักษณะที่วัดค่าได้.....	75
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบกลุ่มผู้บริโภครกับ	
กลุ่มทดสอบความรู้สึกรของห้องปฏิบัติการ.....	128
6 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	133
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	116
6.1.1 การเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียงลำดับ	133
6.1.2 การปรับปรุงการประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกรเพิ่มเติม	133
6.1.3 การประยุกต์ใช้ SPC.....	134
6.1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบด้านความรู้สึกรของ	
ห้องปฏิบัติการกับการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคร	134
6.2 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น.....	135
6.3 อุปสรรค ปัญหาและข้อจำกัดของงานวิจัย.....	136
รายการอ้างอิง.....	137
ภาคผนวก.....	139
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	140
ภาคผนวก ข แบบสอบถามต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ.....	145
ภาคผนวก ค ตารางสถิติต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....	159
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	167

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	การเตรียมเรียงตัวอย่างสำหรับการทดสอบ Triangle Test.....	20
ตารางที่ 3.2	ผลการคัดเลือกผู้เข้าร่วมกลุ่มทดสอบจากกลุ่มย่อย.....	21
ตารางที่ 3.3	การออกแบบบล็อกแบบได้คู่ สำหรับตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง.....	23
ตารางที่ 3.4	การออกแบบบล็อกแบบได้คู่ สำหรับตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่าง.....	24
ตารางที่ 3.5	การออกแบบบล็อกแบบได้คู่ สำหรับตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง.....	25
ตารางที่ 3.6	การออกแบบบล็อกแบบได้คู่ สำหรับตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่าง.....	26
ตารางที่ 3.7	การออกแบบบล็อกแบบได้คู่ สำหรับตัวอย่างจำนวน 6 ตัวอย่าง.....	27
ตารางที่ 3.8	การเรียงตัวอย่างกระดาษตามตาราง การออกแบบบล็อกแบบได้คู่	30
ตารางที่ 3.9	ข้อมูลผลการทดสอบของชุดตัวอย่าง 6 ตัวอย่าง.....	32
ตารางที่ 3.10	แสดงผลต่างของผลรวมการเรียงลำดับ.....	33
ตารางที่ 3.11	แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้วิธี Tukey's Test.....	35
ตารางที่ 4.1	ตารางแสดงการเรียงตัวอย่างแบบบล็อกแบบได้คู่ สำหรับ 5 ตัวอย่าง.....	55
ตารางที่ 5.1	แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้วย Tukey's HSD จากข้อมูลตารางที่ 3.9.....	58
ตารางที่ 5.2	แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้วย Fisher's LSD จากข้อมูลตารางที่ 3.9.....	59
ตารางที่ 5.3	แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติของ Fisher's LSD ที่ 2 ถึง 6 ตัวอย่าง.....	59
ตารางที่ 5.4	แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติของ Tukey's LSD ที่ 2 ถึง 6 ตัวอย่าง.....	60
ตารางที่ 5.5	แสดงความน่าจะเป็นที่ผลิตภัณฑ์ B มีปริมาณแรงในการกำมากที่สุด.....	63
ตารางที่ 5.6	ตารางแสดงค่าขีดจำกัดการควบคุมที่ 20 รุ่นแรก ของ 15 คุณลักษณะด้านความรู้สึกลูก.....	64
ตารางที่ 5.7	ตารางแสดงค่าขีดจำกัดการควบคุม 15 รุ่นถัดมาของ ปริมาณแรงในการบดขยี้และฝุ่นละออง.....	64
ตารางที่ 5.8	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างห้องปฏิบัติการกับกลุ่มผู้บริโภค.....	129
ตารางที่ 5.9	แสดงข้อมูลดิบในการให้น้ำหนักความดังของเสียงโค้ด 506.....	131

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการทดสอบด้านความรู้สึกเป็นสะพานเชื่อมระหว่างการทดสอบ ทางกายภาพที่ใช้เครื่องมือวัดและการทดสอบผู้บริโภ�.....	5
รูปที่ 3.1 แสดงแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลการเรียงลำดับ.....	28
รูปที่ 3.2 แสดงการกรอกข้อมูลจากการทดสอบของผู้ทดสอบ.....	31
รูปที่ 3.3 แสดงการให้นำหนักในการเรียงลำดับ.....	38
รูปที่ 4.1 แผนภูมิพารेटอแสดงผลการสำรวจด้านความรู้สึกเชิงบวก.....	42
รูปที่ 4.2 แผนภูมิพารेटอแสดงผลการสำรวจด้านความรู้สึกเชิงลบ.....	43
รูปที่ 4.3 แสดงการประเมินปริมาณแรงในการกำ.....	44
รูปที่ 4.4 แสดงการประเมินปริมาณแรงในการบดขยำ.....	44
รูปที่ 4.5 แสดงการประเมินความลื่นเหมือนผ้าไหม.....	45
รูปที่ 4.6 แสดงการประเมินการยืดตัว.....	45
รูปที่ 4.7 แสดงการประเมินจุดรอยต่าง.....	46
รูปที่ 4.8 แสดงการประเมินความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ.....	46
รูปที่ 4.9 แสดงการประเมินความฝืด.....	47
รูปที่ 4.10 แสดงการประเมินความหนา.....	47
รูปที่ 4.11 แสดงการประเมินความหยาบ.....	48
รูปที่ 4.12 แสดงการประเมินเม็ดเล็กๆบนกระดาษ.....	48
รูปที่ 4.13 แสดงการประเมินความดังของเสียง.....	49
รูปที่ 4.14 แสดงการประเมินความขางสว่าง.....	49
รูปที่ 4.15 แสดงการประเมินฝุ่นละออง.....	50
รูปที่ 4.16 แสดงการประเมินความแข็งกระด้าง.....	50
รูปที่ 4.17 แสดงการประเมินความอ่อนนุ่ม.....	51
รูปที่ 5.1 แสดงแผนภูมิควบคุมของปริมาณแรงในการกำ.....	65
รูปที่ 5.2 แสดงแผนภูมิควบคุมของปริมาณแรงในการบดขยำ.....	66
รูปที่ 5.3 แสดงแผนภูมิควบคุมของความอ่อนนุ่ม.....	66
รูปที่ 5.4 แสดงแผนภูมิควบคุมของความแข็งกระด้าง.....	67
รูปที่ 5.5 แสดงแผนภูมิควบคุมของความลื่นเหมือนผ้าไหม.....	68

รูปที่ 5.6 แสดงแผนภูมิควบคุมของการขีดตัว.....	68
รูปที่ 5.7 แสดงแผนภูมิควบคุมของจตุรรอยต่าง.....	69
รูปที่ 5.8 แสดงแผนภูมิควบคุมของความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ	70
รูปที่ 5.9 แสดงแผนภูมิควบคุมของความผิด	70
รูปที่ 5.10 แสดงแผนภูมิควบคุมของความหนา.....	71
รูปที่ 5.11 แสดงแผนภูมิควบคุมของความหยาบ.....	72
รูปที่ 5.12 แสดงแผนภูมิควบคุมของเมล็ดเล็กๆบนกระดาษ.....	72
รูปที่ 5.13 แสดงแผนภูมิควบคุมของความดังของเสียง.....	73
รูปที่ 5.14 แสดงแผนภูมิควบคุมของความขางสว่าง.....	74
รูปที่ 5.15 แสดงแผนภูมิควบคุมของฝุ่นละออง.....	74
รูปที่ 5.16 ปริมาณแรงในการกำ กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	76
รูปที่ 5.17 ปริมาณแรงในการกำ กับ ความหนาของกระดาษ 1 แผ่น.....	76
รูปที่ 5.18 ปริมาณแรงในการกำ กับ การยืดตามแนวยาว.....	77
รูปที่ 5.19 ปริมาณแรงในการกำ กับ แรงดึงตามแนวยาวขณะแห้ง.....	77
รูปที่ 5.20 ปริมาณแรงในการกำ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	77
รูปที่ 5.21 ปริมาณแรงในการกำ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	78
รูปที่ 5.22 ปริมาณแรงในการกำ กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	78
รูปที่ 5.23 ปริมาณแรงในการกำ กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	78
รูปที่ 5.24 ปริมาณแรงในการกำ กับ ปริมาณฝุ่นละออง.....	79
รูปที่ 5.25 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	79
รูปที่ 5.26 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ ความหนาของกระดาษ 1 แผ่น.....	80
รูปที่ 5.27 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ การยืดตามแนวยาว	80
รูปที่ 5.28 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ แรงดึงตามแนวยาว	80
รูปที่ 5.29 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง	81
รูปที่ 5.30 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก	81
รูปที่ 5.31 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	81
รูปที่ 5.32 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	82
รูปที่ 5.33 ปริมาณแรงในการบดขย่ำ กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	82

รูปที่ 5.34 ความอ่อนนุ่ม กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	83
รูปที่ 5.35 ความอ่อนนุ่ม กับ ความหนาของกระดาษ.....	83
รูปที่ 5.36 ความอ่อนนุ่ม กับ การยืดตามแนวยาว.....	84
รูปที่ 5.37 ความอ่อนนุ่ม กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	84
รูปที่ 5.38 ความอ่อนนุ่ม กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	84
รูปที่ 5.39 ความอ่อนนุ่ม กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	85
รูปที่ 5.40 ความอ่อนนุ่ม กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	85
รูปที่ 5.41 ความอ่อนนุ่ม กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	85
รูปที่ 5.42 ความอ่อนนุ่ม กับ ฟุ่นละอองที่วัดได้.....	86
รูปที่ 5.43 ความแข็งกระด้าง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	86
รูปที่ 5.44 ความแข็งกระด้าง กับ ความหนาของกระดาษ.....	87
รูปที่ 5.45 ความแข็งกระด้าง กับ การยืดตามแนวยาว.....	87
รูปที่ 5.46 ความแข็งกระด้าง กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	87
รูปที่ 5.47 ความแข็งกระด้าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	88
รูปที่ 5.48 ความแข็งกระด้าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	88
รูปที่ 5.49 ความแข็งกระด้าง กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	88
รูปที่ 5.50 ความแข็งกระด้าง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	89
รูปที่ 5.51 ความแข็งกระด้าง กับ ปริมาณฟุ่นละอองที่วัดได้.....	89
รูปที่ 5.52 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	90
รูปที่ 5.53 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ ความหนาของกระดาษ.....	90
รูปที่ 5.54 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ การยืดตามแนวยาว.....	91
รูปที่ 5.55 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	91
รูปที่ 5.56 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	91
รูปที่ 5.57 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	92
รูปที่ 5.58 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	92
รูปที่ 5.59 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	92
รูปที่ 5.60 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ ปริมาณฟุ่นละอองที่วัดได้.....	93
รูปที่ 5.61 การยืดตัว กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	93

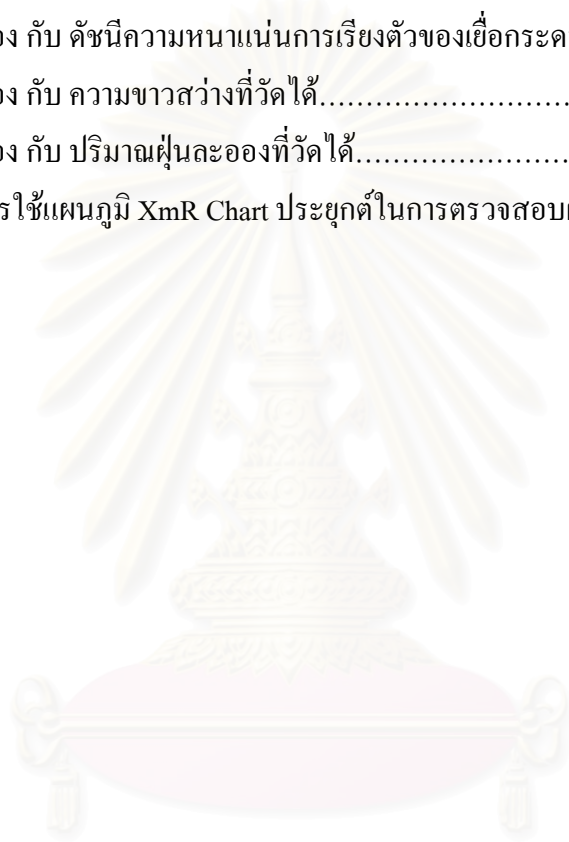
รูปที่ 5.62 การยืดตัว กับ ความหนาของกระดาษ.....	94
รูปที่ 5.63 การยืดตัว กับ การยืดตามแนวยาว.....	94
รูปที่ 5.64 การยืดตัว กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	94
รูปที่ 5.65 การยืดตัว กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเห็ง.....	95
รูปที่ 5.66 การยืดตัว กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	95
รูปที่ 5.67 การยืดตัว กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	96
รูปที่ 5.68 การยืดตัว กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	96
รูปที่ 5.69 การยืดตัว กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	96
รูปที่ 5.70 จุศรยด่าง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	97
รูปที่ 5.71 จุศรยด่าง กับ ความหนาของกระดาษ.....	97
รูปที่ 5.72 จุศรยด่าง กับ การยืดตามแนวยาว.....	98
รูปที่ 5.73 จุศรยด่าง กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	98
รูปที่ 5.74 จุศรยด่าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเห็ง.....	98
รูปที่ 5.75 จุศรยด่าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	99
รูปที่ 5.76 จุศรยด่าง กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	99
รูปที่ 5.77 จุศรยด่าง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	99
รูปที่ 5.78 จุศรยด่าง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	100
รูปที่ 5.79 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	100
รูปที่ 5.80 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ ความหนาของกระดาษ.....	101
รูปที่ 5.81 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ การยืดตามแนวยาว.....	101
รูปที่ 5.82 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ แรงดึงตามแนวยาว.....	101
รูปที่ 5.83 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเห็ง.....	102
รูปที่ 5.84 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	102
รูปที่ 5.85 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ ดัชนีการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	102
รูปที่ 5.86 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	103
รูปที่ 5.87 ความผิดปกติของการเรียงตัวของเยื่อกระดาษกับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	103
รูปที่ 5.88 ความฟืด กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	104
รูปที่ 5.89 ความฟืด กับ ความหนาของกระดาษ.....	104

รูปที่ 5.90 ความผิด กับ การยึดตามแนวยาว.....	105
รูปที่ 5.91 ความผิด กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	105
รูปที่ 5.92 ความผิด กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	105
รูปที่ 5.93 ความผิด กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	106
รูปที่ 5.94 ความผิด กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	106
รูปที่ 5.95 ความผิด กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	106
รูปที่ 5.96 ความผิด กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	107
รูปที่ 5.97 ความหนา กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	107
รูปที่ 5.98 ความหนา กับ ความหนาของกระดาษที่วัดได้.....	108
รูปที่ 5.99 ความหนา กับ การยึดตามแนวยาว.....	108
รูปที่ 5.100 ความหนา กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	108
รูปที่ 5.101 ความหนา กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	109
รูปที่ 5.102 ความหนา กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	109
รูปที่ 5.103 ความหนา กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	109
รูปที่ 5.104 ความหนา กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	110
รูปที่ 5.105 ความหนา กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	110
รูปที่ 5.106 ความหยาบ กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	111
รูปที่ 5.107 ความหยาบ กับ ความหนาของกระดาษ.....	111
รูปที่ 5.108 ความหยาบ กับ การยึดตามแนวยาว.....	112
รูปที่ 5.109 ความหยาบ กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	112
รูปที่ 5.110 ความหยาบ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	112
รูปที่ 5.111 ความหยาบ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	113
รูปที่ 5.112 ความหยาบ กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของกระดาษ.....	113
รูปที่ 5.113 ความหยาบ กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	113
รูปที่ 5.114 ความหยาบ กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	114
รูปที่ 5.115 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	114
รูปที่ 5.116 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ ความหนาของกระดาษ.....	115
รูปที่ 5.117 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ การยึดตามแนวยาว.....	115

หน้า

รูปที่ 5.118 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ แรงดึงตามแนวยาว.....	115
รูปที่ 5.119 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	116
รูปที่ 5.120 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	116
รูปที่ 5.121 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	116
รูปที่ 5.122 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	117
รูปที่ 5.123 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	117
รูปที่ 5.124 ความดังของเสียง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	118
รูปที่ 5.125 ความดังของเสียง กับ ความหนาของกระดาษ.....	118
รูปที่ 5.126 ความดังของเสียง กับ การยึดตามแนวยาว.....	119
รูปที่ 5.127 ความดังของเสียง กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	119
รูปที่ 5.128 ความดังของเสียง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	119
รูปที่ 5.129 ความดังของเสียง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	120
รูปที่ 5.130 ความดังของเสียง กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของกระดาษ.....	120
รูปที่ 5.131 ความดังของเสียง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	120
รูปที่ 5.132 ความดังของเสียง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	121
รูปที่ 5.133 ความขาวสว่าง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	121
รูปที่ 5.134 ความขาวสว่าง กับ ความหนาของกระดาษ.....	122
รูปที่ 5.135 ความขาวสว่าง กับ การยึดตามแนวยาว.....	122
รูปที่ 5.136 ความขาวสว่าง กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	122
รูปที่ 5.137 ความขาวสว่าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	123
รูปที่ 5.138 ความขาวสว่าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	123
รูปที่ 5.139 ความขาวสว่าง กับ ดัชนีความหนาแน่น.....	124
รูปที่ 5.140 ความขาวสว่าง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	124
รูปที่ 5.141 ความขาวสว่าง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	124
รูปที่ 5.142 ฝุ่นละออง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ.....	125
รูปที่ 5.143 ฝุ่นละออง กับ ความหนาของกระดาษ.....	125

รูปที่ 5.144	ฝุ่นละออง กับ การยึดตามแนวยาว.....	126
รูปที่ 5.145	ฝุ่นละออง กับ แรงดึงตามแนวยาว.....	126
รูปที่ 5.146	ฝุ่นละออง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง.....	126
รูปที่ 5.147	ฝุ่นละออง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก.....	127
รูปที่ 5.148	ฝุ่นละออง กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ.....	127
รูปที่ 5.149	ฝุ่นละออง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้.....	127
รูปที่ 5.150	ฝุ่นละออง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้.....	128
รูปที่ 5.151	แสดงการใช้แผนภูมิ XmR Chart ประยุกต์ในการตรวจสอบผู้ทดสอบแต่ละคน.....	132



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ตลาดผู้บริโภคในทุกวันนี้มีการแข่งขันสูงและเปลี่ยนแปลงไว้อยู่ตลอดเวลา อีกทั้งความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้นในการพิจารณาตัดสินใจเลือกซื้อตามปัจจัยต่างๆ ผู้บริโภคบางกลุ่มเลือกซื้อโดยมุ่งเน้นพิจารณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญ บางคนเลือกซื้อตามราคาของผลิตภัณฑ์ หรือ ตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสะดวกในการจับจ่าย ประโยชน์ใช้สอยที่ได้จากผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัย เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ นี้มีความสัมพันธ์ระหว่างการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกับคุณภาพผลิตภัณฑ์

การรับรู้ของผู้บริโภคมีความสำคัญในการประเมินคุณภาพตลอดจนคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ คุณลักษณะทางด้านความรู้สึกที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ความรู้สึกได้จึงถูกนำมาวัดด้วยวิธีการประเมินด้านความรู้สึก ทำให้การทดสอบด้านความรู้สึกมีบทบาทสำคัญในการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคท่ามกลางความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ต่างๆ เห็นได้ชัดเจนจากการที่การประเมินด้านความรู้สึกนี้มีมานานควบคู่กับการประเมินลักษณะดีหรือแย่ของผลิตภัณฑ์อาหาร น้ำ เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง อาวุธยุทธโศปกรณ์ และ ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภค ด้วยเหตุนี้หลายบริษัทจึงมีการวิจัยและพัฒนาการทดสอบหรือการประเมินด้านความรู้สึกเพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสนองตอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

1.1 ที่มา

ในอดีตที่ผ่านมามีเพียงไม่กี่บริษัทมีการใช้โปรแกรมด้านความรู้สึกกับการควบคุมคุณภาพซึ่งนิยมในกลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภทอาหาร เครื่องดื่มประเภทไวน์ และผลิตภัณฑ์เครื่องหอมทั้งหลาย จนกระทั่งตั้งแต่ ค.ศ. 1990 เป็นต้นมา เริ่มมีการเผยแพร่การประยุกต์ใช้เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกในขอบเขตที่กว้างขึ้นในกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ เพื่อใช้กำหนดและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

บริษัทตัวอย่างก็เป็นหนึ่งในกลุ่มบริษัทผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคด้านการผลิตกระดาษทิชชูที่เริ่มมีการใช้เทคนิคในการประเมินด้านความรู้สึกเข้ามาใช้ในงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และพบว่าการประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกเพียงสองคุณลักษณะคือ ความอ่อนนุ่ม และความแข็งแรงต่างของกระดาษทิชชู ซึ่งควรปรับปรุงขีดความสามารถในการใช้ข้อมูลด้านความรู้สึกในการ

ควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงควรมีการประเมินคุณลักษณะอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ความลื่นเหมือนผ้าไหม จูครอยต่าง ความผิดปกติของเยื่อกระดาษ ความฝืดของมือขณะสัมผัส ความหยาบของผิวสัมผัส และเม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ เป็นต้น จึงควรมีการประยุกต์ใช้เทคนิคอื่นๆ เข้ามาใช้ในการควบคุมคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น ควรมีการเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานได้อย่างเต็มที่ และควรมีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางด้านความรู้สึก (Sensory Attributes) กับคุณลักษณะทางกายภาพต่างๆ (Physical Characteristics) ที่ใช้เครื่องมือวัดค่า อีกทั้งควรมีการตรวจสอบและประเมินผู้ทดสอบด้านความรู้สึกนั้นไม่ได้ให้ผลการทดสอบที่บิดเบือนไปจากกลุ่มทดสอบ โดยมีการใช้กราฟในการวิเคราะห์และจัดอบรมทบทวนความเข้าใจ ทิศทางในการปฏิบัติงานและวิธีการประเมินที่ถูกต้อง

1.2 เหตุผลในการทำวิจัย

พบว่าผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้าแบบกล่อง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคใช้กระดาษเช็ดหน้านั้นสัมผัสกับผิวหนังโดยตรงซึ่งปกติแล้วคนเราจะรู้สึกว่าผิวนั้นมีความไวต่อการสัมผัสสูง รวมถึงมีการใช้มือสัมผัสหรือจับกระดาษเช็ดหน้าด้วย ดังนั้นการรับรู้ความรู้สึกของผู้บริโภคในการใช้และสัมผัสผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้าจึงมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้าในคุณลักษณะต่างๆตามที่คุณลักษณะที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ จึงได้นำเทคนิคการประเมินด้านความรู้สึก (Sensory Evaluation) มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ เพื่อที่จะสนองตอบความต้องการของผู้บริโภคเป็นสำคัญและเพิ่มความพึงพอใจของผู้บริโภคให้มากยิ่งขึ้น และคาดว่าการศึกษาวิจัยนี้จะช่วยเพิ่มบทบาทการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยใช้การทดสอบด้านความรู้สึกในคุณลักษณะความรู้สึกต่างๆและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์กระดาษทิชชูประเภทอื่นหรือผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะแบบเดียวกันได้

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อประยุกต์เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกเพื่อควบคุมคุณภาพในคุณลักษณะด้านความรู้สึกต่างๆ ของกระดาษเช็ดหน้า ให้มีความครบถ้วนชัดเจน
- 2) เพื่อปรับปรุงและพัฒนาสมรรถภาพในการวิเคราะห์ด้านความรู้สึก
- 3) เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในการนำผลการวิเคราะห์ด้านความรู้สึกไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของหน่วยงานด้านการตลาดและหน่วยงานด้านคุณภาพ

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) การควบคุมคุณภาพทางด้านความรู้สึกของกระดาษเช็ดหน้า ด้วยเทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกแบบวิธีการเรียงลำดับ
- 2) หัวข้อความรู้สึกที่ทำวิจัยมีดังนี้
 - ปริมาณแรงในการกำ
 - ปริมาณแรงในการบดขยี้
 - ความอ่อนนุ่ม
 - ความแข็งกระด้าง
 - ความลื่นเหมือนผ้าไหม
 - การยืดตัว
 - จุครอยต่าง
 - ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ
 - ความฝืด
 - ความหนา
 - ความหยาบ
 - เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ
 - ความดังของเสียง
 - ความขาวสว่าง
 - ฝุ่นละออง
- 3) ผลลัพธ์ที่ทำกรวิจัยเฉพาะกระดาษเช็ดหน้าแบบกล่องเท่านั้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาเทคนิคการประเมินด้านความรู้สึก
- 2) รวบรวมผลการทดสอบด้านความรู้สึก และค่าที่วัดคุณลักษณะทางกายภาพของกระดาษเช็ดหน้าที่ใช้ควบคุมคุณภาพในปัจจุบัน
- 3) กำหนดและออกแบบวิธีการประเมินด้านความรู้สึกในแต่ละคุณลักษณะที่เพิ่มเติม
- 4) ทำการทดสอบคุณลักษณะที่เพิ่มเติมและเก็บข้อมูล
- 5) วิเคราะห์และจัดระดับความเข้มของคุณลักษณะต่างๆ เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพ

- 6) ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบด้านความรู้สึกับค่าที่วัดคุณลักษณะทางกายภาพ
- 7) ออกแบบและทำการทดสอบในการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคร
- 8) วิเคราะห์ผลการทดสอบกลุ่มผู้บริโภครเทียบกับผลการประเมินทางด้านความรู้สึกร
- 9) วิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดในการควบคุมคุณภาพโดยใช้ระดับความเข้มของคุณลักษณะด้านความรู้สึกร
- 10) สรุปผลการวิจัย
- 11) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถประยุกต์เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกรเพื่อควบคุมคุณภาพของกระดาษเซ็ดหน้าใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะด้านความรู้สึกรแบบเดียวกัน
- 2) เป็นแนวทางในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง คุณลักษณะทางด้านความรู้สึกร กับคุณลักษณะต่างๆที่วัดค่าทางกายภาพได้
- 3) เป็นแนวทางเพิ่มความเชื่อมั่นในการใช้ผลวิเคราะห์จากการทดสอบทางด้านความรู้สึกรไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ได้คุณภาพตรงกับความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภครได้มากยิ่งขึ้น
- 4) เป็นทางเลือกในการลดค่าใช้จ่ายสำหรับการทดสอบผู้บริโภครของทีมงานด้านการตลาดที่เทียบเท่ากันได้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 การประเมินด้านความรู้สึกรู้สึก (Sensory Evaluation)

2.1.1 ความหมาย

เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง (บางทีก็เรียกว่า ศาสตร์ด้านความรู้สึกรู้สึก Sensory Science) ซึ่งใช้วัด ประเมิน วิเคราะห์ และแปลปฏิกิริยาการตอบสนองผลิตภัณฑ์จากการรับรู้ของมนุษย์ทางการมองเห็น การรับกลิ่น การสัมผัส การร่ำรส และการได้ยินเสียง วัตถุประสงค์หลักของการทดสอบทางด้านความรู้สึกรู้สึก คือ การนำเสนอข้อมูลด้านความรู้สึกรู้สึกที่สามารถนำไปเป็นประโยชน์ในการปรับปรุง หรือควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์และการพัฒนาหาแนวโน้มของผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ อีกทั้งยังมีความเกี่ยวพันเป็นอย่างมากกับการยอมรับหรือความชอบในตัวผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคอีกนัยหนึ่งก็ถือเป็นส่วนสำคัญในการเป็นตัวกลางเชื่อมระหว่างการวัดค่าคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องมือวัด (Bench/Physical Test) กับการทดสอบผู้บริโภค (Consumer Test)

การทดสอบผลิตภัณฑ์ (Product Testing)

การทดสอบผลิตภัณฑ์ เปรียบเสมือนเก้าอี้ตัวนี้ ซึ่งไม่สามารถรู้สึกรู้สึกมันใจได้ว่านั่งได้มันคง ถ้าปราศจากขาตั้งทั้งสามขา



การทดสอบด้านความรู้สึกรู้สึก (Sensory Test)

เป็นสะพานเชื่อมช่องว่างระหว่างการทดสอบทางกายภาพกับการทดสอบผู้บริโภค

รูปที่ 2.1 แสดงการทดสอบด้านความรู้สึกรู้สึกเป็นสะพานเชื่อมระหว่างการทดสอบทางกายภาพที่ใช้เครื่องมือวัดและการทดสอบผู้บริโภค

การประเมินด้านความรู้สึกถือได้ว่าเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับคน เรื่องความเข้าใจถึงพฤติกรรมมนุษย์และความรู้สึกทางสรีรศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการจัดการทำการทดสอบขึ้นและสร้างความน่าเชื่อถือ การยอมรับ รวมทั้งข้อมูลข่าวสารที่มีการดำเนินการต่างๆ ซึ่งสามารถช่วยในการกำหนดผลิตภัณฑ์ไปในแนวทางเดียวกันเช่นมีการกำหนดคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นั้นๆ อีกทั้งยังเป็นแหล่งข้อมูลเดียวที่อธิบายได้ง่ายๆ เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่ปราศจากความเข้าใจในหลักการพื้นฐาน

การใช้งานของการประเมินด้านความรู้สึกสามารถใช้ในด้านการควบคุมคุณภาพและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การปรับเปลี่ยนแปลงสูตร ใช้ชี้ชัดถึงคุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ การวัดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การกำหนดอายุผลิตภัณฑ์ในการวางตลาด การเปลี่ยน/แทนสูตรส่วนผสม การลดต้นทุน การตรวจสอบสภาวะการแข่งขัน เป็นต้น

2.1.2 ประโยชน์ที่ได้จากการประเมินด้านความรู้สึก

มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ใช้จำนวนผลิตภัณฑ์ในการทดสอบน้อยลงกว่าและยังน้อยกว่าปริมาณน้อยที่สุดของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค
- 2) สามารถกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตัวที่มีผลต่อความสนใจในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค
- 3) เป็นการลงทุนต่ำและยังช่วยประหยัดในด้านอื่นเช่น เรื่องการลดต้นทุน ความขัดแย้งระหว่างข้อกำหนดผลิตภัณฑ์กับวัตถุดิบ การกลั่นกรองเลือกซัพพลายเออร์ที่เหมาะสม

2.1.3 ความแตกต่างของการประเมินด้านความรู้สึกกับแหล่งข้อมูลผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ประกอบด้วย

- 1) ใช้จำนวนผู้ทดสอบจำกัดไม่มากเกินไป โดยทั่วไปไม่เกิน 50 คน
- 2) โดยปกติแล้ว คุณสมบัติของปัจจัยสำคัญจะเกี่ยวข้องกับพื้นฐานด้านความรู้สึกของผู้ทดสอบ ซึ่งจะมาจากการกลั่นกรองในเบื้องต้นแล้ว
- 3) ผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบจะถูกทำให้เป็นรหัส ผู้ทดสอบจะไม่ทราบว่าเป็นจริงแล้วคือยี่ห้ออะไร

- 4) ทำการทดสอบซ้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ได้
- 5) สภาพแวดล้อมจะถูกควบคุมเป็นปกติธรรมดา
- 6) ผู้ทำการทดสอบต้องมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อคุณลักษณะนั้นๆ
- 7) ถ้าไม่ทำการทดสอบในขนาดใหญ่ๆไม่ควรใช้วัดในทางการตลาดที่เกี่ยวกับภาพพจน์หรือการมุ่งซื้อ

2.1.4 สิ่งที่ต้องมีการควบคุมในการทำการทดสอบด้านความรู้สึก

มีรายละเอียดดังนี้

- 1) การออกแบบห้องและอุปกรณ์ โต๊ะ พื้นที่จัดเตรียม
- 2) ปัจจัยทั่วไป เช่น แสง สี อากาศ อุณหภูมิ ความชื้น สิ่งกีดขวาง
- 3) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ต้องควบคุมทั้งการสุ่มเลือก การเตรียม การบรรจุ การจัดเรียง รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- 4) การควบคุมผู้ทดสอบ ต้องมีการอบรมหลังการคัดเลือก จำนวนตัวอย่างต่อเวลาทดสอบ ตัวผู้ทดสอบกับสิ่งแวดล้อม

2.1.5 วิธีการทดสอบด้านความรู้สึกที่ประยุกต์ใช้

แยกเป็น 2 กลุ่ม ได้ดังนี้

2.1.5.1 การทดสอบความแตกต่างโดยรวม

จะใช้คำถามว่า ความแตกต่างด้านความรู้สึกยังคงมีอยู่ระหว่างตัวอย่างอื่นหรือไม่

- 1) การเลือกตัวอย่างหนึ่งตัวที่ต่างจากอีกสองตัว(Triangle test)
- 2) ตัวอย่างสองตัวไม่ค่อยแตกต่างกัน จะง่ายกว่าแบบที่ 1 แต่มีประสิทธิภาพต่ำ (Duo-Trio test)
- 3) การเลือกตัวอย่างสองตัวที่สังเกตไม่ออกว่าต่างกันจากห้าตัวอย่าง(Two-out-of-five test)
- 4) ตัวอย่างสองตัวมองไม่ออกว่าต่างกัน เหมาะสำหรับเรื่องรสชาติ และการทาผิว (Same/Different test)

- 5) คล้ายแบบที่ 4 แต่ใช้ตัวอย่างหนึ่งเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบ (“A” – “Not A” test)
- 6) ตัวอย่างสองตัวมองเห็นว่าต่างกันเล็กน้อยใช้กับอาหารเมื่อขนาดของความแตกต่างมีผลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ (Difference-from-control test)
- 7) ใช้กับแบบที่ 1-3 เพื่อกำหนดค่าต่ำสุดในการทดสอบ(Sequential tests)
- 8) ใช้กับแบบที่ 1-3 หรือ 7 เมื่อวัตถุประสงค์ในการทดสอบเพื่อพิสูจน์ว่าไม่สามารถรับรู้ความแตกต่างระหว่างสองตัวอย่าง (Similarity mode)

2.1.5.2 การทดสอบความแตกต่างของคุณลักษณะ

จะใช้คำถามที่ว่าคุณลักษณะแบบ...นี้ มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างอื่นหรือไม่

- 1) การเปรียบเทียบนี้นิยมมากในการทดสอบความแตกต่างของคุณลักษณะใช้เพื่อแสดงว่าคู่ไหนหรือ ตัวไหนแตกต่างกันบ้าง (Paired Comparison test)
- 2) เรียงลำดับตั้งแต่ 3 ถึง 6 ตัวอย่างต่อชุดทดสอบ(Paired Ranking test)
- 3) เรียงลำดับแบบง่าย (Simple Ranking test)
- 4) ให้น้ำหนักตั้งแต่ 3 ถึง 6 ตัวอย่างไม่เกิน 8 ตัวอย่าง (Rating of Several Samples)
- 5) เหมือนแบบที่ 4 แต่ใช้ตัวอย่างมากกว่ามากๆ (Balanced Incomplete Block test)
- 6) เหมือนแบบที่ 5 แต่ใช้ตัวอย่างมากกว่ามากๆ (Rating of Several Samples-Balanced Incomplete Block)

2.1.6 คำจำกัดความ

2.1.6.1 การประเมินด้านความรู้สึก (Sensory Evaluation)

คือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน ตรวจวัด วิเคราะห์ และ แปลความหมายของปฏิกิริยาตอบสนองทางด้านความรู้สึกต่อคุณลักษณะต่างๆ ของกระดาศยทึชชูและวัสดุอื่นๆ เช่นเดียวกับการถูกรับรู้โดยความรู้สึกด้านการมองเห็น การรับกลิ่น สัมผัส และการไค้ยึน

2.1.6.2 การทดสอบด้านความรู้สึกด้วยการเรียงลำดับ (Sensory Ranking Test)

เป็นการทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบที่เดียวกัน ได้หลายตัวอย่าง แต่ไม่เกิน 6 ตัวอย่าง ในหนึ่งคุณลักษณะ ซึ่งสามารถนำมาจัดเรียงระดับความเข้มของคุณลักษณะได้และยังสามารถหาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญได้

2.1.6.3 ผู้ทดสอบด้านความรู้สึก (Panelist)

คือ ผู้ที่ผ่านการทดสอบคัดเลือก และการอบรมการประเมินด้านความรู้สึก ถือได้ว่าเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติเป็นเสมือนเครื่องมือวัดค่าคุณลักษณะด้านความรู้สึก ซึ่งต้องมีการควบคุมอย่างสม่ำเสมอเพื่อไม่ให้เกิดความลำเอียงในการทำทดสอบและปฏิบัติตามวิธีการทดสอบอย่างเคร่งครัด

2.2 คุณภาพกับการประเมินด้านความรู้สึก

Juran และ Godfrey (1998: 23.25) ได้กล่าวถึงคุณภาพด้านความรู้สึกว่า เป็นสิ่งที่เครื่องมือวัดค่าไม่สามารถหาคำตอบได้ แต่สิ่งที่มนุษย์เราสามารถรับรู้ความรู้สึกในการใช้ผลิตภัณฑ์ได้นั้นสามารถนำมาเป็นเครื่องมือวัดคุณลักษณะด้านความรู้สึกได้ว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นอย่างไร โดยทั่วไปมักใช้คุณภาพด้านความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์ที่เน้นการพัฒนาเทคโนโลยี เช่น ความหนืดของการเคลือบผิว แรงฝืดของการสวมอุปกรณ์ เป็นต้น และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ผู้บริโภค เช่น รสชาติของอาหาร กลิ่นของน้ำหอม สภาพหรือรูปร่างของพรม เสียงของห้องมีติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

คุณภาพด้านความรู้สึกสามารถช่วยค้นหาความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของลูกค้าหรือผู้บริโภค สามารถใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ และสามารถหามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

คำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย (2533: 37-71) ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ของคุณภาพกับผู้บริโภค ในแง่ที่ว่าคุณภาพนั้นต้องมีความเหมาะสมกับลูกค้าหรือผู้บริโภคจึงจะสามารถสร้างความพอใจให้กับผู้บริโภคได้ และการวิจัยที่สามารถแสดงผลตอบสนองความรู้สึกของผู้บริโภคนั้นมักจะให้

คำตอบที่เป็นจริงแก่ผู้ผลิตได้ ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่เหนือกว่าและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์นั้นได้

จึงมีการใช้วิธีการต่างๆในการควบคุมคุณภาพกับการประเมินด้านความรู้สึก ประกอบด้วยการทดสอบดังนี้

- 1) การทดสอบความแตกต่างทั่วไป
- 2) ความแตกต่างจากตัวควบคุม
- 3) การทดสอบแบบบรรยายคุณลักษณะ
- 4) การอยู่ภายในหรือออกนอกจากข้อกำหนดทางคุณภาพ
- 5) การทดสอบความชอบและการทดสอบผู้บริโภคแบบต่างๆ
- 6) การวัดตามต้นแบบ
- 7) การประเมินเชิงคุณภาพของการผลิตต้นแบบ
- 8) การกำหนดระดับทางคุณภาพ

2.3 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer Test)

2.3.1 วัตถุประสงค์และการนำไปใช้งาน

มีวัตถุประสงค์เบื้องต้นคือการวัดประเมินการตอบสนองของแต่ละบุคคล ทั้งในด้านความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยลูกค้าปัจจุบันหรือลูกค้าที่มีศักยภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ และมีการกำหนดรูปแบบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ด้วย และผู้ที่ใช้การทดสอบแบบนี้มักเป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ผู้บริโภค ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากผู้ผลิตจะมีทีมงานพัฒนาผลิตภัณฑ์นำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการตรวจสอบดูแลรักษาระดับของผลิตภัณฑ์ นำผลที่วิเคราะห์ได้ไปปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือการหาผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภค

2.3.2 เหตุผลในการทำการทดสอบผู้บริโภค

- 1) เพื่อให้แน่ใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ยังคงมีการยอมรับอยู่ในปัจจุบัน สามารถใช้เป็นตัวชี้ในการควบคุมคุณภาพ การรับประกันคุณภาพ และอายุการวางผลิตภัณฑ์ในตลาดหรือช่วงเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ได้

- 2) เพื่อหาความเหมาะสมและการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในบางคุณลักษณะได้เมื่อมีการเปรียบเทียบกับกลุ่มคู่แข่ง
- 3) เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่
- 4) เพื่อใช้ในการประเมินศักยภาพทางการตลาด
- 5) เพื่อใช้ทบทวนระดับของผลิตภัณฑ์ และสามารถหาคำแนะนำของผลิตภัณฑ์เมื่อเทียบกับกลุ่มคู่แข่ง
- 6) เพื่อสนับสนุนข้อมูลที่ใช้ในทางการโฆษณาได้

2.3.3 กลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มผู้บริโภค

จะต้องคำนึงถึงการเลือกตัวอย่างและจำนวนตัวอย่างที่จะใช้ต้องสอดคล้องกับกลุ่มประชากรที่ทางผู้วิเคราะห์มุ่งให้ความสนใจ และต้องพิจารณากลุ่มผู้ใช้ อายุ เพศ รายได้ ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ เชื้อชาติ ศาสนา การศึกษา และการทำงาน

2.3.4 การทดสอบตามที่ตั้งส่วนกลาง (Central Location Test)

ทำการทดสอบในบริเวณพื้นที่ที่จัดได้ว่ามีศักยภาพการซื้อสูง ผู้จัดอาจทำการติดตั้งบู๊ทหรือเช่าห้องในงานนิทรรศการ งานออกร้าน ห้างร้าน สถานศึกษา หรือ ตามที่มีตัวแทน (Test Agency) กำหนด กลุ่มผู้ถูกทดสอบหรือผู้ให้การตอบสนองจะถูกพาให้เข้าการทดสอบได้ต้องผ่านการกั้นกรองทางด้านนอกก่อนแล้วจึงนำเข้าสู่บริเวณปิดที่จัดเป็นห้องทดสอบ โดยปกติในแต่ละพื้นที่จะมีการรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้การตอบสนองประมาณ 50 ถึง 300 คน

2.3.4.1 ข้อได้เปรียบของการจัดทำทดสอบตามที่ตั้งส่วนกลาง

ผู้ทำการทดสอบประเมินผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาพที่มีการควบคุม โดยผู้จัด จะช่วยให้ผลการตอบสนองมีความชัดเจนครบถ้วนมากขึ้น

- 1) ผลิตภัณฑ์ถูกทำการทดสอบโดยผู้บริโภคลำดับสุดท้าย ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่าจะได้ผลลัพธ์เป็นที่ยอมรับจริงๆ
- 2) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์กลับคืนมาสูงของผลการตอบสนองจากกลุ่มตัวอย่างใหญ่ๆ

- 3) ผลลัพธ์ที่หลายตัวถูกทดสอบได้ในการจัดการทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว จึงสามารถพิจารณาปริมาณของข้อมูลสำหรับหาต้นทุนต่อหนึ่งผู้บริโภคได้

2.3.4.2 ข้อจำกัดของการจัดทำทดสอบตามที่ตั้งส่วนกลาง

- 1) ผลลัพธ์ที่ถูกทดสอบค่อนข้างเป็นการจำลองเมื่อเทียบกับการทดสอบการใช้ที่บ้านซึ่งมีความสมจริงกว่าในการจัดเตรียมตัวอย่าง ปริมาณการบริโภค และช่วงระยะเวลาในการใช้จริง
- 2) จำนวนคำถามที่ใช้อาจถูกจำกัดจากคำถามที่เกี่ยวกับความชอบที่แตกต่างตามอายุวัยของผู้บริโภค หรือกลุ่มสังคม

2.4 การสำรวจวรรณกรรม

Munoz, Civile และ Carr (1992) อธิบายถึงรายละเอียดต่างๆ ของการประยุกต์ใช้เทคนิคในการประเมินด้านความรู้สึกมาใช้ในเรื่องการควบคุมคุณภาพ จะชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของคุณภาพในมิติต่างๆ และยกตัวอย่างวิธีการต่างๆ ในการประเมินด้านความรู้สึกเพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีแนวทางการออกแบบการทำการวิจัยด้านความรู้สึกในหลายวิธี พร้อมทั้งขั้นตอนการคัดเลือกผู้ทดสอบ การเลือกตัวอย่างเพื่อการฝึกอบรม การเก็บรวบรวมข้อมูล ระบบการรายงานผล การดูแลให้มีความมั่นคงในการประเมินของผู้ทดสอบ อีกทั้งยังมีรายละเอียดพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนแนวทางการใช้สถิติในการควบคุมคุณภาพ

Stone และ Sidel (1995) อธิบายว่ายังมีโอกาสในตลาดทั่วโลกอยู่อีกมากมายที่ต้องการพัฒนาทรัพยากรด้านการวิจัยความรู้สึก ซึ่งในการบริหารงานที่เพิ่มมากขึ้นก็มีข้อควรระวังในเรื่องการเลือกใช้วิธีการเทคนิคที่เหมาะสม การคัดเลือกตัวผู้ทำการทดสอบที่มีคุณสมบัติเหมาะสม การวางตำแหน่งของการทำการวิจัยด้านความรู้สึก ทั้งนี้ต้องพัฒนาทรัพยากรที่จำเป็นเท่านั้น บริษัทที่มีทีมงานวิจัยด้านความรู้สึกอยู่ในหลายๆ ประเทศ ต้องพบกับความเฉพาะตัวเกี่ยวกับลักษณะขององค์กร การบริหารงาน ความท้าทายด้านเทคนิคในหลายรูปแบบ ต้องแน่ใจว่าได้ปฏิบัติตามหลักการอย่างถูกต้องสอดคล้องกับหน่วยงานที่เป็นศูนย์กลางและจึงทำการประยุกต์วิธีการต่างๆ ให้เข้ากับความต้องการ ความจำเป็น ทรัพยากร และวัฒนธรรมของท้องถิ่นๆ หลังจากที่ได้แน่ใจว่ามี

ผู้ทำการทดสอบอย่างเหมาะสมแล้วยังต้องกลับไปพิจารณาที่กระบวนการด้วยว่าพฤติกรรมต่างๆ ต้องมีความเหมาะสมด้วย

เห็นได้ว่าโอกาสไม่ได้เกิดจากความต้องการของตลาดโลก แต่เกิดขึ้นจากการรู้ว่าผลิตภัณฑ์ นั้นมีการมุ่งเน้นให้ความสนใจต่อคุณลักษณะด้านความรู้สึกที่สามารถบ่งบอกถึงความพึงพอใจได้ ตรงตามความคาดหวังของผู้บริโภค

Bomio (1998) วิจัยเกี่ยวกับเครือข่ายเส้นประสาทในรูปแบบหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ หรือ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่จะทำให้การประเมินด้านความรู้สึกสามารถออนไลน์ ข้อมูลเข้าสู่การประมวลผลส่วนกลางได้ทันที และผู้บริโภคสามารถประเมินผลิตภัณฑ์ในตลาดแล้ว ส่งข้อมูลออนไลน์ได้ทันที ดังนั้นการประเมินด้านความรู้สึกกับระบบการรวบรวมข้อมูลจึงก้าว พัฒนาไปพร้อมกันกับการนำเอากลยุทธ์ทางปัญญาประดิษฐ์มาใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่เคยมี เทคโนโลยีที่เข้ามาแทนที่การวัดความชอบหรือ การยอมรับของผู้บริโภคได้ มนุษย์จึงยังมีบทบาท สำคัญอยู่

Ennis (1998) อธิบายให้เห็นว่า การทดสอบด้านความรู้สึกเป็นการผลักดันก่อให้เกิด รูปแบบการรวมศาสตร์หลายแขนงเข้าไว้ด้วยกัน เช่น คณิตศาสตร์ สถิติ สรีรศาสตร์ การรับรู้ทางเคมี เกสซ์กรรม จิตวิทยา และเคมี เป็นต้น แสดงให้เห็นถึงการสร้างความสัมพันธ์กันระหว่างวิธีการ ประเมินความรู้สึกแบบต่างๆ คือ รูปแบบพร้อมตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมต่างๆ มาจากข้อมูลที่ ส่งต่อมาจากการทดสอบหาความแตกต่าง วิธีเชิงพรรณนา และวิธีวัดตามความชอบ ส่วนตรง กลางของบทความนี้นำเสนอการจัดจำแนกวิธีการด้วยรูปแบบการอธิบายถึงความไม่แน่นอนทำให้เกิด เกิดการตัดสินใจขึ้น ส่วนสุดท้ายของบทความกล่าวถึงอนาคตของการทดสอบด้านความรู้สึกว่า คงยังมีอยู่อีกนานในอุตสาหกรรมอาหารและที่เกี่ยวกับผู้บริโภค ในอนาคตข้างหน้าผู้เชี่ยวชาญด้าน ความรู้สึกพยายามที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมและเป็นไปได้ว่าการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณจะเป็น แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นำผลิตภัณฑ์เข้าใกล้กับอุดมคติ เพื่อกำหนดตัวแปรที่มีความสำคัญ ที่สุดสำหรับผู้บริโภค

Schutz (1998) อธิบายถึงวิวัฒนาการของหลักการและศาสตร์ทางด้านความรู้สึก เดิมทีเน้น อยู่ในวงการอุตสาหกรรมอาหาร ทดสอบเรื่องรสชาติ เน้นเรื่องจิตวิทยาและสรีรวิทยา ต่อมา นำ ความรู้ทางสถิติมาประเมินการให้คะแนน หาความเชื่อมั่น และพัฒนาเรื่องเทคนิคเพิ่มเติมขึ้นเช่น การทดสอบความแตกต่าง การทดสอบความชอบ มีนักสถิติเข้ามามีบทบาททวีคูณขึ้นในการ พัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ต่างๆ ต่อมาเมื่อมีผู้ต้องการศึกษาหาความรู้ในศาสตร์ด้านความรู้สึกมาก

ขึ้นจึงมีการเปิดเป็นหลักสูตรวิชาโดยเฉพาะในมหาวิทยาลัยและสถาบันหลายแห่งอย่างแพร่หลาย จนปัจจุบันมีคู่มือมาตรฐานการทดสอบของอเมริกัน ASTM E-18 ที่พัฒนาขึ้นเพื่อกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหาร สำหรับผู้วิจัยด้านความรู้สึกมากมายที่ทำงานทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร

Stone และ Sidel (1998) ศึกษาวิธีการวิเคราะห์การบรรยายเชิงปริมาณ แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 การพัฒนาวิธีการในเรื่องระยะเวลาในการอบรมผู้ทำทดสอบลดลงจากเดิม 3-4 เดือน เป็น 3-4 สัปดาห์ เรื่องที่มาของผู้ทำทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงว่าไม่ควรมีความรู้ทางเทคนิคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดสอบ ต้องเป็นผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องทำงานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นั้นมาก่อน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการลำเอียงในขณะทำการทดสอบ เรื่องคุณสมบัติของผู้ทำทดสอบ มีปัจจัยสำคัญ 2 ปัจจัย คือ เป็นผู้ที่มีบริโภคนั้นมากและมีความสามารถในการแยกแยะและชี้แจงสมรรถภาพผลิตภัณฑ์ได้ เรื่องประเภทและที่มาของภาษาที่ใช้ การใช้ศัพท์ทางเทคนิคมักทำให้เกิดปัญหาความไม่เข้าใจได้ จึงต้องมีการชี้แจงให้ชัดเจนในการเลือกใช้คำหรือกลุ่มคำที่แสดงลักษณะการรับรู้ความรู้สึกโดยเฉพาะ ยังมีการพัฒนาในด้านการสื่อสาร การมีส่วนร่วมของหัวหน้าทีมทดสอบ และการอ้างอิงข้อมูลต่างๆ

ส่วนที่ 2 เทคนิคการประยุกต์ใช้วิธีพล็อตไฮแมงมุม เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง การวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี สูตรของผลิตภัณฑ์ การชอบของผู้บริโภค

ส่วนที่ 3 ในอนาคตการวิเคราะห์การรับรู้ด้านความรู้สึกในเชิงปริมาณ สามารถพัฒนาใช้ได้หลากหลายกับการวิเคราะห์หลายตัวแปรได้

Meilgaard, Civille และ Carr (1999) อธิบายถึงเทคนิคการประเมินด้านความรู้สึก เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานจริง เนื้อหาแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

ส่วนที่ 1 อธิบายเพื่อให้เกิดความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องคุณลักษณะด้านความรู้สึก การรับรู้ความรู้สึกตามหลักการด้านสรีรวิทยาของมนุษย์ และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจด้านความรู้สึก จากนั้นต้องคำนึงถึงการควบคุมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ ห้องทดสอบและผู้ทดสอบ และผลตอบสนองในวิธีการวัดแบบต่างๆ

ส่วนที่ 2 อธิบายเทคนิคและวิธีการประเมินด้านความรู้สึกแบบต่างๆ ทั้งด้านการทดสอบ ความแตกต่างของคุณลักษณะแบบโดยรวมและแบบแยกแต่ละคุณลักษณะ การกำหนดค่าขีดสูงสุดที่รับรู้ได้ วิธีการวิเคราะห์เชิงพรรณนา วิธีการและขั้นตอนการทำการทดสอบผู้บริโภค วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพื้นฐานและขั้นสูง

ส่วนที่ 3 ยกตัวอย่างและให้แนวทางการการเลือกใช้เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และแนวทางการรายงานผลงานวิจัยด้านความรู้สึก

Rice (2001) ได้นำเสนอเทคนิคใหม่ๆ ที่พัฒนาการวิเคราะห์ทางเคมีที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตกระดาษ ซึ่งมีการกล่าวถึงคุณสมบัติของกระดาษชนิดต่างๆ รวมถึงผลิตภัณฑ์กระดาษเซ็ดหน้าด้วย การวิเคราะห์ด้านส่วนผสมทางเคมีและกระบวนการผลิตเพื่อที่จะสามารถพัฒนาและปรับปรุงคุณลักษณะที่มีความสำคัญของผลิตภัณฑ์กระดาษชนิดต่างๆ รวมถึงผลิตภัณฑ์กระดาษเซ็ดหน้าด้วย การวิเคราะห์ด้านประเภทของเยื่อกระดาษและเยื่อไม้ การวิเคราะห์สารเคมีที่ใช้สำหรับให้เกิดการยึดยึดเหนี่ยวและขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาษ กระบวนการผลิตกระดาษ และวิเคราะห์สารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ ทั้งนี้เพื่อผลิตกระดาษให้มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดที่มีเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์

Whelton (2001) ศึกษาการใช้การทดลองวิเคราะห์ด้านความรู้สึกในการชี้ถึงความแรงของกลิ่นน้ำดื่มต่อคุณสมบัติด้านความเข้มข้นของน้ำและอุณหภูมิของน้ำ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 13 คนที่ผ่านการคัดตัวด้วยวิธีแยกความต่างจากสามกลิ่นตัวอย่าง และอบรมผู้ทดสอบทุกคนตามวิธีมาตรฐาน 2170 เรื่องการวิเคราะห์น้ำหนักรับรส จากวิธีการนี้ผู้ทดสอบจะได้แนวทางเกี่ยวกับการทดสอบความแตกต่าง แล้วนำไปประเมินกลิ่นของน้ำตัวอย่างต่างๆ ที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หรือ 45 องศาเซลเซียส และเย็นลงประมาณ 5 องศาเซลเซียสในขณะที่ทำการประเมินผลจากงานวิจัยนี้ได้ว่า เมื่อมีความเข้มข้นของน้ำเพิ่มขึ้นจะทำให้มีปริมาณสารก่อให้เกิดกลิ่นเพิ่มขึ้น จึงทำให้น้ำตัวอย่างมีกลิ่นแรงมากขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ กลิ่นตอบสนองต่อน้ำดื่มที่ได้รับผลกระทบจากความเข้มข้นของน้ำแต่กลิ่นไม่ตอบสนองต่ออุณหภูมิของน้ำดื่ม

Desrochers และคนอื่นๆ (2002) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์และการประเมินด้านความรู้สึกในโปรแกรมการควบคุมคุณภาพ เกี่ยวกับการตรวจวัดกลิ่นของสารระเหย พบว่าเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการรับประกันคุณภาพ กรณีที่ผู้ทดสอบจะต้องดมกลิ่นหรือสารเคมีที่เป็นพิษ เช่น กลิ่นของนมบูดเป็นลักษณะคุณภาพที่แย่งเป็นของเสีย เป็นต้น จึงมีการพัฒนาใช้จมูกจักรกลเข้ามามีส่วนในการตรวจจับสารระเหยต่างๆ และนำมาวิเคราะห์ด้วยหลักการประเมินด้านความรู้สึก เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเรื่องกลิ่นหรือรสชาติ โดยชี้ได้ชัดเจนว่าเป็นของดีหรือของเสีย

Griffiths และ Kulke (2002) ทำการวิจัยการประเมินการเคลื่อนไหวของผืนผ้าที่ใช้กล้องบันทึกภาพไว้ ทำการประเมินด้วยเทคนิคการประเมินด้านความรู้สึกร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงพรรณนา และมีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางการสัมผัสกับคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อผ้าแบบต่างๆ และมีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางการมองเห็นกับลักษณะของลวดลายที่พิมพ์ลงบนเนื้อผ้า พบว่าลวดลายบนเนื้อผ้านั้นมีผลกระทบอย่างมากต่อความรู้สึกร่วมที่ได้รับรู้ได้ทางการมองเห็นและการสัมผัส และถือได้ว่าเป็นการถ่วงถ่วงง่าย ๆ สำหรับการทำนายลักษณะการเคลื่อนไหวของผ้า

Kim, Rhyu และ Lee (2003) ศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วิธีการประเมินด้านความรู้สึกร่วมกับวิธีการทางเคมีมาใช้เพื่อวัดน้ำยาดับกลิ่นจากเครื่องปรับอากาศกับเครื่องพลาสมา มีการทำการทดลองที่ระยะเวลาที่แตกต่างกันและมีการกำหนดโหมดหรือรูปแบบต่างกัน เช่น การควบคุม การเป่าอากาศ และการทำความเย็น มีการทำการทดลองปล่อยควันบุหรี่เข้าไปในห้องที่ปิดและมีการวัดกรดและสารแอมโมเนียที่เป็นส่วนประกอบทางเคมี และมีการนำวิธีการประเมินทางความรู้สึกร่วมแบบการให้คะแนนและแบบหาความต่างจากสามตัวอย่าง จากนั้นมีการวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อสรุปได้ว่าสามารถใช้วิธีวัดน้ำยาดับกลิ่นนี้ได้ผลรวดเร็วและน่าเชื่อถือ และนำไปเป็นหลักวิธีปฏิบัติใช้จริงได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

กรณีศึกษา : การวิจัยด้านความรู้สึกลำดับสำหรับผลิตภัณฑ์กระดาษทิชชู

3.1 ความเป็นมา

บริษัทแห่งหนึ่ง มีหน่วยงานวิจัยด้านความรู้สึกลำดับ (Sensory Research) สนับสนุนงานพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์กระดาษทิชชูให้กับหน่วยงานทางการตลาด หน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ และหน่วยงานประกันคุณภาพ ผลการทดสอบประเมินด้านความรู้สึกลำดับนี้สามารถชี้ให้เห็นถึงการรับรู้ความรู้สึกลำดับต่อผลิตภัณฑ์ได้ของมนุษย์ที่เดิมทีเครื่องมือวัดไม่สามารถบอกได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภค สำหรับด้านการตลาดนั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างไม่มีการหยุดยั้ง และในส่วนของฝ่ายผลิตก็ยังคงมีบทบาทสำคัญที่จะต้องพยายามผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และมีความสม่ำเสมอของคุณภาพเพื่อส่งต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพนั้นไปถึงมือผู้บริโภค

การควบคุมคุณภาพในปัจจุบันของบริษัทตัวอย่างมีการควบคุมคุณภาพในฝ่ายผลิตและกระบวนการผลิต โดยมีแผนการควบคุมคุณภาพดังนี้

- 1) มีการจัดทำเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์และข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์
- 2) มีการตรวจสอบข้อบกพร่องโดยใช้เอกสารตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิต
- 3) มีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในกระบวนการผลิตจากค่าของคุณลักษณะทางกายภาพที่วัดได้
- 4) มีการทำแผนภูมิควบคุมคุณลักษณะที่วัดได้ เช่น น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ ความหนา ความเหนียวของกระดาษ ความโตของม้วนกระดาษ เป็นต้น ตรวจสอบวัดค่าคุณลักษณะทางกายภาพที่วัดได้ เพื่อควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดหรือข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์
- 5) มีการจัดทำแผนการปฏิบัติการต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาคุณภาพให้สามารถควบคุมคุณภาพได้อย่างสม่ำเสมอ เช่น การแก้ปัญหาในการผลิต การจัดการประเมินและออกไปรับรองเกณฑ์การฝึกอบรมด้านคุณภาพ เป็นต้น

ซึ่งการควบคุมคุณภาพในปัจจุบันนี้เน้นเพียงค่าคุณลักษณะทางกายภาพที่วัดได้เพียงไม่กี่คุณลักษณะและบางคุณลักษณะที่ทำการควบคุมคุณภาพเน้นการเกี่ยวข้องกับข้อกำหนด ต้นทุน

และกระบวนการผลิตเท่านั้น ยังไม่เพียงพอที่จะบ่งบอกถึงความพึงพอใจของผู้บริโภคได้อย่างชัดเจน จึงมีการส่งผลิตภัณฑ์จากฝ่ายการผลิตมาทำการทดสอบประเมินด้านความรู้สึกที่หน่วยงานประเมินด้านความรู้สึกนี้ ซึ่งเน้นประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึก 2 ลักษณะ คือ ความอ่อนนุ่มและความแข็งแรงกระด้าง ถือว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของกระดาษทิชชูที่มีผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภค เนื่องจากผู้บริโภคสามารถรับรู้คุณลักษณะเหล่านี้ได้ชัดเจนตั้งแต่แรกสัมผัสผลิตภัณฑ์หรือ จัดได้ว่าเป็นคุณลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์ที่เดียว แต่นอกจากคุณลักษณะเพียง 2 ลักษณะนี้ ยังมีคุณลักษณะด้านความรู้สึกอื่นๆ อีกมากที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้จากผลิตภัณฑ์กระดาษทิชชู เช่น ความหยاب จุดด่าง ความผิดปกติของเยื่อกระดาษ เป็นต้น

สาเหตุที่ต้องการใช้การประเมินด้านความรู้สึกให้มีบทบาทเรื่องการควบคุมคุณภาพก็เพื่อ

- 1) บ่งบอกได้ถ้ามีการรับรู้ความรู้สึกของมนุษย์รับรู้ถึงความแตกต่างของข้อกำหนดผลิตภัณฑ์
- 2) บ่งบอกได้ถ้าภายในรุ่น หรือ ล็อตการผลิตผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันจนสามารถรับรู้ถึงความต่างนั้นได้
- 3) ทำการเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องที่ผลิต
- 4) ทำการเปรียบเทียบกันระหว่างโรงงานที่ผลิต
- 5) ทำการเปรียบเทียบกับคู่แข่ง
- 6) ทำการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อันดับหนึ่ง (Benchmark) ที่กำหนดไว้

3.2 การดำเนินงานวิจัยด้านความรู้สึก

เมื่อทำการสำรวจการดำเนินงานวิจัยด้านความรู้สึกมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ห้องปฏิบัติการด้านความรู้สึก (Sensory Laboratory)

จะมีกลุ่มผู้ทดสอบทำการประเมินด้านความรู้สึกด้วยวิธีเรียงลำดับ (Sensory Ranking Panel) เป็นการประเมินด้านความรู้สึกโดยใช้วิธีการเรียงลำดับจากน้อยที่สุดไปมากที่สุด (Stone และ Sidel, 1992: 73) ของคุณลักษณะทางความรู้สึก จำนวน 2 คุณลักษณะ คือ ความอ่อนนุ่ม และ ความแข็งแรงกระด้าง ของกระดาษทิชชูซึ่งแบ่งเป็นกระดาษเช็ดหน้าทุกประเภท คือ แบบกล่อง แบบห่อเติม แบบห่อพกพาเดินทาง แบบห่อพกพาอัดขอบคล้ายผ้าเช็ดหน้า และกระดาษม้วนชำระทุกประเภท คือ แบบม้วน แบบม้วนใหญ่จัมโบ้ และแบบพับ

3.2.2 การคัดเลือกและการฝึกอบรมผู้ทดสอบ

ต้องเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะเข้าร่วมทำทดสอบเท่านั้น จึงต้องมีการเตรียมตัวอย่างสำหรับใช้ในการคัดเลือกและการทดสอบจริง ทำการควบคุมขณะทำการทดสอบ มีการวิเคราะห์ผล การรายงานผลการคัดเลือก และหลังจากได้กลุ่มผู้ทดสอบด้านความรู้สึกละแล้ว ยังต้องมีการดูแลควบคุมให้ผู้ทดสอบมีความแม่นยำและคงที่ในการประเมินผลความรู้สึกละจากผลการทดสอบจริงของการทดสอบตามกำหนดการ

การคัดเลือกตัวผู้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม (Meilgaard และคนอื่นๆ, 1999: 133-159) ต้องผ่านการทดสอบและกลั่นกรองดังนี้

- 1) มีการทำแบบสอบถามเบื้องต้น
- 2) ทดสอบความรู้สึกละเกี่ยวกับคุณลักษณะพื้นฐานกระดากทึชชูละด้วยการเรียงลำดับง่าย ๆ
- 3) ทดสอบความรู้สึกละเกี่ยวกับกระดากทึชชูละด้วยการเรียงลำดับคล้ายการทดสอบจริง
- 4) ทดสอบการรู้จักแยกความแตกต่างของตัวอย่าง ในคุณลักษณะต่างๆ ตามที่กำหนด
- 5) ทดสอบการให้คะแนนหรือน้ำหนัก (Scaling Test)
- 6) การสอบสัมภาษณ์รายบุคคล

สำหรับแบบสอบถามมีตัวอย่างตามภาคผนวก ข เพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่าผู้ที่จะทำการทดสอบมีคุณสมบัติตรงตามต้องการ ไม่มีโรคประจำตัวที่อาจเกิดผลกระทบการประเมินด้านความรู้สึกละได้ และตัวอย่างแบบทดสอบประเมินเรื่องการให้น้ำหนัก หรือ Scaling Test ก็แบบอยู่ในภาคผนวก ข และการคัดเลือกผู้ประเมินด้านความรู้สึกละจะต้องมีการเตรียมตัวอย่างที่มีผลความแตกต่างตามลักษณะที่ได้สอนผู้คัดเลือกไว้ก่อนล่วงหน้า จึงเริ่มลงมือทำการทดสอบทีละเรื่อง จากนั้นตรวจสอบ ถ้าใครมีการให้ผลเรียงลำดับตำแหน่งผิดปกติกะใส่เครื่องหมาย ? ในแผ่นตรวจสอบ และถ้าผลสลับตำแหน่งใกล้เคียงให้เครื่องหมาย ✓? และถ้าให้ผลถูกต้องตามเฉลยให้เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าผ่าน จากนั้นตรวจสอบผลคะแนนการทดสอบ Scaling Test และ Triangle Test หากได้คะแนนมากกว่า 60% ถือว่าอยู่ในเกณฑ์พอยอมรับได้ (Meilgaard และคนอื่นๆ, 1999: 139) และถ้าใช้ตารางสำหรับหาค่าที่ควรจะได้ผลถูกต้องในภาคผนวก ค สำหรับในชุด Triangle Test ที่มี 12 ชุดทดสอบก็ควรจะถูกต้องตั้งแต่ 8 ชุดขึ้นไป (Stone และ Sidel, 1992: 177)

ตารางที่ 3.1 การเตรียมเรียงตัวอย่างสำหรับการทดสอบ Triangle Test

TEST	SUB 1			SUB 2			SUB 3		
#1	T	T	R	T	R	T	R	R	T
	652	207	114	431	589	652	114	705	207
#2	R	T	R	R	R	T	T	R	R
	939	806	270	451	939	317	528	270	451
#3	T	R	R	R	T	T	R	T	R
	108	750	225	391	962	547	750	108	391
#4	T	R	T	T	T	R	T	R	R
	459	762	123	978	459	811	123	304	762
#5	R	R	T	R	T	R	T	R	T
	979	524	207	131	741	979	316	524	207
#6	R	T	T	T	R	R	T	T	R
	518	461	227	845	701	993	461	845	701
#7	T	T	R	T	R	R	T	R	T
	209	884	572	706	360	145	706	572	884
#8	R	T	R	R	R	T	T	R	T
	628	703	505	287	628	914	152	505	703
#9	T	R	R	R	T	T	T	T	R
	172	306	823	511	705	658	172	658	306
#10	R	R	T	T	R	T	T	R	R
	908	114	529	771	403	265	529	114	403
#11	T	R	R	T	T	R	T	R	T
	602	196	812	931	557	385	602	196	931
#12	T	R	T	T	R	R	R	T	T
	640	915	202	640	753	915	431	877	202

ตารางที่ 3.2 ผลการคัดเลือกจากกลุ่มย่อย 13 คน

อาสาสมัคร คนที่	แบบสอบถาม	Scaling	ความหยاب	ความฟู ยืดหยุ่น	ความกรอบ	ความแตกต่าง Triangle Test
S01	✓	85%	✓	✓	✓	67%
S02	✓	55%	✓	✓	✓	58%
S03	✓	80%	✓	✓	✓	92%
S04	✓	90%	✓	✓	✓	67%
S05	✓	95%	✓	✓	✓	58%
S06	✓ ?	55%	✓	✓	✓	75%
S07	✓	70%	✓	✓	✓	92%
S08	✓	85%	✓	✓ ?	✓	33%
S09	✓	80%	✓	✓	✓ ?	50%
S10	✓	50%	✓	✓	✓	92%
S11	✓	80%	✓	✓	✓	58%
S12	✓ ?	75%	✓	✓	✓	58%
S13	✓	55%	✓	✓	✓	92%

จากผลการคัดเลือกจะเห็นได้ว่าจะได้ผู้ผ่านการคัดเลือกมาจำนวน 6 คน จาก 13 คน ประมาณ 50%ของการคัดเลือก ซึ่งโดยปกติมักจะคัดเลือกได้ประมาณครึ่งหนึ่งหรือน้อยกว่าครึ่งของผู้สมัคร เข้าร่วมการคัดเลือก (Meilgaard และคนอื่นๆ, 1999: 141)

การอบรมหลังจากได้กลุ่มคนที่ผ่านเกณฑ์เบื้องต้น เป็นการฝึกฝนการประเมินความรู้สึกตามที่มีหลักการกำหนดไว้โดยเฉพาะ ให้มีความเข้าใจและแนวทางปฏิบัติเดียวกัน และสามารถประเมินผลด้านความรู้สึกได้ถูกต้องตามหลักวิธี โดยมีการประเมินชุดทดสอบเหมือนการทดสอบจริง โดยพิจารณาผลเทียบกับเฉลี่ยที่ได้จากการวิจัยในครั้งก่อนหน้า เพื่อเป็นการคัดตัวรอบที่สองหาผู้ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมจริงๆ ที่มีสิทธิ์เข้าร่วมในกลุ่มทำการทดสอบด้านความรู้สึกในหน่วยงานนี้

3.2.3 การควบคุมสภาพแวดล้อมในการทดสอบด้านความรู้สึก

จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 23 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50% ตามที่สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษกำหนด (Technology Assistance for Pulp & Paper Industry) โตะที่ใช้ในการทดสอบจะมีการออกแบบเฉพาะตัวเป็นบูท (Boot) ส่วนพื้น โตะที่

ใช้ในการทดสอบต้อง เป็นสีขาว อีกทั้งความสว่างภายในห้องต้องสว่างเพียงพอ ทั่วไปใช้แสงไฟสีขาว และจะใช้แสงไฟสีแดงเมื่อตัวอย่างมีสีส้มและไม่ต้องการผลกระทบต่อการตัดสินใจของผู้ทดสอบจากการมองเห็นสีของตัวอย่างเหล่านั้น ภายในห้องต้องป้องกันเสียงรบกวนต่างๆ ได้ด้วย

3.2.4 การออกแบบการทดลอง

มีการพิจารณาการออกแบบการทดลอง (Stone และ Sidel, 1992: 132-142) ต้องมีการสุ่มตัวอย่างมาเตรียมเรียงในชุดตัวอย่าง และในการเรียงตัวอย่างจะมีการออกแบบการทดลองเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยใช้การออกแบบบล็อกไม่บริบูรณ์แบบได้คูล (BIBD: Balanced Incomplete Block Design) เมื่อใช้จำนวนตัวอย่างในแต่ละชุดทดสอบน้อยกว่าจำนวนตัวอย่างทั้งหมด หรือใช้การออกแบบบล็อกแบบได้คูล (Balanced Block Design) เมื่อมีจำนวนตัวอย่างต่อชุดทดสอบเท่ากับจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ต้องการเปรียบเทียบกัน

มีการใช้การออกแบบบล็อกในการเตรียมชุดตัวอย่างเพื่อป้องกันปัจจัยรบกวนที่ไม่สามารถควบคุมได้อาจเกิดขึ้นในการทดลอง (ปารเมศ ชูติมา, 2545: 161) เช่น ถ้าในการทดลองนั้นออกแบบให้มีการเตรียมตัวอย่างเรียงลำดับเหมือนกันทุกชุดทดสอบ อาจมีการให้ผลทดสอบอย่างลำเอียงของผู้ทดสอบอาจให้ผลของตัวอย่างตัวแรกน้อยที่สุดหรือมากที่สุดก็ได้ โดยที่ผู้ทดสอบไม่ได้ประเมินตามความรู้สึกจริงๆ ดังนั้นก่อนที่จะส่งมอบตัวอย่างให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบจึงต้องใช้การออกแบบบล็อกเพื่อเรียงลำดับตำแหน่งของตัวอย่าง สำหรับการกำหนดจำนวนตัวอย่างต่อชุดทดสอบนั้น มีข้อกำหนดในการประเมินด้านความรู้สึกว่า ให้สามารถทดสอบตัวอย่างได้ไม่เกิน 6 โถ้ต่อชุดทดสอบ เพราะตัวอย่างมากกว่า 6 โถ้ต่อชุดจะสร้างความเครียดให้ผู้ทำการทดสอบ ซึ่งจะทำให้สืบสนต่อการเรียงลำดับอย่างมั่นใจอาจทำให้ผลที่ได้บิดเบือนไป ซึ่งในแต่ละชุดทดสอบจะแตกต่างกันตามตารางที่ 3.1 ถึง ตารางที่ 3.5 สำหรับ ตัวอย่างในชุดทดสอบตั้งแต่ 2 ตัวอย่าง ถึง 6 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design) สำหรับตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง

การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design) สำหรับตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง		
ตัวอย่างชุดที่	ตำแหน่งการเรียงตัวอย่างแต่ละตัว	
ชุดที่ 1	1	2
ชุดที่ 2	2	1
ชุดที่ 3	1	2
ชุดที่ 4	2	1
ชุดที่ 5	1	2
ชุดที่ 6	2	1
ชุดที่ 7	1	2
ชุดที่ 8	2	1
ชุดที่ 9	1	2
ชุดที่ 10	2	1
ชุดที่ 11	1	2
ชุดที่ 12	2	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design) สำหรับตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่าง

การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design)			
สำหรับตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่าง			
ตัวอย่างชุดที่	ตำแหน่งการเรียงตัวอย่างแต่ละตัว		
ชุดที่ 1	1	2	3
ชุดที่ 2	2	3	1
ชุดที่ 3	3	1	2
ชุดที่ 4	1	3	2
ชุดที่ 5	2	1	3
ชุดที่ 6	3	2	1
ชุดที่ 7	2	3	1
ชุดที่ 8	3	1	2
ชุดที่ 9	1	3	2
ชุดที่ 10	2	1	3
ชุดที่ 11	3	2	1
ชุดที่ 12	1	2	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design) สำหรับตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง

การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design)				
สำหรับตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง				
ตัวอย่างชุดที่	ตำแหน่งการเรียงตัวอย่างแต่ละตัว			
ชุดที่ 1	4	3	1	2
ชุดที่ 2	2	1	3	4
ชุดที่ 3	1	2	4	3
ชุดที่ 4	3	4	2	1
ชุดที่ 5	4	1	2	3
ชุดที่ 6	3	2	1	4
ชุดที่ 7	4	2	3	1
ชุดที่ 8	1	3	2	4
ชุดที่ 9	2	3	4	1
ชุดที่ 10	1	4	3	2
ชุดที่ 11	2	4	1	3
ชุดที่ 12	3	1	4	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design) สำหรับตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่าง

การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design)					
สำหรับตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่าง					
ตัวอย่างชุดที่	ตำแหน่งการเรียงตัวอย่างแต่ละตัว				
ชุดที่ 1	4	5	1	2	3
ชุดที่ 2	5	2	4	3	1
ชุดที่ 3	1	4	3	5	2
ชุดที่ 4	2	3	5	1	4
ชุดที่ 5	3	1	2	4	5
ชุดที่ 6	3	2	1	5	4
ชุดที่ 7	1	3	4	2	5
ชุดที่ 8	2	5	3	4	1
ชุดที่ 9	4	1	5	3	2
ชุดที่ 10	5	4	2	1	3
ชุดที่ 11	1	3	5	4	2
ชุดที่ 12	5	1	2	3	4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design) สำหรับตัวอย่างจำนวน 6 ตัวอย่าง

การออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design)						
สำหรับตัวอย่างจำนวน 6 ตัวอย่าง						
ตัวอย่างชุดที่	ตำแหน่งการเรียงตัวอย่างแต่ละตัว					
ชุดที่ 1	1	2	3	4	5	6
ชุดที่ 2	2	3	4	5	6	1
ชุดที่ 3	3	4	5	6	1	2
ชุดที่ 4	4	5	6	1	2	3
ชุดที่ 5	5	6	1	2	3	4
ชุดที่ 6	6	1	2	3	4	5
ชุดที่ 7	6	5	4	3	2	1
ชุดที่ 8	5	4	3	2	1	6
ชุดที่ 9	4	3	2	1	6	5
ชุดที่ 10	3	2	1	6	5	4
ชุดที่ 11	2	1	6	5	4	3
ชุดที่ 12	1	6	5	4	3	2

3.2.5 การเตรียมตัวอย่าง

สำหรับการเตรียมตัวอย่างกระดาษเช็ดหน้าที่จะใช้ประเมินด้านความรู้สึก (Stone และ Sidel, 1992: 165-166) ต้องสุ่มตัวอย่างมาจากกระดาษเช็ดหน้าอย่างน้อยที่สุดสามกล่อง จากนั้นเลือกกระดาษที่ไม่มีลักษณะยับหรือเป็นรู โดยต้องการให้ได้ตัวอย่างกระดาษที่ไม่มีข้อบกพร่องจะดีที่สุด เพื่อเป็นการลดสิ่งรบกวนในการประเมินด้านความรู้สึกที่ต้องการ จากนั้นทำการเขียนโค้ดที่มีรหัสสามตัวเลขให้ไม่สามารถรู้ได้ว่าโค้ดนี้เป็นตัวอย่างกระดาษที่เป็นผลิตภัณฑ์อะไร หรือที่เรียกกันว่า Blinding Code นั่นเอง โดยเขียนโค้ดที่มุมข้างขวาด้านบนของตัวอย่างกระดาษ สำหรับการเขียนตัวเลขให้เลือกใช้ปากกาที่มีหัวไม่คมจนทำให้กระดาษตัวอย่างฉีกขาด หรือ อาจจะแสดมบีโค้ดก็ได้ แต่ต้องไม่เลอะ เพราะตัวอย่างต้องสามารถอ่านโค้ดได้ออกอย่างชัดเจนเพื่อนำไปใช้ในการกรอกข้อมูลจากการประเมินต่อไป

3.2.6 กำหนดโค้ดหรือรหัสของตัวอย่าง

โดยมีการกำหนดให้แต่ละโค้ดจะมีตัวเลขสามหลัก ซึ่งจะกำหนดให้ละกัน เพื่อไม่ให้ผู้ทดสอบรู้ว่าป็นยี่ห้ออะไร และเป็นการลดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้นได้ (Stone และ Sidel, 1992: 169)

3.2.7 หน่วยหรือลำดับในการประเมิน

เป็นหน่วยประเภทลำดับที่หรือ Ordinal Scale สามารถกำหนดให้เป็นตัวเลขของการให้น้ำหนักหรือลำดับที่ได้จากการประเมินแบบเรียงลำดับ จากสูงไปต่ำ หรือจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด หรือ ต่ำไปสูง หรือ น้อยที่สุดไปมากที่สุด ก็ได้ ซึ่งจะเป็นการประเมินตามคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้นๆ (Stone และ Sidel, 1992: 72-79)

3.2.8 การเก็บข้อมูล

จะมีแบบฟอร์มให้กรอกโค้ดเรียงลำดับจากน้อยที่สุดไปมากที่สุดโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยบันทึกข้อมูล โดยตรงจากผู้ทดสอบ ดังตัวอย่างแบบฟอร์มในรูปที่ 3.1

ชื่อผู้ทดสอบ.....

ชุดทดสอบชุดที่

การทดสอบความอ่อนนุ่ม
 กรณารเรียงลำดับความอ่อนนุ่มน้อยที่สุดไปยังความอ่อนนุ่มมากที่สุด โดยใส่โค้ดตัวอย่างตามลำดับ

มีความอ่อนนุ่มน้อยที่สุด _____ มีความอ่อนนุ่มมากที่สุด

รูปที่ 3.1 แสดงแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลการเรียงลำดับความอ่อนนุ่มจากน้อยที่สุดไปยังมากที่สุด

3.2.9 การทดสอบสมมติฐาน

เนื่องจากการทดสอบเป็นการเปรียบเทียบตัวอย่างทีละคู่ และหาความแตกต่างของตัวอย่างแต่ละคู่เทียบกัน ในการกำหนดสมมติฐานในการทดลอง จึงใช้ μ แทนตัวอย่างแต่ละตัว กำหนดสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

สมมติฐานหลักคือ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

สมมติฐานรองคือ $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$

ซึ่งถ้ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก

3.2.10 การวิเคราะห์และรายงานผลการทดสอบด้วยการเรียงลำดับ

จะใช้การทดสอบของ Tukey's Test or Tukey's Honestly Significance Difference (HSD) (Meilgaard และคนอื่นๆ, 1999: 299) เป็นการวิเคราะห์วิธีหนึ่งที่ระบุไว้โดยเฉพาะสำหรับการทดสอบแบบการเรียงลำดับ เป็นหลักการในการหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยเปรียบเทียบค่านับกับทุกค่าของแต่ละตัวอย่างจากการทดสอบในชุดทดสอบเดียวกัน ณ เวลาเดียวกัน หากพบว่าค่าต่างกัน มากกว่า หรือ เท่ากับ ค่าความแตกต่างทางสถิติที่กำหนดไว้ จะถือว่า มีตัวอย่างความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่เห็นได้ชัดเจน

3.2.11 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการประเมินด้านความรู้สึกในการทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 6 ตัวอย่าง ซึ่งต้องการประเมินด้านความรู้สึกของคุณลักษณะความอ่อนนุ่ม

ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 1 ถูกกำหนดโค้ดเป็น 950

ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 2 ถูกกำหนดโค้ดเป็น 327

ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 3 ถูกกำหนดโค้ดเป็น 581

ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 4 ถูกกำหนดโค้ดเป็น 766

ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 5 ถูกกำหนดโค้ดเป็น 113

ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 6 ถูกกำหนดโค้ดเป็น 474

หลังจากกำหนดโค้ดของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว จึงมาทำการเตรียมตัวอย่างให้เรียงตัวอย่างตามตารางการออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design) สำหรับตัวอย่างจำนวน 6 โค้ดตัวอย่าง ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การเรียงตัวอย่างกระดาษตามตารางการออกแบบบล็อกแบบได้ดุล (Balanced Block Design) สำหรับตัวอย่างจำนวน 6 โค้ดตัวอย่าง

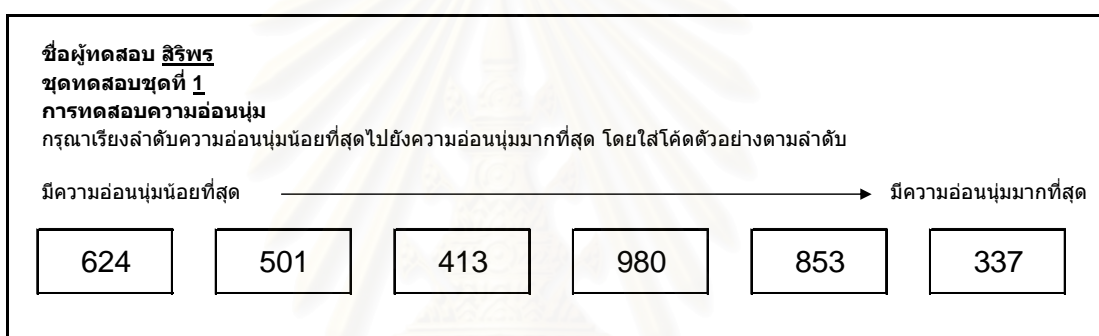
ตัวอย่างชุดที่	โค้ดตัวอย่างที่เรียงในแต่ละชุดทดสอบ					
ชุดที่ 1	950	327	581	766	113	474
ชุดที่ 2	327	581	766	113	474	950
ชุดที่ 3	581	766	113	474	950	327
ชุดที่ 4	766	113	474	950	327	581
ชุดที่ 5	113	474	950	327	581	766
ชุดที่ 6	474	950	327	581	766	113
ชุดที่ 7	474	113	766	581	327	950
ชุดที่ 8	113	766	581	327	950	474
ชุดที่ 9	766	581	327	950	474	113
ชุดที่ 10	581	327	950	474	113	766
ชุดที่ 11	327	950	474	113	766	581
ชุดที่ 12	950	474	113	766	581	327

เมื่อเตรียมตัวอย่างพร้อมแล้ว ทำการนำผู้ทดสอบมาทำการทดสอบ ซึ่งต้องแน่ใจว่าสภาพแวดล้อมในห้องทดสอบต้องอยู่ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิที่ $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ $50 \pm 5\% \text{RH}$ พร้อมทั้งแสงสว่างภายในห้องต้องมีพอเพียงด้วย

มีเงื่อนไขก่อนเริ่มทำการทดสอบว่า ผู้ทำการทดสอบควรจะต้องมาอยู่ในห้องทดสอบอย่างน้อยที่สุด 15 นาที เพื่อทำการปรับสภาพร่างกายก่อนทำการทดสอบ และผู้ทำการทดสอบทุกคนจำเป็นต้องล้างมือก่อนทำการทดสอบ ทั้งนี้ก็เพื่อลดสิ่งรบกวนในการทดสอบอันเนื่องมาจากมือเปื้อน หรือมีเหงื่อมากเกินไป และถ้าในระหว่างการทดสอบเกิดพบว่า มีเหงื่อมากให้ทำการเช็ดหรือ

ล้างมือก่อนแล้วทำการทดสอบต่อไป นอกจากนี้ต้องมีเงื่อนไขว่าในวันที่ทำการทดสอบห้ามผู้ทำการทดสอบทาโลชั่นมาทำการทดสอบ เพราะอาจเป็นสาเหตุสำคัญให้มีผลการประเมินความรู้สึกบิดเบือนไปได้

จากรูปที่ 3.2 จะได้ว่า คุณสิริพร ได้เรียงลำดับให้โค้ด 624 มีความอ่อนนุ่มน้อยที่สุด นั่นคือโค้ด 624 มีน้ำหนักการเรียงลำดับความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 1 ส่วนโค้ด 501 มีน้ำหนักการเรียงลำดับความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 2 โค้ด 413 มีน้ำหนักการเรียงลำดับความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 3 โค้ด 980 มีน้ำหนักการเรียงลำดับความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 4 โค้ด 853 มีน้ำหนักการเรียงลำดับความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 5 และโค้ด 337 มีน้ำหนักการเรียงลำดับความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 6



รูปที่ 3.2 แสดงการกรอกข้อมูลจากการทดสอบของผู้ทดสอบความรู้สึกเรื่องความอ่อนนุ่ม

เมื่อทำการทดสอบประเมินด้านความรู้สึกได้ผลการเรียงลำดับความอ่อนนุ่มจะได้ข้อมูลดิบของการทดสอบผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 ตัวอย่าง ของผู้ทดสอบทั้ง 12 คน จะได้ผลดังตารางที่ 3.9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลดิบของผลการทดสอบตัวอย่างจำนวน 6 ตัวอย่างนี้ ที่แต่ละผู้ทดสอบได้ทำการเรียงลำดับจากความอ่อนนุ่มน้อยที่สุดยังมากที่สุด (1 → 6 ตามลำดับ)

ผู้ทดสอบ	853	501	337	624	980	413	ผลรวม
สิริพร	5	2	6	1	4	3	21
สัจจิรา	6	3	5	1	2	4	21
ศิรินทร	6	4	5	1	2	3	21
ศศิ ญา	6	4	5	1	2	3	21
สุนันทา	5	3	6	2	1	4	21
ลักขณา	5	4	6	1	2	3	21
สุภาพร	6	3	5	1	2	4	21
สายพิน	4	5	6	1	2	3	21
รุจิรา	6	3	5	2	1	4	21
พรรณนิภา	6	3	5	2	1	4	21
พจณี	5	4	6	2	1	3	21
สุวรรณา	5	4	6	1	2	3	21
ผลรวมการเรียงลำดับ	65	42	66	16	22	41	252

จะได้ผลรวมการเรียงลำดับจากน้อยที่สุด ไปยัง มากที่สุด คือ

โค้ด 624 มีผลรวมการเรียงลำดับ เท่ากับ 16

โค้ด 980 มีผลรวมการเรียงลำดับ เท่ากับ 22

โค้ด 413 มีผลรวมการเรียงลำดับ เท่ากับ 41

โค้ด 501 มีผลรวมการเรียงลำดับ เท่ากับ 42

โค้ด 853 มีผลรวมการเรียงลำดับ เท่ากับ 65

โค้ด 337 มีผลรวมการเรียงลำดับ เท่ากับ 66

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลต่างของผลรวมการเรียงลำดับของแต่ละโค้ดจะได้ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.10 แสดงผลต่างของผลรวมการเรียงลำดับแต่ละ โคลด์เปรียบเทียบกัน

ผลต่างของผลรวม การเรียงลำดับ	624	980	413	501	853	337
624		6	25	26	49	50
980			19	20	43	44
413				1	24	25
501					23	24
853						1
337						

จากนั้นหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างโคลด์ตัวอย่างเทียบกัน ซึ่งความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ หมายถึง ความแตกต่างกันของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบสามารถรับรู้ได้อย่างชัดเจน จนรู้สึกว่ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเป็นผลิตภัณฑ์คนละตัวหรือคนละเกรดกัน

สามารถพิจารณาจากผลต่างของผลรวมการเรียงลำดับของแต่ละตัวอย่างเทียบกันกับค่าความแตกต่างทางสถิติจากการทดสอบของ Tukey's HSD Rank และค่าความแตกต่างทางสถิติจากการทดสอบของ Tukey's ที่คำนวณจากสูตรที่จำนวนตัวอย่าง 6 ตัวอย่าง จะได้ 26.117 ถ้าค่าความต่างระหว่างผลรวมการเรียงลำดับของแต่ละตัวอย่างเทียบกัน มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 26.117 แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% จะเห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาความแตกต่างทางสถิติคือ

$$HSD_{\text{rank}} = q_{\alpha, t, \infty} \sqrt{bt(t+1)/12}$$

ค่า q ได้จากตารางสถิติ: Upper- α Critical Values for Tukey's HSD Multiple Comparison Procedure $P (q < 0.05) = 0.95$

b เป็นจำนวนผู้ทดสอบที่ทำการทดสอบ มี 12 คน

t เป็นจำนวนตัวอย่างในการทดสอบนั้น จำนวน 6 ตัวอย่าง

$$q_{(0.05, 6, \infty)} = 4.03$$

ดังนั้นจากตัวอย่างจำนวน 6 ตัวอย่างข้างต้น จะได้ค่าความแตกต่างทางสถิติ เป็น 26.117 ตามวิธีการสังเคราะห์นี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าความแตกต่างทางสถิติ HSD rank} &= (4.03)\sqrt{(12)(6)(6+1)/12} \\ &= 26.117 \end{aligned}$$

โดยปกติค่าความแตกต่างทางสถิติจากการทดสอบของ Tukey's HSD Rank)จะเปลี่ยนไปตามจำนวนตัวอย่างที่ทำการทดสอบ คือ ถ้ามีจำนวนตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง และ 6 ตัวอย่าง จะมีให้ค่าความแตกต่างทางสถิติเป็น 6.785 11.466 16.234 21.142 26.117 เรียงตามลำดับจำนวนตัวอย่าง

ดังนั้นสามารถสรุปผลได้ว่าผู้ทดสอบสามารถรับรู้ได้ว่าตัวอย่างโค้ด 624 มีความอ่อนนุ่มน้อยที่สุด และตัวอย่างโค้ด 980 มีความอ่อนนุ่มน้อยรองลงมา ตามด้วย ตัวอย่างโค้ด 413 โค้ด 501 โค้ด 853 และ ตัวอย่างโค้ด 337 มีความอ่อนนุ่มมากที่สุด

อีกทั้งผู้ทดสอบรู้สึกแยกได้ว่า โค้ด 624 และโค้ด 980 มีความอ่อนนุ่มน้อยกว่าโค้ด 853 และโค้ด 337 อย่างชัดเจน จนเรียกได้ว่า ผู้ทดสอบรู้สึกว่า โค้ด 624 และโค้ด 980 เป็นผลิตภัณฑ์คนละเกรดกันกับโค้ด 853 และโค้ด 337 แต่ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่า โค้ด 413 และโค้ด 501 มีความแตกต่างจากโค้ดอื่นๆ

นอกจากนี้ระหว่างโค้ด 624 กับโค้ด 980 และระหว่างโค้ด 853 กับโค้ด 337 ผู้ทดสอบไม่สามารถรับรู้ถึงความแตกต่างระหว่างโค้ดทั้งสองคู่ได้ ซึ่งหมายความว่า โค้ด 624 กับโค้ด 980 มีระดับความอ่อนนุ่มใกล้เคียงกันมากจนอาจสลับตำแหน่งการเรียงลำดับกันได้ และโค้ด 853 กับโค้ด 337 ก็เช่นเดียวกัน คือ มีระดับความอ่อนนุ่มใกล้เคียงกันมากจนอาจสลับตำแหน่งการเรียงลำดับกันได้

ซึ่งสามารถพิจารณาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของแต่ละโค้ดได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.11 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยใช้วิธีการทดสอบของ Tukey's Test)

โค้ดตัวอย่าง	ผลรวมการเรียงลำดับ	มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ	
624	16	a	853 , 337
980	22	a	853 , 337
413	41	ab	ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
501	42	ab	ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
853	65	b	624 , 980
337	66	b	624 , 980

3.3 สรุปปัญหาที่พบ

สรุปปัญหาที่พบจากการสำรวจหน่วยงานวิจัยด้านความรู้สึกรู้สึก (Sensory Research) มีดังนี้

- 1) มีการประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกรู้สึกเพียงสองตัวคือ ความอ่อนนุ่ม และความแข็งกระด้าง เพื่อปรับปรุงขีดความสามารถในการใช้ข้อมูลด้านความรู้สึกรู้สึกในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงควรมีการประเมินคุณลักษณะอื่นๆ เพิ่มเติมเช่น
 - ปริมาณแรงในการกำ
 - ปริมาณแรงในการขยำ
 - ความลื่นเหมือนผ้าไหม
 - การยืดตัว
 - จุดรอยด่าง
 - ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ
 - ความฝืด
 - ความหนา

- ความหยาบ
 - เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ
 - ความดังของเสียง
 - ความขาวสว่าง
 - ฝุ่นละออง
- 2) มีการวิเคราะห์ผลความแตกต่างที่มีนัยสำคัญของแต่ละโค้ดตัวอย่างโดยใช้วิธีการทดสอบของ Tukey's Test เพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอ ควรนำหลักการทางสถิติที่เกี่ยวกับการเรียงลำดับแบบอื่นๆเข้ามาวิเคราะห์เสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และนำข้อมูลไปใช้งาน เช่น วิธีของ Fisher' LSD เป็นต้น
- 3) ยังไม่มีหลักการควบคุมคุณภาพมาประยุกต์ใช้กับคุณลักษณะด้านความรู้สึกต่างๆเพื่อควบคุมคุณภาพของคุณลักษณะนั้น ซึ่งสามารถนำ SPC มาประยุกต์ใช้ได้
- 4) ยังไม่มีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ระหว่างคุณลักษณะทางด้านความรู้สึก(Sensory Attributes) กับคุณลักษณะทางกายภาพต่างๆ (Physical Characteristics) โดยคุณลักษณะทางกายภาพที่ใช้เครื่องมือวัดค่ามีดังนี้
- น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ (กรัมตารางเมตรต่อแผ่น) เป็นน้ำหนักของกระดาษหนึ่งแผ่นหารด้วยขนาดของกระดาษที่ซึ่งจะได้ค่าที่มีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร
 - ความหนากระดาษต่อ 1 แผ่น (มิลลิเมตรต่อแผ่น) เป็นค่าที่ได้จากเครื่องมือกดวัดความหนาของกระดาษแบบตั้งโต๊ะ ถือว่าเป็นเครื่องมือในกลุ่ม Micrometer อย่างหนึ่ง
 - แรงดึงแนวยาวตามเครื่องจักรขณะกระดาษแห้ง (นิวตันต่อ 25 มิลลิเมตร) เป็นค่าที่ได้จากเครื่องดึงกระดาษแล้วอ่านค่าโพลด์ที่ใช้ในการดึง ส่วนกระดาษจะถูกตัดหน้ากว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร โดยด้านยาวจะตามแนวยาวของเครื่องจักร
 - แรงดึงแนวขวางเครื่องจักรขณะกระดาษแห้ง (นิวตันต่อ 25 มิลลิเมตร)เป็นค่าที่ได้จากเครื่องดึงกระดาษแล้วอ่านค่าโพลด์ที่ใช้ในการดึง ส่วนกระดาษจะถูกตัดหน้ากว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร โดยด้านยาวจะตามแนวขวางของเครื่องจักร

- แรงดึงแนวขวางเครื่องจักรขณะกระดาศเป็ยก (นิวตันต่อ 25 มิลลิเมตร)เป็นค่าที่ได้จากเครื่องดึงกระดาศแล้วอ่านค่าโพลดที่ใช้ในการดึง ส่วนกระดาศจะถูกตัดหน้ากว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร โดยด้านยาวจะตามแนวยาวของเครื่องจักร
- แรงยึดแนวยาวตามเครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์) เป็นค่าที่ได้จากเครื่องดึงกระดาศซึ่งจะเป็นเปอร์เซ็นต์การยึดของกระดาศที่ใช้ในการดึง ส่วนกระดาศจะถูกตัดหน้ากว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร โดยด้านยาวจะตามแนวยาวของเครื่องจักร จะได้ผลการทดสอบออกมาพร้อมค่าแรงดึงตามแนวยาวของเครื่องจักร
- ความขาวสว่าง (เปอร์เซ็นต์) เป็นค่าที่ได้จากเครื่องวัดความสว่างที่วัดจากแสงสะท้อนจากกระดาศเข้าสู่เครื่องจะมีการวัดความยาวคลื่นที่ได้รับ แล้วทำการประมวลออกมาเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความสว่างของกระดาศ
- ปริมาณฝุ่นละออง (มิลลิกรัมต่อตารางเมตร) เป็นค่าที่ได้จากการดึงกระดาศ เช็ดหน้าภายในเครื่องคูที่มีตะแกรงกักฝุ่นแล้วนำไปชั่งเพื่อนำมาคำนวณน้ำหนักฝุ่นที่ได้ต่อพื้นที่ของกระดาศทั้งกล่องจะได้เป็นมิลลิกรัมต่อตารางเมตร
- ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาศ เป็นเครื่องที่ใช้วัดค่าความหนาแน่นของการเรียงตัวของเยื่อจะใช้ตัวอย่างเพียงชั้นเดียว ได้ค่าเป็นตัวเลขดัชนี

5) มีการใช้ กราฟแนวโน้ม (Trend Chart) แต่ยังไม่มีการวิเคราะห์ที่ชัดเจนเพื่อตรวจสอบว่าผู้ใดทำให้ผลการประเมินด้านความรู้สึกลับคเป็นอน เพื่อจัดอบรมทบทวนความเข้าใจทิศทางในการปฏิบัติงานและวิธีการประเมินที่ถูกต้อง ดังพิจารณาจากรูปที่ 3.3

กำหนดให้

- น้ำหนักความอ่อนนุ่ม เท่ากับ 1 หมายถึง ผู้ทดสอบรู้สึกว่าได้คนี้มีความอ่อนนุ่มน้อยที่สุดจากตัวอย่างทั้งหมดในชุดทดสอบ 6 ตัวอย่าง
- น้ำหนักความอ่อนนุ่ม เท่ากับ 2 3 4 5 หมายถึง มีความอ่อนนุ่มเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ
- น้ำหนักความอ่อนนุ่ม เท่ากับ 6 หมายถึง ได้คนี้มีความอ่อนนุ่มมากที่สุดจากตัวอย่างทั้งหมดในชุดทดสอบ 6 ตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์โค้ด 853 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 5 หรือ 6 แต่มีคุณสมบัติเพียงคนเดียวให้น้ำหนักที่ 4

ผลิตภัณฑ์โค้ด 501 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 3 หรือ 4 แต่มีคุณสายพินให้น้ำหนักที่ 5 และคุณสิริพรให้น้ำหนักที่ 2

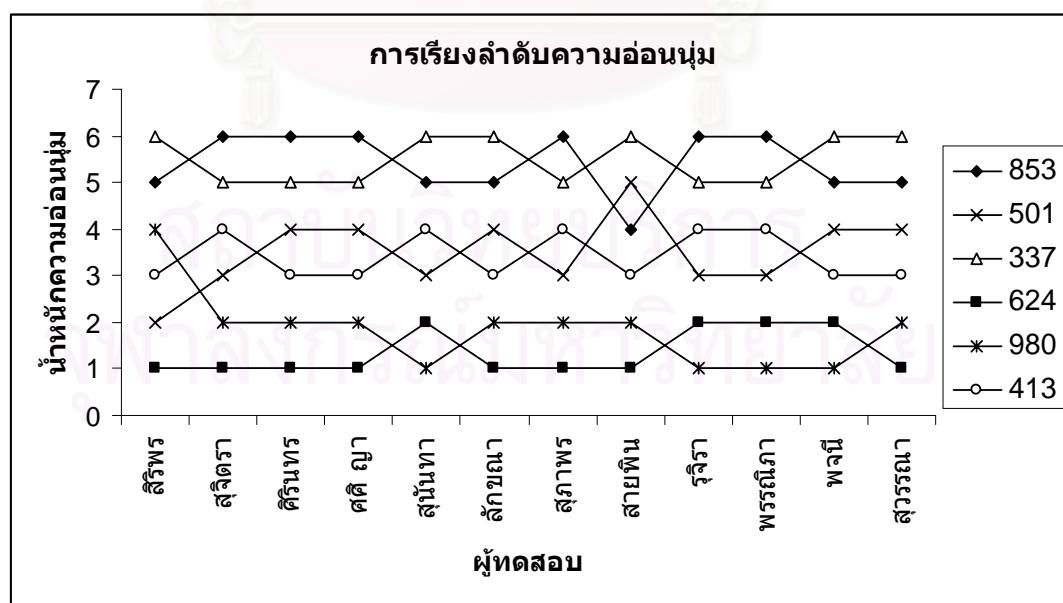
ผลิตภัณฑ์โค้ด 337 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 5 หรือ 6 และไม่มีใครให้น้ำหนักต่างไปจากนี้

ผลิตภัณฑ์โค้ด 624 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 1 หรือ 2 และไม่มีใครให้น้ำหนักต่างไปจากนี้

ผลิตภัณฑ์โค้ด 980 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 1 หรือ 2 แต่มีคุณสิริพรเพียงคนเดียวให้น้ำหนักที่ 4

ผลิตภัณฑ์โค้ด 413 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักความอ่อนนุ่มอยู่ที่ 3 หรือ 4 และไม่มีใครให้น้ำหนักต่างไปจากนี้

โดยสรุปจะพบว่า มีคุณสายพินและคุณสิริพรที่ให้น้ำหนักแตกต่างจากคนอื่น ซึ่งจำเป็นที่จะต้องเข้าไปดูแลแนะนำอย่างใกล้ชิดหรืออาจจัดอบรมเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถประเมินความรู้สึกได้เป็นไปในแนวทางเดียวกับผู้ทดสอบทั้งกลุ่ม



รูปที่ 3.3 แสดงการให้น้ำหนักในการเรียงลำดับของผู้ทดสอบแต่ละคนจากตารางที่ 3.9

บทที่ 4

การประยุกต์ใช้เทคนิคการประเมินด้านความรู้สึเพื่อควบคุมคุณภาพ กระดาษทิชชูประเภทกระดาษเช็ดหน้ากับกรณีศึกษา

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการนำเสนอถึง ลำดับขั้นในการดำเนินงานวิจัย โดยนำเอาเทคนิคการประเมินด้านความรู้สึ (Sensory Evaluation) ต่างๆ มาประยุกต์เข้ากับกรณีศึกษา เพื่อควบคุมคุณภาพของคุณลักษณะต่างๆของกระดาษเช็ดหน้า

4.1 หลักการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินด้านความรู้สึแบบเรียงลำดับ

การประเมินด้านความรู้สึแบบเรียงลำดับนี้ ต้องการผลลัพธ์ที่มีลักษณะเหมือนทั่วไป (Generalization) กล่าวคือ ผลลัพธ์ของการประเมินความรู้สึแบบเรียงลำดับควรใกล้เคียงกับผลที่ผู้บริโภคทั่วไปสามารถรับรู้ได้ แต่การใช้วิธีของ Tukey's HSD เพียงอย่างเดียวมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ (Meilgaard และคนอื่นๆ, 1999: 298-299)

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความรู้สึแบบเรียงลำดับ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพิ่มเติม และพบว่า ควรนำเอาวิธีวิเคราะห์ข้อมูลการเรียงลำดับแบบ Fisher's LSD มาใช้วิเคราะห์ร่วมด้วย ทั้งนี้เพื่อช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้ในระดับหนึ่งและข้อมูลที่เป็นแบบนอนพารามตริกสำหรับข้อมูลการเรียงลำดับจึงใช้สูตรวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญดังนี้

4.1.1 วิธีของ Tukey's HSD

โดย b เป็นจำนวนผู้ทดสอบที่ทำการทดสอบ

t เป็นจำนวนตัวอย่างในการทดสอบนั้น

$q(\alpha, t, \infty)$ เป็นค่าที่ได้จากตารางสถิติ Upper- α Critical Values for Tukey's HSD

Multiple Comparison Procedure $P(q < q_{0.05}) = 0.95$

สูตร สำหรับการออกแบบบล็อกแบบได้คู่ (Balance Block Design)

$$\text{HSD}_{\text{rank}} = q_{\alpha, t, \infty} \sqrt{bt(t+1)/12}$$

สูตร สำหรับการออกแบบบล็อกไม่บริบูรณ์แบบได้คู่ (Balance Incomplete Block Design)

โดย k คือ จำนวนตัวอย่างที่ถูกประเมินโดยผู้ทดสอบในแต่ละชุด
 r คือ จำนวนครั้งของแต่ละตัวอย่างที่ถูกประเมินในการออกแบบ
 p คือ จำนวนครั้งของการออกแบบที่ต้องทำซ้ำ

$$\text{HSD}_{\text{rank}} = q_{\alpha, t, \infty} \sqrt{p(k+1)(rk-r+\lambda)/12}$$

4.1.2 วิธีของ Fisher's Least Significance Difference (LSD)

โดย b เป็นจำนวนผู้ทดสอบที่ทำการทดสอบ
 t เป็นจำนวนตัวอย่างในการทดสอบนั้น
 $t_{(\alpha/2, \infty)}$ เป็นค่าที่ได้จากตารางสถิติ Upper- α Probability Points of Student's
 t-Distribution

ใช้ $t_{(0.025, \infty)}$ ที่ค่าความเชื่อมั่น 95%

สูตร สำหรับการออกแบบบล็อกแบบได้คู่ (Balance Block Design)

$$\text{LSD}_{\text{rank}} = t_{\alpha/2, \infty} \sqrt{bt(t+1)/6}$$

สูตร สำหรับการออกแบบบล็อกไม่บริบูรณ์แบบได้คู่ (Balance Incomplete Block Design)

โดย k คือ จำนวนตัวอย่างที่ถูกประเมินโดยผู้ทดสอบในแต่ละชุด
 r คือ จำนวนครั้งของแต่ละตัวอย่างที่ถูกประเมินในการออกแบบ
 p คือ จำนวนครั้งของการออกแบบที่ต้องทำซ้ำ

$$LSD_{\text{rank}} = t_{\alpha/2, \infty} \sqrt{p(k+1)(rk-r+\lambda)/6}$$

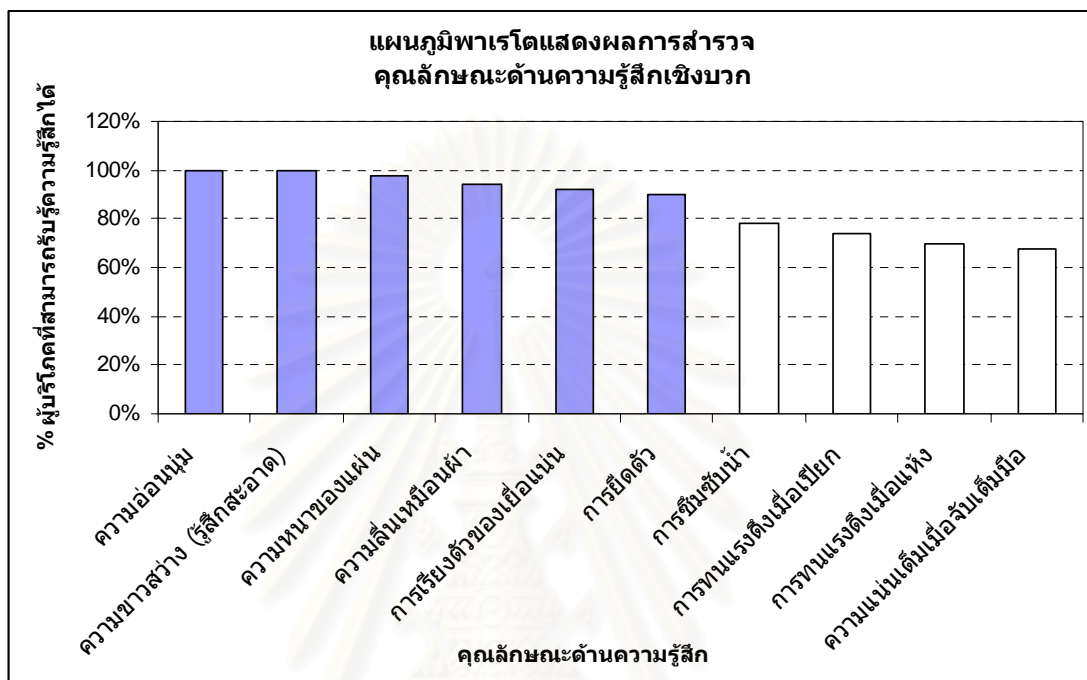
4.2 กำหนดวิธีการประเมินคุณลักษณะต่างๆของกระดาษเช็ดหน้าเพิ่มเติม

เริ่มจากจัดทำกรทดสอบกลุ่มแบบโฟกัสกรุป (Focus Group) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการวิจัยหาข้อมูลทางการตลาดเกี่ยวกับผู้บริโภค เพื่อหาคุณลักษณะด้านความรู้สึกที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ และหาวิธีประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกนั้น

มีการจัดกลุ่มทดสอบโดยคัดผู้เข้าร่วมทดสอบต้องเป็นผู้ที่ใช้กระดาษเช็ดหน้าเป็นประจำ ซึ่งเป็นผู้บริโภคจำนวนกลุ่มละ 10 คน เป็นจำนวน 5 กลุ่ม รวมแล้ว 50 คน ในการทดสอบจะเริ่มที่การสำรวจจากผู้เข้าร่วมทดสอบทุกคนก่อนว่า คุณลักษณะด้านความรู้สึกอะไรที่ผู้เข้าร่วมทดสอบเคยประสบหรือรับรู้ได้เมื่อใช้กระดาษเช็ดหน้าโดยแบ่งออกเป็นคุณลักษณะเชิงบวก หมายถึง คุณสมบัติที่ดีของกระดาษเช็ดหน้าที่ควรมีหรือรู้สึกดีเมื่อใช้กระดาษเช็ดหน้า และคุณลักษณะเชิงลบ หมายถึง คุณสมบัติที่ไม่ดีของกระดาษเช็ดหน้าที่ไม่ควรจะมีหรือมีให้น้อยที่สุด สามารถจัดทำเป็นแผนภูมิพาเรโตแสดงผลการสำรวจได้ดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่4.2 ซึ่งสามารถเลือกคุณลักษณะด้านความรู้สึกที่มีเปอร์เซ็นต์ผู้บริโภครับรู้ความรู้สึกได้ตั้งแต่ 80% ขึ้นไป จึงได้คุณลักษณะด้านความรู้สึกที่น่าสนใจเป็นจำนวน 15 คุณลักษณะ คือ

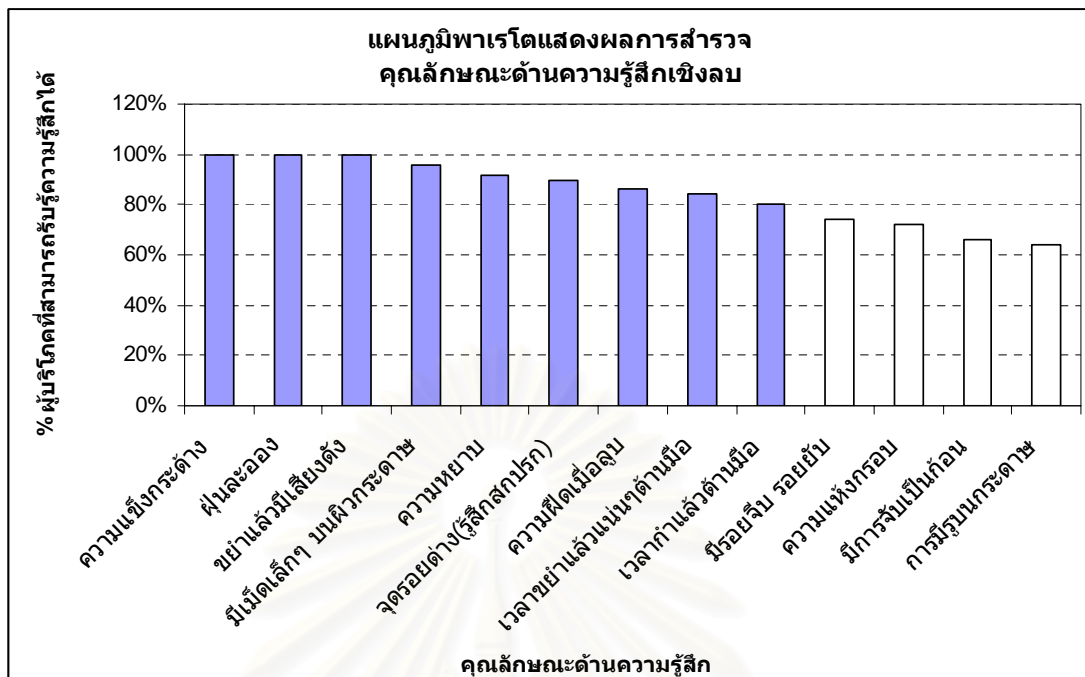
- 1) ความอ่อนนุ่ม
- 2) ความขาวสว่าง (รู้สึกสะอาด)
- 3) ความหนาของแผ่น
- 4) ความลื่นเหมือนผ้า
- 5) การเรียงตัวของเยื่อแนม
- 6) การยืดตัว
- 7) ความแข็งกระด้าง
- 8) ฝุ่นละออง
- 9) ขยี้แล้วมีเสียงดัง
- 10) มีเม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ
- 11) ความหยาบ
- 12) จุครอยต่าง(รู้สึกสกปรก)

- 13) ความฝืดเมื่อถูบ
- 14) เวลาขยำแล้วแน่นๆด้านมือ
- 15) เวลากำแล้วด้านมือ



รูปที่ 4.1 แผนภูมิพารेटอแสดงผลการสำรวจคุณลักษณะด้านความรู้สึกเชิงบวก
จากการวิจัยผู้บริโภคจำนวน 50 คน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 แผนภูมิพารेटอแสดงผลการสำรวจคุณลักษณะด้านความรู้สึกเชิงลบ

จากการวิจัยผู้บริโภคจำนวน 50 คน

หลังจากที่ทำการสำรวจในกลุ่มโฟกัสกรุ๊ปว่ามีคุณลักษณะด้านความรู้สึกเชิงบวกและเชิงลบอะไรบ้างที่ผู้บริโภคเคยประสบหรือสามารถรับรู้ความรู้สึกนั้นได้ ก็เริ่มดำเนินการให้ผู้บริโภคลองจับหรือสัมผัสด้วยประสาทสัมผัสของตนเอง โดยปฏิบัติตามวิธีของแต่ละคนเพื่อประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกที่ได้จากการสำรวจ ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้สังเกตการณ์วิธีการของผู้บริโภคแต่ละคน และหาข้อสรุปเพื่อทำการหาคำจำกัดความของแต่ละคุณลักษณะด้านความรู้สึก และหลังจากนั้นก็หาวิธีการประเมินที่ควรจะเป็นเพื่อให้สามารถประเมินได้ตรงกับคำจำกัดความที่ได้กำหนดไว้

สามารถกำหนดคำจำกัดความและวิธีการประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกต่างๆ ทั้ง 15 คุณลักษณะ ได้ดังนี้ เนื่องจากงานวิจัยนี้มีการกำหนดจำนวนตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง ดังนั้นจะใช้วิธีการประเมินแบบเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5 คือน้อยที่สุด ไปหา มากที่สุด

4.2.1 ปริมาณแรงในการกำ (Force to Gather)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างที่ถนัดกำเมื่อวางฝ่ามือแบกว่าทับกระดาษตัวอย่าง แล้วกำเข้าหาอุ้งมือ เพื่อประเมินปริมาณแรงที่ใช้กำ

การประเมิน จากใช้แรงต่ำไปยังใช้แรงสูง โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.3 แสดงการประเมินปริมาณแรงในการกำ

4.2.2 ปริมาณแรงในการบดขยี้ (Force to Compress)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างที่ถนัดในการขยำเมื่อกำกระดาษตัวอย่างไว้ในอุ้งมือแล้วขยำเบาๆ จากนั้นประเมินแรงในการขยำ

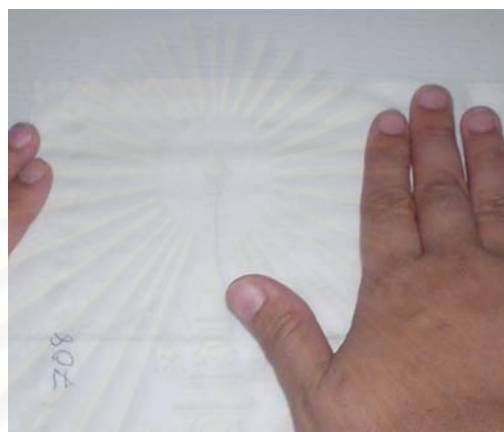
การประเมิน จากใช้แรงต่ำไปยังใช้แรงสูง โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.4 แสดงการประเมินปริมาณแรงในการบดขยี้

4.2.3 ความลื่นเหมือนผ้าไหม (Smooth like Silk)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้นิ้วมือสี่นิ้ว มีนิ้วชี้ นิ้วกลาง นี้วนาง และนิ้วก้อย ลูบเบาๆ ทั้งสี่ด้านของกระดาษตัวอย่าง โดยลูบไปทางเดียวจากซ้ายไปขวาทีละด้าน โดยลูบผิวสัมผัสด้านที่มีโค้ดกำหนด การประเมิน จากลื่นเหมือนผ้าไหมมากไปยังรู้สึกสากมือ โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.5 แสดงการประเมินความลื่นเหมือนผ้าไหม

4.2.4 การยืดตัว (Tensile Stretch)

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้มือข้างละสามนิ้วจับ มีนิ้วโป้ง นิ้วชี้ และนิ้วกลางจนกระดาษตัวอย่างยืดตัว จึงประเมินการยืดของกระดาษตัวอย่างนั้น

การประเมิน จากไม่ยืดเลยไปยังมีการยืดตัวสูง โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.6 แสดงการประเมินการยืดตัว

4.2.5 จุครอยด่าง (Stain)

มีวิธีปฏิบัติคือ วางกระดาษตัวอย่างบนพื้นผิวสีดำแล้วประเมินด้วยสายตาหาจุครอยด่างแล้วประเมินปริมาณจุครอยด่างที่พบ

การประเมิน จากไม่มีรอยด่างไปยังมีจุดหรือรอยด่างมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.7 แสดงการประเมินจุครอยด่าง

4.2.6 ความผิดปกติของการเรียงตัวของใยกระดาษ (Irregular Formation)

มีวิธีปฏิบัติคือ วางกระดาษตัวอย่างบนพื้นผิวสีดำ แล้วประเมินด้วยสายตาดูการเรียงตัวของใยกระดาษว่ามีการเรียงตัวเป็นระเบียบเรียบร้อยอย่างไร

การประเมิน จากการเรียงตัวที่ผิดปกติเหมือนมีการแตกปลายของกระดาษไปยังเรียงตัวเรียบร้อยดีมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.8 แสดงการประเมินความผิดปกติของการเรียงตัวของใยกระดาษ

4.2.7 ความฝืด (Hand Friction)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้ฝ่ามือลูบเบาๆ ให้ทั่วผิวของกระดาษตัวอย่าง แล้วประเมินแรงต้านที่เกิดขึ้นขณะที่ทำการลากมือไปทั่วๆ ผิวกระดาษ

การประเมิน จากลื่นหรือไม่ต้องออกแรงลากมือไปยังต้องออกแรงลากมากหรือฝืดมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.9 แสดงการประเมินความฝืด

4.2.8 ความหนา (Thickness)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างที่ถนัดจับกระดาษตัวอย่างโดยนิ้วโป้งอยู่ด้านบน นิ้วชี้อยู่ด้านล่าง กดเบาๆ ทาระยะระหว่างนิ้วทั้งสอง แล้วจึงประเมินความหนาที่รับรู้ได้

การประเมิน จากบางไปยังหนามากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.10 แสดงการประเมินความหนา

4.2.9 ความหยาบ (Roughness)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างที่ถนัด นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย ทั้งสี่นิ้วติดกัน วางลูบ กระจกตัวอย่าง ประเมินโดยรวมของความขรุขระ มีเม็ดเยื่อ การไม่ลื่นมือ ที่พบบนผิวสัมผัสของ กระจกตัวอย่าง

การประเมิน จากเรียบลื่นไปยังหยาบมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.11 แสดงการประเมินความหยาบ

4.2.10 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระจก (Gritty)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้ฝ่ามือข้างที่ถนัดลูบเบาๆ บนกระจกตัวอย่าง แล้วประเมินอนุภาคเม็ด เล็กๆ บนผิวกระจกตัวอย่าง

การประเมิน จากลื่น ไม่มีเม็ดเล็กๆ ไปยังมีเม็ดเล็กๆ มาก โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.12 แสดงการประเมินเม็ดเล็กๆ บนผิวกระจก

4.2.11 ความดังของเสียง (Noise Intensity)

มีวิธีปฏิบัติคือ ให้ขยำกระดาษตัวอย่างแล้วประเมินความดังของเสียงที่เกิดขึ้นขณะที่ค่อยๆ ขยำ โดยพยายามกะแรงขยำให้เท่าๆกันและเบาๆ

การประเมิน จากเสียงเบาไปยังเสียงดังมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.13 แสดงการประเมินความดังของเสียง

4.2.12 ความขาวสว่าง (Whiteness)

มีวิธีปฏิบัติคือ ให้วางกระดาษตัวอย่างบนพื้นผิวสีดำแล้วประเมินความขาวสว่างด้วยสายตา การประเมิน จากไม่ขาวไปยังขาวสว่างมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.14 แสดงการประเมินความขาวสว่าง

4.2.13 ฟุ้งละออง (Lint)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างหนึ่งชูกระดาษขึ้นบนเพดานให้แสงไฟส่อง จากนั้นใช้มืออีกข้างหนึ่งเขย่าแผ่นกระดาษตัวอย่างทางด้านล่างที่ห้อยอยู่ แล้วประเมินปริมาณฟุ้งที่เห็น การประเมิน จากไม่มีฟุ้งเลยไปยังมีฟุ้งมาก โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.15 แสดงการประเมินปริมาณฟุ้งละออง

4.2.14 ความแข็งกระด้าง (Stiffness)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างที่ถนัดเพียงมือเดียวกำกระดาษตัวอย่างแล้วขยำเบาๆ แล้วประเมิน มุมแตก มุมหัก รวมถึง ความกรอบของกระดาษตัวอย่าง การประเมิน จากขยับอ่อนตัวไปยังแข็งกรอบมาก โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.16 แสดงการประเมินความแข็งกระด้าง

4.2.15 ความอ่อนนุ่ม (Fuzziness)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างที่ถนัดจับตัวอย่างทั้งสองด้านแล้วใช้นิ้วโป้งลูบเบาๆ ไปมา บน กระจายตัวอย่าง แล้วประเมินผิวสัมผัสทั้งสองด้านมีความฟู ความละมุนมือ การประเมิน จากเรียบด้าน ไปยังอ่อนนุ่ม ฟู ละมุนมือ โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5



รูปที่ 4.17 แสดงการประเมินความอ่อนนุ่ม

สำหรับวิธีการประเมินคุณลักษณะต่างๆ ที่เพิ่มเติมจากเดิมนี้จำเป็นต้องจัดทำกรอบและ ฝึกฝนผู้ทำการทดสอบทุกคนให้มีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติไปในทางเดียวกัน จนแน่ใจได้ว่า สามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างในแต่ละคุณลักษณะได้เป็นอย่างดี จากนั้นจึงเริ่มทำการ ทดสอบกับตัวอย่างที่ต้องการให้ประเมินแบบเรียงลำดับ

4.3 การประยุกต์ SPC กับกรณีศึกษา

4.3.1 ประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม

เริ่มจากการนำเสนอการประยุกต์แผนภูมิควบคุมกับการประเมินด้านความรู้สึกแบบ เรียงลำดับมาใช้ควบคุมคุณภาพของคุณลักษณะต่างๆ ของกระดาษเช็ดหน้า จึงกำหนดผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างจำนวน 5 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 1 คือ A เป็นตัวอย่างกระดาษเช็ดหน้าต้นแบบที่ได้จากการทดลองซึ่งมีผล การทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการผลิตให้ได้แบบนี้

ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 2 คือ B เป็นตัวอย่างกระดาษเช็ดหน้าที่เก็บตัวอย่างจากกระบวนการผลิต ซึ่งต้องการควบคุมคุณภาพ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เกรดเดียวกับผลิตภัณฑ์ตัวที่ 1
 ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 3 คือ C เป็นตัวอย่างกระดาษเช็ดหน้าคนละเกรดกับผลิตภัณฑ์ตัวที่ 1 และ 2
 ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 4 คือ D เป็นตัวอย่างกระดาษเช็ดหน้าของบริษัทคู่แข่ง ก
 ผลิตภัณฑ์ตัวที่ 5 คือ E เป็นตัวอย่างกระดาษเช็ดหน้าของบริษัทคู่แข่ง ข

สำหรับผลการประเมินแบบเรียงลำดับที่เรียงจากน้อยที่สุดไปยังมากที่สุด คือ จากน้ำหนัก 1 ถึง 5 นั้นเอง จะถูกนำมาแปลงเป็นค่าความน่าจะเป็นของการถูกเลือกให้มีคุณลักษณะด้านความรู้สึกนั้นๆ มากที่สุด

สำหรับกรณีที่ยังไม่เคยมีมาตรฐานขีดจำกัดควบคุมมาก่อน จึงต้องทำการเก็บข้อมูลเริ่มแรกก่อนจำนวน 20 ข้อมูล จากนั้นนำมาหาค่าขีดจำกัดควบคุม พร้อมทั้งทำแผนภูมิควบคุมเพื่อตรวจสอบและควบคุมคุณภาพตามคุณลักษณะด้านความรู้สึกนั้นๆ เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 20 รุ่น แล้วจึงนำแผนภูมิควบคุมมาประยุกต์ใช้เข้ากับผลการประเมินแบบเรียงลำดับกับคุณลักษณะทางด้านความรู้สึก

สูตรที่ใช้ในการจัดทำขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม คือ

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$CenterLine = \bar{p}$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

UCL คือ ขีดจำกัดควบคุมด้านบน

CL หรือ Center Line คือ เป้าหมายที่ต้องการควบคุมให้ได้

LCL คือ ขีดจำกัดควบคุมด้านล่าง

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

\bar{p} คือ ค่าความน่าจะเป็นในการถูกเลือกให้มีน้ำหนักของคุณลักษณะนั้นสูงสุด

ประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมกับคุณลักษณะด้านความรู้สึกทั้ง 15 คุณลักษณะ เพื่อเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ว่าคุณลักษณะด้านความรู้สึกใดจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น

4.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะด้านความรู้สึกกับคุณลักษณะที่วัดค่าได้

ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะด้านความรู้สึกกับคุณลักษณะที่วัดค่าได้โดยทำการวัดค่าคุณลักษณะต่างๆของตัวอย่างกระดาษเช็ดหน้าจำนวน 20 รุ่น โดยมีคุณลักษณะที่วัดค่าได้จำนวน 9 คุณลักษณะ คือ

- น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ (กรัมตารางเมตรต่อแผ่น)
- ความหนากระดาษต่อ 1 แผ่น (มิลลิเมตรต่อแผ่น)
- แรงดึงแนวยาวตามเครื่องจักรขณะกระดาษแห้ง (นิวตันต่อ 25 มิลลิเมตร)
- แรงดึงแนวขวางเครื่องจักรขณะกระดาษแห้ง (นิวตันต่อ 25 มิลลิเมตร)
- แรงดึงแนวขวางเครื่องจักรขณะกระดาษเปียก (นิวตันต่อ 25 มิลลิเมตร)
- แรงยึดแนวยาวตามเครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์)
- ความขาวสว่าง (เปอร์เซ็นต์)
- ปริมาณฝุ่นละออง (มิลลิกรัมต่อตารางเมตร)
- ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำกราฟแผนภูมิการกระจาย (Scatter Diagram) เพื่อทำการพิจารณาความสัมพันธ์จากสหสัมพันธ์ของ Pearson's Correlation ซึ่ง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) จะมีค่าเท่ากับ -1.00 ถึง +1.00 สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ได้ตามเกณฑ์ดังนี้

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ ค่าข้างล่าง จะเป็นค่าบวกหรือค่าลบก็ได้

- 0.00 - 0.20 แสดงว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน
- 0.20 - 0.40 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันน้อย
- 0.40 - 0.60 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
- 0.60 - 0.80 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง
- 0.80 - 1.00 แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันสูง

สำหรับการหาค่า r จะใช้สูตร

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{NS_x S_y}$$

โดย \bar{X} และ \bar{Y} เป็นค่าเฉลี่ยของค่า X และ ค่า Y ที่มีความสัมพันธ์กัน
 S_x และ S_y เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า X และ ค่า Y
 N เป็นจำนวนค่าของค่า X หรือจำนวนค่าของค่า Y

จากสูตรนี้สามารถทำให้ง่ายขึ้นเมื่อจัดในรูปใหม่ คือ

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

ซึ่งหากมีการพบความผิดปกติหรือผลออกนอกขีดจำกัดการควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพของคุณลักษณะด้านความรู้สึก ยังสามารถนำผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์นี้ไปใช้ในการปรับปรุงคุณลักษณะที่วัดค่าได้ของผลิตภัณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะด้านความรู้สึกนั้นได้

4.3.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคกับห้องปฏิบัติการด้านความรู้สึก

เพื่อให้เป็นที่ยอมรับได้ว่าผลการทดสอบการเรียงลำดับจากห้องปฏิบัติการสามารถเป็นตัวแทนผลจากการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคได้ จึงต้องใช้ตัวอย่างจากกลุ่มชุดเดียวกับที่ทำการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการ เพื่อนำผลจากการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกับผลจากการทดสอบจากห้องปฏิบัติการ จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างผลกลุ่มผู้ทดสอบของห้องปฏิบัติการกับกลุ่มผู้บริโภค โดยผู้บริโภคที่จะเข้าร่วมการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคนั้นต้องเป็นผู้ที่ใช้กระดาษเช็ดหน้าเป็นประจำ และต้องเป็นผู้ที่ไม่ได้รับการอบรมในการทดสอบด้านความรู้สึกตามวิธีการประเมินต่างๆมาก่อนซึ่งจะต่างจากผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ต้องปฏิบัติตามหลักวิธีเดียวกันในการประเมินด้านความรู้สึก ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถใช้การประเมินตามประสบการณ์ของตัวเองผู้บริโภคเองเมื่อต้องทดสอบตามคุณลักษณะต่างๆ กำหนดให้จำนวนผู้บริโภคที่ต้องการทำการทดสอบ 50 คน (Resurreccion, 1998: 74)

มีการจัดทำแบบสอบถามพร้อมทั้งเตรียมตัวอย่างให้ทำการประเมินแบบเรียงลำดับตามคุณลักษณะด้านความรู้สึก ส่วนตัวอย่างก็มีการจัดเรียงโดยใช้บล็อก ดีไซน์ ตามตารางที่ 4.1 โดย

จัดเรียงตัวอย่าง 25 แบบ จำนวน 2 ชุด เพื่อใช้กับผู้บริโภคนับจำนวน 50 คน (Stone และ Sidel, 1992, 135-142)

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการออกแบบการเรียงตัวอย่างแบบ Balanced Block Design สำหรับ 5 ตัวอย่าง

Balanced-Block Design สำหรับตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่าง

ตำแหน่งการจัดเรียงตัวอย่าง

ผู้ทดสอบคนที่	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3	ตำแหน่งที่ 4	ตำแหน่งที่ 5
1	4	5	1	2	3
2	5	2	4	3	1
3	1	4	3	5	2
4	2	3	5	1	4
5	3	1	2	4	5
6	3	2	1	5	4
7	1	3	4	2	5
8	2	5	3	4	1
9	4	1	5	3	2
10	5	4	2	1	3
11	1	3	5	4	2
12	5	1	2	3	4
13	2	5	4	1	3
14	3	4	1	2	5
15	4	2	3	5	1
16	2	4	5	3	1
17	4	3	2	1	5
18	3	1	4	5	2
19	5	2	1	4	3
20	1	5	3	2	4
21	1	2	3	4	5
22	2	4	1	5	3
23	3	1	5	2	4
24	4	5	2	3	1
25	5	3	4	1	2

จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อดำเนินการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคกับผลการทดสอบของกลุ่มผู้ทดสอบด้านความรู้สึกรูปแบบเรียงลำดับ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Spearman's Ranked Correlation Coefficient ซึ่งเหมาะกับข้อมูลที่เป็น การเรียงลำดับ (O'Mahony, 1985: 327-328)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Spearman's Ranked Correlation Coefficient เป็นการ ประยุกต์วิธีวิเคราะห์มาจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ

Pearson's Correlation Coefficient ทั้งนี้ก็นำมาใช้กับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นการเรียงลำดับโดยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ซึ่งไม่ต้องเป็นค่าคะแนนหรือข้อมูลดิบดั้งเดิม

ซึ่งจะใช้ค่าความแตกต่างของการเรียงลำดับในแต่ละคู่เปรียบเทียบ (d) มาคำนวณเป็นค่ากำลังสองของความแตกต่าง และค่า N คือ จำนวนลำดับของตัวอย่างที่มีการเรียงลำดับ

สูตรคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Spearman's Ranked Correlation Coefficient

ρ หรือ r_s

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N(N^2 - 1)}$$

ซึ่งถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน เท่ากับ 1.00 ถือว่าการทดสอบทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในคุณลักษณะที่เปรียบเทียบนั้นๆ ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% ในจำนวนการเรียงลำดับที่มี 5 ลำดับ

4.3.4 ประยุกต์แผนภูมิ XmR Chart ในการควบคุมดูแลผู้ทดสอบด้านความรู้ลึก

ทำการตรวจสอบผลการเรียงลำดับของผู้ทดสอบแต่ละคนให้มีความแม่นยำ ถูกต้อง และปฏิบัติในทิศทางเดียวกัน เพื่อควบคุมและดูแลให้ผลการทดสอบไม่เบี่ยงเบนไปจากทิศทางที่กำหนดไว้ ได้ประยุกต์นำแผนภูมิ XmR Chart นี้มาใช้ในการให้น้ำหนักของคุณลักษณะต่างๆ ในแต่ละข้อตัวอย่างตามผู้ทดสอบแต่ละคนได้ให้น้ำหนักไว้ จะช่วยทำให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นว่าผู้ทดสอบคนใดได้ให้ค่าน้ำหนักของคุณลักษณะนั้นๆ แตกต่างจากผู้ทดสอบคนอื่นมากจนสังเกตเห็นได้ชัดเจน ถือว่าเป็นวิธีช่วยตรวจสอบ (Monitoring) ได้วิธีหนึ่ง

ดังนั้นการประยุกต์ใช้ แผนภูมิ XmR Chart มาประเมินผลในแต่ละข้อตัวอย่าง (Montgomery, 2001: 249-253) จะช่วยให้พิจารณาได้ง่ายและชัดเจนขึ้นว่าผู้ใดให้ผลการทดสอบแตกต่างกลุ่มมากกว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่

สูตรที่ใช้

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}|$$

$$\text{เช่น } MR_1 = |x_2 - x_1|$$

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{i=1}^m MR_i}{m} = \frac{(MR_1) + (MR_2) + (MR_3), \dots, (MR_m)}{m}$$

ขีดจำกัดของแผนภูมิ Moving Rang คือ

$$CL = \overline{MR}$$

$$UCL = D_4 \overline{MR}$$

$$LCL = D_3 \overline{MR}$$

ขีดจำกัดของแผนภูมิ \bar{x} คือ

$$CL = \bar{x}$$

$$UCL = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$LCL = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการวิจัย

ในบทนี้จะนำเสนอผลการวิจัย และผลการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอนการวิจัยและนำหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา

5.1 การเปรียบเทียบวิธีของ Fisher's LSD กับวิธีของ Tukey's HSD

จากการนำวิธีการของ Fisher's LSD มาใช้วิเคราะห์ เทียบกับ วิธีของ Tukey's HSD ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยลองนำข้อมูลผลการประเมินในตารางที่ 3.9 จะได้ผลตามตารางที่ 5.1 และ ตารางที่ 5.2 นี้โดยถ้าโค้ดคู่ใดมีตัวอักษรต่างกันออกไปแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกัน แต่ถ้ายังมีตัวอักษรซ้ำกันอยู่ถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน สามารถเรียกได้ว่าเป็นตัวอักษรในการแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่เทียบกันทีละคู่

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ Tukey's HSD จากข้อมูลในตารางที่ 3.9

Tukey's HSD = 26.117		
โค้ดตัวอย่าง	ผลรวมการเรียงลำดับ	มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
624	16	a
980	22	a
413	41	ab
501	42	ab
853	65	b
337	66	b

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ Fisher's LSD จากข้อมูลในตารางที่ 3.9

Fisher's LSD = 17.964		
โค้ดตัวอย่าง	ผลรวมการเรียงลำดับ	มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
624	16	a
980	22	a
413	41	b
501	42	b
853	65	c
337	66	c

จะเห็นชัดเจนว่าถ้าเป็นการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีของ Tukey's HSD โค้ด 413 และ โค้ด 501 จะไม่มีความแตกต่างกับโค้ด 624 และ โค้ด 980 แต่ถ้าเป็นการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีของ Fisher's LSD โค้ด 413 และ โค้ด 501 จะมีความแตกต่างกับโค้ด 624 และ โค้ด 980 ทั้งนี้เนื่องมาจากที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าความแตกต่างทางสถิติของ Fisher's LSD มีค่าน้อยกว่าค่าความแตกต่างทางสถิติของ Tukey's HSD ดังแสดงในตารางที่ 5.3 และตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติของ Fisher's LSD ที่ 2 ถึง 6 ตัวอย่าง

From Table: Upper- α Probability Points of Student's t -Distribution (Entries Are $t_{\alpha, \nu}$)
 $t(0.025, \infty)$

$t(\alpha/2, \infty)$	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
p (# of Panelists)	12	12	12	12	12
k (# of Products)	6	5	4	3	2
Fisher's LSD Rank	17.964	15.182	12.396	9.602	6.790

และเมื่อทำการคำนวณหาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญตามแบบวิธีของ Tukey's HSD จะได้ว่า

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติของ Tukey's HSD ที่ 2 ถึง 6 ตัวอย่าง

From Table: Upper- α Critical Values for Tukey's HSD Multiple Comparison Procedure

$P(q < q_{0.05}) = 0.95$

q (alpha, t, infinity)	4.03	3.86	3.63	3.31	2.77
b (# of Panelists)	12	12	12	12	12
t (# of Products)	6	5	4	3	2
Tukey's HSD Rank	26.117	21.142	16.234	11.466	6.785

จากตารางที่ 5.3 และตารางที่ 5.4 จะพบว่า เมื่อมีการจัดเรียงลำดับของตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ Fisher's LSD จะใกล้เคียงกับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ Tukey's HSD และเมื่อจำนวนตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 3 ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง และ 6 ตัวอย่าง จะพบว่า ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ Fisher's LSD จะมีค่าน้อยกว่าค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ Tukey's HSD

ถ้าต้องการใช้ทั้งสองวิธีมาวิเคราะห์ร่วมกันในเรื่องความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปรียบเทียบผลรวมการเรียงลำดับของตัวอย่างแต่ละคู่ จะได้ว่า หากผลรวมการเรียงลำดับของคู่ที่เทียบกันมีค่าความแตกต่างมากกว่า ทั้งค่าความแตกต่างทางสถิติของ Fisher's LSD และค่าความแตกต่างทางสถิติของ Tukey's HSD แล้ว แสดงว่าตัวอย่างคู่นั้นมีความแตกต่างกันในแง่ของคุณลักษณะทางด้านความรู้สึกที่ทำการทดสอบขณะนั้นอย่างชัดเจนจนสามารถแยกได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์คนละตัวกันเลย ซึ่งถ้าหากผู้ที่ทำการประเมินที่ไม่เคยได้รับการอบรม หรือผู้บริโภคที่อยู่ในตลาดได้สัมผัส ก็สามารถรับรู้ได้ถึงความแตกต่างนั้นอย่างชัดเจนมาก

ถ้าหากว่าผลรวมการเรียงลำดับของตัวอย่างแต่ละคู่หากมีค่าความแตกต่างมากกว่าค่าความแตกต่างทางสถิติของ Fisher's LSD แต่ไม่เกินค่าความแตกต่างทางสถิติของ Tukey's HSD แล้ว แสดงว่าผลิตภัณฑ์คู่นั้นผู้ทดสอบเริ่มเห็นความแตกต่างได้บ้างแล้วแต่อาจยังไม่ชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นผู้บริโภคทำการทดสอบเรียงลำดับในการทดสอบอีกครั้งอาจจะสลับตำแหน่งการเรียงลำดับกันได้

แต่ถ้าหากว่าผลรวมการเรียงลำดับของตัวอย่างแต่ละคู่ไม่มีความแตกต่างเกินมากกว่าค่าความแตกต่างทางสถิติของ Fisher's LSD และค่าความแตกต่างทางสถิติของ Tukey's HSD แล้ว แสดงว่าผู้ทำการทดสอบไม่สามารถรับรู้ได้ถึงความแตกต่างกันระหว่างผลิตภัณฑ์คู่นั้น และรู้สึกใกล้เคียงกันมากจนเปรียบเทียบเสมือนว่าตัวอย่างคู่นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ตัวเดียวกันนั่นเอง

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า วิธีของ Fisher's LSD มีกำลังการทดสอบ (Power of Test) มากกว่าวิธีของ Tukey's HSD กล่าวคือ วิธีของ Fisher's LSD มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีของ Tukey's HSD (O'Mahony, 1985: 153-169) ซึ่งวิธีของ Fisher's LSD ยังช่วยลดค่าความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้มากกว่าวิธีของ Tukey's HSD ด้วย

แสดงว่าในการทดสอบด้านความรู้สึกร่วมด้วยวิธีการเรียงลำดับนี้ สามารถใช้วิธีของ Fisher's LSD แทนวิธีของ Tukey's HSD ได้

5.2 การประยุกต์ SPC กับกรณีศึกษา

5.2.1 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม

สามารถประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมกับคุณลักษณะด้านความรู้สึกร่วมของผลิตภัณฑ์ B โดยทำการคำนวณค่าขีดจำกัดการควบคุมเริ่มแรกจากข้อมูล 20 รุ่นที่ได้ทำการทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งจะได้ค่าขีดจำกัดการควบคุมดังตารางข้างล่าง จากนั้นจะนำขีดจำกัดเหล่านี้เป็นขีดจำกัดควบคุมสำหรับข้อมูลกลุ่มถัดไปประมาณ 20 รุ่น แล้วนำข้อมูลใหม่มาคำนวณหาขีดจำกัดใหม่ต่อไปเรื่อยๆ

จากการใช้แผนภูมิควบคุมกับคุณลักษณะด้านความรู้สึกร่วมจะทำให้สามารถพิจารณาได้ว่าช่วงใด มีระดับคุณลักษณะผิดปกติไปจากที่ควรควบคุม เพื่อทำการตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขต่อไปได้ ดังแสดงไว้ในรูปภาพ แสดงแผนภูมิควบคุมของคุณลักษณะความรู้สึกร่วมต่างๆ ข้างล่าง

สูตรที่ใช้ในการจัดทำขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม คือ

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$CenterLine = \bar{p}$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

ตัวอย่างวิธีการสังเคราะห์ค่าขีดจำกัดควบคุมของคุณลักษณะด้านปริมาณแรงในการกำของผลิตภัณฑ์ B จากการนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 5.5

มีการนำค่าการเรียงลำดับไปแปลงเป็นค่าความน่าจะเป็นในการประเมินด้านความรู้สึกรที่
ค่าสูงสุดของการประเมิน โดยการใช้ Rank-order centroid weights

$$w_{(i)} = \frac{1}{m} \sum_{k=i}^m \frac{1}{k}, i = 1, 2, \dots, m$$

$$\begin{aligned} \text{Center Line} &= (0.130+0.130+0.140+0.150+0.220+0.130+0.234+0.234+0.140+0.280 \\ &\quad +0.380+0.421+0.365+0.250+0.310+0.180+0.150+0.140+0.160+0.170)/20 \\ &= 0.216 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} UCL &= 0.216 + 3\sqrt{\frac{(0.216)(1-0.216)}{20}} \\ &= 0.492 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL &= 0.216 - \sqrt{\frac{(0.216)(1-0.216)}{20}} \\ &= -0.060 \end{aligned}$$

ถ้าได้ค่า LCL เป็นค่าติดลบให้กำหนด LCL เป็น 0.000 แทน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.5 แสดงความน่าจะเป็นที่ผลิตภัณฑ์ B จะมีปริมาณแรงในการกำมากที่สุด

ปริมาณแรงในการกำ

รุ่นที่	Rank Probability สำหรับปริมาณแรงในการกำมากที่สุด
1	0.130
2	0.130
3	0.140
4	0.150
5	0.220
6	0.130
7	0.234
8	0.234
9	0.140
10	0.280
11	0.380
12	0.421
13	0.365
14	0.250
15	0.310
16	0.180
17	0.150
18	0.140
19	0.160
20	0.170

เมื่อทำการคำนวณจากสูตรจะได้ค่าขีดจำกัดการควบคุมของคุณลักษณะด้านความรู้สึกรั้ง 15 คุณลักษณะดังตารางที่ 5.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงค่าขีดจำกัดการควบคุมที่ใช้เริ่มแรกหลังจากมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 20 รุ่น ในแต่ละคุณลักษณะด้านความรู้สึกทั้ง 15 คุณลักษณะ

ค่าขีดจำกัดการควบคุมที่ใช้ในการทำแผนภูมิควบคุม คือ

คุณลักษณะด้านความรู้สึก	CL	LCL	UCL
ปริมาณแรงในการกำ	0.216	0.000	0.492
ปริมาณแรงในการขยำ	0.332	0.016	0.648
ความอ่อนนุ่ม	0.205	0.000	0.475
ความแข็งกระด้าง	0.160	0.000	0.406
ความลื่นเหมือนผ้าไหม	0.270	0.000	0.568
การยึดตัว	0.262	0.000	0.557
จุดรอยต่าง	0.115	0.000	0.330
ความผิดปกติของเยื่อกระดาษ	0.279	0.000	0.580
ความผิดปกติของมือ	0.262	0.000	0.557
ความหนา	0.160	0.000	0.406
ความหยาบ	0.158	0.000	0.403
การมีเม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ	0.262	0.000	0.557
ความตึงของเสียง	0.247	0.000	0.536
ความขาวสว่าง	0.260	0.000	0.554
ฝุ่นละออง	0.433	0.101	0.766

หมายเหตุ: CL = Center Line, LCL = Lower Control Limit, UCL = Upper Control Limit

ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงค่าขีดจำกัดการควบคุมที่ใช้หลังเก็บข้อมูลต่อมาอีก 15 รุ่น ในคุณลักษณะด้านความรู้สึกเรื่องปริมาณแรงในการขยำและฝุ่นละออง

ค่าขีดจำกัดการควบคุมที่ใช้ในการทำแผนภูมิควบคุมที่ปรับค่าใหม่ คือ

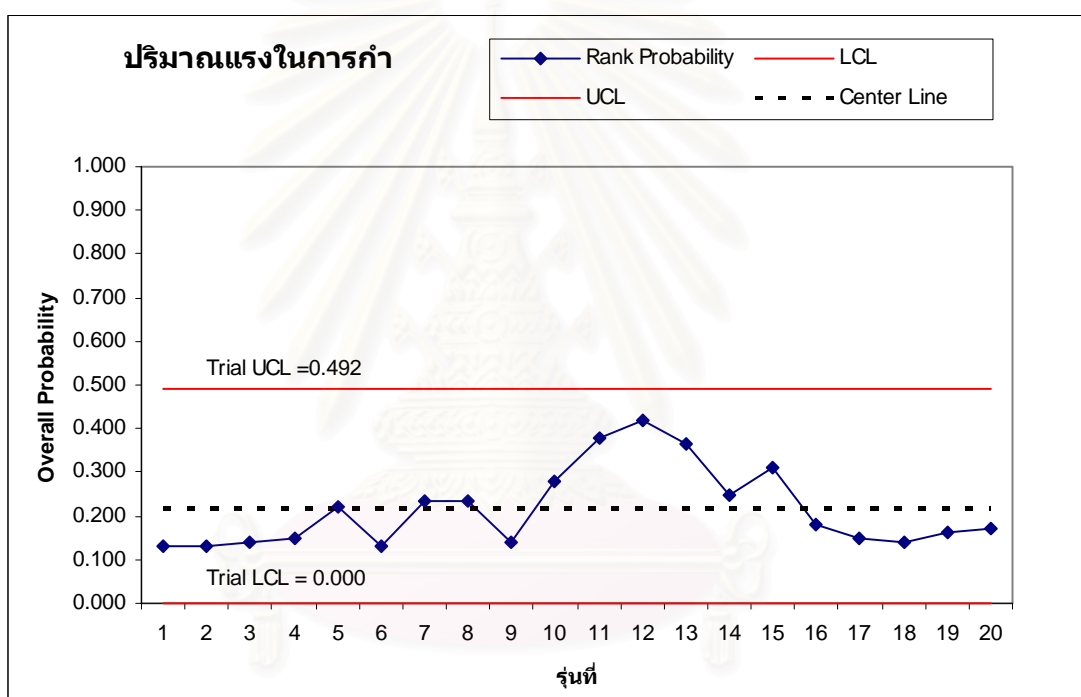
คุณลักษณะด้านความรู้สึก	CL	LCL	UCL
ปริมาณแรงในการขยำ	0.204	0.000	0.408
ฝุ่นละออง	0.193	0.000	0.393

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภูมิควบคุมของคุณลักษณะด้านความรู้สึกต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ B จำนวน 20 รุ่น พบว่า

แผนภูมิควบคุมปริมาณแรงในการกำ มีค่า UCL เท่ากับ 0.492 มีค่า CL เท่ากับ 0.216 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.1 จะเห็นได้ว่า รุ่นที่ 10 เริ่มมีปริมาณแรงในการกำสูงขึ้นจนถึงรุ่นที่ 14 เริ่มลดลงใกล้เคียง ค่า CL

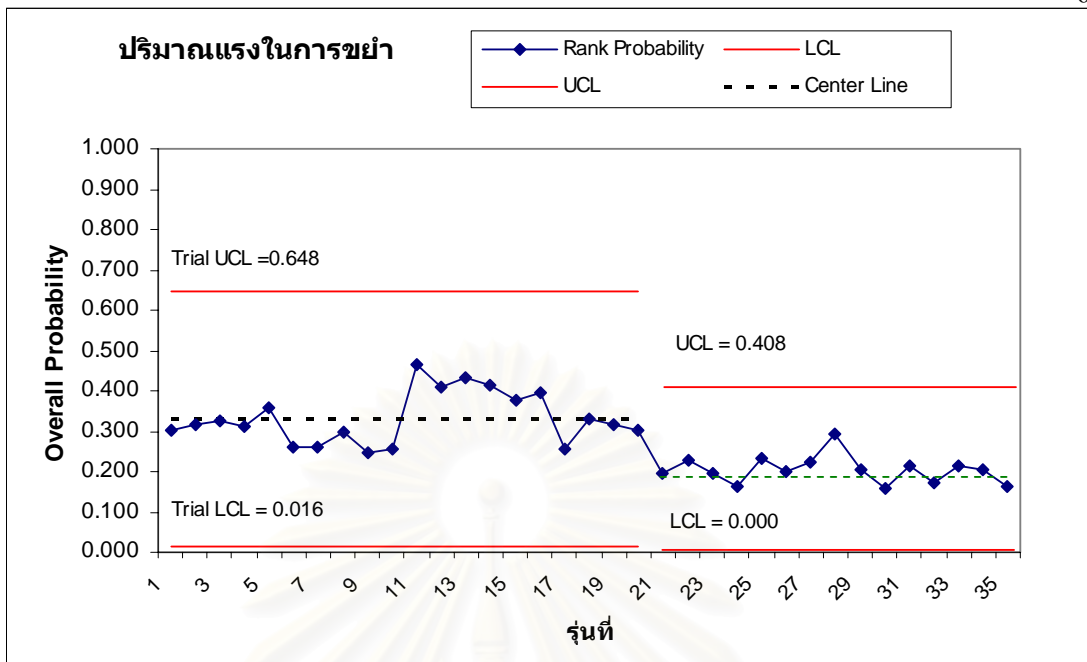
แผนภูมิควบคุมปริมาณแรงในการขยำ มีค่า UCL เท่ากับ 0.648 มีค่า CL เท่ากับ 0.332 มีค่า LCL เท่ากับ 0.016 จากรูปที่ 5.2 จะเห็นได้ว่า รุ่นที่ 11 เริ่มมีค่าสูงและค่อยๆลดลงจนใกล้เคียงค่า CL แต่ก็ยังมีค่าสูงอยู่ และหลังจากมีการปรับปรุงค่าแรงดึงตามแนวยาวและแรงดึงตามแนวขวางของผลิตภัณฑ์ B พบว่าเมื่อเก็บข้อมูลต่อมาอีก 15 รุ่น สามารถปรับค่าขีดจำกัดการควบคุมได้เป็น UCL เท่ากับ 0.408 มีค่า CL เท่ากับ 0.204 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000

แผนภูมิควบคุมความอ่อนนุ่ม มีค่า UCL เท่ากับ 0.475 มีค่า CL เท่ากับ 0.205 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ว่า ความอ่อนนุ่มของกระดาษเซ็ดหน้าผลิตภัณฑ์ B ก่อนข้างควบคุมได้ดีใกล้เคียงค่า CL

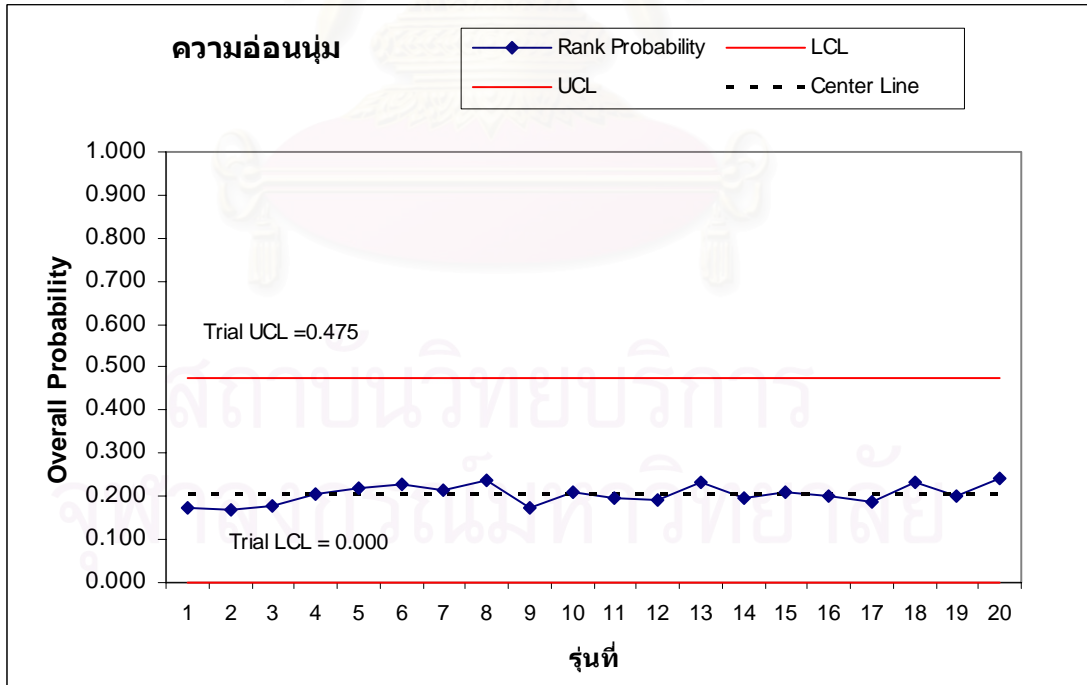


รูปที่ 5.1 แสดงแผนภูมิควบคุมของปริมาณแรงในการกำ

สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 แสดงแผนภูมิควบคุมของปริมาณแรงในการบดขยำ

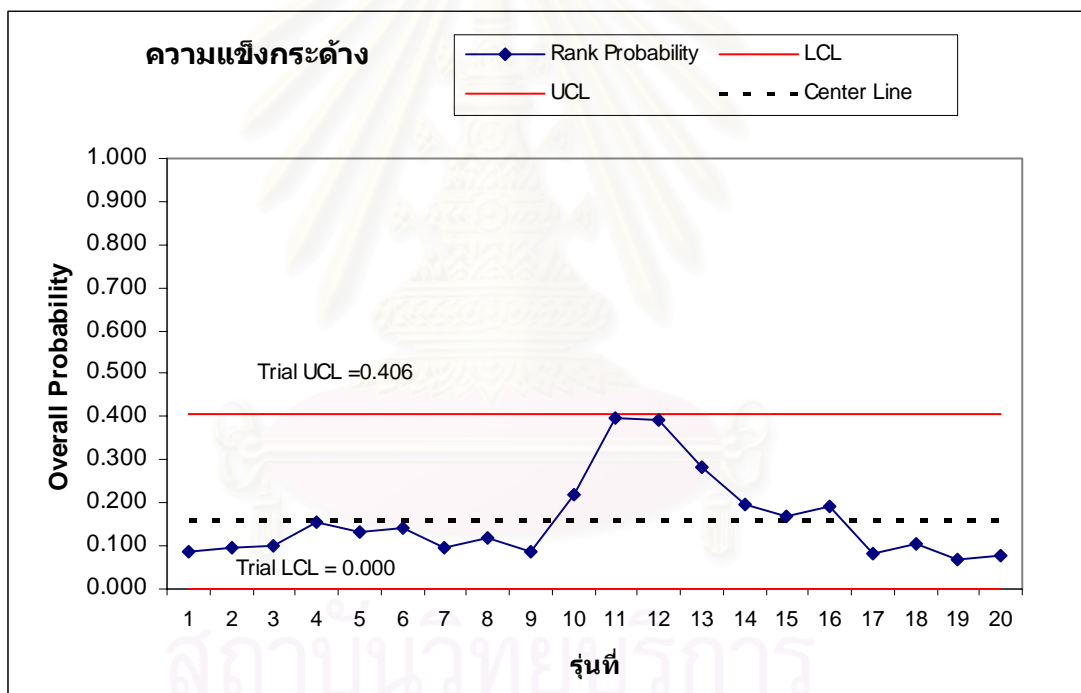


รูปที่ 5.3 แสดงแผนภูมิควบคุมของความอ่อนนุ่ม

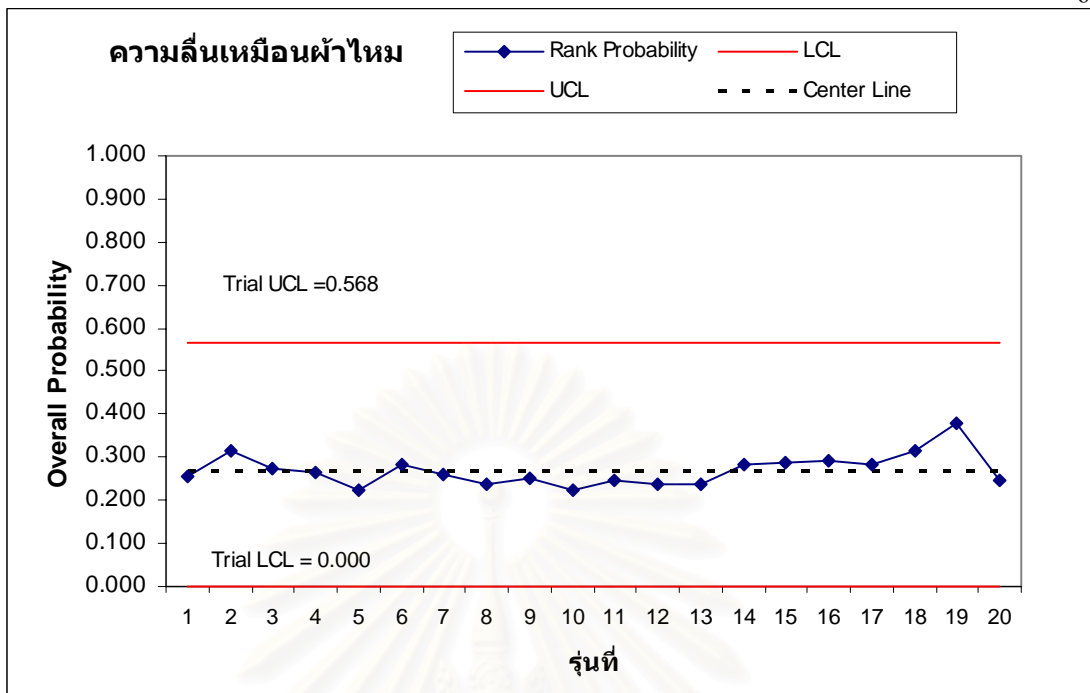
แผนภูมิควบคุมความแข็งแกร่ง มีค่า UCL เท่ากับ 0.406 มีค่า CL เท่ากับ 0.160 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.4 จะเห็นได้ว่า ความแข็งแกร่งของกระดาษเช็ดหน้า B ช่วงรุ่นที่ 11 สูงมากประมาณ UCL แต่เริ่มลดลงในรุ่นที่ 13 และตั้งแต่วรุ่นที่ 17 เป็นต้นมาค่อนข้างควบคุมได้ดีต่ำกว่าค่า CL

แผนภูมิควบคุมความลื่นเหมือนผ้าไหม มีค่า UCL เท่ากับ 0.568 มีค่า CL เท่ากับ 0.270 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.5 จะเห็นได้ว่า ความลื่นเหมือนผ้าไหมของกระดาษเช็ดหน้า B ค่อนข้างควบคุมได้ใกล้เคียงค่า CL

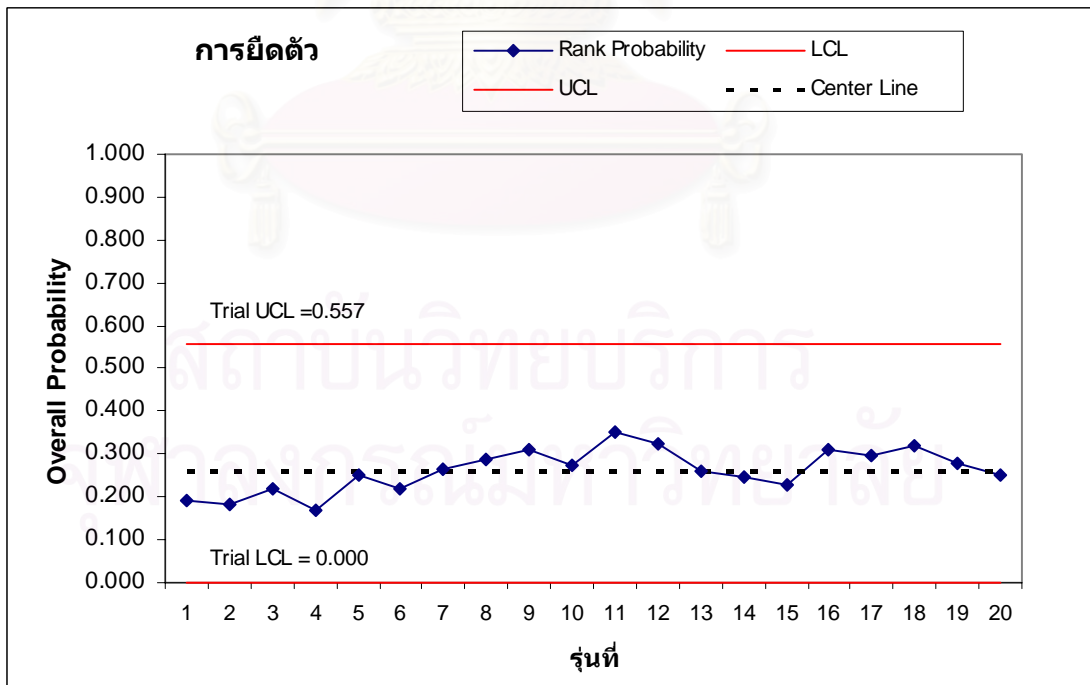
แผนภูมิควบคุมการขีดตัวมีค่า UCL เท่ากับ 0.557 มีค่า CL เท่ากับ 0.262 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.6 จะเห็นได้ว่า การขีดตัวของกระดาษเช็ดหน้า B ค่อนข้างควบคุมได้ใกล้เคียงค่า CL



รูปที่ 5.4 แสดงแผนภูมิควบคุมของความแข็งแกร่ง



รูปที่ 5.5 แสดงแผนภูมิควบคุมของความลื่นเหมือนผ้าไหม

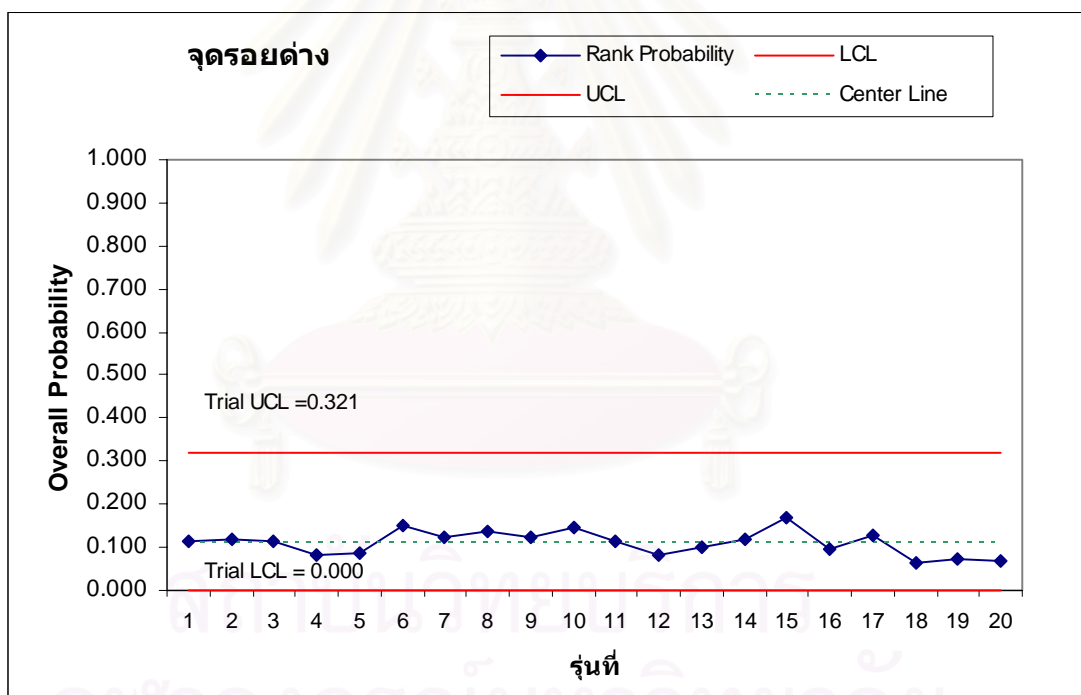


รูปที่ 5.6 แสดงแผนภูมิควบคุมของการยืดตัว

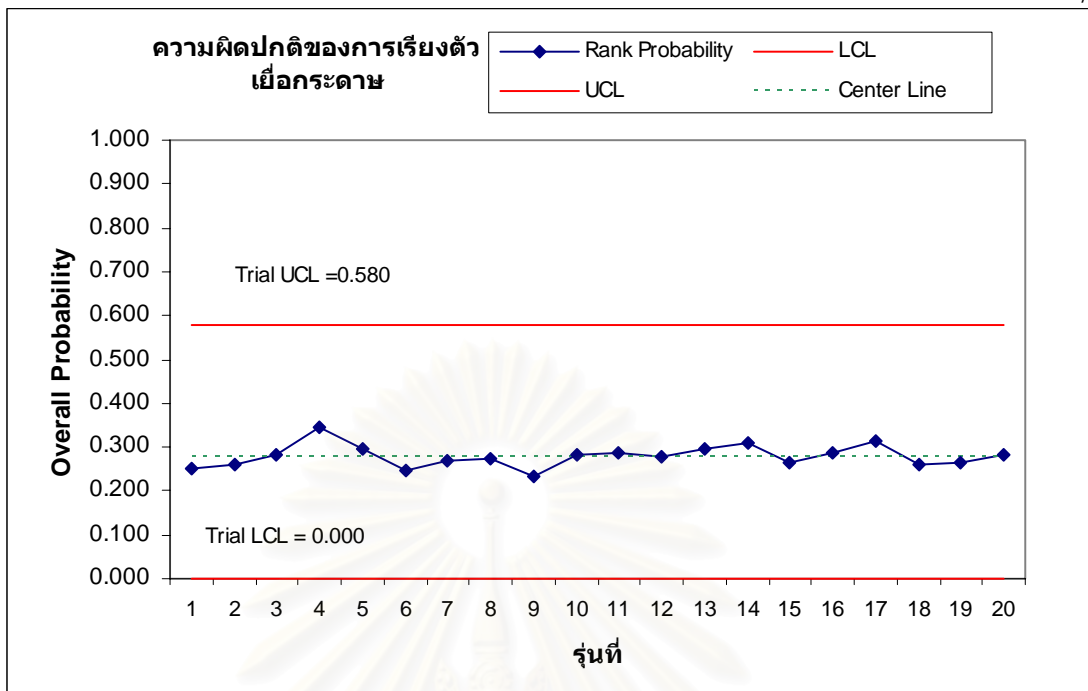
แผนภูมิควบคุมจตุรอยด่าง มีค่า UCL เท่ากับ 0.330 มีค่า CL เท่ากับ 0.115 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.7 จะเห็นได้ว่า จตุรอยด่างที่พบบนกระดาษเช็ดหน้า B มีไม่มากและสามารถควบคุมได้ดีใกล้เคียงค่า CL

แผนภูมิควบคุมความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ มีค่า UCL เท่ากับ 0.580 มีค่า CL เท่ากับ 0.279 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.8 จะเห็นได้ว่า ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ ของกระดาษเช็ดหน้า B สามารถควบคุมใกล้เคียงค่า CL ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลายของแผ่นลวดในส่วนการผลิตเยื่อกระดาษมีหลายแตกต่างจากของผลิตภัณฑ์คู่แข่ง ซึ่งต้องหาสายใหม่ที่เหมาะสมกว่าเมื่อหมดอายุการใช้งานของเดิมแล้ว

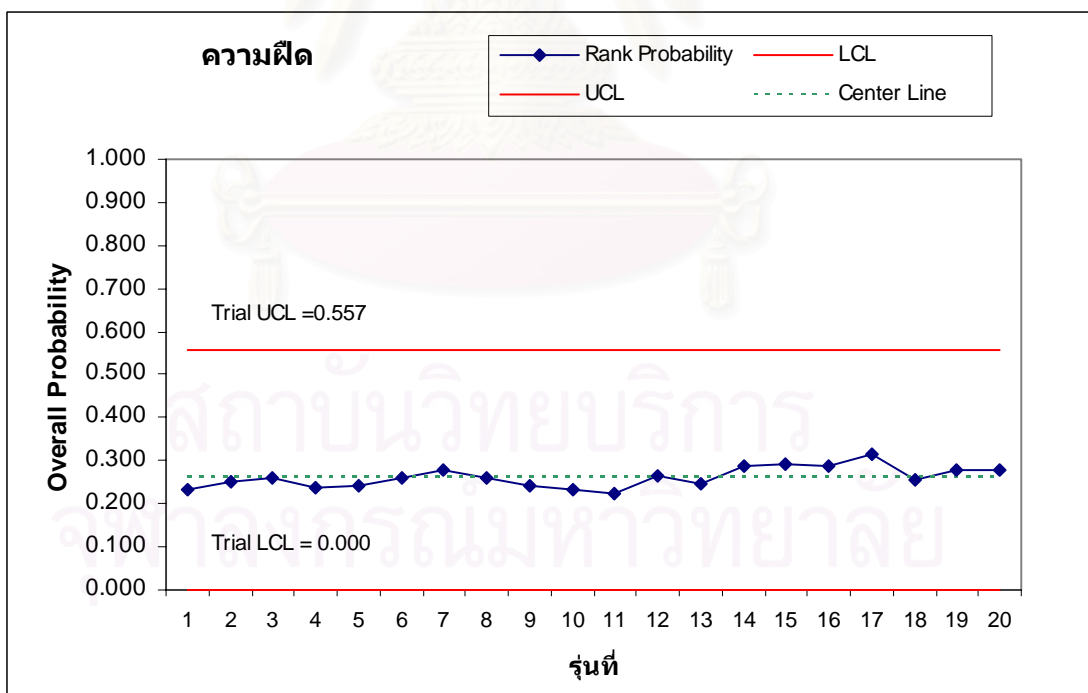
แผนภูมิควบคุมความผิด มีค่า UCL เท่ากับ 0.557 มีค่า CL เท่ากับ 0.262 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.9 จะเห็นได้ว่า ความผิดของกระดาษเช็ดหน้า B สามารถค่อนข้างควบคุมได้ใกล้เคียงค่า CL



รูปที่ 5.7 แสดงแผนภูมิควบคุมของจตุรอยด่าง



รูปที่ 5.8 แสดงแผนภูมิควบคุมของความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ

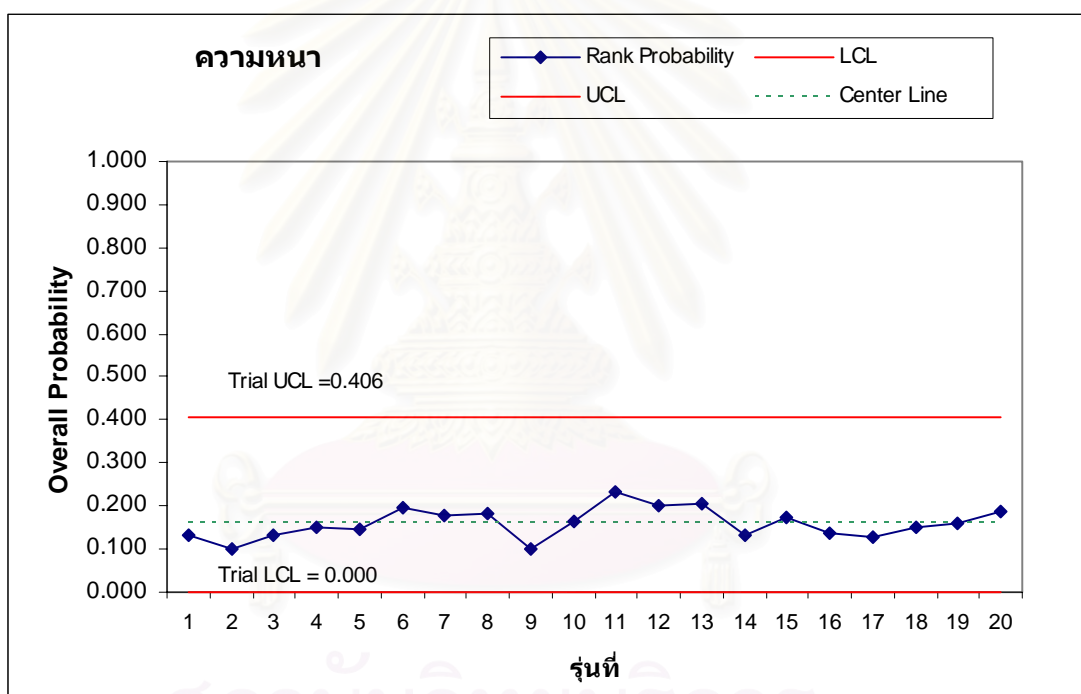


รูปที่ 5.9 แสดงแผนภูมิควบคุมของความผิด

แผนภูมิควบคุมความหนามีค่า UCL เท่ากับ 0.406 มีค่า CL เท่ากับ 0.160 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.10 จะเห็นได้ว่า ความหนาของกระดาษชนิดหน้า B ก่อนข้างควบคุมได้ใกล้เคียงค่า CL

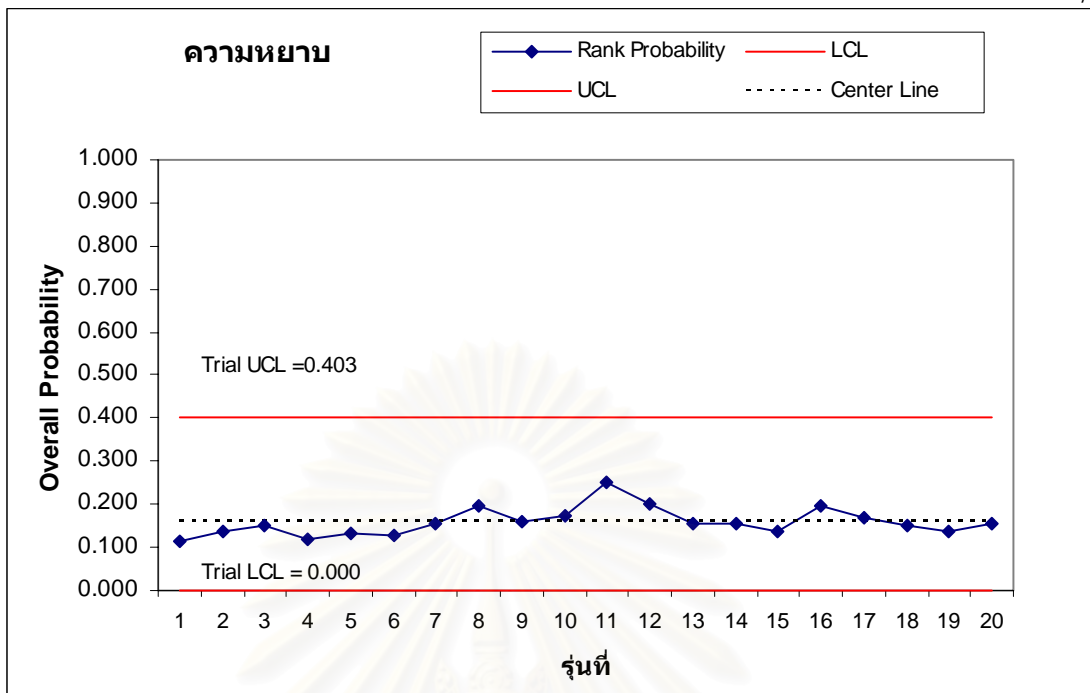
แผนภูมิควบคุมความหนา มีค่า UCL เท่ากับ 0.403 มีค่า CL เท่ากับ 0.158 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.11 จะเห็นได้ว่า ความหนาของกระดาษชนิดหน้า B สามารถควบคุมได้ใกล้เคียงค่า CL

แผนภูมิควบคุมการมีเม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ มีค่า UCL เท่ากับ 0.557 มีค่า CL เท่ากับ 0.262 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.12 จะเห็นได้ว่าการมีเม็ดเล็กๆบนผิวกระดาษของกระดาษชนิดหน้า B สามารถควบคุมได้ใกล้เคียงค่า CL

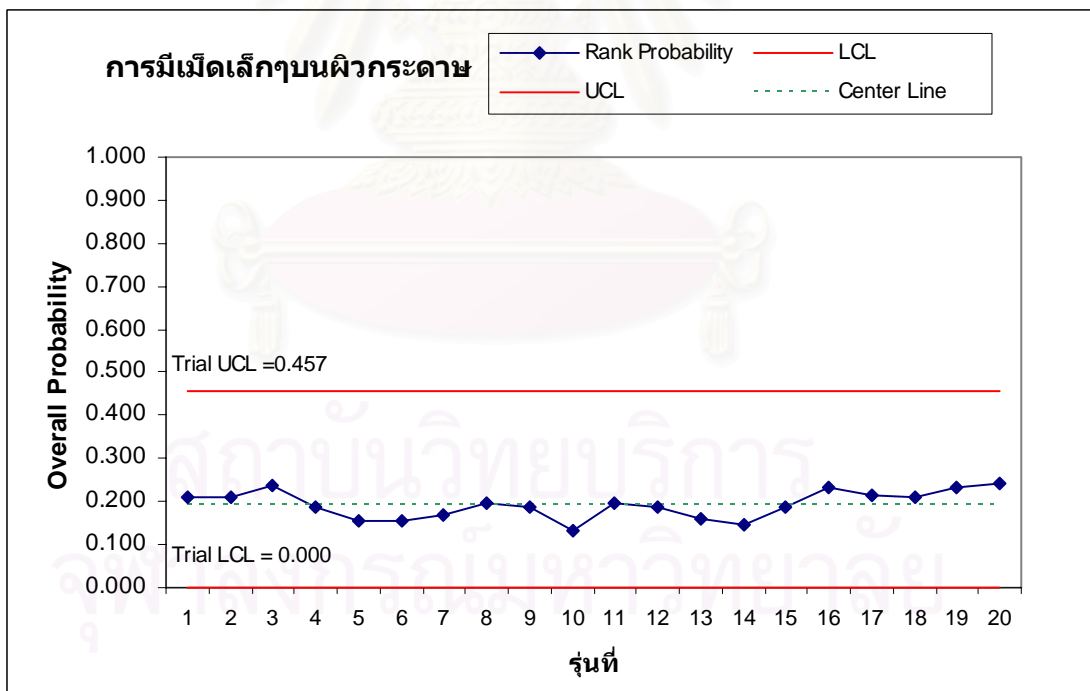


รูปที่ 5.10 แสดงแผนภูมิควบคุมของความหนา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 แสดงแผนภูมิควบคุมของความหยาบ

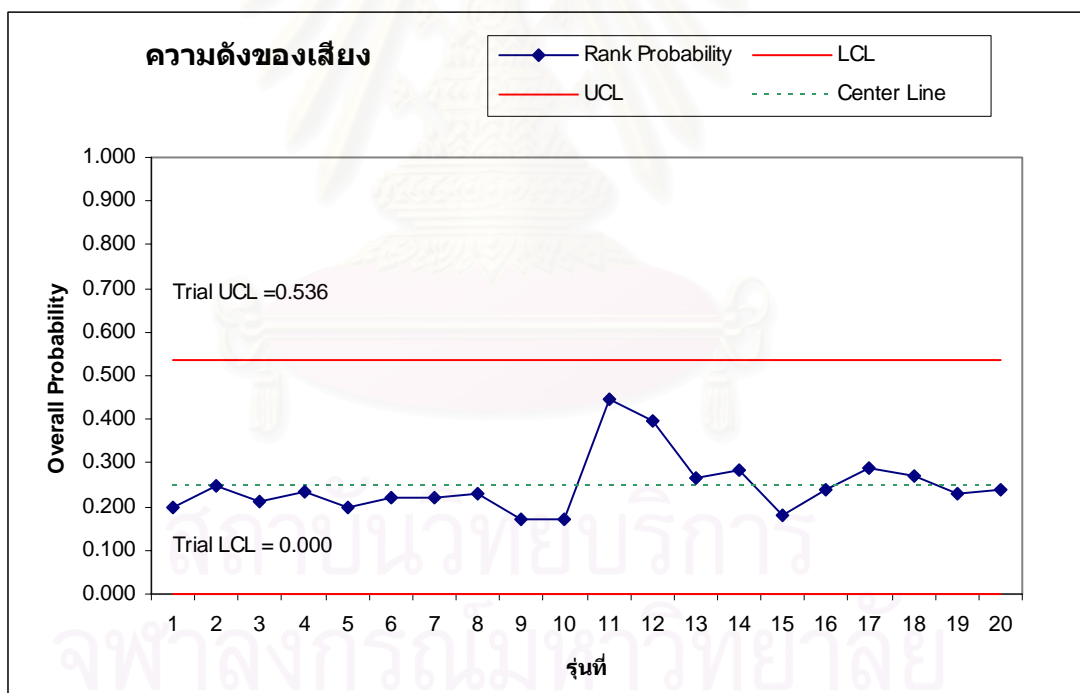


รูปที่ 5.12 แสดงแผนภูมิควบคุมของเม็ดเล็ก บนผิวกระดาษ

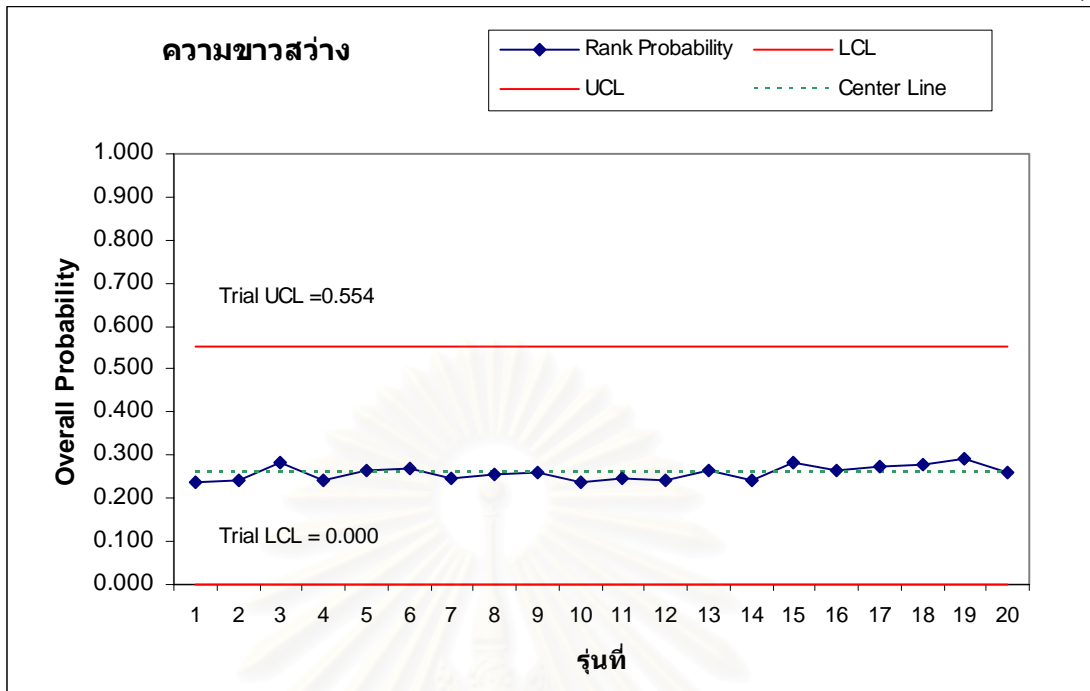
แผนภูมิควบคุมความดังของเสียง มีค่า UCL เท่ากับ 0.536 มีค่า CL เท่ากับ 0.247 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.13 จะเห็นได้ว่าช่วงรุ่นที่ 11 ค่อนข้างสูงแต่ก็สามารถปรับเข้าใกล้ค่า CL ได้ในรุ่นที่ 15 เป็นต้นมา

แผนภูมิควบคุมความขาวสว่าง มีค่า UCL เท่ากับ 0.554 มีค่า CL เท่ากับ 0.260 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 จากรูปที่ 5.14 จะเห็นได้ว่า ความขาวสว่างของกระดาษเช็ดหน้า B สามารถควบคุมได้ดีใกล้เคียงค่า CL

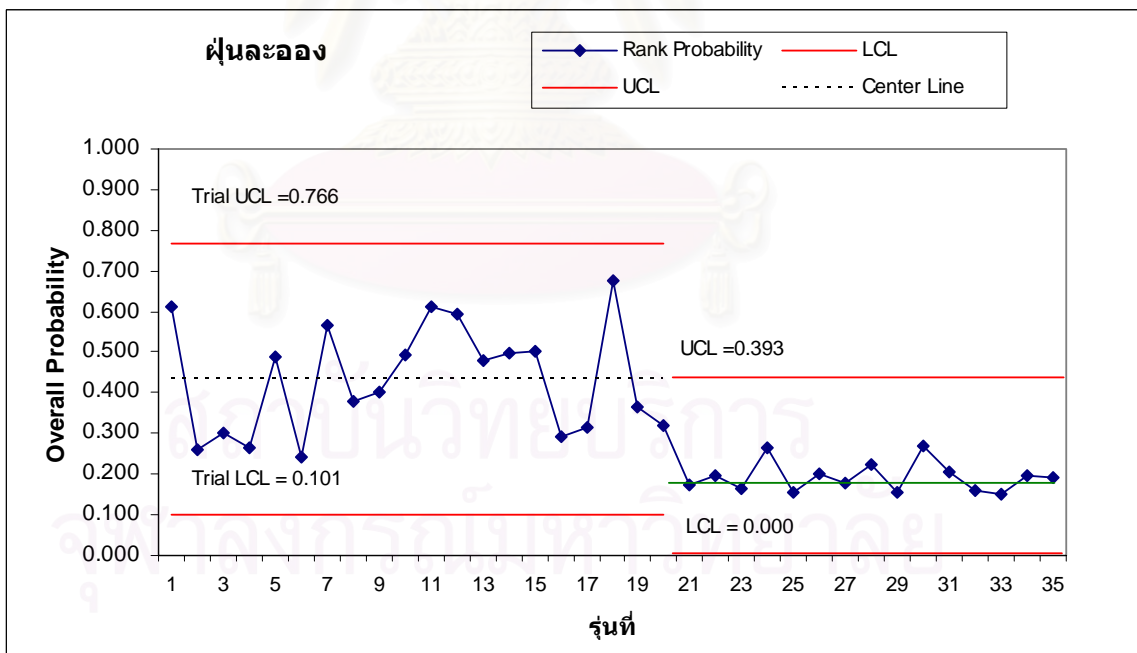
แผนภูมิควบคุมฝุ่นละออง ในช่วง 20 รุ่นแรก มีค่า UCL เท่ากับ 0.766 มีค่า CL เท่ากับ 0.433 มีค่า LCL เท่ากับ 0.101 จากนั้นหลังการติดตั้งเครื่องดักฝุ่นจึงมีเก็บข้อมูลต่อมาอีก 15 รุ่น แผนภูมิควบคุมจึงมีการปรับขีดจำกัดการควบคุมเป็น UCL เท่ากับ 0.393 มีค่า CL เท่ากับ 0.193 มีค่า LCL เท่ากับ 0.000 และจากรูปที่ 5.15 จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกนั้นฝุ่นละอองมีค่าสูงมากและค่อนข้างมีการกระจายสูง หลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงเครื่องจักรก็มีค่าต่ำลงและมีการกระจายตัวต่ำ ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ B ในด้านคุณลักษณะนี้ปรับปรุงดีขึ้น



รูปที่ 5.13 แสดงแผนภูมิควบคุมของความดังของเสียง



รูปที่ 5.14 แสดงแผนภูมิควบคุมของความขาวสว่าง



รูปที่ 5.15 แสดงแผนภูมิควบคุมของฝุ่นละออง

5.2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางด้านความรู้สึกรักกับคุณลักษณะที่วัดค่าได้

โดยการนำพล็อตกราฟแผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) และทำการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson's Correlation Coefficient

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

ตัวอย่างการสังเคราะห์ค่า r ของความสัมพันธ์ปริมาณแรงในการกำกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ

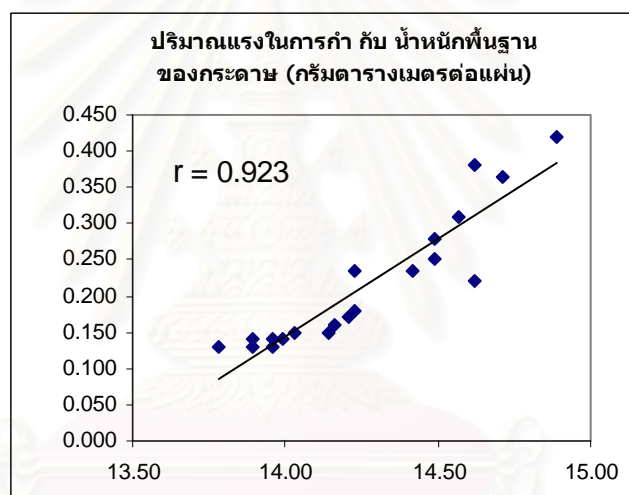
ความน่าจะเป็นในการกำสูงที่สุด	น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ	X ²	Y ²	XY
X	Y			
0.130	13.78	0.017	189.89	13.78
0.130	13.96	0.017	194.88	13.96
0.140	13.99	0.020	195.72	13.99
0.150	14.03	0.023	196.84	14.03
0.220	14.62	0.048	213.74	14.62
0.130	13.89	0.017	192.93	13.89
0.234	14.42	0.055	207.94	14.42
0.234	14.23	0.055	202.49	14.23
0.140	13.89	0.020	192.93	13.89
0.280	14.49	0.078	209.96	14.49
0.380	14.62	0.144	213.74	14.62
0.421	14.89	0.177	221.71	14.89
0.365	14.71	0.133	216.38	14.71
0.250	14.49	0.063	209.96	14.49
0.310	14.57	0.096	212.28	14.57
0.180	14.23	0.032	202.49	14.23
0.150	14.14	0.023	199.94	14.14
0.140	13.96	0.020	194.88	13.96
0.160	14.16	0.026	200.51	14.16
0.170	14.21	0.029	201.92	14.21
$\Sigma X = 4.314$	$\Sigma Y = 285.28$	$\Sigma X^2 = 1.09$	$\Sigma Y^2 = 4071$	$\Sigma XY = 285$

$$r = \frac{(20 \times 285) - (4.314 \times 285.28)}{\sqrt{[(20 \times 1.09 - 4.314^2)(20 \times 4071 - 285.28^2)']}}$$

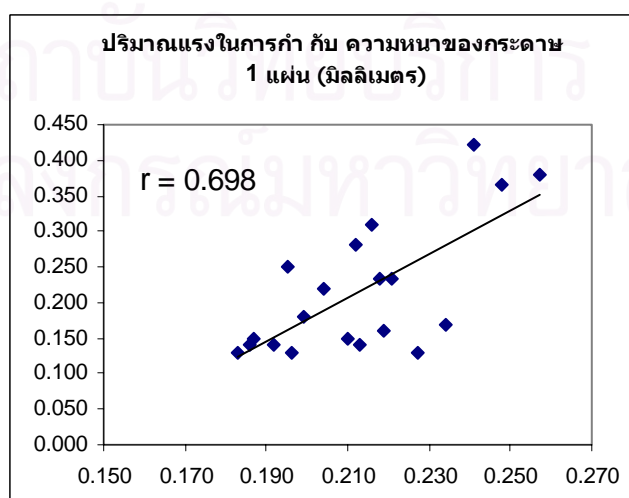
$$= 0.923$$

ดังนั้น ค่า r ของปริมาณแรงในการกำกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษเท่ากับ 0.923

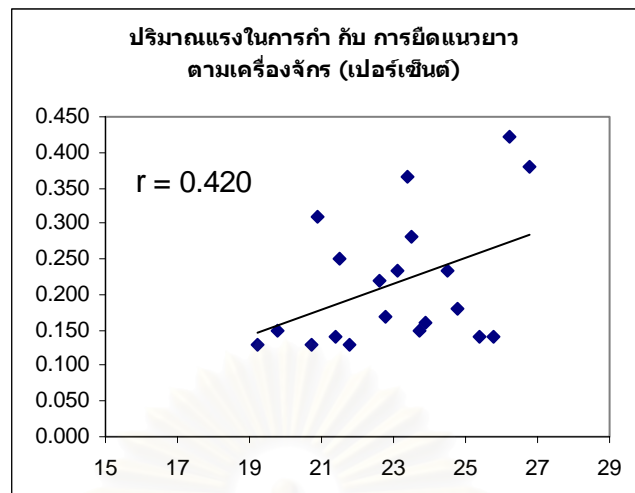
ปริมาณแรงในการกำ มีความสัมพันธ์สูงกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ แรงดึงตามแนวยาว แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและขณะเปียก มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับกับความหนาของกระดาษและการยืดตามแนวยาว แต่ไม่มีความสัมพันธ์หรือมีความสัมพันธ์ต่ำกับดัชนีการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ ความขาวสว่าง และปริมาณฝุ่นละออง



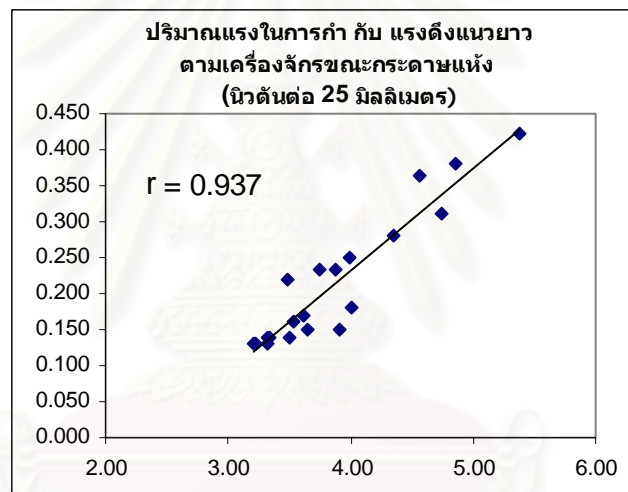
รูปที่ 5.16 ปริมาณแรงในการกำ กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



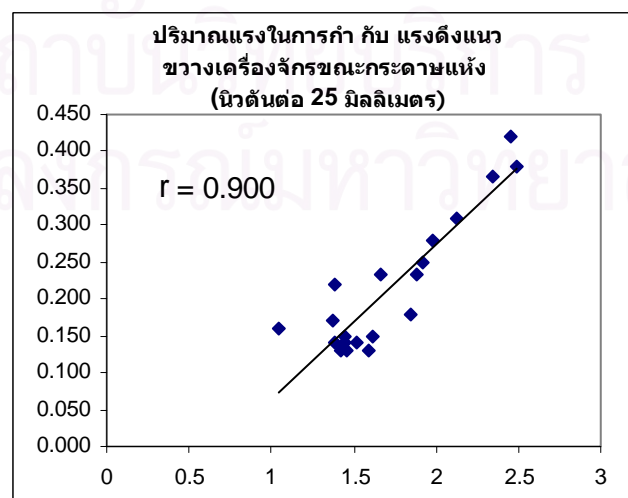
รูปที่ 5.17 ปริมาณแรงในการกำ กับ ความหนาของกระดาษ 1 แผ่น



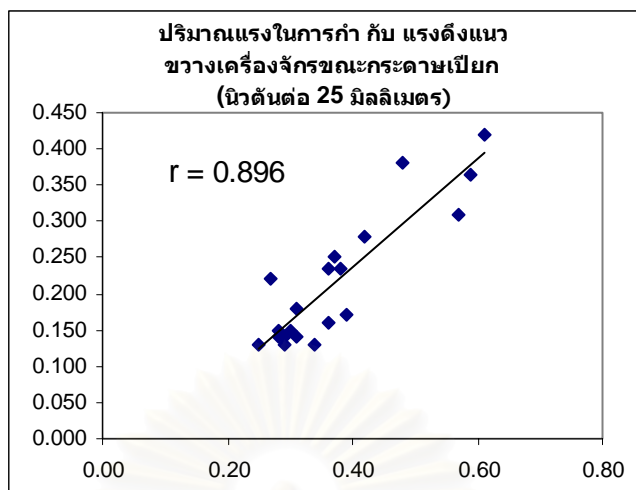
รูปที่ 5.18 ปริมาณแรงในการท่า กับ การยืดตามแนวยาว



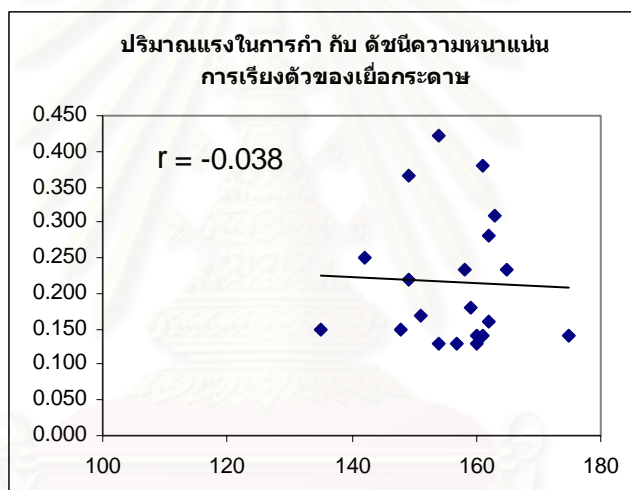
รูปที่ 5.19 ปริมาณแรงในการท่า กับ แรงดึงตามแนวยาวขณะแห้ง



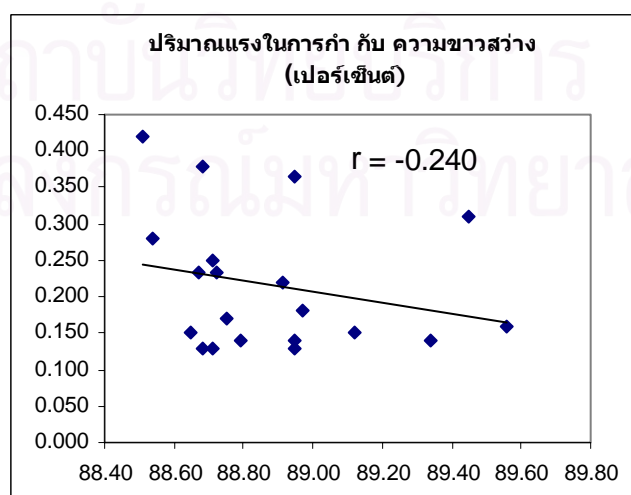
รูปที่ 5.20 ปริมาณแรงในการท่า กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



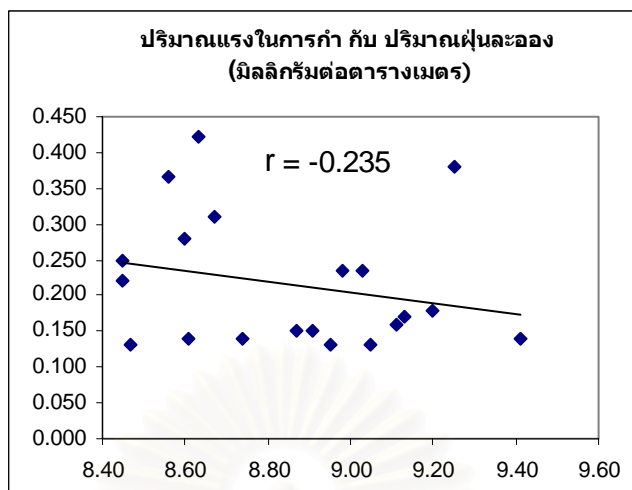
รูปที่ 5.21 ปริมาณแรงในการกำ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.22 ปริมาณแรงในการกำ กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

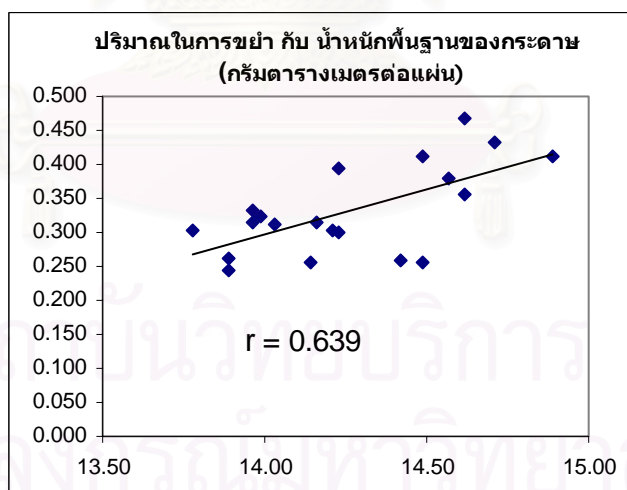


รูปที่ 5.23 ปริมาณแรงในการกำ กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

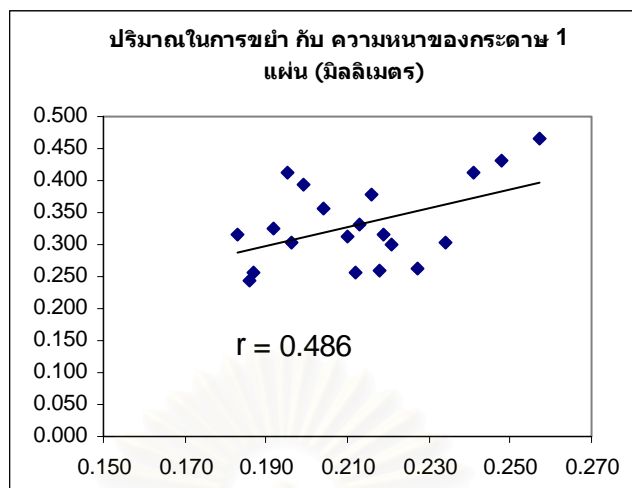


รูปที่ 5.24 ปริมาณแรงในการกำ กับ ปริมาณฝุ่นละออง

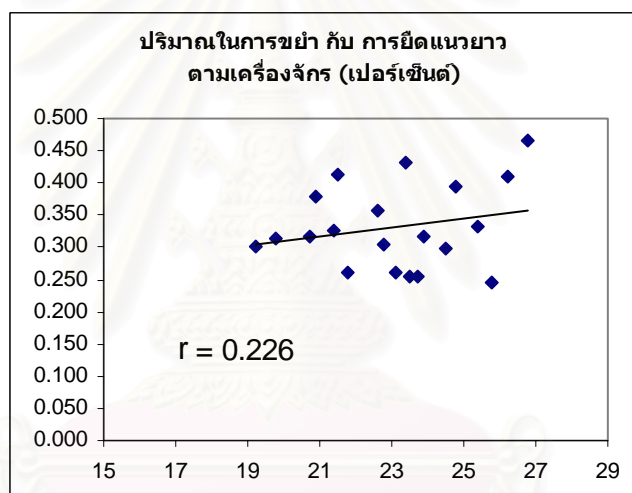
ปริมาณแรงในการบดขยี้ มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงหรือสูงกับน้ำหนักพื้นฐานของ
 กระดาษ ความหนาของกระดาษ แรงดึงตามแนวยาว แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและขณะเปียก
 แต่ไม่มีความสัมพันธ์หรือมีความสัมพันธ์ต่ำกับการยืดตามแนวยาว ดัชนีการเรียงตัวของเยื่อ
 กระดาษ ความขาวสว่าง และปริมาณฝุ่นละออง



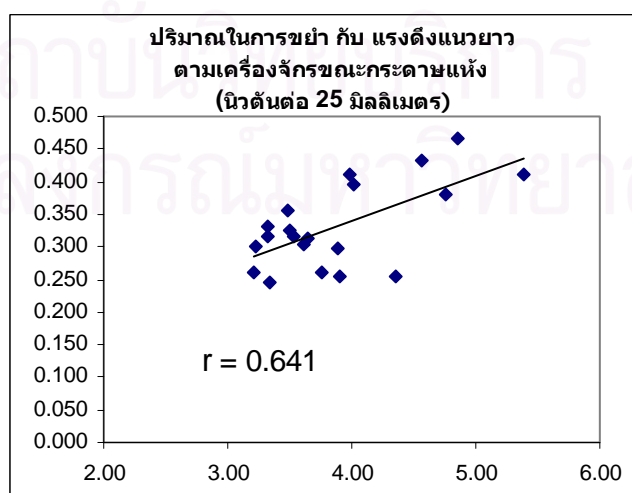
รูปที่ 5.25 ปริมาณแรงในการบดขยี้ กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



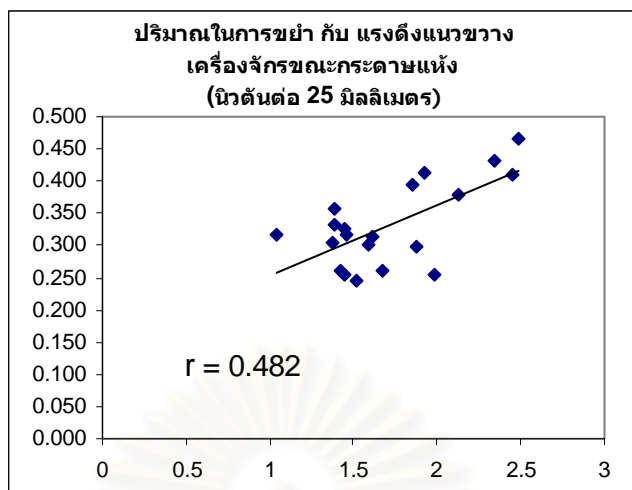
รูปที่ 5.26 ปริมาณแรงในการบดขยำ กับ ความหนาของกระดาษ 1 แผ่น



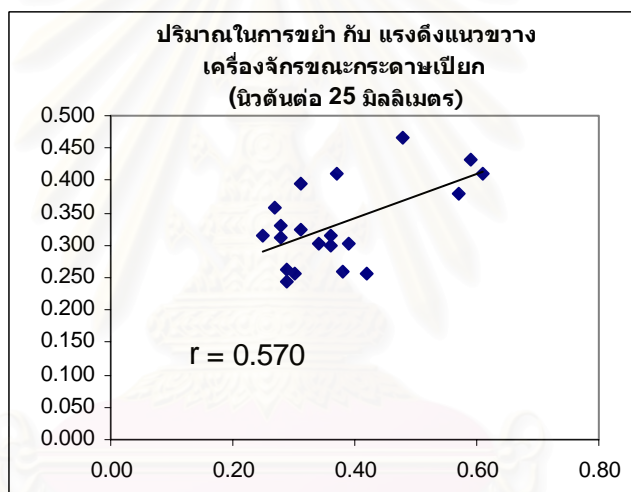
รูปที่ 5.27 ปริมาณแรงในการบดขยำ กับ การยืดตามแนวยาว



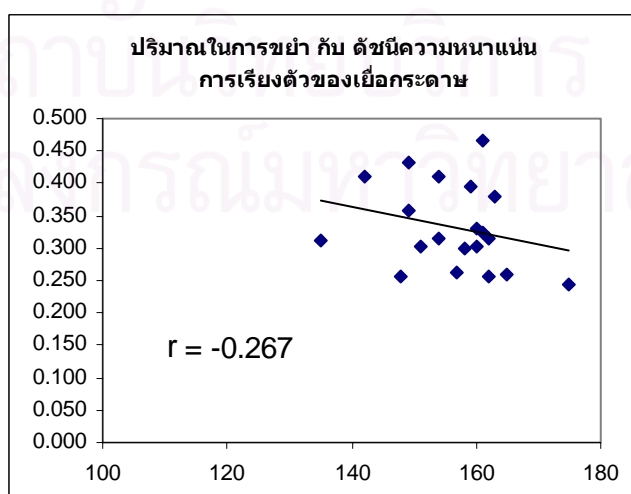
รูปที่ 5.28 ปริมาณแรงในการบดขยำ กับ แรงดึงตามแนวยาว



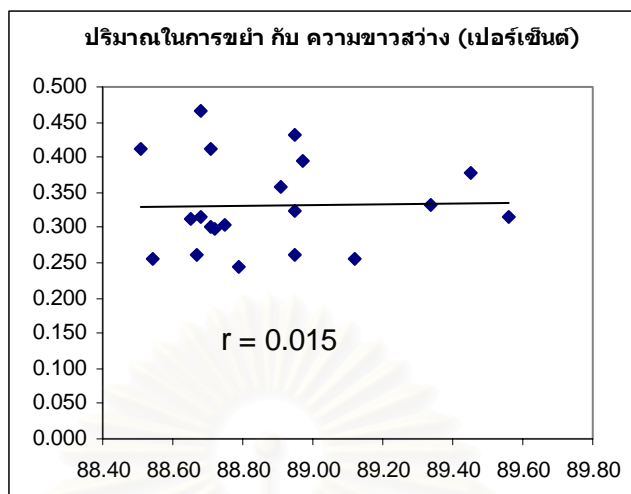
รูปที่ 5.29 ปริมาณแรงในการบดขยำ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



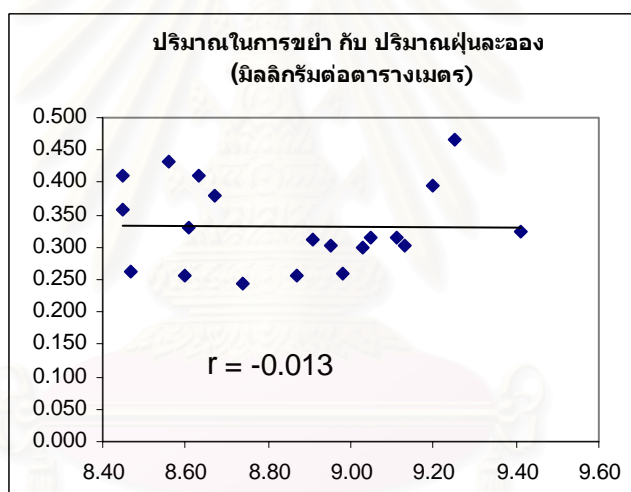
รูปที่ 5.30 ปริมาณแรงในการบดขยำ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.31 ปริมาณแรงในการบดขยำ กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเปลือกกระดาด

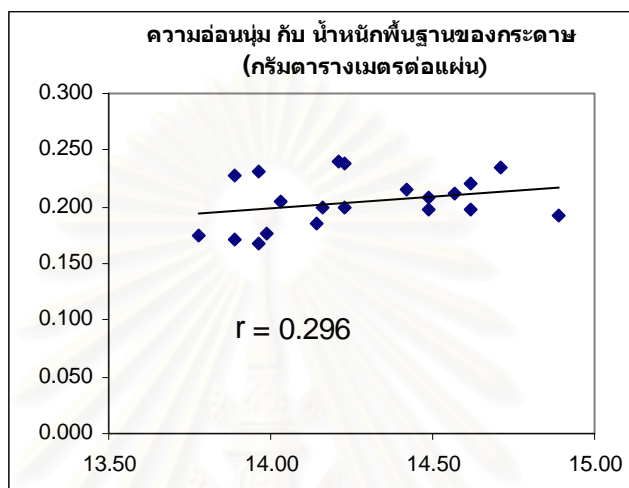


รูปที่ 5.32 ปริมาณแรงในการบดขยำ กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

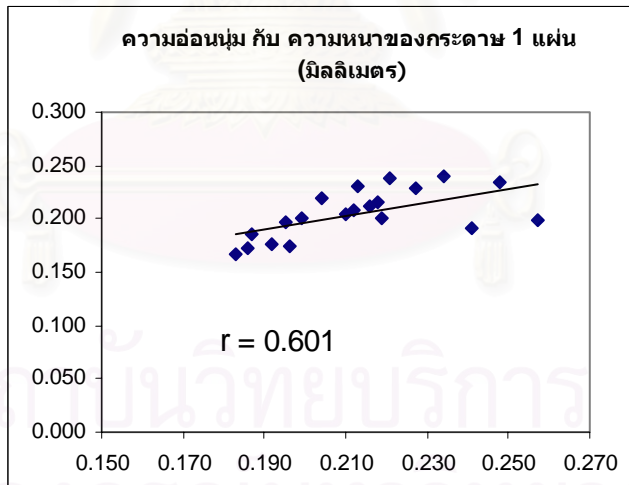


รูปที่ 5.33 ปริมาณแรงในการบดขยำ กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

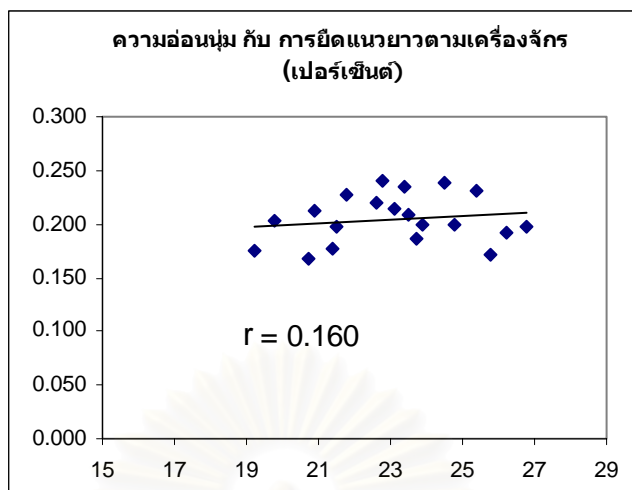
ความอ่อนนุ่ม มีความสัมพันธ์ปานกลางกับความหนาของกระดาษ มีความสัมพันธ์ค่อนข้างเล็กน้อยกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก และปริมาณฝุ่นละออง แต่แทบไม่มีหรือไม่มีความสัมพันธ์กับแรงดึงตามแนวยาว แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง การยืดตามแนวยาว ดัชนีการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ และความขาวสว่าง



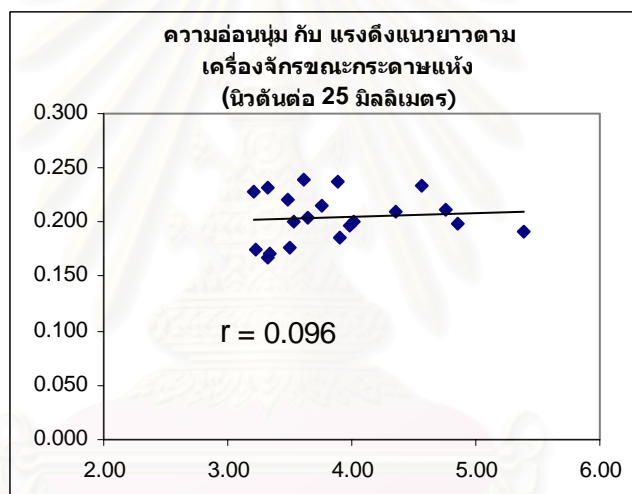
รูปที่ 5.34 ความอ่อนนุ่ม กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



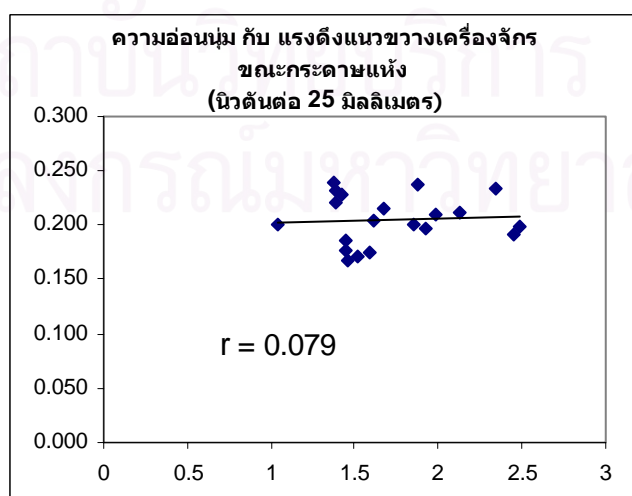
รูปที่ 5.35 ความอ่อนนุ่ม กับ ความหนาของกระดาษ



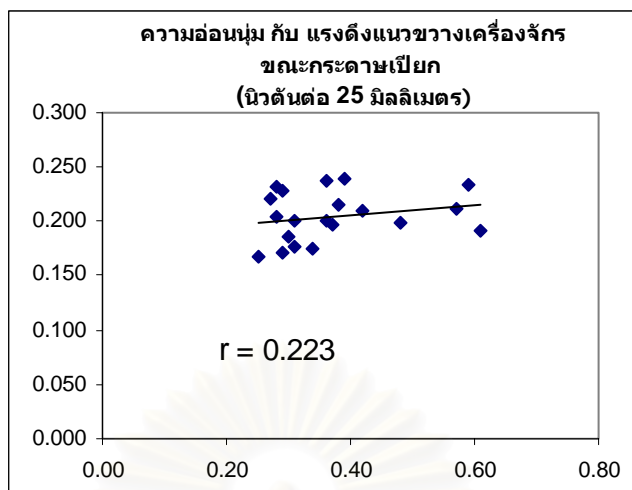
รูปที่ 5.36 ความอ่อนนุ่ม กับ การยืดตามแนวยาว



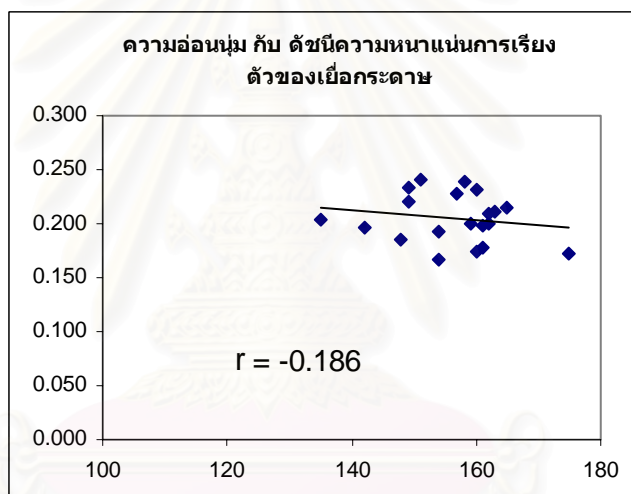
รูปที่ 5.37 ความอ่อนนุ่ม กับ แรงดึงตามแนวยาว



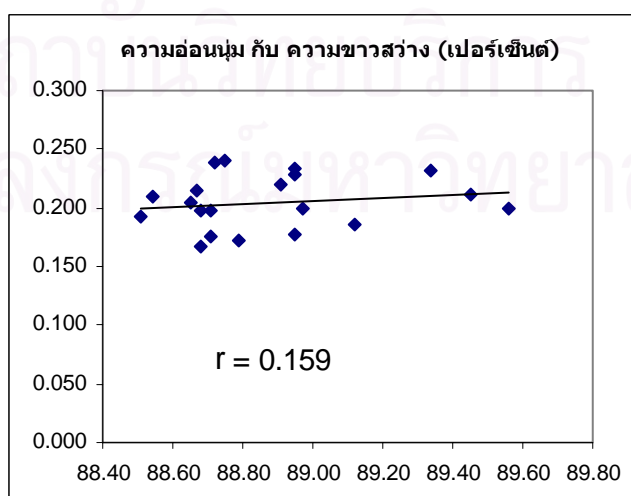
รูปที่ 5.38 ความอ่อนนุ่ม กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



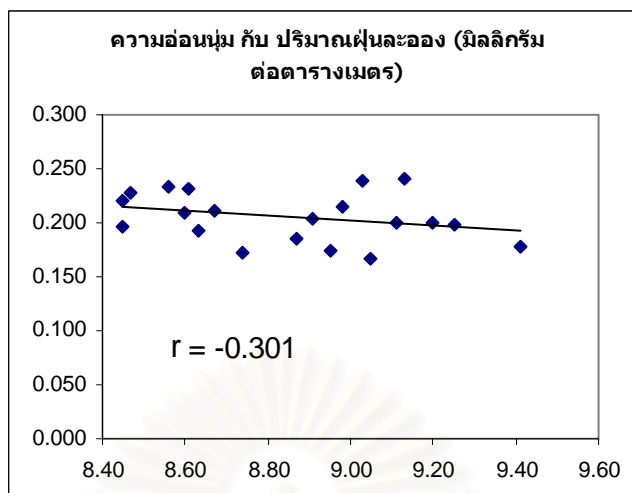
รูปที่ 5.39 ความอ่อนนุ่ม กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.40 ความอ่อนนุ่ม กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

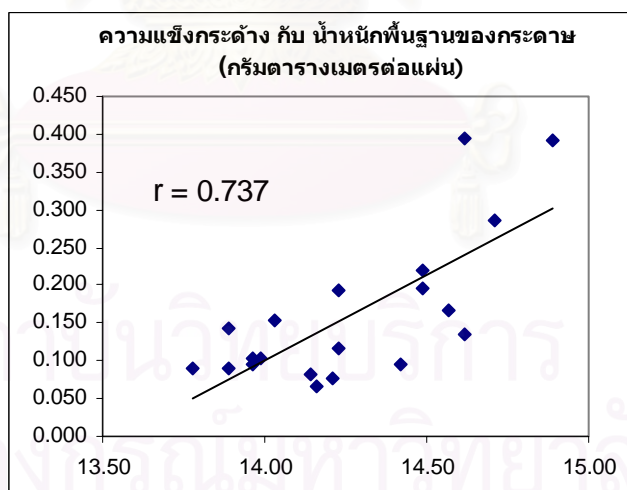


รูปที่ 5.41 ความอ่อนนุ่ม กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

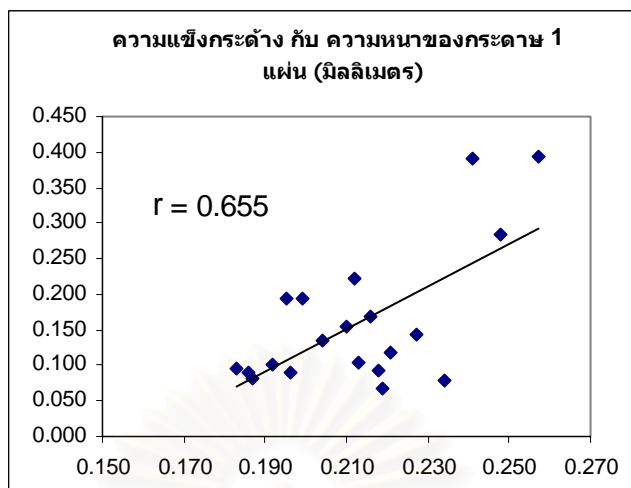


รูปที่ 5.42 ความอ่อนนุ่ม กับ ฝุ่นละอองที่วัดได้

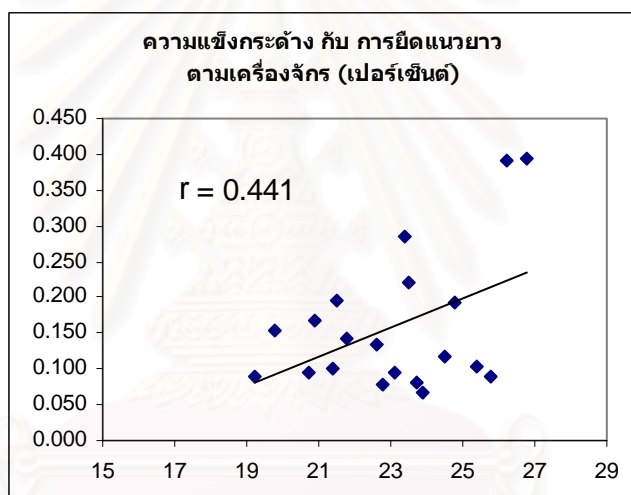
ความแข็งกระด้าง มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงหรือสูงกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ ความหนาของกระดาษ แรงดึงตามแนวยาว แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและขณะเปียก มีความสัมพันธ์ปานกลางกับการยืดตามแนวยาว แต่มีความสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ ความขาวสว่าง และปริมาณฝุ่นละออง



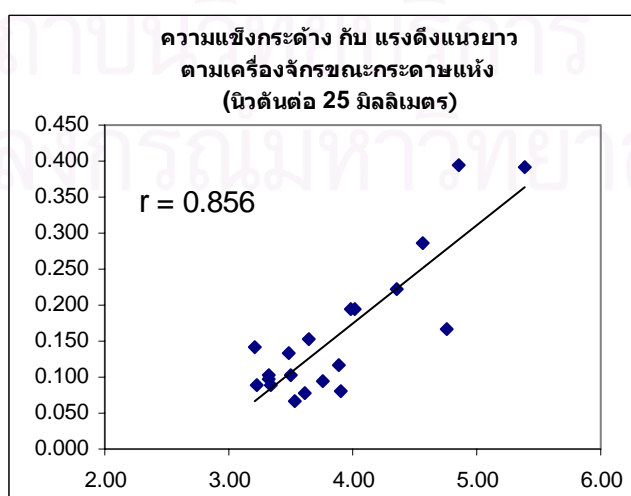
รูปที่ 5.43 ความแข็งกระด้าง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



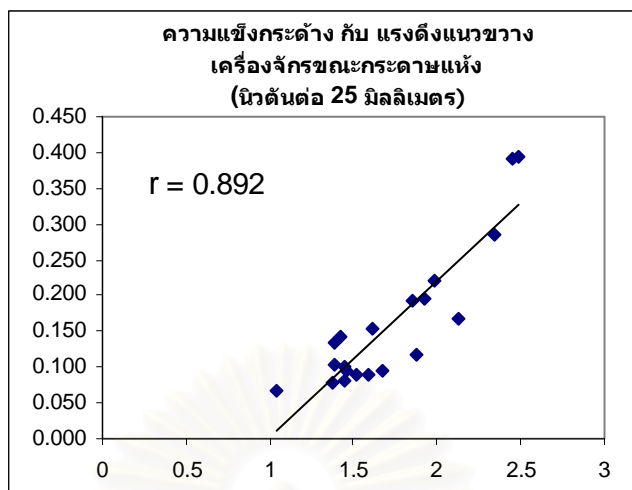
รูปที่ 5.44 ความแข็งกระด้าง กับ ความหนาของกระดาษ



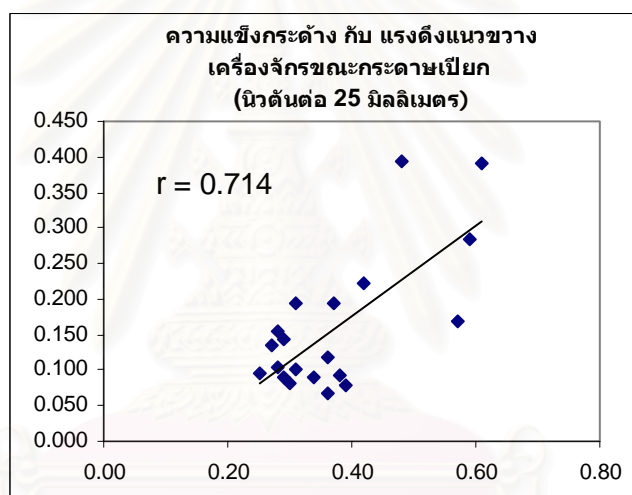
รูปที่ 5.45 ความแข็งกระด้าง กับ การยืดตามแนวยาว



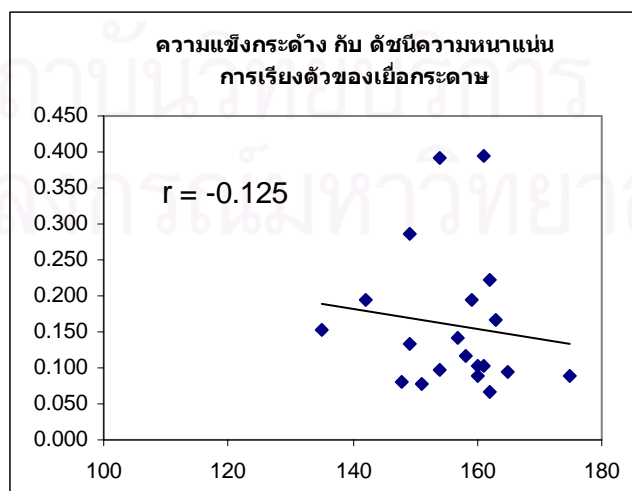
รูปที่ 5.46 ความแข็งกระด้าง กับ แรงดึงตามแนวยาว



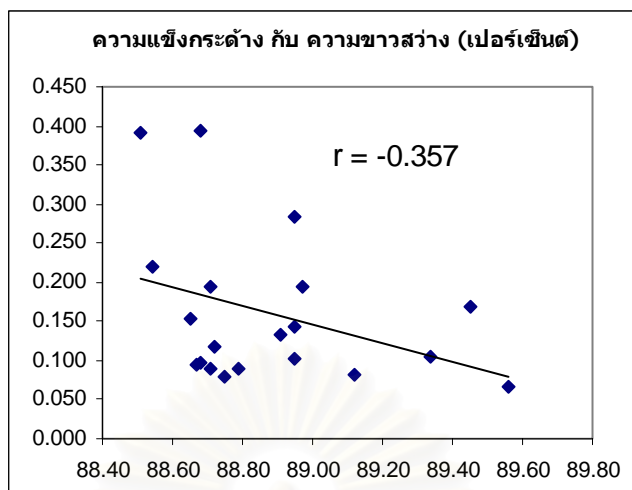
รูปที่ 5.47 ความแข็งกระด้าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแข็ง



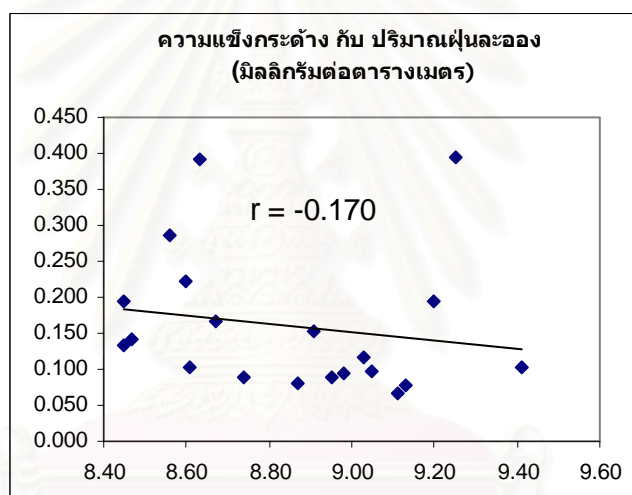
รูปที่ 5.48 ความแข็งกระด้าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปื่อย



รูปที่ 5.49 ความแข็งกระด้าง กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

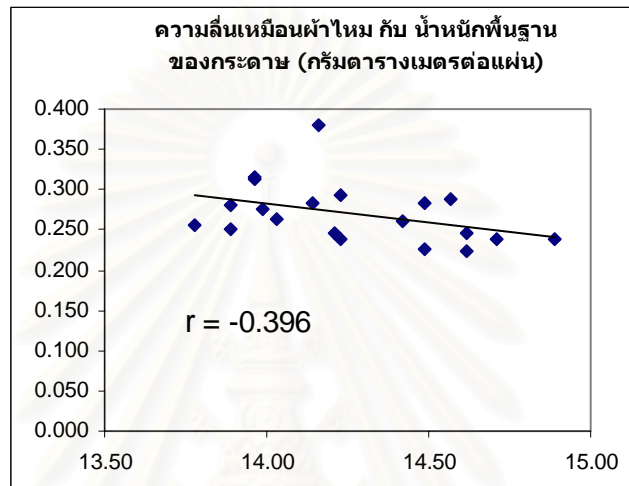


รูปที่ 5.50 ความแข็งกระด้าง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

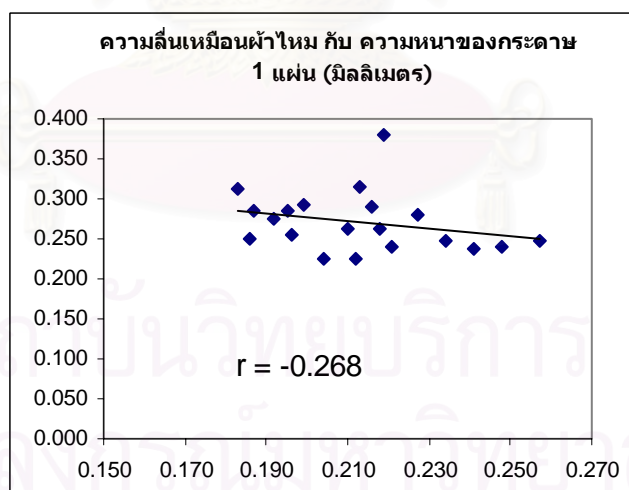


รูปที่ 5.51 ความแข็งกระด้าง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

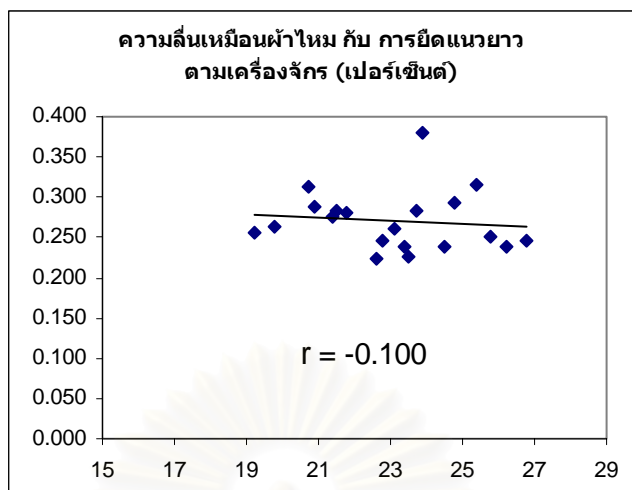
ความลื่นเหมือนผ้าไหม มีความสัมพันธ์ปานกลางกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง ความขาวสว่างซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากสารเคมีหรือกระบวนการผลิต มีความสัมพันธ์ต่ำกับกับความหนาของกระดาษ การยึดตามแนวยาว แรงดึงตามแนวยาว แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก ดัชนีการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ ปริมาณฝุ่นละออง ซึ่งควรติดตามหาข้อมูลวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อคู่มือโน้มความสัมพันธ์ต่อไป



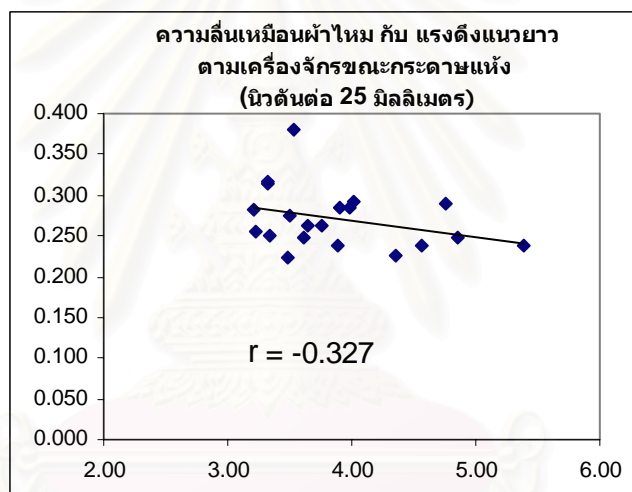
รูปที่ 5.52 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



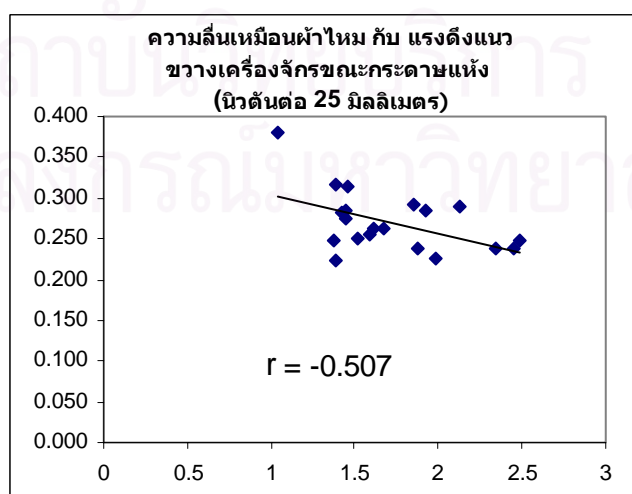
รูปที่ 5.53 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ ความหนาของกระดาษ



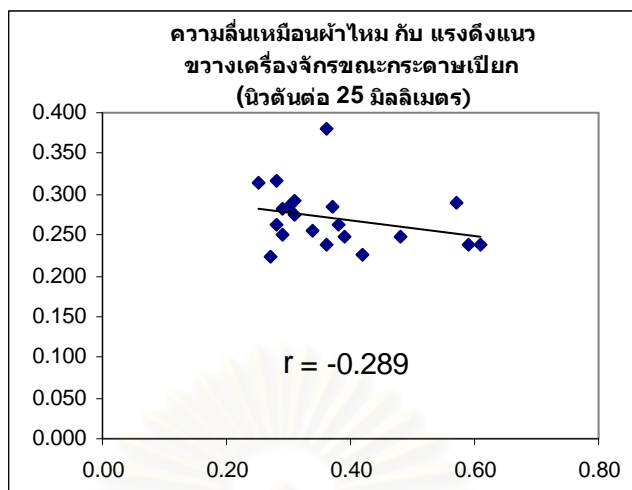
รูปที่ 5.54 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ การยืดตามแนวยาว



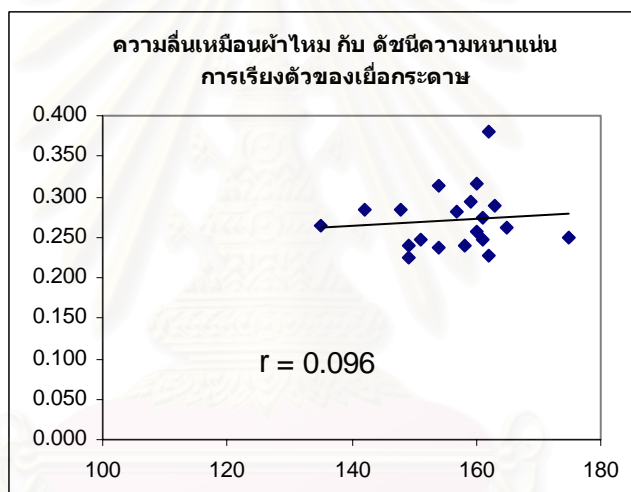
รูปที่ 5.55 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ แรงดึงตามแนวยาว



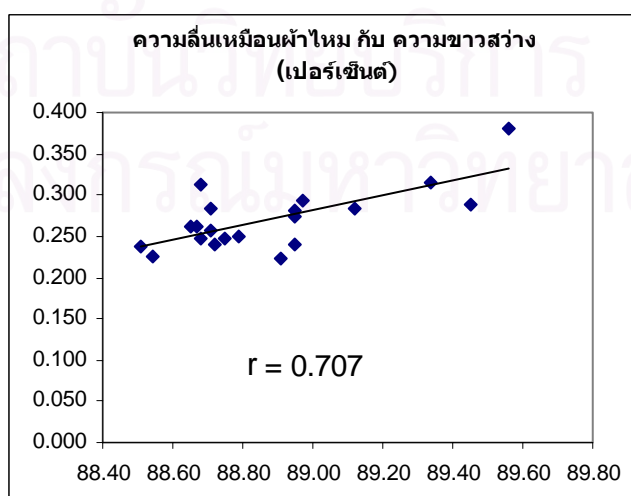
รูปที่ 5.56 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



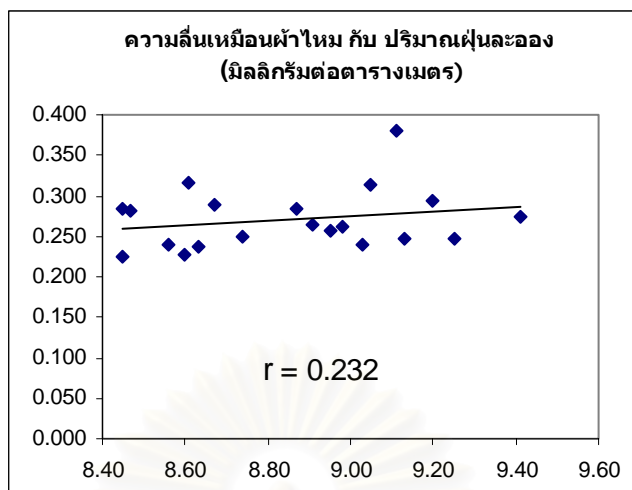
รูปที่ 5.57 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ แรงดึงตามแนวขวางกระดาษเปียก



รูปที่ 5.58 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

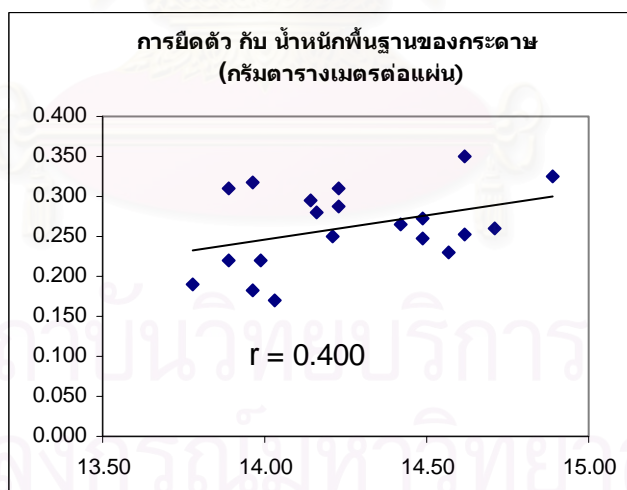


รูปที่ 5.59 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

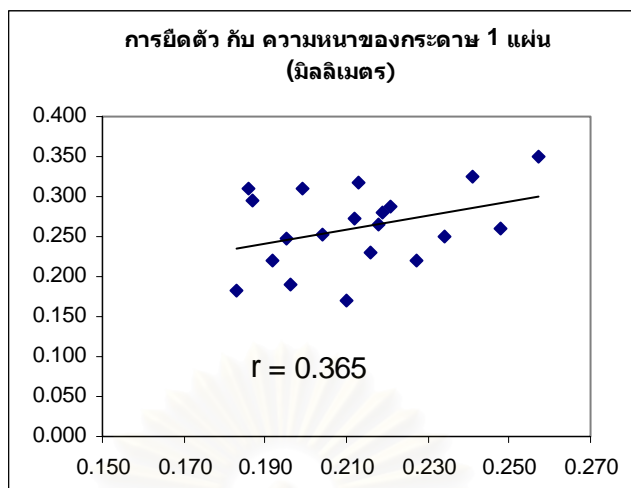


รูปที่ 5.60 ความลื่นเหมือนผ้าไหม กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

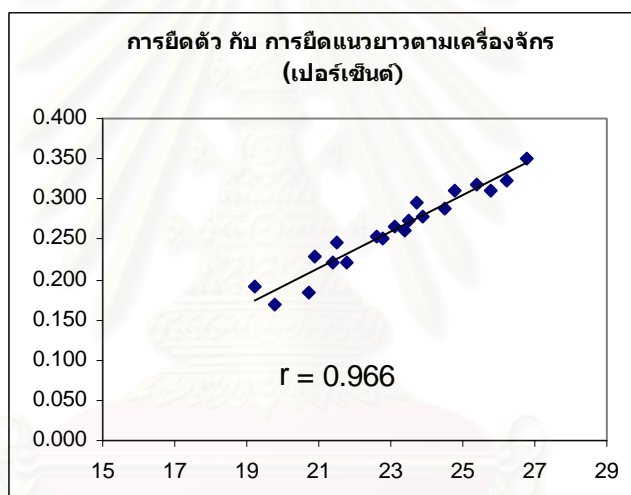
การยืดตัว มีความสัมพันธ์สูงกับค่าการยืดตามแนวยาวของเครื่องจักร และมีความสัมพันธ์ปานกลางกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ ความหนาของกระดาษ แรงดึงตามแนวยาว แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและขณะเปียก และดัชนีการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ แต่ไม่มีความสัมพันธ์หรือมีความสัมพันธ์ต่ำกับความขาวสว่าง และปริมาณฝุ่นละออง



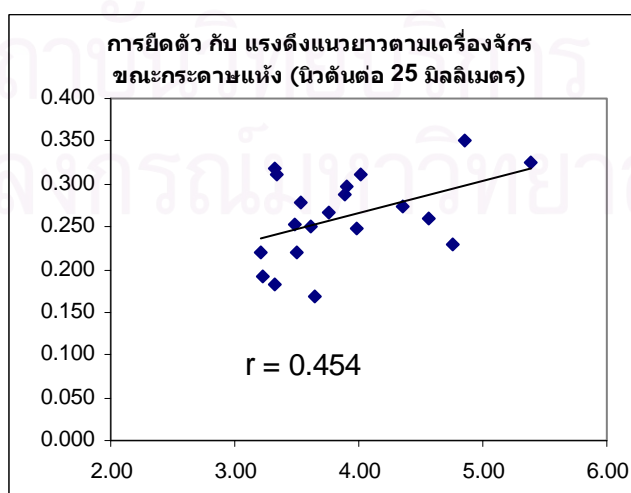
รูปที่ 5.61 การยืดตัว กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



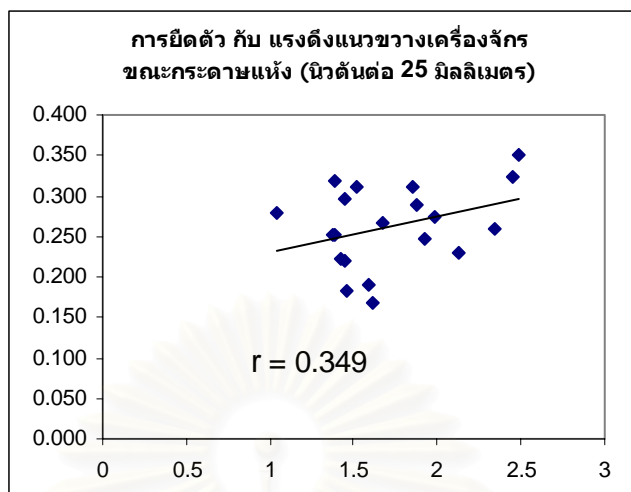
รูปที่ 5.62 การยืดตัว กับ ความหนาของกระดาษ



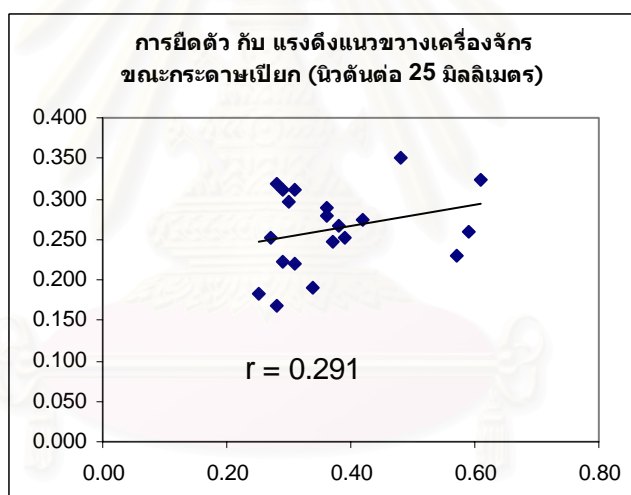
รูปที่ 5.63 การยืดตัว กับ การยืดตามแนวยาว



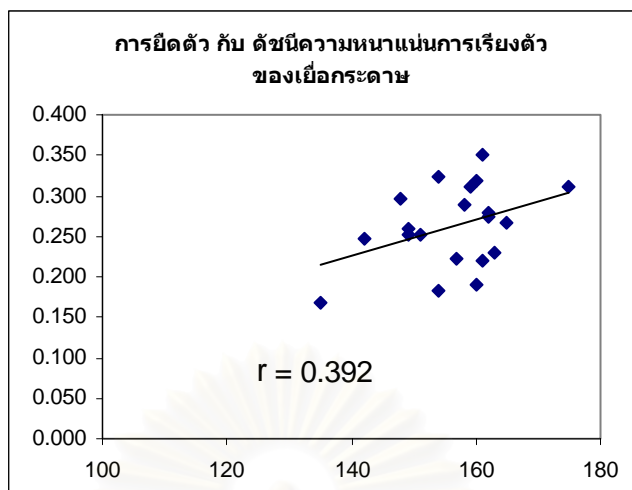
รูปที่ 5.64 การยืดตัว กับ แรงดึงตามแนวยาว



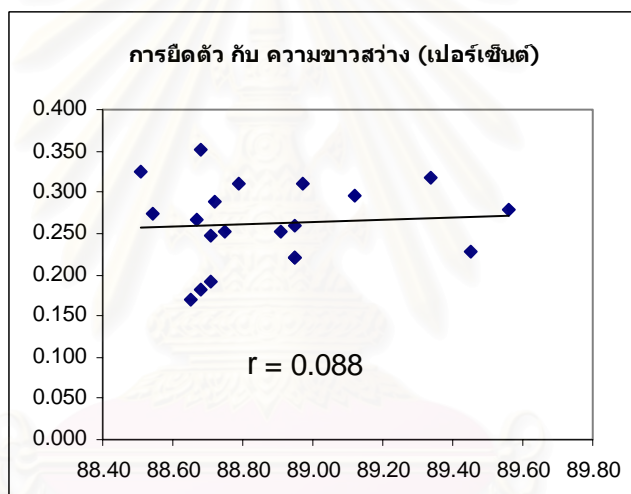
รูปที่ 5.65 การยึดตัว กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



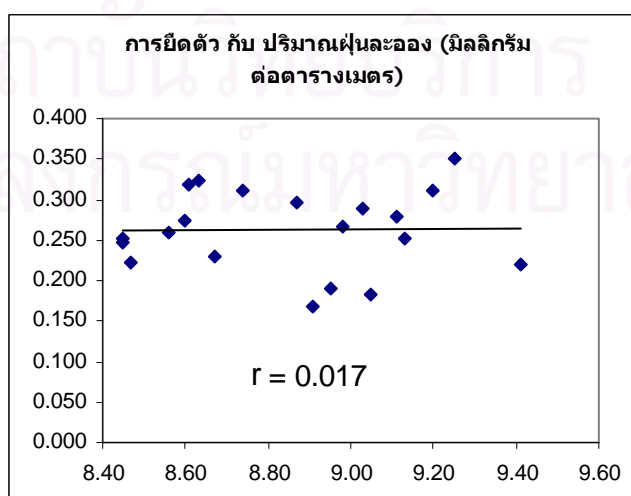
รูปที่ 5.66 การยึดตัว กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.67 การยืดตัว กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

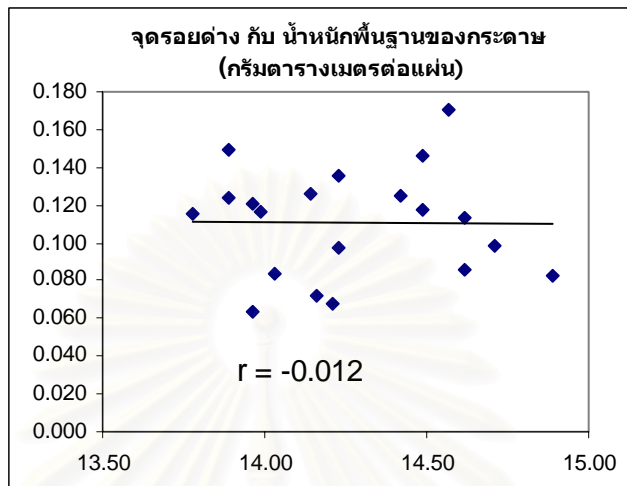


รูปที่ 5.68 การยืดตัว กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

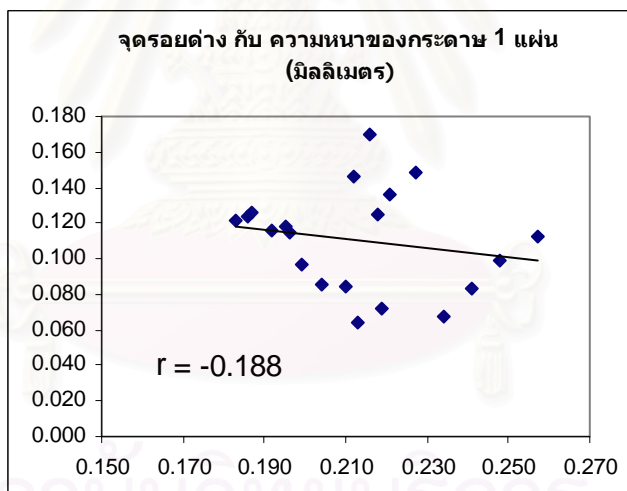


รูปที่ 5.69 การยืดตัว กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

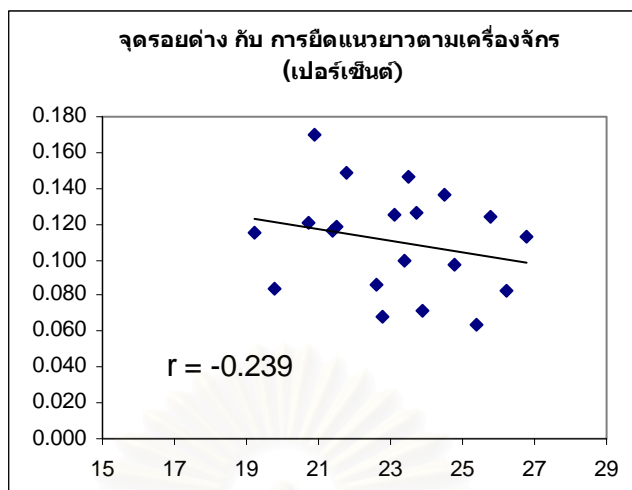
จุดรอยต่าง มีความสัมพันธ์ต่ำหรือ ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะที่วัดได้ทั้ง 9
คุณลักษณะ จึงควรเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อศึกษาแนวโน้มความสัมพันธ์ต่อคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง



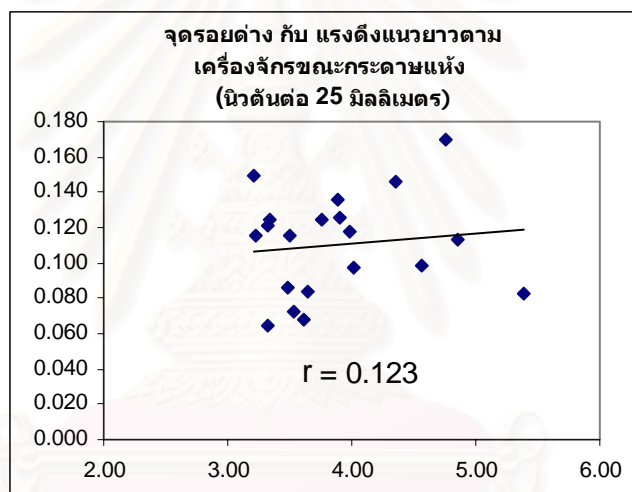
รูปที่ 5.70 จุดรอยต่าง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



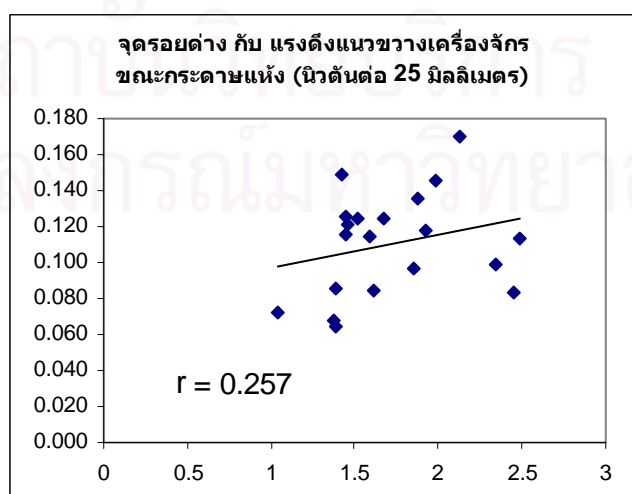
รูปที่ 5.71 จุดรอยต่าง กับ ความหนาของกระดาษ



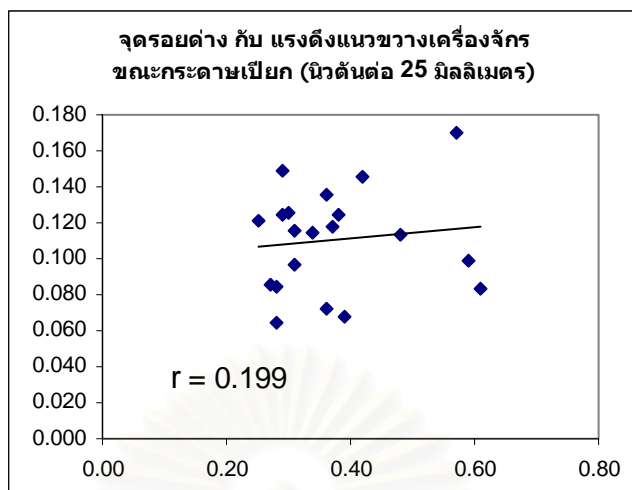
รูปที่ 5.72 จตุรยดต่าง กับ การยืดตามแนวยาว



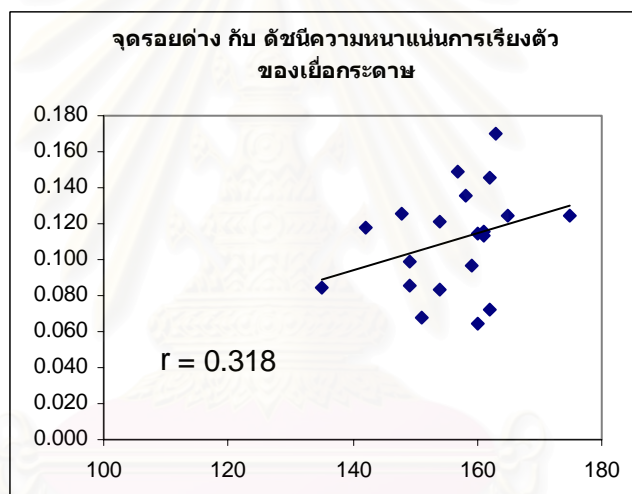
รูปที่ 5.73 จตุรยดต่าง กับ แรงดึงตามแนวยาว



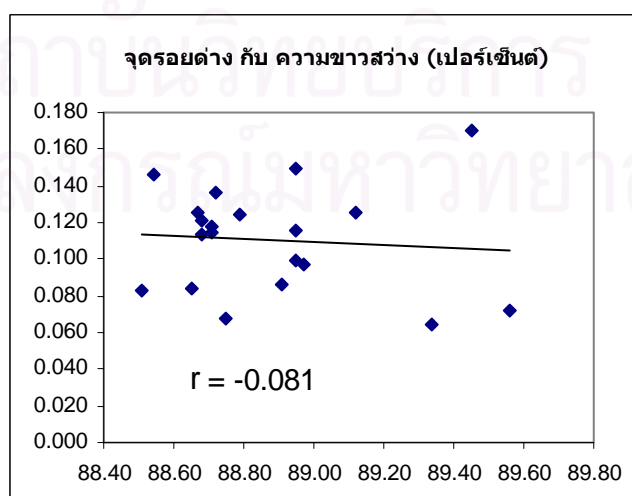
รูปที่ 5.74 จตุรยดต่าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



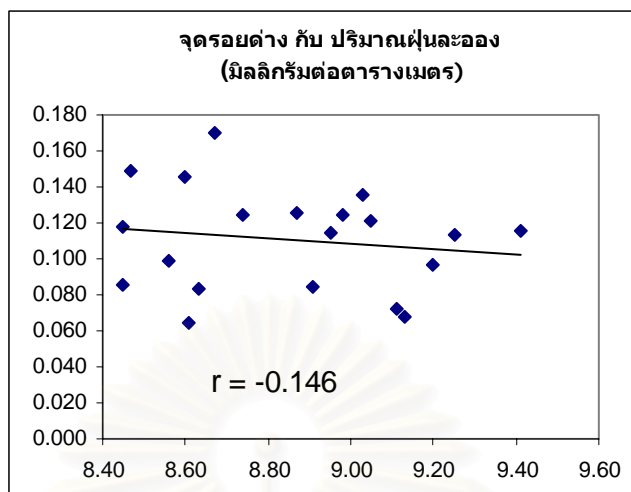
รูปที่ 5.75 จตุรยดต่าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.76 จตุรยดต่าง กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

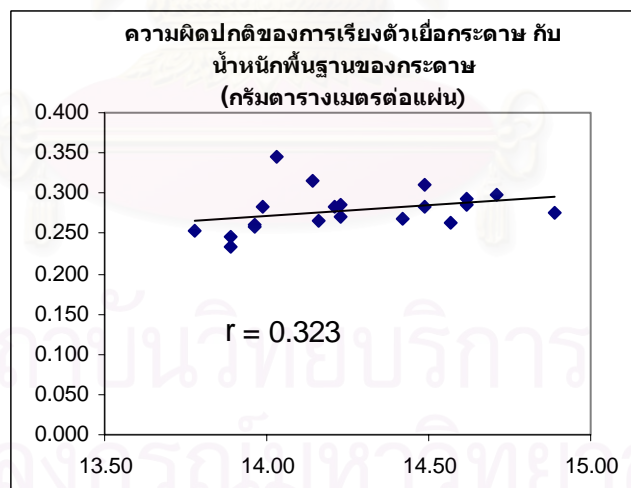


รูปที่ 5.77 จตุรยดต่าง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

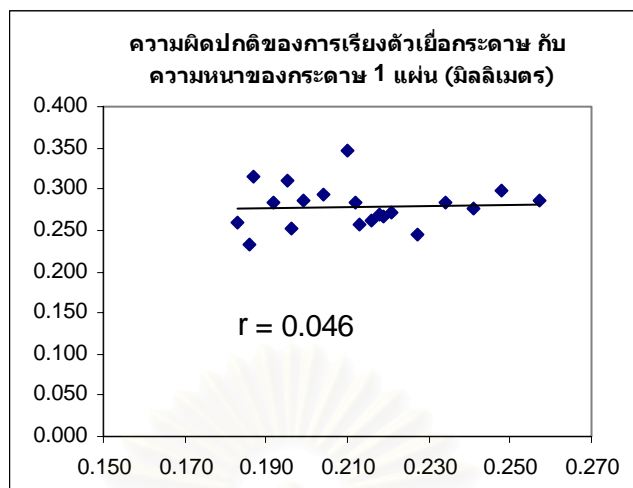


รูปที่ 5.78 จตุรยด่าง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

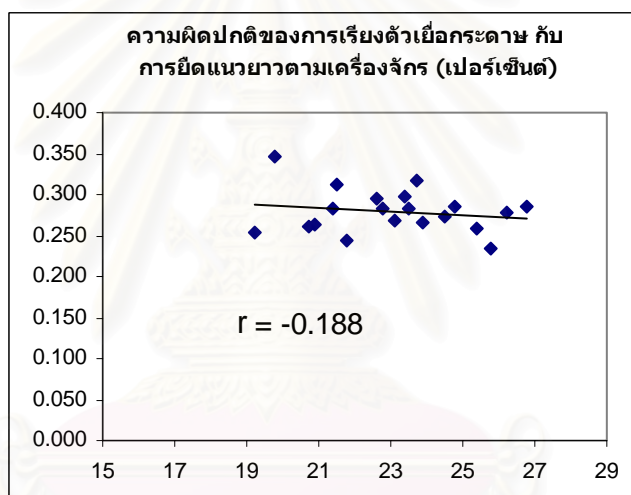
ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษมีความสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะที่วัดได้ทั้ง 9 คุณลักษณะ จึงควรเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อศึกษาแนวโน้มความสัมพันธ์ต่อคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง



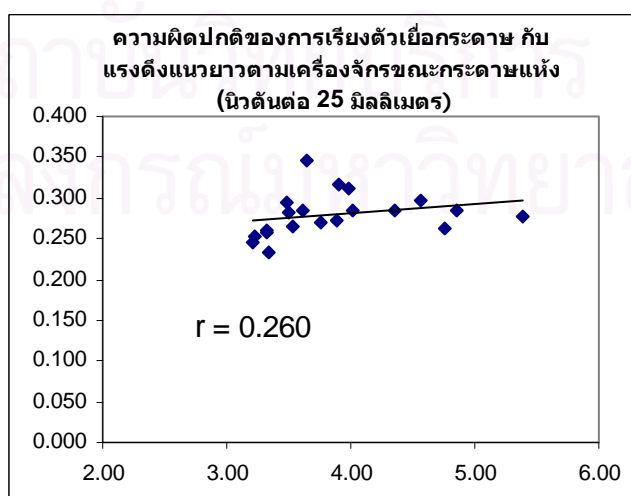
รูปที่ 5.79 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



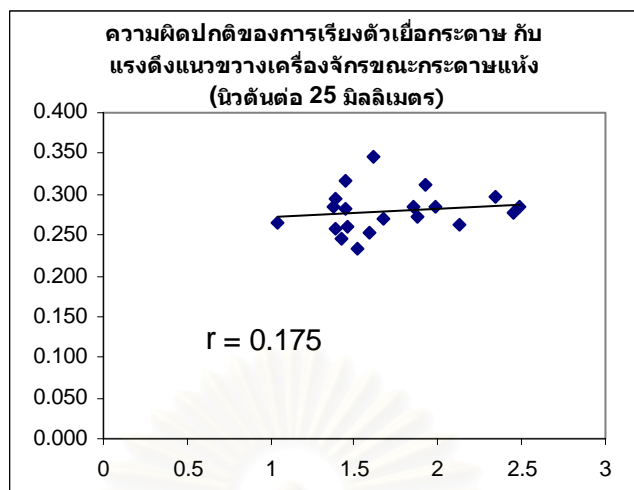
รูปที่ 5.80 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ ความหนาของกระดาษ



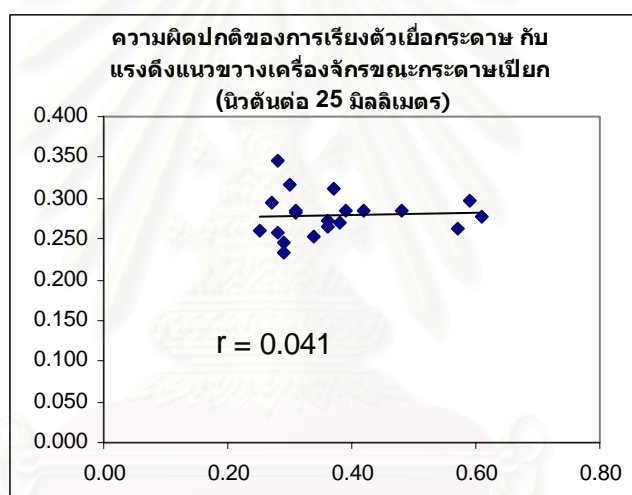
รูปที่ 5.81 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ การยืดตามแนวยาว



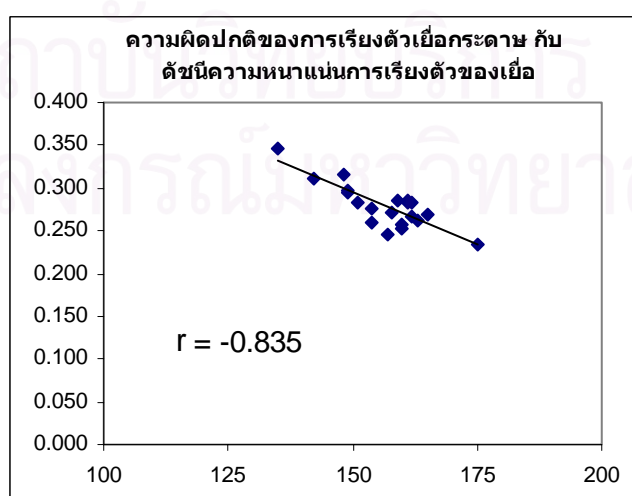
รูปที่ 5.82 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ แรงดึงตามแนวยาว



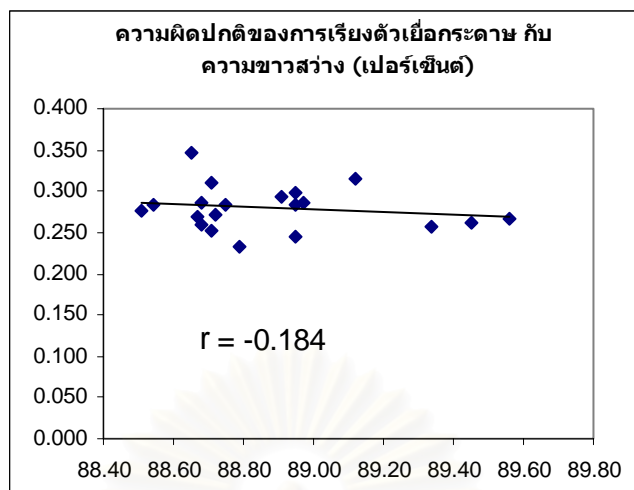
รูปที่ 5.83 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



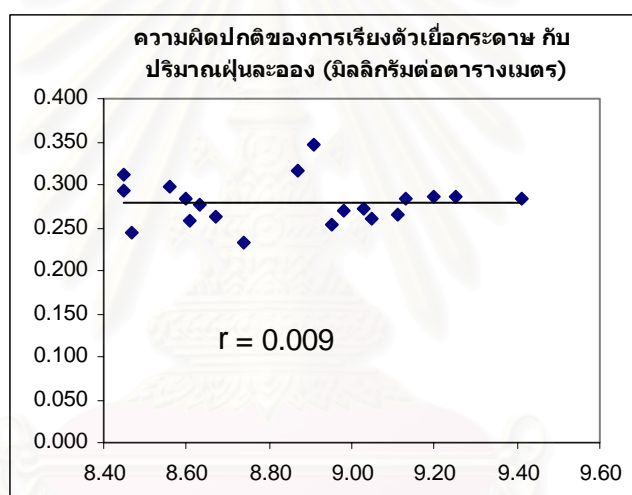
รูปที่ 5.84 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.85 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ ดัชนีการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ



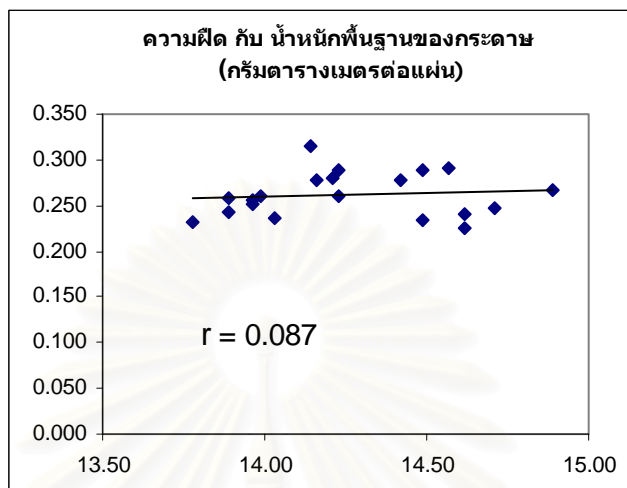
รูปที่ 5.86 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ ความขาวสว่างที่วัดได้



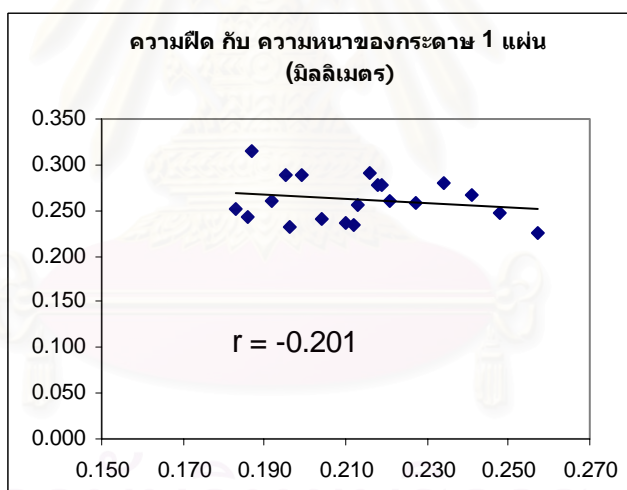
รูปที่ 5.87 ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษกับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

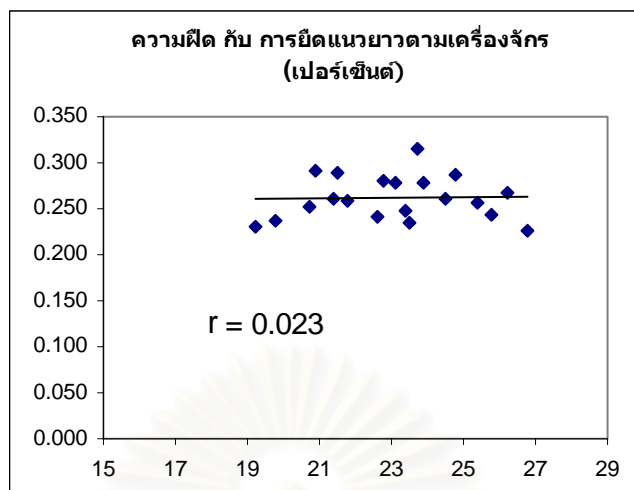
ความถี่มีความสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะที่วัดได้ทั้ง 9
คุณลักษณะ จึงควรเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อศึกษาแนวโน้มความสัมพันธ์ต่อคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง



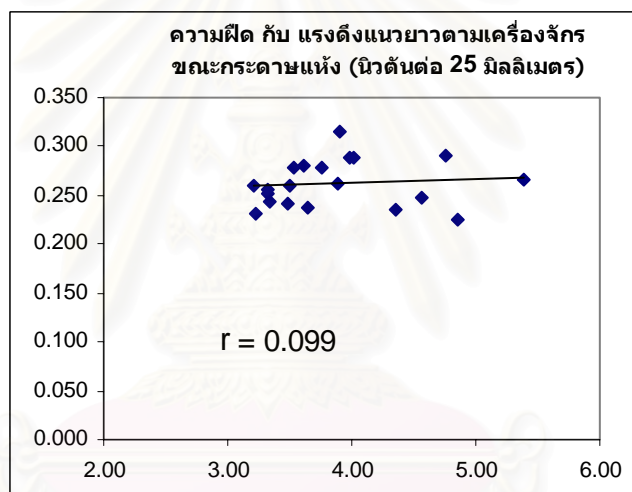
รูปที่ 5.88 ความถี่ กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



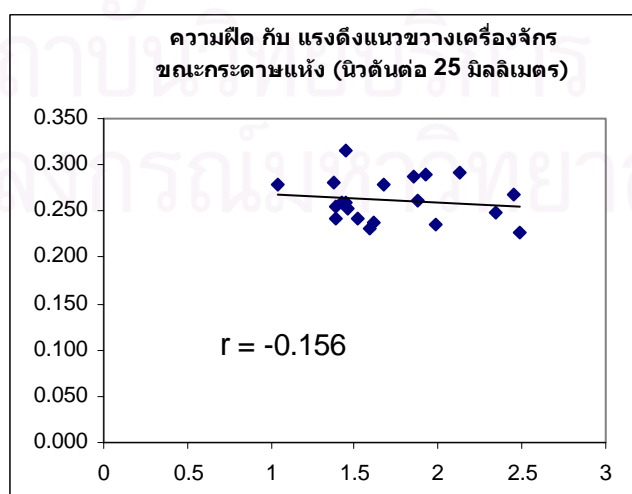
รูปที่ 5.89 ความถี่ กับ ความหนาของกระดาษ



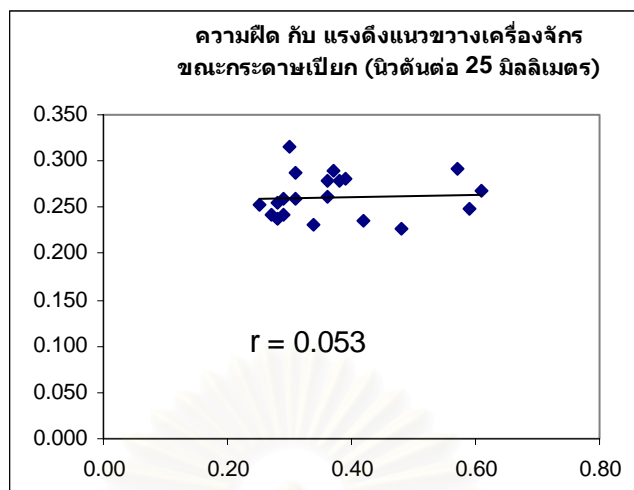
รูปที่ 5.90 ความผิด กับ การยืดตามแนวยาว



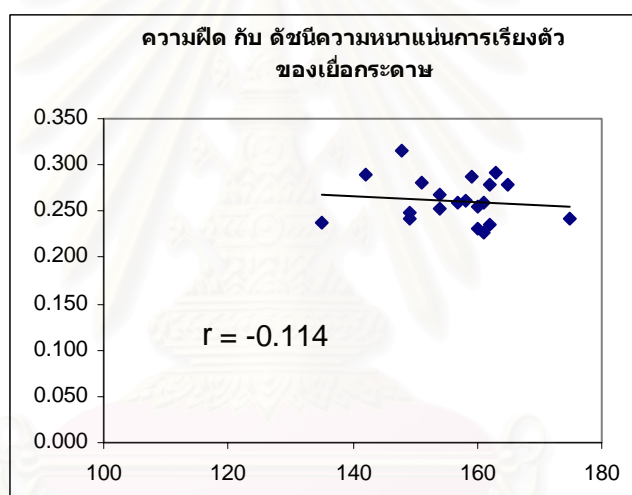
รูปที่ 5.91 ความผิด กับ แรงดึงตามแนวยาว



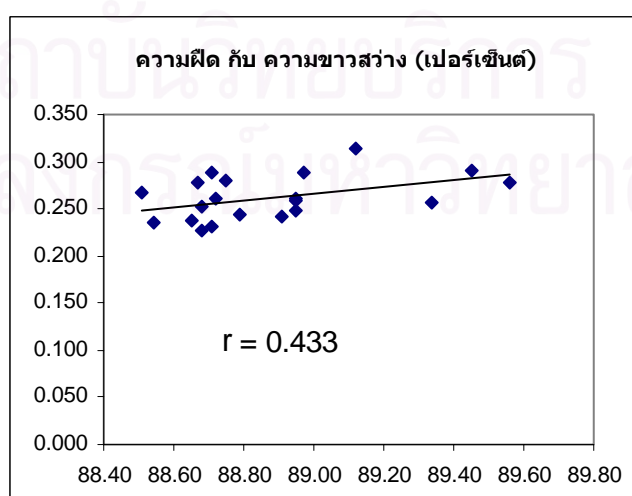
รูปที่ 5.92 ความผิด กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



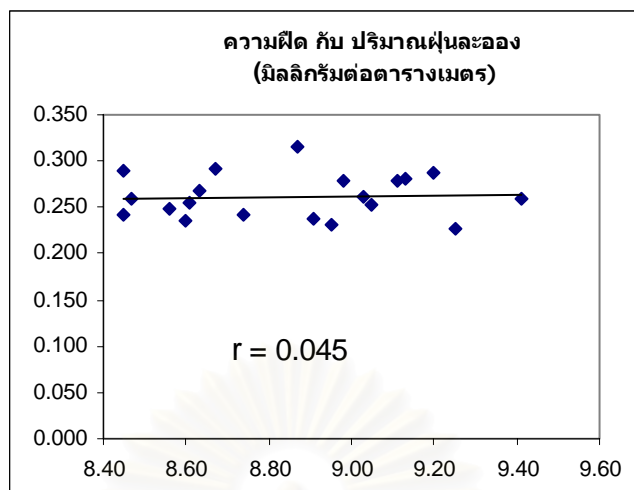
รูปที่ 5.93 ความฟืด กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.94 ความฟืด กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

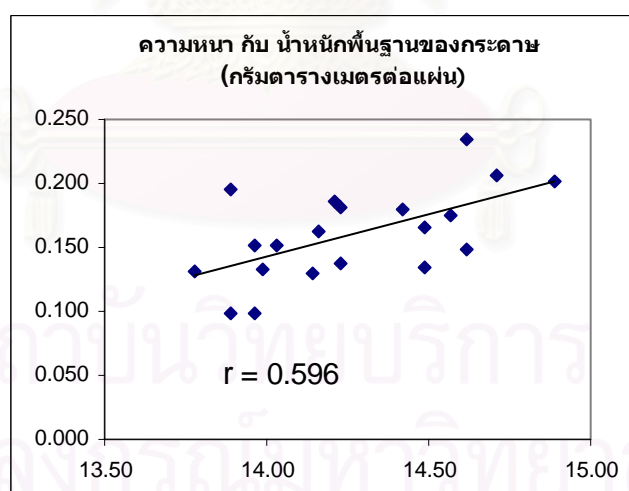


รูปที่ 5.95 ความฟืด กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

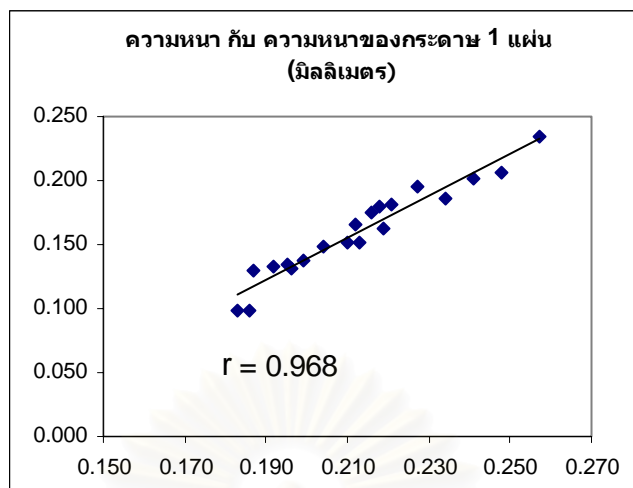


รูปที่ 5.96 ความผิด กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

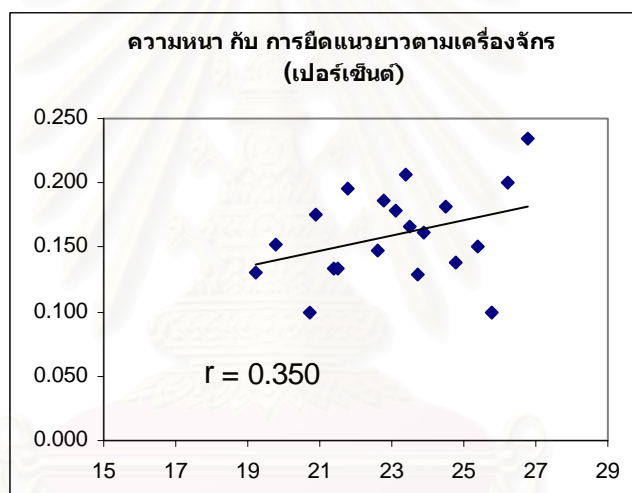
ความหนา มีความสัมพันธ์สูงและค่อนข้างสูงกับความหนาของกระดาษที่วัดได้ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ แรงดึงตามแนวยาว แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและเปียก มีความสัมพันธ์ปานกลางกับ การยืดตามแนวยาว แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ ความขาวสว่าง และปริมาณฝุ่นละออง



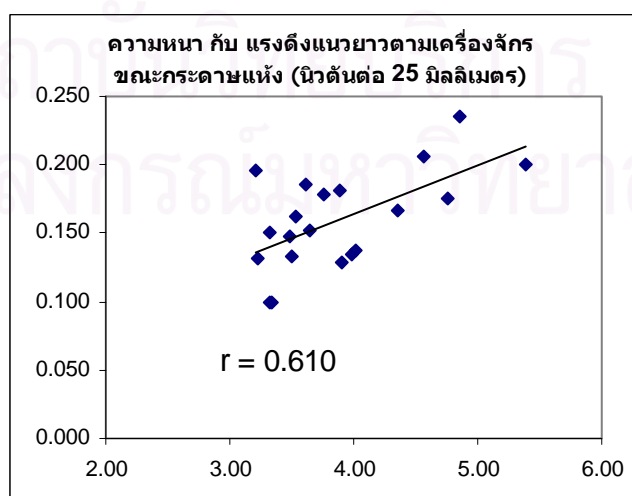
รูปที่ 5.97 ความหนา กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



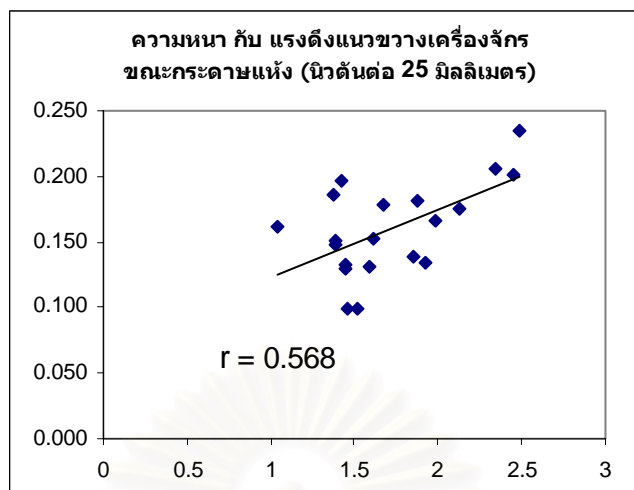
รูปที่ 5.98 ความหนา กับ ความหนาของกระดาษที่วัดได้



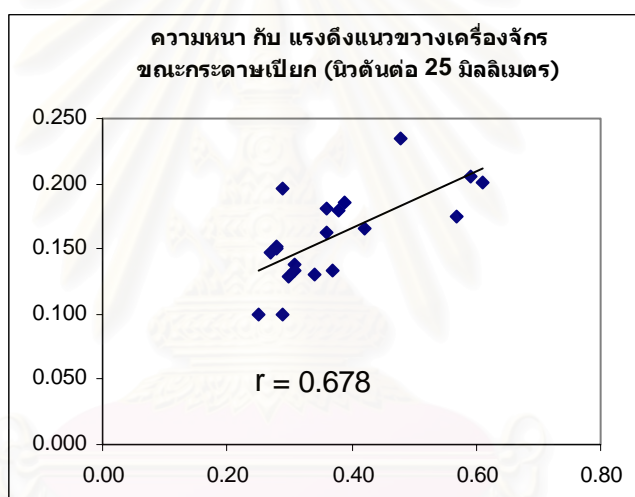
รูปที่ 5.99 ความหนา กับ การยืดตามแนวยาว



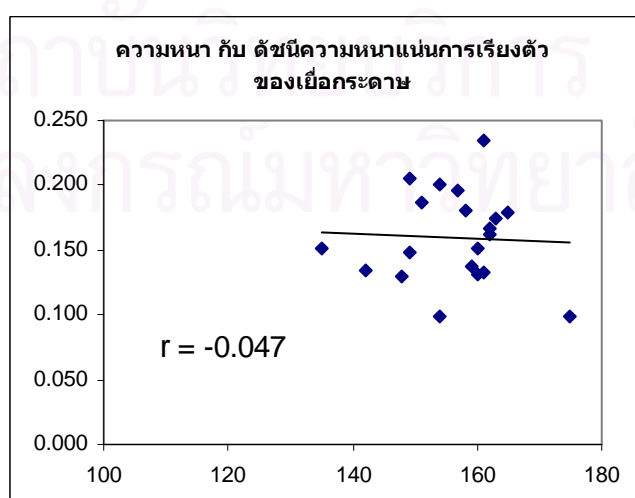
รูปที่ 5.100 ความหนา กับ แรงดึงตามแนวยาว



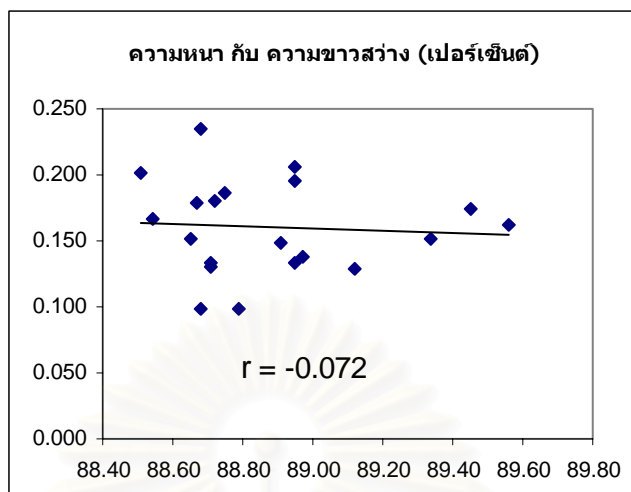
รูปที่ 5.101 ความหนา กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



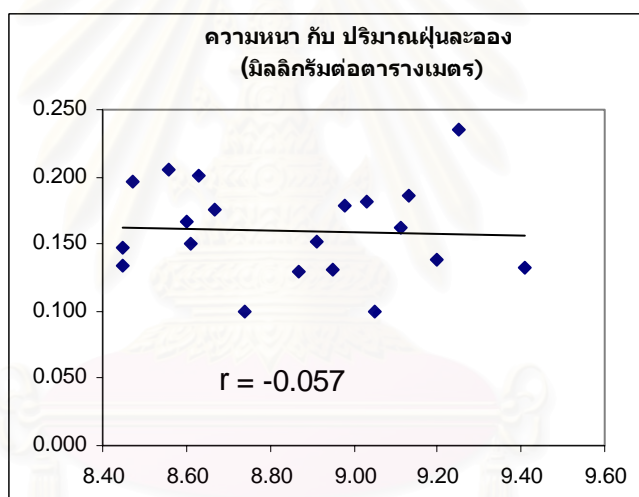
รูปที่ 5.102 ความหนา กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.103 ความหนา กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ



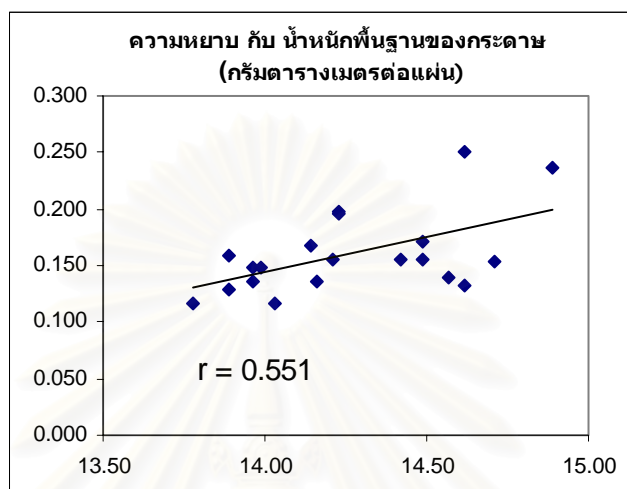
รูปที่ 5.104 ความหนา กับ ความขาวสว่างที่วัดได้



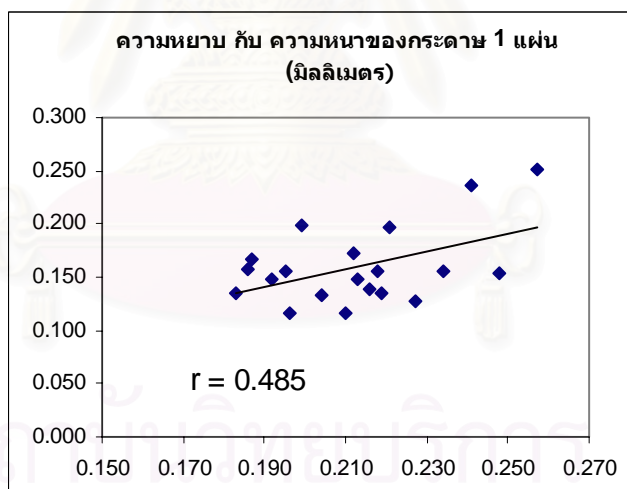
รูปที่ 5.105 ความหนา กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

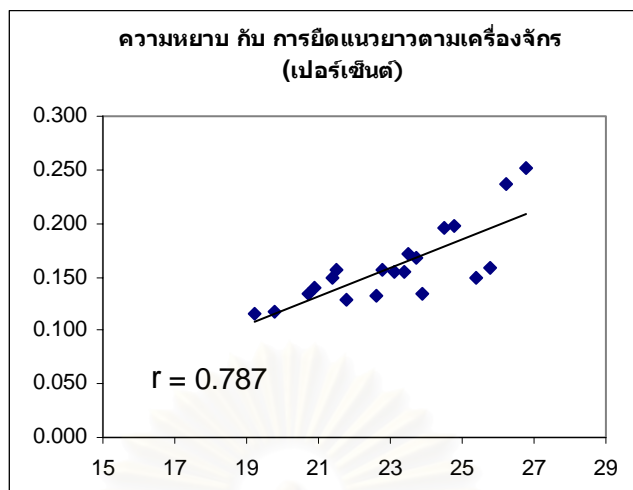
ความหยาบ มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงหรือปานกลางกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ ความหนาของกระดาษ แรงดึงตามแนวยาว แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและขณะเปียก และการยืดตามแนวยาว แต่มีความสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ ความขาวสว่าง และปริมาณฝุ่นละออง



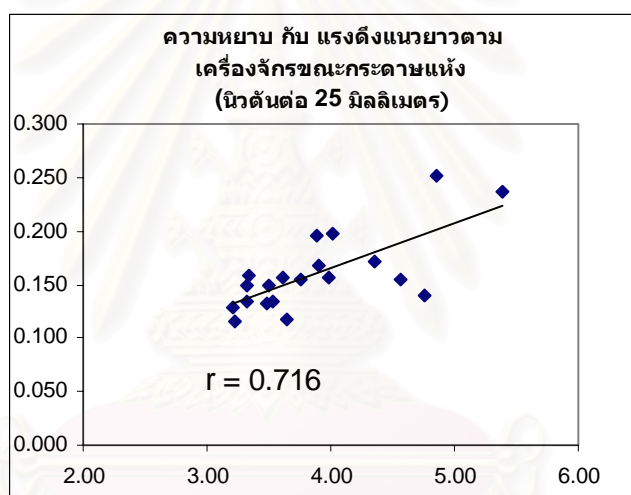
รูปที่ 5.106 ความหยาบ กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



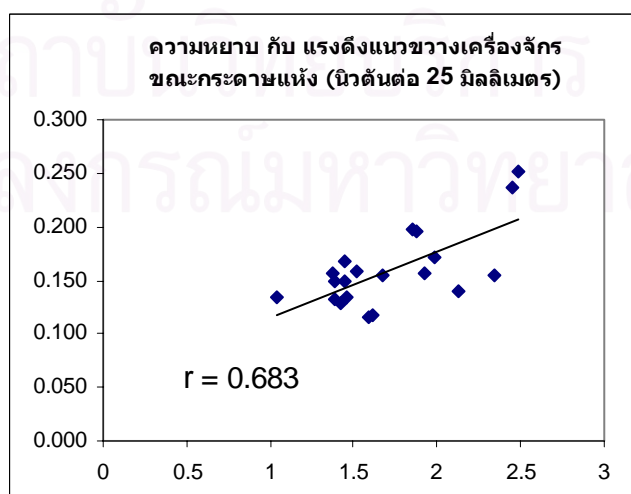
รูปที่ 5.107 ความหยาบ กับ ความหนาของกระดาษ



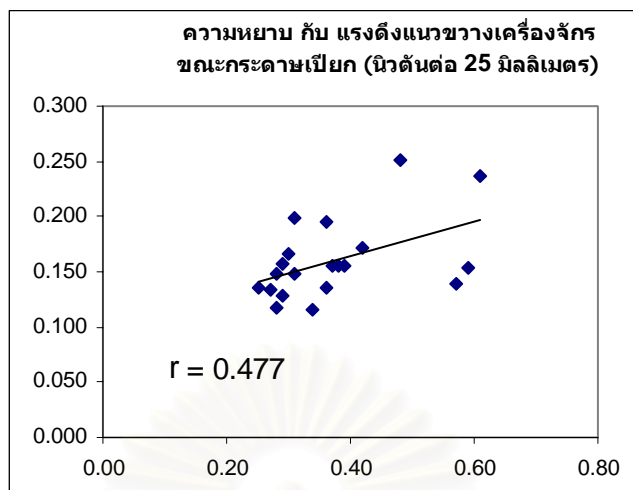
รูปที่ 5.108 ความหยาบ กับ การยืดตามแนวยาว



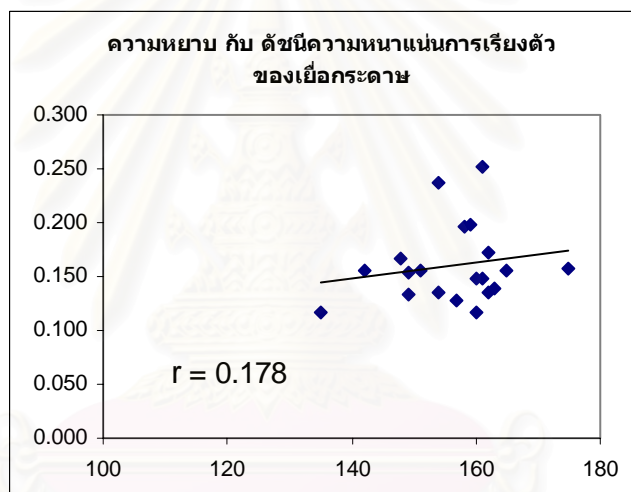
รูปที่ 5.109 ความหยาบ กับ แรงดึงตามแนวยาว



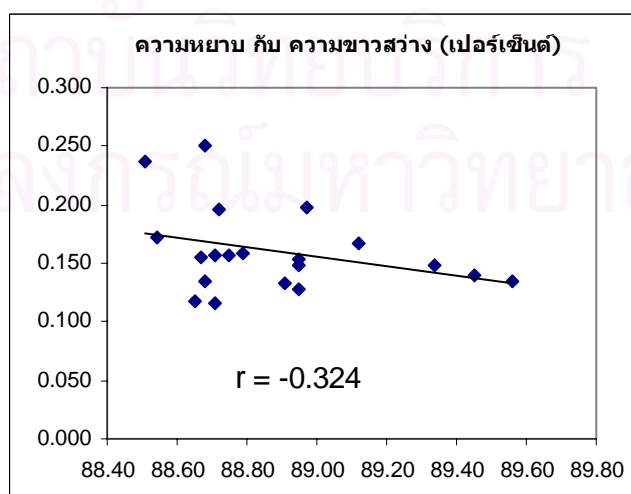
รูปที่ 5.110 ความหยาบ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



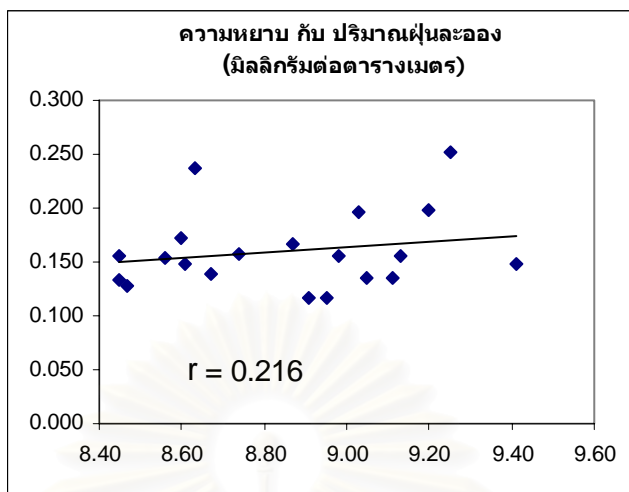
รูปที่ 5.111 ความหยาบ กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.112 ความหยาบ กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของกระดาษ

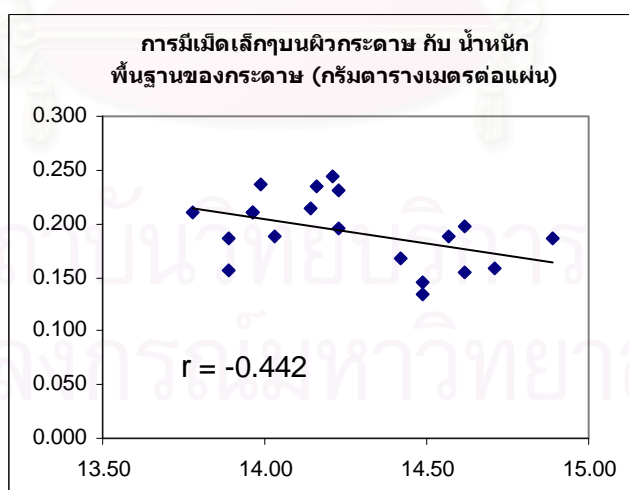


รูปที่ 5.113 ความหยาบ กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

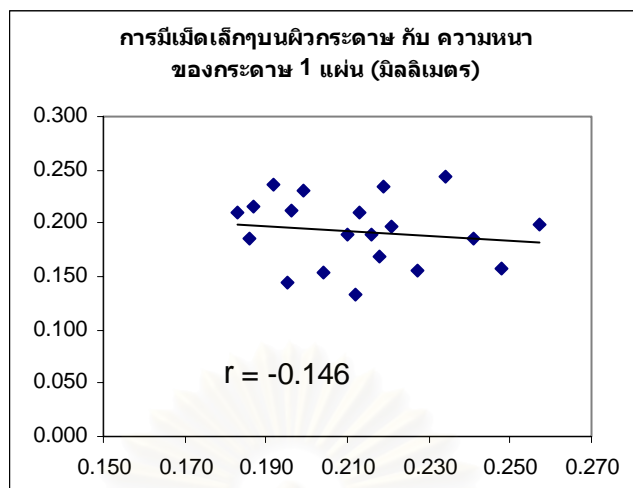


รูปที่ 5.114 ความหยาบ กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

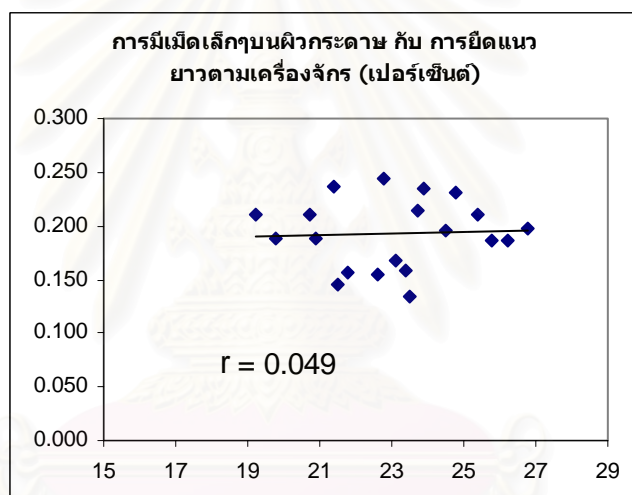
เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาศ มีความสัมพันธ์สูงกับปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ มีความสัมพันธ์ปานกลางกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาศ แต่มีความสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาของกระดาศ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและเปียก แรงดึงตามแนวยาว การยึด ความขาวสว่าง และดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาศ



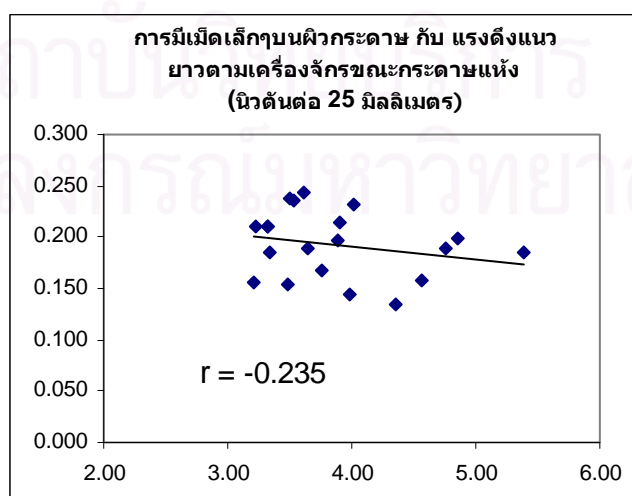
รูปที่ 5.115 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาศกับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาศ



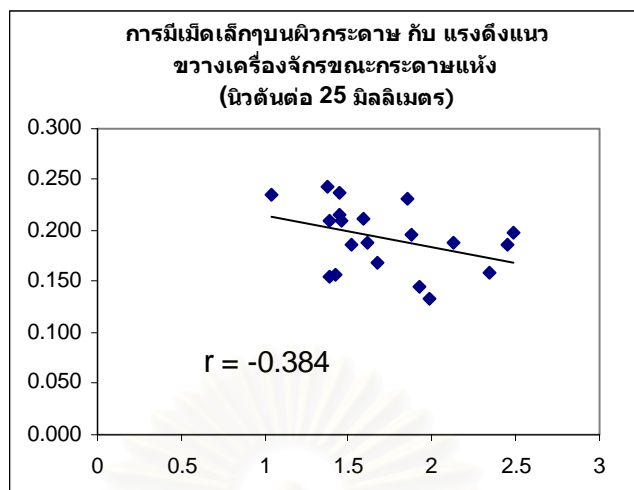
รูปที่ 5.116 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ ความหนาของกระดาษ



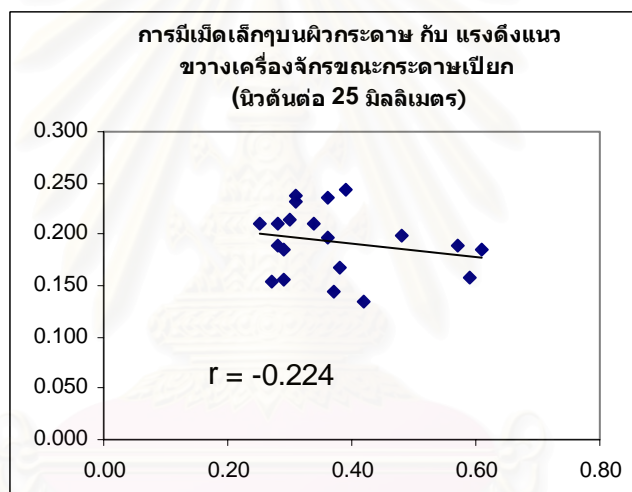
รูปที่ 5.117 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ การยืดตามแนวยาว



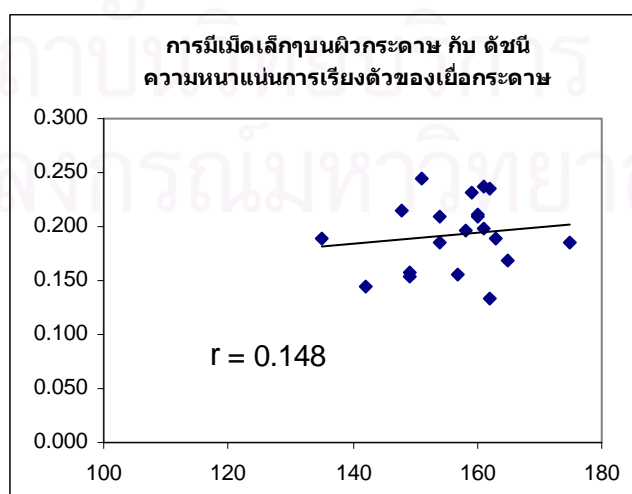
รูปที่ 5.118 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ แรงดึงตามแนวยาว



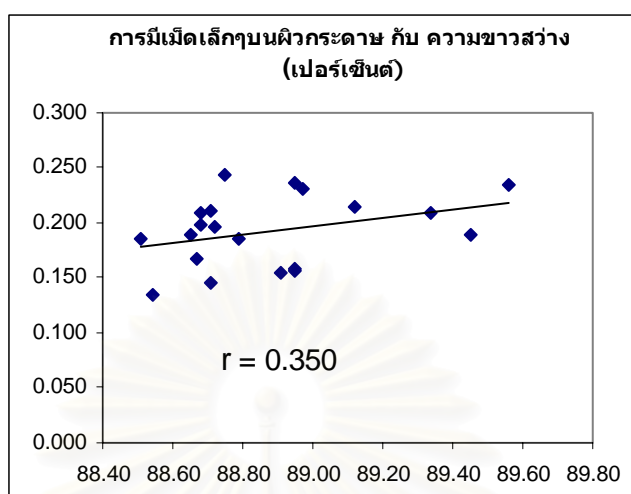
รูปที่ 5.119 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



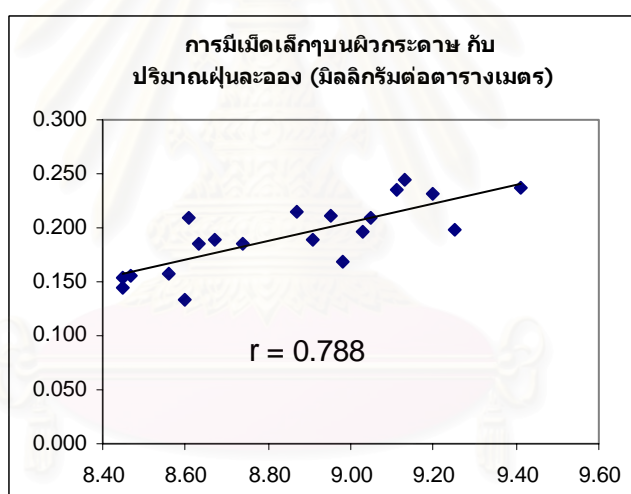
รูปที่ 5.120 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.121 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ

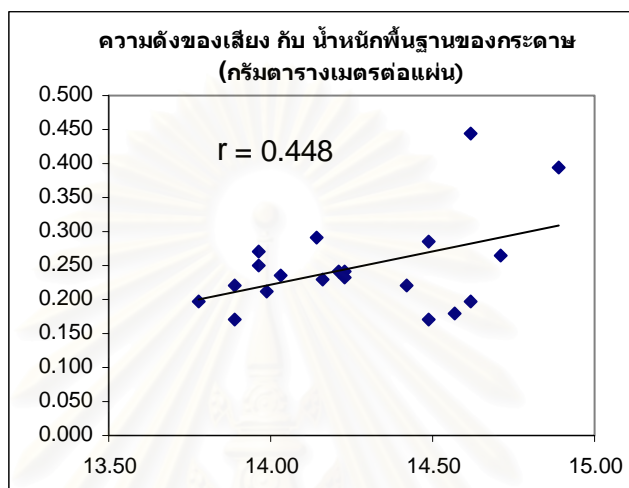


รูปที่ 5.122 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ ความขาวสว่างที่วัดได้

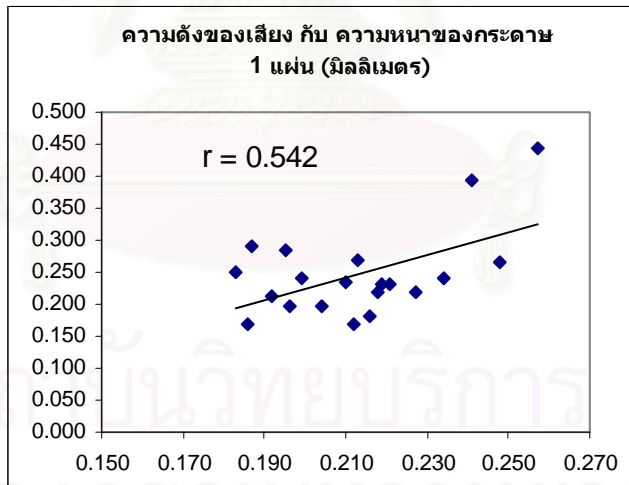


รูปที่ 5.123 เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษกับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

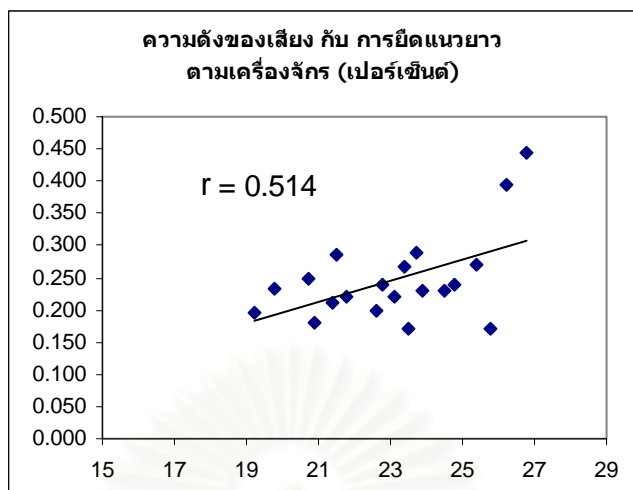
ความดังของเสียง มีความสัมพันธ์ปานกลางกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ ความหนาของกระดาษ การยืดของกระดาษ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและเปียก แรงดึงตามแนวยาว แต่มีความสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละออง ความขาวสว่าง และดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ



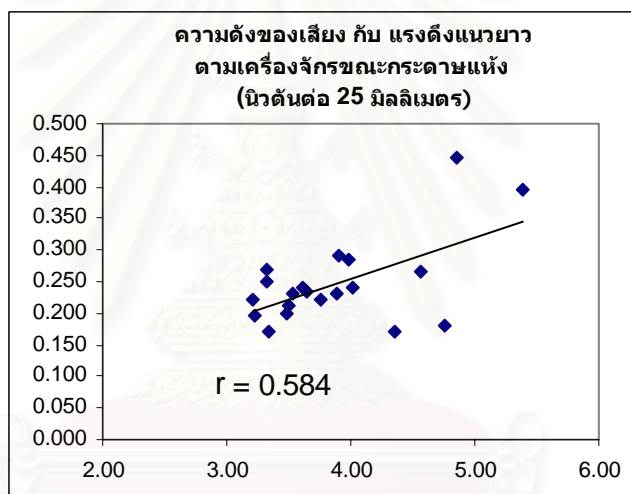
รูปที่ 5.124 ความดังของเสียง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



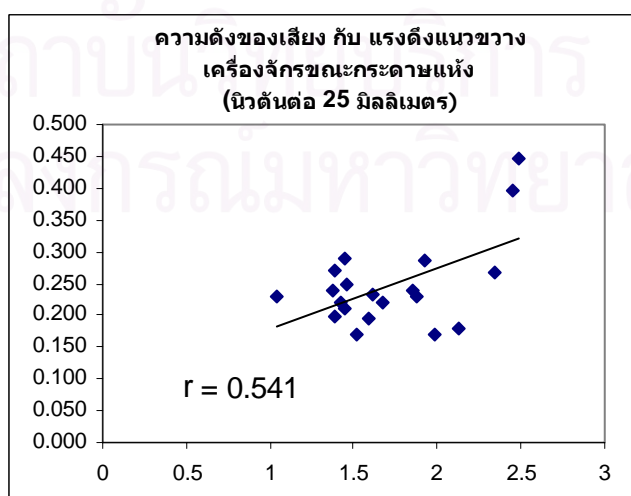
รูปที่ 5.125 ความดังของเสียง กับ ความหนาของกระดาษ



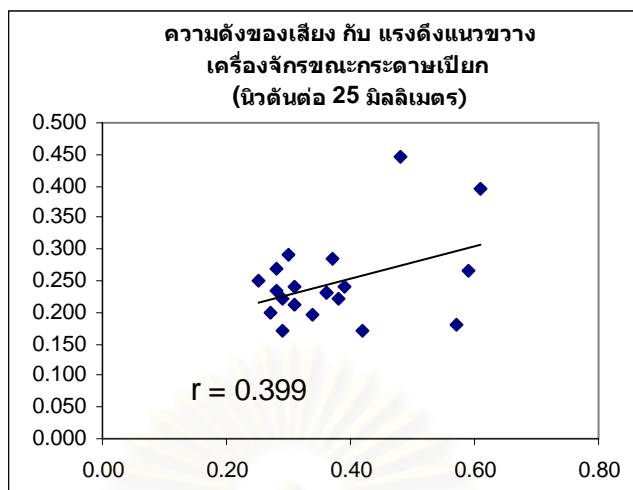
รูปที่ 5.126 ความดังของเสียง กับ การยืดตามแนวยาว



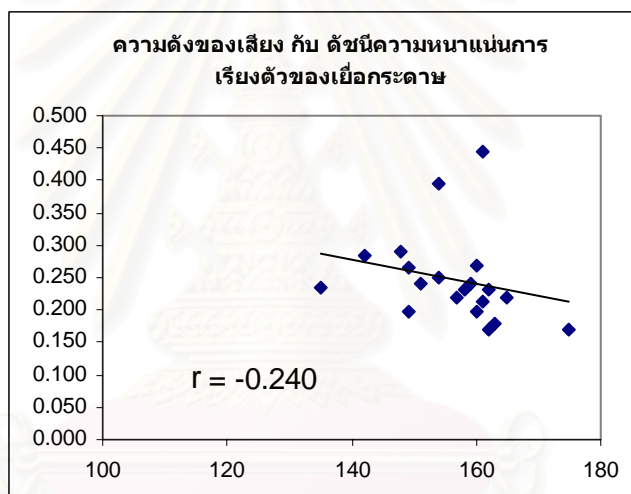
รูปที่ 5.127 ความดังของเสียง กับ แรงดึงตามแนวยาว



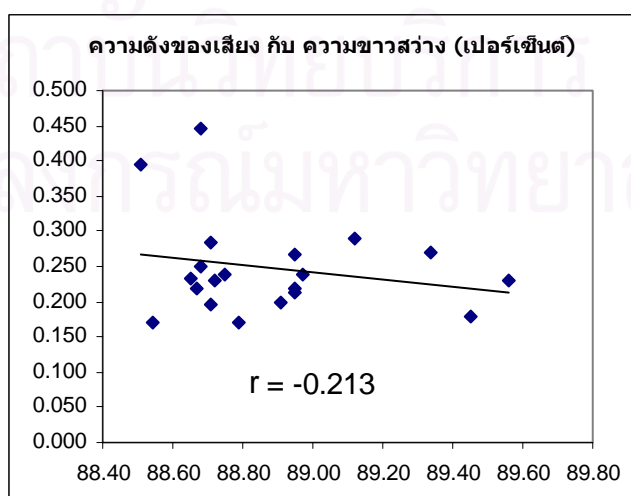
รูปที่ 5.128 ความดังของเสียง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



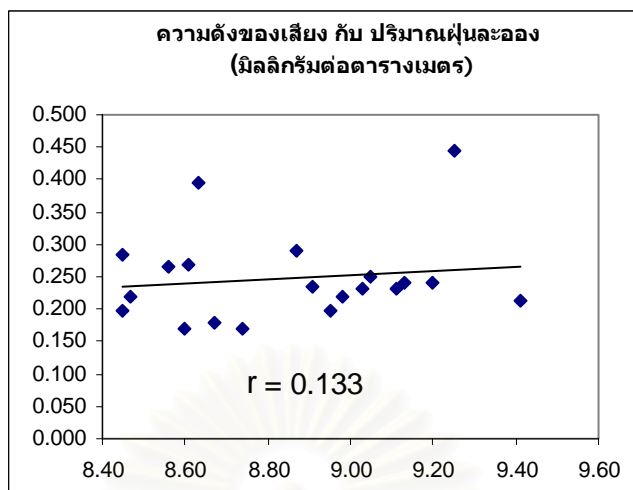
รูปที่ 5.129 ความดังของเสียง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.130 ความดังของเสียง กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของกระดาษ

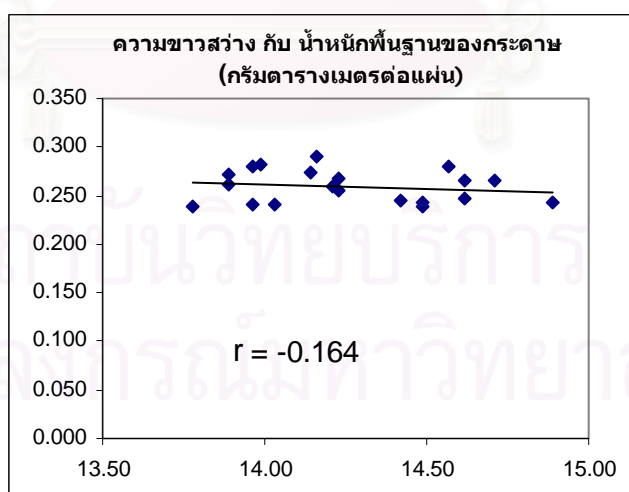


รูปที่ 5.131 ความดังของเสียง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

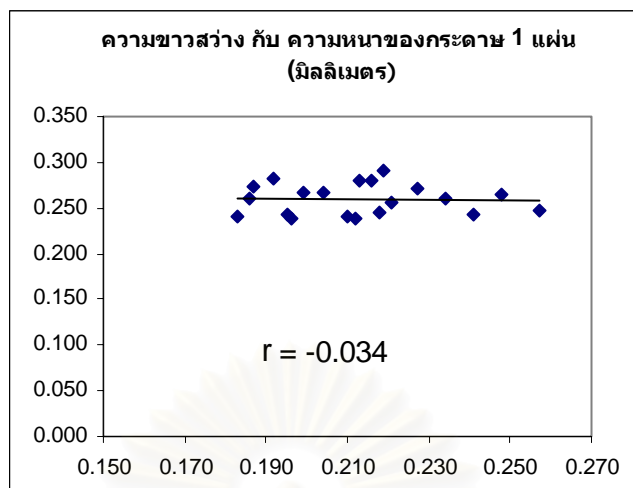


รูปที่ 5.132 ความดังของเสียง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

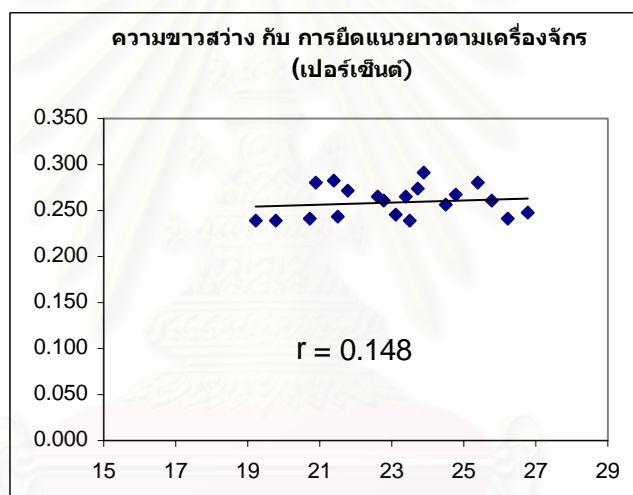
ความขาวสว่าง มีความสัมพันธ์สูงกับความขาวสว่างที่วัดได้ แต่มีความสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มี ความสัมพันธ์กับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ ความหนาของกระดาษ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและเปียก แรงดึงตามแนวยาว การยืด ความขาวสว่าง และดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ



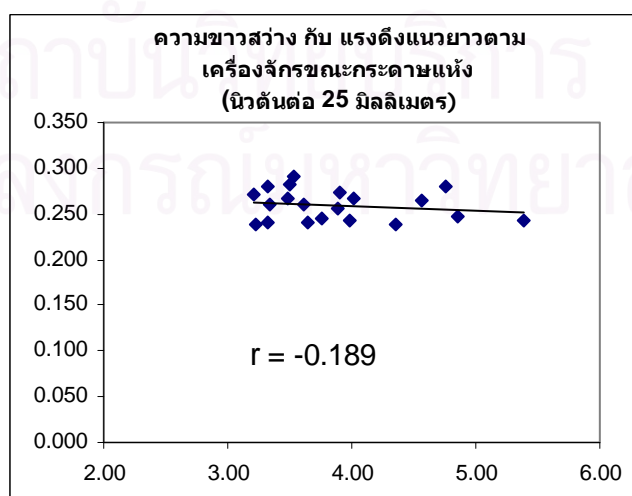
รูปที่ 5.133 ความขาวสว่าง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ



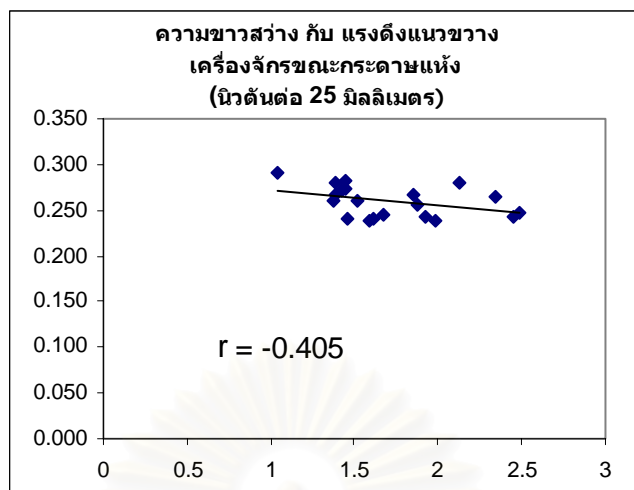
รูปที่ 5.134 ความขาวสว่าง กับ ความหนาของกระดาษ



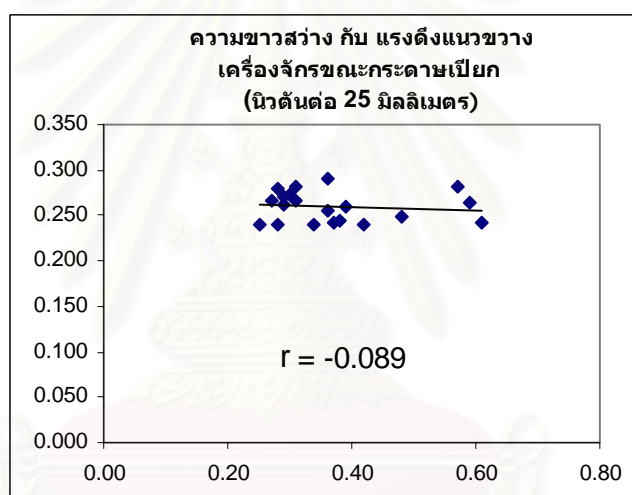
รูปที่ 5.135 ความขาวสว่าง กับ การยืดตามแนวยาว



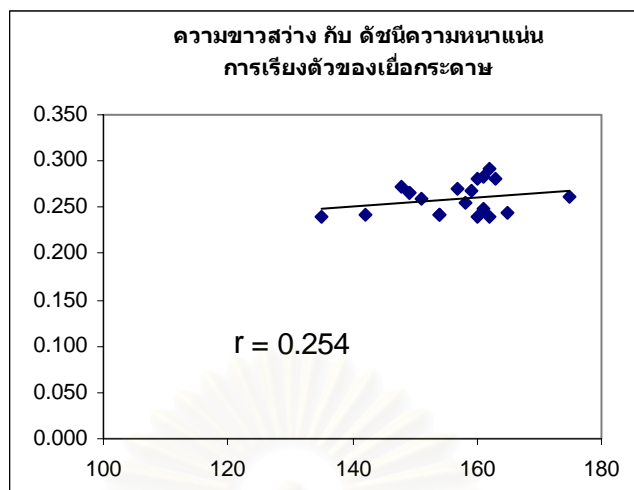
รูปที่ 5.136 ความขาวสว่าง กับ แรงดึงตามแนวยาว



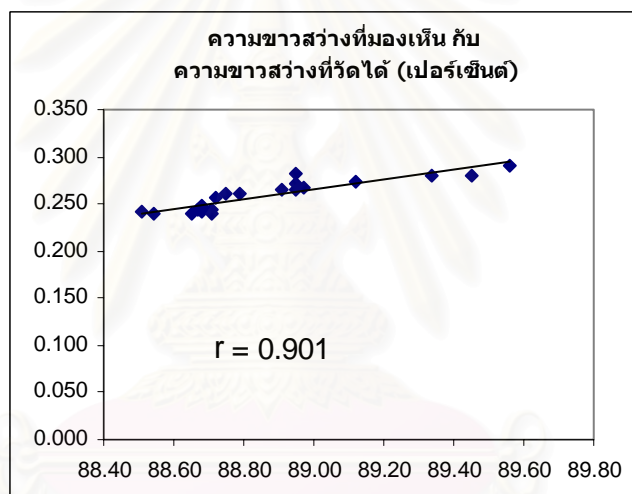
รูปที่ 5.137 ความขาวสว่าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



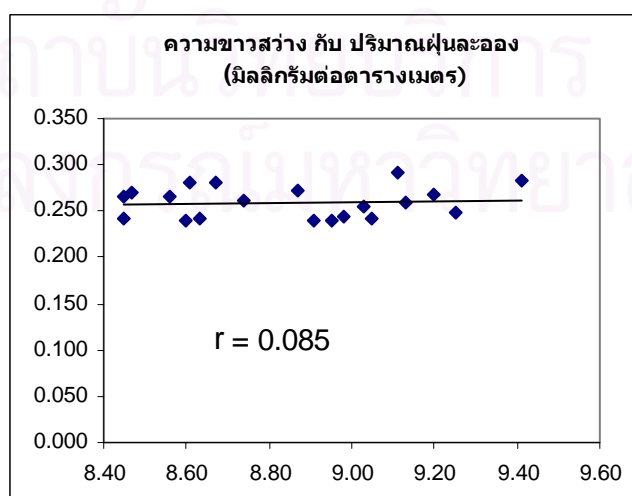
รูปที่ 5.138 ความขาวสว่าง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.139 ความขาวสว่าง กับ ดัชนีความหนาแน่น

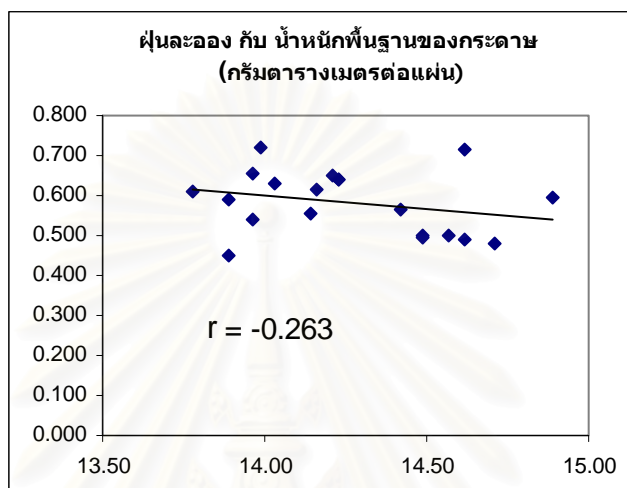


รูปที่ 5.140 ความขาวสว่าง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้

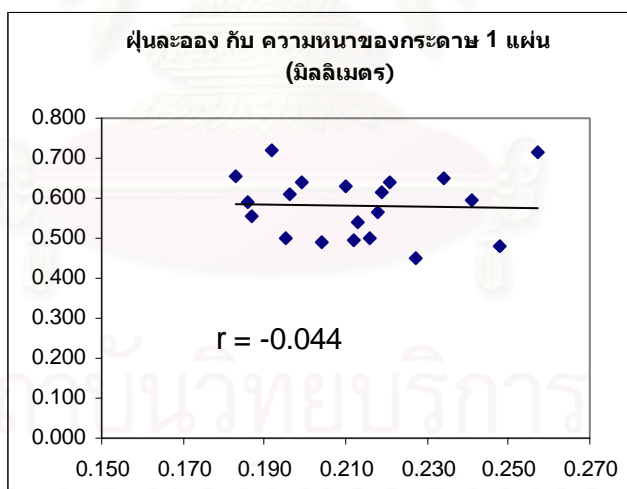


รูปที่ 5.141 ความขาวสว่าง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

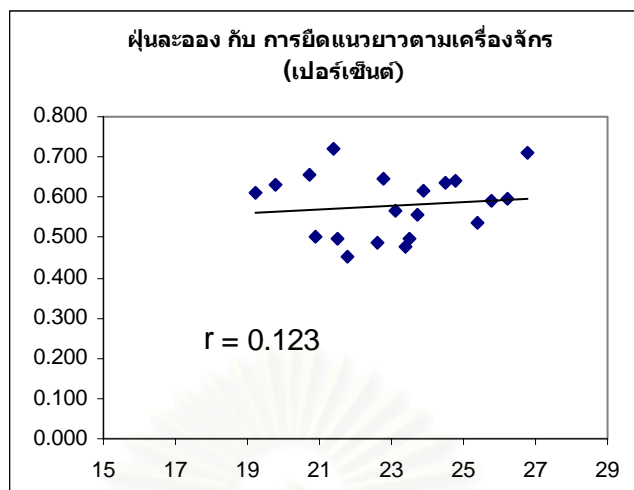
ฝุ่นละออง มีความสัมพันธ์สูงกับปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับน้ำหนักพื้นฐานของกระดาศ แต่ไม่มีความสัมพันธ์หรือมีความสัมพันธ์ต่ำมากกับความหนาของกระดาศ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้งและเปียก แรงดึงตามแนวยาว การยืด ความขาวสว่าง และดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาศ



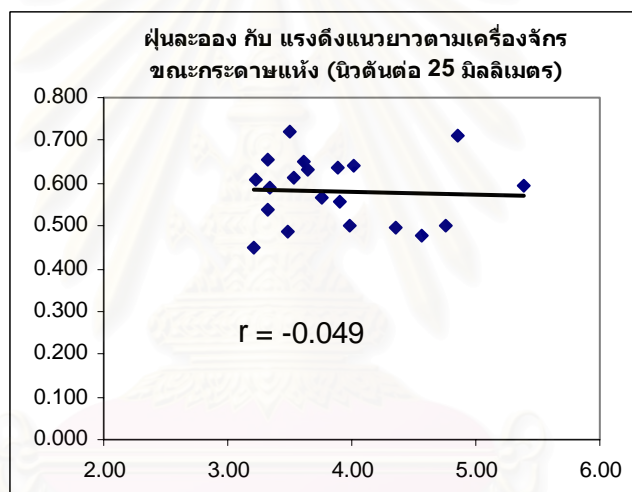
รูปที่ 5.142 ฝุ่นละออง กับ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาศ



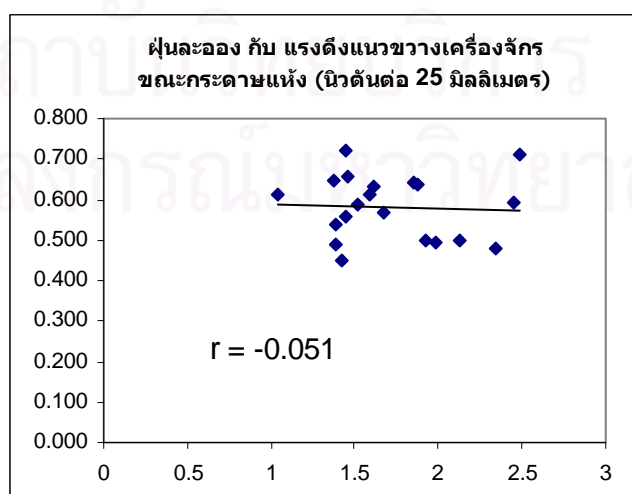
รูปที่ 5.143 ฝุ่นละออง กับ ความหนาของกระดาศ



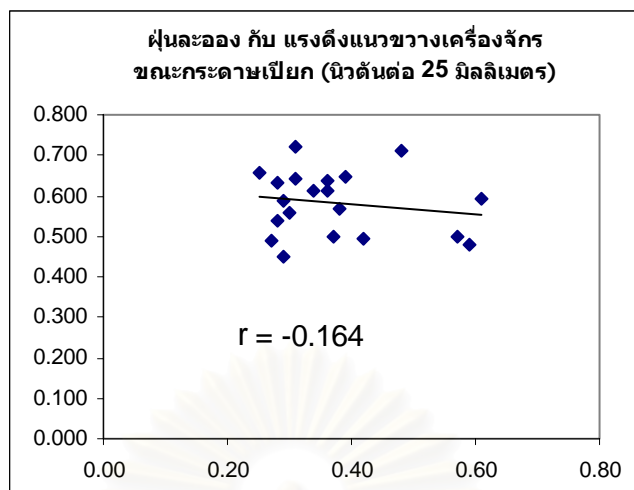
รูปที่ 5.144 ฝุ่นละออง กับ การยึดตามแนวยาว



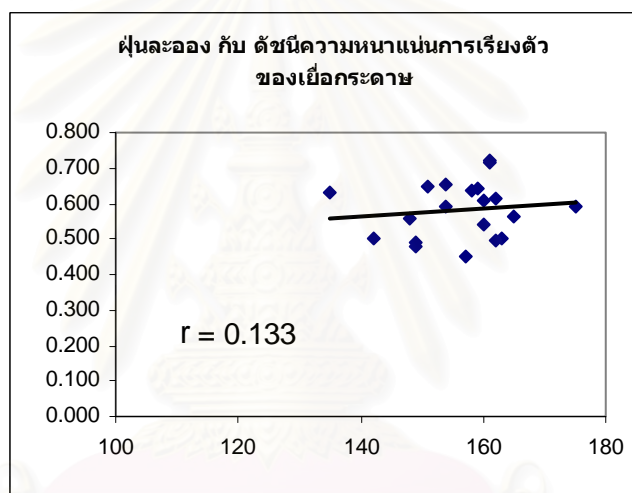
รูปที่ 5.145 ฝุ่นละออง กับ แรงดึงตามแนวยาว



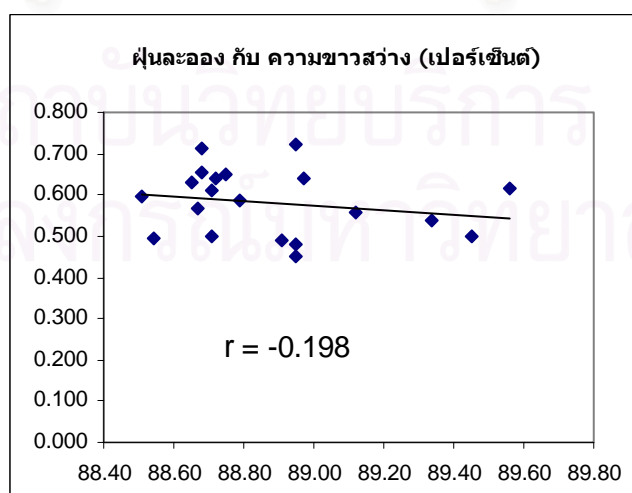
รูปที่ 5.146 ฝุ่นละออง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะแห้ง



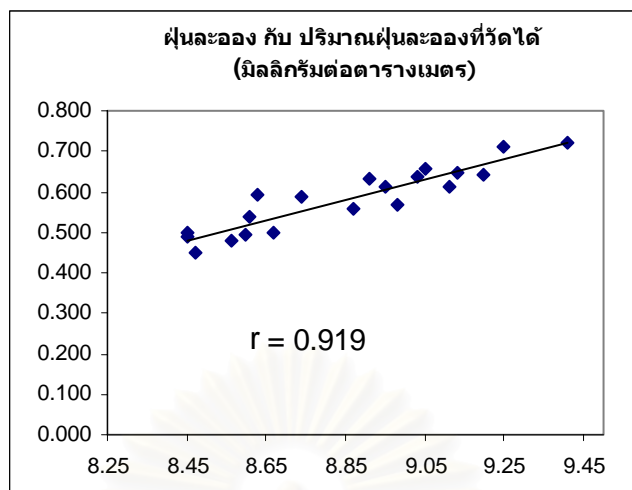
รูปที่ 5.147 ฝุ่นละออง กับ แรงดึงตามแนวขวางขณะเปียก



รูปที่ 5.148 ฝุ่นละออง กับ ดัชนีความหนาแน่นการเรียงตัวของเยื่อกระดาษ



รูปที่ 5.149 ฝุ่นละออง กับ ความขาวสว่างที่วัดได้



รูปที่ 5.150 ฝุ่นละออง กับ ปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคร่วมกับกลุ่มทดสอบความรู้สึกของห้องปฏิบัติการ

ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคกับกลุ่มทดสอบความรู้สึกแบบเรียงลำดับของห้องปฏิบัติการ เมื่อทำการทดสอบตัวอย่างที่มาจากชุดเดียวกัน ได้กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจที่มีความสัมพันธ์กันคือควรมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 1.00 ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% หรือควรมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.90 ที่ค่าความเชื่อมั่น 90%

สูตรคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน Spearman's Rank Correlation

Coefficient ρ หรือ r_s

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N(N^2 - 1)}$$

จากการวิเคราะห์ โดยใช้ Spearman's ranked correlation จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์กันระหว่างห้องปฏิบัติการกับกลุ่มผู้บริโภคดังนี้

ตารางที่ 5.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างห้องปฏิบัติการกับกลุ่มผู้บริโภค

คุณลักษณะ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ปริมาณแรงในการกำ	0.90
ปริมาณแรงในการขยำ	1.00
ความอ่อนนุ่ม	1.00
ความแข็งกระด้าง	1.00
ความลื่นเหมือนผ้าไหม	1.00
การยึดตัว	0.90
จุดรอยต่าง	1.00
ความผิดปกติของเยื่อกระดาษ	0.80
ความผิดของมือ	0.70
ความหนา	0.90
ความหยาบ	0.80
การมีเม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ	0.80
ความดังของเสียง	1.00
ความขาวสว่าง	0.90
ฝุ่นละออง	1.00

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคกับห้องปฏิบัติการประเมินด้านความรู้สึก สามารถได้ผลการทดสอบใกล้เคียงกันหรือเทียบเท่ากันที่ความเชื่อมั่น 95% ในการประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกดังต่อไปนี้

- 1) ปริมาณแรงในการบดขยำ
- 2) ความอ่อนนุ่ม
- 3) ความแข็งกระด้าง
- 4) ความลื่นเหมือนผ้าไหม
- 5) จุดรอยต่าง

- 6) ความคงของเสียง
- 7) ผู้เฝ้าระวัง

5.4 การควบคุมดูแลผู้ทดสอบด้านความรู้สึกละเอียดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการทดสอบที่แม่นยำ

เป็นการตรวจสอบให้แน่ใจว่า ผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่นั้น ได้นำเอา SPC มาประยุกต์ใช้พิจารณาว่ามีผู้ทดสอบคนใดบ้างที่ให้ผลเบี่ยงเบนเกินไป เพื่อที่จะได้ทำการฝึกอบรมผู้ทดสอบคนนั้นให้มีความเข้าใจและพัฒนาความสามารถในการประเมินความรู้สึก เรื่องนั้นๆเพิ่มขึ้นในการทดสอบครั้งต่อไป ซึ่งจะส่งผลให้ผลลัพธ์ของการประเมินด้านความรู้สึก จะมีความแม่นยำมากขึ้นได้

ดังนั้นประยุกต์ใช้ แผนภูมิ XmR Chart มาประเมินผลในแต่ละโค้ดตัวอย่าง (Montgomery, 2001: 249-253) จะช่วยให้พิจารณาได้ง่ายและชัดเจนขึ้นว่าผู้ใดให้ผลการทดสอบแตกต่างกลุ่มมากกว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่

สูตรที่ใช้

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}|$$

$$\text{เช่น } MR_1 = |x_2 - x_1|$$

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{i=1}^m MR_i}{m} = \frac{(MR_1) + (MR_2) + (MR_3) + \dots + (MR_m)}{m}$$

ขีดจำกัดของแผนภูมิ Moving Rang คือ

$$CL = \overline{MR} \quad UCL = D_4 \overline{MR} \quad LCL = D_3 \overline{MR}$$

ขีดจำกัดของแผนภูมิ \bar{x} คือ

$$CL = \bar{x} \quad UCL = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad LCL = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

ตัวอย่างการประยุกต์แผนภูมิ XmR Chart ในการตรวจสอบ ทำการทดสอบ 2 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลของแต่ละคนเป็นจำนวน 2 ค่า ดังนั้นจากตารางในภาคผนวก n=2 จะได้ $D_3 = 0$ และ $D_4 = 3.267$ และ $d_2 = 1.128$

จากตารางจะได้ค่า $\bar{x} = 3.13$ และ ค่า $\overline{MR} = 0.73$ และนำไปคำนวณค่าต่างๆ ตามสูตรดังนี้

Moving Range Chart

$$CL = 0.73$$

$$UCL = (3.267)0.73 = 2.38$$

$$LCL = 0$$

x Chart

$$CL = 3.13$$

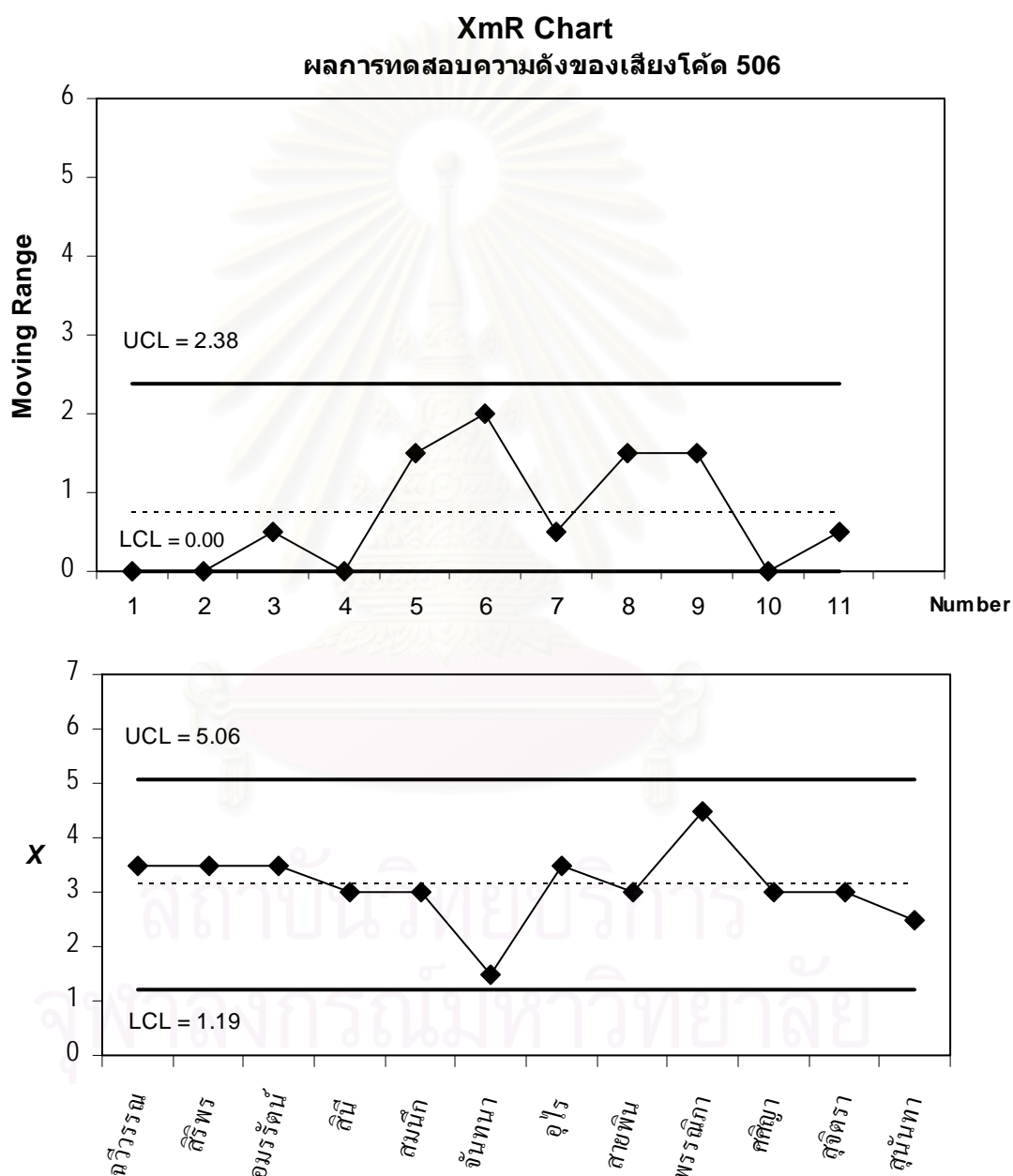
$$UCL = 3.13 + 3\left(\frac{0.73}{1.128}\right) = 5.06$$

$$LCL = 3.13 - 3\left(\frac{0.73}{1.128}\right) = 1.19$$

ตารางที่ 5.9 แสดงข้อมูลผลการทดสอบความดังของเสียงที่ไค้ด 506

ผู้ทดสอบ	Code 506 (1)	Code 506 (2)	\bar{X}	MR
จวีวรรณ	4	3	3.5	-
สิริพร	3	4	3.5	0
อมรรัตน์	4	3	3.5	0
สินี	3	3	3	0.5
สมนึก	2	4	3	0
จันทนา	1	2	1.5	1.5
อุไร	4	3	3.5	2
สายพิน	3	3	3	0.5
พรธนิภา	5	4	4.5	1.5
ศศิญา	3	3	3	1.5
สุจิตรา	3	3	3	0
สุนันทา	2	3	2.5	0.5
			$\bar{X} = 3.13$	$\overline{MR} = 0.73$

จากแผนภูมิ XmR Chart จะพบว่า มีเพียงคุณจันทนาเพียงคนเดียวที่มีผลลัพท์จากการทดสอบแตกต่างและห่างจากคนอื่น ๆ มากจนเห็นได้ชัดในแผนภูมิ Moving Range จึงควรที่จะทำการฝึกอบรมและฝึกทดสอบ โดยเฉพาะคุณลักษณะด้านความรู้สึกรื่องความดังของเสียงให้มีความเข้าใจและพัฒนาสมรรถภาพเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 5.151 แสดงการใช้แผนภูมิ XmR Chart ประยุกต์ใช้
ในการตรวจสอบผู้ทดสอบ

บทที่ 6

สรุป และ ข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 การเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียงลำดับ

สามารถนำเอาหลักวิธีการของ Fisher's LSD (Least Significance Difference) มาใช้วิเคราะห์แทนวิธีของ Tukey's HSD (Honestly Significance Difference) ที่ความเชื่อมั่น 95% พบว่าช่วยให้สามารถอ่านผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งวิธีของ Fisher's LSD มีกำลังการทดสอบ (Power of Test) มากกว่าวิธีของ Tukey's HSD จึงถือได้ว่าวิธีของ Fisher's LSD มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีของ Tukey's HSD

ประโยชน์จากการใช้ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการควบคุมคุณภาพ คือ เมื่อต้องการหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่เปรียบเทียบกันแต่ละคู่ หากพบว่าผลิตภัณฑ์ B แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ A โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ก็หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ B มีคุณภาพในด้านคุณลักษณะนั้นไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้แต่แรกการผลิต เพราะผลิตภัณฑ์ A เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์ B มีคุณลักษณะต่างๆเหมือนหรือใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ A และความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์นี้อาจกระทบกับความรู้สึกของผู้บริโภคได้ ทำให้ต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการผลิต

6.1.2 มีการปรับปรุงการประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกเพิ่มเติม

จากเดิม 2 คุณลักษณะ คือ ความอ่อนนุ่ม และ ความแข็งกระด้าง เป็น 15 คุณลักษณะดังนี้

- 1) ปริมาณแรงในการกำ
- 2) ปริมาณแรงในการบดขยี้
- 3) ความอ่อนนุ่ม
- 4) ความแข็งกระด้าง
- 5) ความลื่นเหมือนผ้าไหม
- 6) การยืดตัว
- 7) จุครอยต่าง

- 8) ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ
- 9) ความฝืด
- 10) ความหนา
- 11) ความหยาบ
- 12) การมีเม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ
- 13) ความตึงของเสียง
- 14) ความขาวสว่าง
- 15) ฝุ่นละออง

6.1.3 การประยุกต์ใช้ SPC

งานวิจัยนี้ได้เน้นการใช้การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติหรือ SPC เข้ามามีบทบาทในการควบคุมคุณภาพของกระดาษเซ็ดหน้าผลิตภัณฑ์ B ตามคุณลักษณะด้านความรู้สึกรู้สึกต่างๆ ทั้ง 15 คุณลักษณะ เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของกระดาษเซ็ดหน้าโดยประยุกต์การประเมินด้านความรู้สึกรู้สึกกับแผนภูมิควบคุม และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะด้านความรู้สึกรู้สึกกับคุณลักษณะที่วัดค่าได้โดยเครื่องมือทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson's Correlation Coefficient

พบว่าคุณลักษณะด้านความรู้สึกรู้สึกเชิงบวกได้แก่ ความอ่อนนุ่ม ความขาวสว่าง ของผลิตภัณฑ์ B อยู่ในเกณฑ์ดี และสามารถควบคุมได้ดี จึงมาพิจารณาคคุณลักษณะเชิงลบที่มีค่าค่อนข้างสูง คือ ปริมาณแรงในการขยำ และ ฝุ่นละอองเพื่อที่หาทางปรับปรุงให้ลดลงเพื่อให้เป็นที่พอใจแก่ผู้บริโภค อีกทั้งเป็นการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ B ให้ทัดเทียมกับผลิตภัณฑ์คู่แข่งอีกด้วย

เนื่องจากต้องการลดคุณลักษณะด้านความรู้สึกรู้สึกเชิงลบให้น้อยลง ในด้านคุณลักษณะความรู้สึกรู้สึกปริมาณแรงในการขยำจึงทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยลดค่าแรงดึงตามแนวยาวเครื่องจักรและแรงดึงตามแนวขวางของเครื่องจักรลง ส่วนคุณลักษณะความรู้สึกรู้สึกเรื่องฝุ่นละอองได้ทดลองติดตั้งเครื่องกักและดูดฝุ่นบริเวณเครื่องจักรที่แปรรูปผลิตภัณฑ์กระดาษเซ็ดหน้า แล้วติดตามผลคุณลักษณะด้านความรู้สึกรู้สึกเรื่องปริมาณแรงในการขยำกระดาษและฝุ่นละอองของผลิตภัณฑ์ B ต่อมาอีก 15 รุ่น พบว่ามีค่าลดลง จากปริมาณแรงในการขยำโดยเฉลี่ย 0.332 ลดลงเป็น 0.204 และ

จากปริมาณฝุ่นละอองโดยเฉลี่ย 0.433 ลดลงเป็น 0.193 และสามารถควบคุมได้ในระดับที่ต่ำกว่าเดิม ทั้งนี้ได้แนวทางจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะด้านความรู้สึกับคุณลักษณะที่วัดได้

6.1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบทางด้านความรู้สึกของห้องปฏิบัติการกับการทำการทดสอบกลุ่มผู้บริโภค

จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของ Spearman's Rank Correlation จะพบว่าที่ค่าความเชื่อมั่น 95% ต้องได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 1.000 หากทำการทดสอบเรียงลำดับจำนวน 5 ลำดับ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 5 จะได้ว่าห้องปฏิบัติการกับการทำการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคสามารถได้ผลการทดสอบใกล้เคียงกันหรือเทียบเท่ากันในการประเมินคุณลักษณะดังนี้

- 1) ปริมาณแรงในการบดขยี้
- 2) ความอ่อนนุ่ม
- 3) ความแข็งกระด้าง
- 4) ความลื่นเหมือนผ้าไหม
- 5) จุกรอยต่าง
- 6) ความดังของเสียง
- 7) ฝุ่นละออง

ส่วนคุณลักษณะนอกเหนือจากนี้ยังไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนพอ อาจสืบเนื่องมาจากการประเมินความรู้สึกที่ค่อนข้างตัดสินใจยากและต้องใช้สมาธิสูง จำเป็นจะต้องใช้ผู้ทำการทดสอบที่มีความชำนาญสูงในการแยกแยะ และประเมินน้ำหนักความแตกต่างทางด้านความรู้สึก

ดังนั้นบางคุณลักษณะยังคงต้องใช้เครื่องมือวัดเป็นตัวแทนต่อไป หรือเลือกใช้คุณลักษณะที่ใกล้เคียงกันทดแทน เช่น ปริมาณแรงในการบดขยี้แทนปริมาณแรงในการกำ เป็นต้น

6.2 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น

- 1) สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะด้านความรู้สึกแบบเดียวกันหรือคล้ายคลึงกันเช่น ผลิตภัณฑ์กระดาษชำระ กระดาษเช็ดอเนกประสงค์ หรือ กระดาษเช็ดทำความสะอาดผิวหน้า ตลอดจนผลิตภัณฑ์ในกลุ่มสินค้าอุปโภคและบริโภคต่างๆ

- 2) จากงานวิจัยนี้เป็นการประเมินความรู้สึกต่อคุณลักษณะด้านความรู้สึกแบบเรียงลำดับ สามารถนำไปทดลองหรือประยุกต์กับการทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น การเช็คสถานะเอี่ยม โดยพิจารณาเศษฝุ่นที่ตกค้าง หลังจากเช็คแก้ว เป็นต้น
- 3) สามารถใช้ผลวิเคราะห์จากการทดสอบทางด้านความรู้สึกไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ได้คุณภาพตรงกับความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคได้มากยิ่งขึ้น
- 4) การทดสอบทางด้านความรู้สึกของห้องปฏิบัติการสามารถได้ผลลัพธ์ไปใช้ในการตัดสินใจได้รวดเร็วกว่าการทำการทดสอบกลุ่มผู้บริโภค

6.3 อุปสรรค ปัญหาและข้อจำกัดของงานวิจัย

- 1) ในการประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกพบว่าบางคุณลักษณะยากต่อการประเมิน อาจทำให้ผลที่ได้มีความแปรปรวนค่อนข้างมากได้
- 2) ในการทดสอบกลุ่มผู้บริโภคเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลของห้องปฏิบัติการกับกลุ่มผู้บริโภค ผู้บริโภคบางคนไม่สามารถประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกไปในแนวทางเดียวกับคนส่วนใหญ่ เนื่องจากไม่มีประสบการณ์ในด้านคุณลักษณะนั้นๆ ทำให้ได้ผลเบี่ยงเบนไปจากกลุ่มได้
- 3) การประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกหลายๆเรื่องในคราวเดียวกัน อาจทำให้ผู้ประเมินเกิดความล้าใจขึ้นได้ และสามารถส่งผลถึงผลการประเมินที่บิดเบือนไปได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เอ็มแอนดีอี, 2533.

ปารเมศ ชูติมา. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ภาษาอังกฤษ

Bomio, M. Neutral networks and the future of sensory evaluation. Food Technology 52 (August 1998): 62-63.

Desrochers, R. K., Ellis, P., and Dowell, K. Expanding the sensitivity of conventional analytical techniques in quality control. Food Quality and Preferences 13 (2002): 397-407.

Ennis, D. M. Foundations of sensory science and a vision for the future. Food Technology 52 (July 1998): 78-84.

Griffiths, P. Clothing movement C visual sensory evaluation and its correlation to fabric properties. Journal of Sensory Studies 17 (July 2002): 229-256.

Juran, J. M. Juran's quality handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1998.

Kim, S. S., Rhyu, M. R., and Lee, S. H. Use of sensory evaluation for measuring deodorizing effects of an air conditioner. Journal of Sensory Studies 18 (March 2003): 33-46.

Meilgaard, M., Civille, G. V., and Carr, B. T. Sensory evaluation techniques. 3rd ed. Florida: CRC Press, 1999.

Montgomery, D. C. Introduction to statistical quality control. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

Munoz, A. M., Civille, G.V., and Carr, B. T. Sensory evaluation in quality control. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

O'Mahony, M. Sensory evaluation of food statistical methods and procedures. New York: Marcel Dekker, 1986.

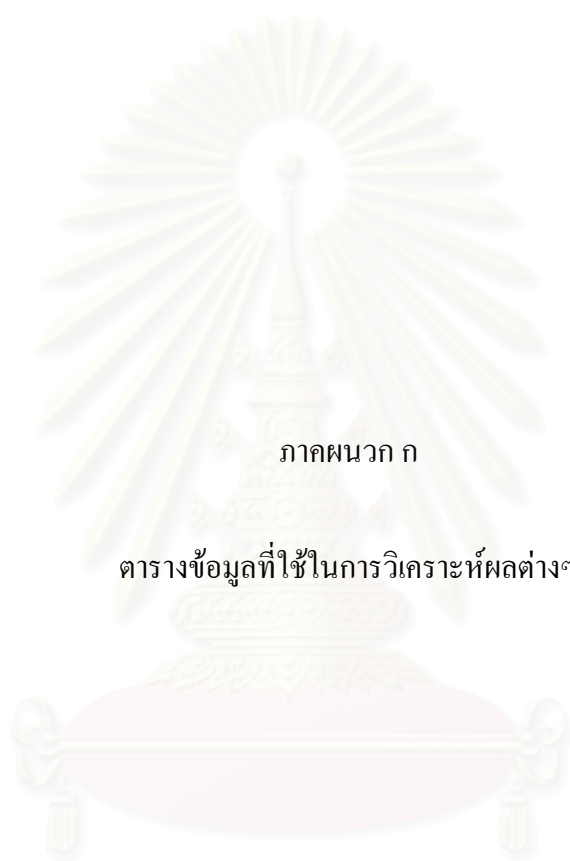
Resureccion, A. V. A. Consumer sensory testing for product development. Maryland: Aspen, 1998.

- Rice, M. New techniques for continuous chemical analysis in the pulp & paper industry. Doctoral dissertation, Department of Chemistry, Division of Analytical Chemistry, Royal Institute of Technology, 2001.
- Schutz, H. G. Evaluation of the sensory science discipline. Food Technology 52 (August 1998): 42-46.
- Stone, H., and Sidel, J. L. Quantitative descriptive analysis: Developments and the future. Food Technology 52 (August 1998): 48-52.
- Stone, H., and Sidel, J. L. Sensory evaluation practices. 2nd ed. California: Academic Press, 1993.
- Stone, H., and Sidel, J. L. Strategic application for sensory evaluation in a global market. Food Technology (February 1995): 80-89.
- Whelton, A. J. Temperature effects on drinking water order perception. Master Thesis, Environmental Engineering, Virginia Polytechnic and State University, 2001.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ตารางข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลต่างๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงข้อมูลค่าความน่าจะเป็นโดยรวมของผลิตภัณฑ์ B ในแต่ละคุณลักษณะด้านความรู้สึกรัก

รุ่นที่	ปริมาณแรงในการขยำ	ฝุ่นละออง	ปริมาณแรงในการกำ	ความอ่อนนุ่ม	ความแข็งกระด้าง	ความลื่นเหมือนผ้าไหม	การยืดตัว	จุดรอยต่าง
1	0.302	0.610	0.130	0.175	0.089	0.256	0.191	0.115
2	0.316	0.260	0.130	0.167	0.096	0.313	0.183	0.121
3	0.325	0.303	0.140	0.177	0.102	0.275	0.220	0.116
4	0.313	0.264	0.150	0.204	0.154	0.263	0.169	0.084
5	0.357	0.488	0.220	0.220	0.134	0.224	0.253	0.086
6	0.261	0.243	0.130	0.228	0.143	0.281	0.221	0.149
7	0.260	0.566	0.234	0.215	0.094	0.262	0.266	0.125
8	0.299	0.381	0.234	0.238	0.117	0.239	0.288	0.136
9	0.245	0.402	0.140	0.172	0.089	0.250	0.310	0.124
10	0.256	0.495	0.280	0.209	0.221	0.226	0.273	0.146
11	0.467	0.612	0.380	0.198	0.395	0.247	0.351	0.113
12	0.411	0.594	0.421	0.192	0.391	0.238	0.324	0.083
13	0.431	0.478	0.365	0.234	0.285	0.239	0.260	0.099
14	0.412	0.499	0.250	0.197	0.195	0.284	0.247	0.118
15	0.379	0.501	0.310	0.212	0.168	0.289	0.229	0.170
16	0.395	0.293	0.180	0.200	0.194	0.293	0.311	0.097
17	0.256	0.315	0.150	0.186	0.081	0.284	0.296	0.126
18	0.331	0.678	0.140	0.231	0.104	0.316	0.318	0.064
19	0.316	0.364	0.160	0.200	0.067	0.380	0.279	0.072
20	0.304	0.321	0.170	0.240	0.078	0.247	0.251	0.068

รุ่นที่	ความผิดปกติของเยื่อกระดาษ	ความผิดปกติของมือ	ความหนา	ความหยาบ	การมีเม็ดเล็กบนผิวกระดาษ	ความดังของเสียง	ความขาวสว่าง
1	0.253	0.231	0.131	0.116	0.211	0.196	0.239
2	0.260	0.252	0.099	0.135	0.210	0.250	0.241
3	0.283	0.260	0.133	0.149	0.237	0.212	0.282
4	0.346	0.237	0.152	0.117	0.189	0.234	0.240
5	0.294	0.241	0.148	0.133	0.154	0.198	0.266
6	0.245	0.259	0.196	0.128	0.156	0.220	0.271
7	0.269	0.278	0.179	0.155	0.168	0.220	0.245
8	0.272	0.261	0.181	0.196	0.196	0.231	0.256
9	0.233	0.243	0.099	0.158	0.186	0.170	0.261
10	0.284	0.235	0.166	0.172	0.134	0.170	0.239
11	0.285	0.226	0.235	0.251	0.198	0.445	0.248
12	0.277	0.267	0.201	0.199	0.186	0.395	0.242
13	0.298	0.248	0.206	0.154	0.158	0.266	0.265
14	0.311	0.289	0.134	0.156	0.145	0.285	0.243
15	0.263	0.291	0.175	0.139	0.189	0.180	0.281
16	0.285	0.288	0.138	0.198	0.231	0.240	0.267
17	0.316	0.315	0.129	0.167	0.215	0.290	0.273
18	0.258	0.256	0.151	0.149	0.210	0.270	0.280
19	0.266	0.278	0.162	0.135	0.235	0.230	0.291
20	0.284	0.280	0.186	0.156	0.244	0.240	0.260

ตารางแสดงข้อมูลค่าความน่าจะเป็น โดยรวมของผลิตภัณฑ์ B ในแต่ละคุณลักษณะด้านความรู้สึก เรื่องปริมาณแรงในการกำและฝึนละอองในอีก 15 รุ่นถัดมา

รุ่นที่	ปริมาณแรงในการขยำ	ฝึนละออง
21	0.195	0.174
22	0.227	0.196
23	0.194	0.163
24	0.165	0.264
25	0.234	0.153
26	0.198	0.203
27	0.224	0.176
28	0.291	0.225
29	0.206	0.157
30	0.157	0.268
31	0.216	0.206
32	0.17	0.162
33	0.213	0.152
34	0.205	0.198
35	0.162	0.193

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงค่าที่วัดได้ของคุณลักษณะที่วัดได้ทั้ง 9 คุณลักษณะ

น้ำหนักพื้นฐาน ของกระดาษ (กรัมตาราง เมตรต่อแผ่น)	ความหนา กระดาษต่อ 1 แผ่น (มิลลิเมตร ต่อแผ่น)	แรงดึงแนวยาวตาม เครื่องจักรขณะ กระดาษแห้ง (นิว ตันต่อ 25 มิลลิเมตร)	การยืดแนว ยาวตาม เครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์)
13.78	0.196	3.22	19.2
13.96	0.183	3.32	20.7
13.99	0.192	3.50	21.4
14.03	0.210	3.65	19.8
14.62	0.204	3.49	22.6
13.89	0.227	3.21	21.8
14.42	0.218	3.75	23.1
14.23	0.221	3.88	24.5
13.89	0.186	3.34	25.8
14.49	0.212	4.35	23.5
14.62	0.257	4.86	26.8
14.89	0.241	5.38	26.2
14.71	0.248	4.57	23.4
14.49	0.195	3.99	21.5
14.57	0.216	4.75	20.9
14.23	0.199	4.01	24.8
14.14	0.187	3.91	23.7
13.96	0.213	3.33	25.4
14.16	0.219	3.54	23.9
14.21	0.234	3.62	22.8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงค่าที่วัดได้ของคุณลักษณะที่วัดได้ทั้ง 9 คุณลักษณะ

แรงดึงแนวขวาง เครื่องจักรขณะ กระดาดแห้ง (นิว ตันต่อ 25 มิลลิเมตร)	แรงดึงแนวขวาง เครื่องจักรขณะ กระดาดเปียก (นิวตันต่อ 25 มิลลิเมตร)	ดัชนีความ หนาแน่นการ เรียงตัวของ เยื่อกระดาษ	ความขาว สว่าง (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณฝุ่น ละออง (มิลลิกรัมต่อ ตารางเมตร)
1.59	0.34	160	88.71	8.95
1.46	0.25	154	88.68	9.05
1.45	0.31	161	88.95	9.41
1.61	0.28	135	88.65	8.91
1.39	0.27	149	88.91	8.45
1.42	0.29	157	88.95	8.47
1.67	0.38	165	88.67	8.98
1.88	0.36	158	88.72	9.03
1.52	0.29	175	88.79	8.74
1.98	0.42	162	88.54	8.60
2.49	0.48	161	88.68	9.25
2.45	0.61	154	88.51	8.63
2.34	0.59	149	88.95	8.56
1.92	0.37	142	88.71	8.45
2.13	0.57	163	89.45	8.67
1.85	0.31	159	88.97	9.20
1.45	0.30	148	89.12	8.87
1.39	0.28	160	89.34	8.61
1.04	0.36	162	89.56	9.11
1.37	0.39	151	88.75	9.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามเบื้องต้น

ชื่อ	
ที่อยู่	
เบอร์โทรศัพท์	
อาชีพ	อายุ

1. คุณสะดวกและสนใจที่จะเข้ามาทำการทดสอบดังกล่าวเป็นประจำ เป็นเวลาประมาณ 1 ปีหรือไม่ ระบุช่วงเวลา

2. ขณะนี้ คุณประสบปัญหาเหล่านี้หรือไม่
(ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เลือก อาจตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 _____ มีความผิดปกติทางระบบประสาท _____ เป็นโรคมุมิแพ้ เช่น แพ้ฝุ่น ฯลฯ
 _____ มือมีรอยผื่นแดงหรือคัน _____ มือเย็น/อุ่นผิดปกติ เมื่ออากาศเปลี่ยน
 _____ มือ/นิ้วด้าน จากการทำงานบ้าน หรือเล่นกีตาร์ ฯลฯ _____ ผิวแพ้ง่าย
 _____ ปลายนิ้วมือมีความรู้สึกเสียวเหมือนมีเข็มทิ่ม
3. คุณรับประทานยาชนิดใดเป็นประจำ _____
4. คุณคิดว่าประสาทสัมผัสของคุณ (ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เลือก)
 _____ แย่กว่าปกติ _____ เป็นปกติ _____ ดีกว่าปกติ
5. คุณมีญาติหรือคนรู้จักทำงานกับบริษัทที่ผลิตสินค้าเพื่อการบริโภคหรือไม่ โปรดระบุ

6. คุณเคยเข้าร่วมงานวิจัยหรือการทดสอบที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือไม่ เมื่อไหร่

7. ครอบครัวคุณใช้กระดาษทิชชูยี่ห้อไหนเป็นประจำ

8. คุณคิดว่าอะไรคือปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อกระดาษทิชชู

กรุณาตอบคำถามดังต่อไปนี้ โดยพยายามอธิบายให้ชัดเจนมากที่สุด

1. คุณคิดว่าผ้าหรือกระดาษทิชชูที่มีดินนั้น ควรมีลักษณะอย่างไร

ยกตัวอย่างเช่น

ยกตัวอย่างเช่น

2. คุณคิดว่าผ้าหรือกระดาษทิชชูที่ไม่ดีนั้น ควรมีลักษณะอย่างไร

ยกตัวอย่างเช่น

3. เมื่อพูดถึงความแข็ง ความกรอบ คุณนึกถึงอะไร

ยกตัวอย่างเช่น

4. เมื่อพูดถึงความฟูละมุนมือคุณนึกถึงอะไร

ยกตัวอย่างเช่น

5. เมื่อพูดถึงความสะอาดคุณนึกถึงอะไร




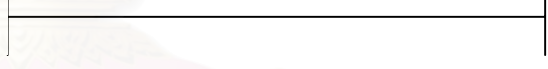


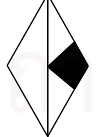





ยกตัวอย่างเช่น

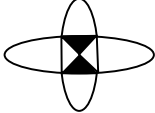




6. เมื่อพูดถึงความเหนียวคุณนึกถึงอะไร

ยกตัวอย่างเช่น

ชื่อ :

จงขีดเส้นบนแนวที่ตัดส่วนเดียวกันหรือใกล้เคียงกับพื้นที่แรเงาให้มากที่สุด

ตัวอย่าง :		ไม่มี		เต็ม
1.		ไม่มี		เต็ม
2.		ไม่มี		เต็ม
3.		ไม่มี		เต็ม
4.		ไม่มี		เต็ม
5.		ไม่มี		เต็ม

6.		ไม่มี	เต็ม
7.		ไม่มี	เต็ม
8.		ไม่มี	เต็ม
9.		ไม่มี	เต็ม
10.		ไม่มี	เต็ม

เฉลย

1. 7/8
2. 1/8
3. 1/6
4. 1/4
5. 7/8
6. 1/8
7. 3/4
8. 1/8
9. 1/2
10. 1/2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถาม

สำหรับทดสอบด้านความรู้สึก

➤ ปริมาณแรงในการกำ (Force to Gather)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างที่ถนัดกำเมื่อวางฝ่ามือแบคว่ำทับกระดาษตัวอย่าง แล้วกำเข้าหาอุ้งมือ เพื่อประเมินปริมาณแรงที่ใช้กำ

การประเมิน จากใช้แรงต่ำไปยังใช้แรงสูง โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ ปริมาณแรงในการขยำ (Force to Compress)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้มือข้างที่ถนัดในการขยำเมื่อกำกระดาษตัวอย่างไว้ในอุ้งมือแล้วขยำเบาๆ จากนั้นประเมินแรงในการขยำ

การประเมิน จากใช้แรงต่ำไปยังใช้แรงสูง โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ ความลื่นเหมือนผ้าไหม (Smooth like Silk)

มีวิธีปฏิบัติคือ ใช้นิ้วมือสี่นิ้ว มีนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย ถูเบาๆ ทั้งสี่ด้านของกระดาษตัวอย่าง โดยถูไปทางเดียวจากซ้ายไปขวาทีละด้าน โดยถูผิวสัมผัสด้านที่มีโค้ดกำหนด

การประเมิน จากลื่นเหมือนผ้าไหมมากไปยังรู้สึกสากมือ โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ การยืดตัว (Tensile Stretch)

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้มือข้างละสามนิ้วจับ มีนิ้วโป้ง นิ้วชี้ และนิ้วกลางจนกระดาษตัวอย่างยืดตัว จึงประเมินการยืดของกระดาษตัวอย่างนั้น

การประเมิน จากไม่ยืดเลยไปยังมีกรยืดตัวสูง โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ จุดรอยดำ (Stain)

มีวิธีปฏิบัติ คือ วางกระดาษตัวอย่างบนพื้นผิวสีขาวแล้วประเมินด้วยสายตาหาจุดรอยดำแล้วประเมินปริมาณจุดรอยดำที่พบ

การประเมิน จากไม่มีรอยดำไปยังมีจุดหรือรอยดำมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ ความผิดปกติของการเรียงตัวของกระดาษ (Irregular Formation)

มีวิธีปฏิบัติ คือ วางกระดาษตัวอย่างบนพื้นผิวสีขาว แล้วประเมินด้วยสายตาดูการเรียงตัวของเยื่อกระดาษว่ามีการเรียงตัวเป็นระเบียบเรียบร้อยอย่างไร

การประเมิน จากการเรียงตัวที่ผิดปกติเหมือนมีการแตกกลายของกระดาษไปยังเรียงตัวเรียบร้อยดี
มากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ ความฝืด (Hand Friction)

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้ฝ่ามือลูบเบาๆ ให้ทั่วผิวของกระดาษตัวอย่าง แล้วประเมินแรงต้านที่เกิดขึ้น
ขณะที่ทำการลากมือไปทั่วๆ ผิวกระดาษ

การประเมิน จากลื่นหรือไม่ต้องออกแรงลากมือไปยังต้องออกแรงลากมากหรือฝืดมากโดย
เรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ ความหนา (Thickness)

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้มือข้างที่ถนัดจับกระดาษตัวอย่างโดยนิ้วโป้งอยู่ด้านล่าง นิ้วชี้อยู่ด้านบนกดเบาๆ
หาระยะระหว่างนิ้วทั้งสอง แล้วจึงประเมินความหนาที่รับรู้ได้

การประเมิน จากบางไปยั้งหนามากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ **ความหยาบ (Roughness)**

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้มือข้างที่ถนัด นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย ทั้งสี่นิ้วติดกัน วางอุ้งกระดาด ตัวอย่าง ประเมินโดยรวมของความขรุขระ มีเม็ดเชื้อ การไม่ลื่นมือ ที่พบบนผิวสัมผัสของกระดาด ตัวอย่าง

การประเมิน จากเรียบลื่น ไปยังหยาบมาก โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ **เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาด (Gritty)**

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้ฝ่ามือข้างที่ถนัดลูบเบาๆ บนกระดาดตัวอย่าง แล้วประเมินอนุภาคเม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาดตัวอย่าง

การประเมิน จากลื่นไม่มีเม็ดเล็กๆ ไปยังมีเม็ดเล็กๆ มาก โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ **ความดังของเสียง (Noise Intensity)**

มีวิธีปฏิบัติ คือ ให้อย่างกระดาดตัวอย่างแล้วประเมินความดังของเสียงที่เกิดขึ้นขณะที่ค่อยๆ ขยำ โดยพยายามกะแรงขยำให้เท่าๆกันและเบาๆ

การประเมิน จากเสียงเบา ไปยังเสียงดังมาก โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ **ความขาวสว่าง (Whiteness)**

มีวิธีปฏิบัติ คือ ให้อ่างกระดาดตัวอย่างบนพื้นผิวสีดำแล้วประเมินความขาวสว่างด้วยสายตา

การประเมิน จากไม่ขาว ไปยังขาวสว่างมาก โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ **ฝุ่นละออง (Lint)**

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้มือข้างหนึ่งถูกระดาษขึ้นบนเพดานให้แสงไฟส่อง จากนั้นใช้มืออีกข้างหนึ่งเขย่าแผ่นกระดาษตัวอย่างทางด้านล่างที่ห้อยอยู่ แล้วประเมินปริมาณฝุ่นที่เห็น

การประเมิน จากไม่มีฝุ่นเลยไปยังมีฝุ่นมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ **ความแข็งกระด้าง (Stiffness)**

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้มือข้างที่ถนัดเพียงมือเดียวกำกระดาษตัวอย่างแล้วขยำเบาๆ แล้วประเมินมุมแตกมุมหัก รวมถึง ความกรอบของกระดาษตัวอย่าง

การประเมิน จากขยวอ่อนตัว ไปยังแข็งกรอบมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

➤ **ความอ่อนนุ่ม (Fuzziness)**

มีวิธีปฏิบัติ คือ ใช้มือข้างที่ถนัดจับตัวอย่างทั้งสองด้านแล้วใช้นิ้วโป้งลูบเบาๆ ไปมา บนกระดาษตัวอย่าง แล้วประเมินผิวสัมผัสทั้งสองด้านมีความฟู ความละมุนมือ

การประเมิน จากเรียบด้านไปยังอ่อนนุ่ม ฟู ละมุนมือ โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามผู้บริโภคร

เรื่อง การประเมินด้านความรู้สึกรของผู้บริโภครในการใช้ผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้า

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ นามสกุล
2. อายุ ปี
3. เพศ ชาย หญิง
4. วุฒิการศึกษา

<input type="checkbox"/> ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า	<input type="checkbox"/> มัธยมต้น
<input type="checkbox"/> มัธยมปลายหรือเทียบเท่า	<input type="checkbox"/> อนุปริญญาหรือเทียบเท่า
<input type="checkbox"/> ปริญญาตรี	<input type="checkbox"/> สูงกว่าปริญญาตรี
<input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ	
5. อาชีพ

<input type="checkbox"/> นักเรียน, นิสิต, นักศึกษา	<input type="checkbox"/> รับราชการ, รัฐวิสาหกร
<input type="checkbox"/> พนักงานบริษัทเอกชน	<input type="checkbox"/> ค้าขาย, กิจการส่วนตัว
<input type="checkbox"/> รับจ้างทั่วไป	<input type="checkbox"/> แม่บ้าน, พ่อบ้าน
<input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ	
6. รายได้ของครอบครัวต่อเดือน

<input type="checkbox"/> 5,000 บาท หรือต่ำกว่า	<input type="checkbox"/> 5,001 – 15,000 บาท
<input type="checkbox"/> 15,001 – 30,000 บาท	<input type="checkbox"/> 30,001 – 50,000 บาท
<input type="checkbox"/> 50,001 – 70,000 บาท	<input type="checkbox"/> 70,001 – 100,000 บาท
<input type="checkbox"/> มากกว่า 100,000 บาท	
7. สถานภาพ

<input type="checkbox"/> โสด	<input type="checkbox"/> แต่งงาน	<input type="checkbox"/> หย่า	<input type="checkbox"/> ม่าย
<input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ			
8. ในช่วง 4 สัปดาห์ ท่านได้ใช้ผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้าอยู่เป็นประจำหรือไม่

<input type="checkbox"/> ใช่ เคยใช้เป็นประจำ
<input type="checkbox"/> ไม่ได้ใช้เลย

ยุติการสัมภาษณ์

9. ประเภทของกระดาษเช็ดหน้าที่ท่านใช้อยู่

สีขาว, ไม่มีน้ำหอม

สีขาว, มีน้ำหอม

พิมพ์ลายไม่มีน้ำหอม

พิมพ์ลาย, มีน้ำหอม

ไม่แน่ใจ, จำไม่ได้ บุติการสัมภาษณ์

10. โดยปกติแล้วท่านเป็นผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้าเพื่อใช้เองหรือไม่

ใช่ ซื้อเองใช้เอง

ไม่ใช่ มีคนในครอบครัวซื้อให้ใช้

11. ผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้าที่ท่านใช้อยู่

คือ

.....

12. ผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้าที่ท่านรู้จัก

คือ

.....

ตอนที่ 2 การทดสอบประเมินคุณลักษณะด้านความรู้สึกรักของกระดาษเช็ดหน้า

กรุณาประเมินตัวอย่างตามคุณลักษณะที่กำหนดให้แล้วเติมรหัสตัวอย่างที่เรียงลำดับแล้วจากน้อยที่สุดไปยังมากที่สุด (ใน 1 ชุดตัวอย่าง จะมีจำนวนตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง หากท่านได้ไม่ครบกรุณาแจ้งผู้ดูแลการทำแบบสอบถาม จะได้นำชุดตัวอย่างใหม่ให้ท่าน)

ปริมาณแรงในการกำ

การประเมิน จากใช้แรงต่ำไปยังใช้แรงสูง โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ปริมาณแรงในการขยำ

การประเมิน จากใช้แรงต่ำไปยังใช้แรงสูง โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความลื่นเหมือนผ้าไหม

การประเมิน จากลื่นเหมือนผ้าไหมมากไปยังรู้สึกสากมือโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

การยืดตัว

การประเมิน จากไม่ยืดเลยไปยังมีการยืดตัวสูงโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

จุดรอยต่าง

การประเมิน จากไม่มีรอยต่างไปยังมีจุดหรือรอยต่างมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความผิดปกติของการเรียงตัวเยื่อกระดาษ

การประเมิน จากการเรียงตัวที่ผิดปกติเหมือนมีการแตกลายของกระดาษไปยังเรียงตัวเรียบร้อยดี
มากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความฝืด

การประเมิน จากลื่นหรือไม่ต้องออกแรงลากมือไปยังต้องออกแรงลากมากหรือฝืดมาก โดย
เรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความหนา

การประเมิน จากบางไปยังหนามากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความหยาบ

การประเมิน จากเรียบลื่นไปยังหยาบมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

เม็ดเล็กๆ บนผิวกระดาษ

การประเมิน จากลื่นไม่มีเม็ดเล็กๆ ไปยังมีเม็ดเล็กๆ มากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความดังของเสียง

การประเมิน จากเสียงเบาไปยังเสียงดังมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความขาวสว่าง

การประเมิน จากไม่ขาวไปยังขาวสว่างมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ฝุ่นละออง

การประเมิน จากไม่มีฝุ่นเลยไปยังมีฝุ่นมากโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความแข็งแรงต่าง

การประเมิน จากขยับอ่อนตัวไปยังแข็งแรงรอบมาก โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

ความอ่อนนุ่ม

การประเมิน จากเรียบด้านไปยังอ่อนนุ่ม ฟุ่ ละมุนมือ โดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 5

การเรียงลำดับรหัสตัวอย่าง					
การให้น้ำหนัก 1 = น้อยที่สุด จนถึง 5 = มากที่สุด					

จบการตอบแบบสอบถาม

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่สละเวลาเข้าร่วมทำแบบสอบถามนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

ตารางสถิติต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE 5.10
 Minimum Numbers of Correct Judgments to Establish
 Significance at Various Probability Levels for the
 Triangle Test (One-Tailed, $p = 1/2^x$)

Number of trials (n)	Probability levels						
	.05	.04	.03	.02	.01	.005	.001
5	4	5	5	5	5	5	
6	5	5	5	5	6	6	
7	5	6	6	6	6	7	7
8	6	6	6	6	7	7	8
9	6	7	7	7	7	8	8
10	7	7	7	7	8	8	9
11	7	7	8	8	8	9	10
12	8	8	8	8	9	9	10
13	8	8	9	9	9	10	11
14	9	9	9	9	10	10	11
15	9	9	10	10	10	11	12
16	9	10	10	10	11	11	12
17	10	10	10	11	11	12	13
18	10	11	11	11	12	12	13
19	11	11	11	12	12	13	14
20	11	11	12	12	13	13	14
21	12	12	12	13	13	14	15
22	12	12	13	13	14	14	15
23	12	13	13	13	14	15	16
24	13	13	13	14	15	15	16
25	13	14	14	14	15	16	17
26	14	14	14	15	15	16	17
27	14	14	15	15	16	17	18
28	15	15	15	16	16	17	18
29	15	15	16	16	17	17	19
30	15	16	16	16	17	18	19
31	16	16	16	17	18	18	20
32	16	16	17	17	18	19	20
33	17	17	17	18	18	19	21
34	17	17	18	18	19	20	21
35	17	18	18	19	19	20	22
36	18	18	18	19	20	20	22
37	18	18	19	19	20	21	23
38	19	19	19	20	21	21	23
39	19	19	20	20	21	22	24
40	19	20	20	21	21	22	24
41	20	20	20	21	22	23	25
42	20	20	21	21	22	23	25
43	20	21	21	22	23	24	26
44	21	21	22	22	23	24	26
45	21	22	22	23	24	24	27
46	22	22	22	23	24	25	27
47	22	22	23	23	24	25	27
48	22	23	23	24	25	26	28
49	23	23	24	24	25	26	28
50	23	24	24	25	26	26	29
60	27	27	28	29	30	31	33
70	31	31	32	33	34	35	37
80	35	35	36	36	38	39	41
90	38	39	40	40	42	43	45
100	42	43	43	44	45	47	49

* Values (X) not appearing in table may be derived from $X = 0.4714z\sqrt{n} - [0.5n - 3.16]$. See text. Reprinted from *J. Food Sci.* 43, p. 940-947, 1978. Copyright © by Institute of Food Technologists.

TABLE T4

Percentage Points of the Studentized Range: Upper- α Critical Values for Tukey's HSD Multiple Comparison Procedure

- Instructions:
- (1) Enter the section of the table that corresponds to the predetermined α -level.
 - (2) Enter the row that corresponds to the degrees-of-freedom for error from the ANOVA.
 - (3) Pick the value of q in that row from the column that corresponds to the number of treatments being compared.

v	t																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
The Entries Are $q_{\alpha, v, t}$ Where $P(q < q_{\alpha, v, t}) = 0.99$																				
1	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2	260.0	266.2	271.8	277.0	281.8	286.3	290.4	294.3	298.0	
2	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.29	29.53	30.68	31.69	32.59	33.40	34.13	34.81	35.43	36.00	36.53	37.03	37.50	37.95	
3	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13	17.53	17.89	18.22	18.52	18.81	19.07	19.32	19.55	19.77	
4	6.58	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57	12.84	13.09	13.32	13.53	13.73	13.91	14.08	14.24	14.40	
5	5.70	6.98	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48	10.70	10.89	11.08	11.24	11.40	11.55	11.68	11.81	11.93	
6	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30	9.48	9.65	9.81	9.95	10.08	10.21	10.32	10.43	10.54	
7	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55	8.71	8.86	9.00	9.12	9.24	9.35	9.46	9.55	9.65	
8	4.75	5.64	6.20	6.62	6.96	7.24	7.47	7.68	7.86	8.03	8.18	8.31	8.44	8.55	8.66	8.76	8.85	8.94	9.03	
9	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.33	7.49	7.65	7.78	7.91	8.03	8.13	8.23	8.33	8.41	8.49	8.57	
10	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36	7.49	7.60	7.71	7.81	7.91	7.99	8.08	8.15	8.23	
11	4.39	5.15	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13	7.25	7.36	7.46	7.56	7.65	7.73	7.81	7.88	7.95	
12	4.32	5.05	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94	7.06	7.17	7.26	7.36	7.44	7.52	7.59	7.66	7.73	
13	4.26	4.96	5.40	5.72	5.98	6.19	6.37	6.52	6.67	6.79	6.90	7.01	7.10	7.19	7.27	7.35	7.42	7.48	7.55	
14	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66	6.77	6.87	6.96	7.05	7.13	7.20	7.27	7.33	7.39	
15	4.17	4.84	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55	6.66	6.76	6.84	6.93	7.00	7.07	7.14	7.20	7.26	
16	4.13	4.79	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46	6.56	6.66	6.74	6.82	6.90	6.97	7.03	7.09	7.15	
17	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38	6.48	6.57	6.66	6.73	6.81	6.87	6.94	7.00	7.05	
18	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31	6.41	6.50	6.58	6.65	6.73	6.79	6.85	6.91	6.97	
19	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25	6.34	6.43	6.51	6.58	6.65	6.72	6.78	6.84	6.89	
20	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19	6.28	6.37	6.45	6.52	6.59	6.65	6.71	6.77	6.82	

Table T-4. Tukey's HSD

24	3.96	4.55	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02	6.11	6.19	6.26	6.33	6.39	6.45	6.51	6.56	6.61
30	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85	5.93	6.01	6.08	6.14	6.20	6.26	6.31	6.36	6.41
40	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.26	5.39	5.50	5.60	5.69	5.76	5.83	5.90	5.96	6.02	6.07	6.12	6.16	6.21
60	3.76	4.28	4.59	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53	5.60	5.67	5.73	5.78	5.84	5.89	5.93	5.97	6.01
120	3.70	4.20	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.37	5.44	5.50	5.56	5.61	5.66	5.71	5.75	5.79	5.83
∞	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23	5.29	5.35	5.40	5.45	4.49	5.54	5.57	5.61	5.65
The Entries Are $q_{\alpha,05}$ Where $\mu_i \neq \mu_j$ at $\alpha = 0.05$																			
1	17.97	26.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59	51.96	53.20	54.33	55.36	56.32	57.22	58.04	58.83	59.56
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39	14.75	15.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.37	16.57	16.77
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.53	10.69	10.84	10.98	11.11	11.24
4	3.93	5.01	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21
6	3.46	4.34	4.90	6.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.62	5.71	5.79	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	5.79	5.85	5.91	5.97*	6.03
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	5.61	5.67	5.73	5.79	5.84
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	5.53	5.59	5.63	5.70	5.73
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71

TABLE T4 (continued)

Percentage Points of the Studentized Range: Upper- α Critical Values for Tukey's HSD Multiple Comparison Procedure

v	k																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.49	5.53	5.59
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.47
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24
120	2.80	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13
∞	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01

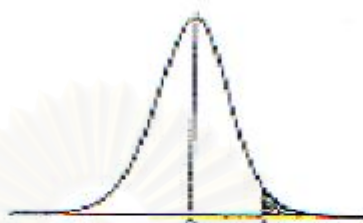
The Entries Are $q_{\alpha, k}$ Where $P(\eta < q_{\alpha, k}) = 0.90$

1	8.93	13.44	16.36	18.89	20.15	21.51	22.64	23.62	24.48	25.24	25.92	26.54	27.10	27.62	28.10	28.54	28.96	29.35	29.71
2	4.13	5.73	6.77	7.54	8.14	8.63	9.05	9.41	9.72	10.01	10.26	10.49	10.70	10.89	11.07	11.24	11.39	11.54	11.68
3	3.33	4.47	5.20	5.74	6.16	6.51	6.81	7.06	7.29	7.49	7.67	7.83	7.98	8.12	8.25	8.37	8.48	8.58	8.68
4	3.01	3.98	4.59	4.93	5.29	5.68	5.93	6.14	6.33	6.49	6.65	6.78	6.91	7.02	7.13	7.23	7.33	7.41	7.50
5	2.85	3.72	4.26	4.66	4.98	5.24	5.46	5.65	5.82	5.97	6.10	6.22	6.34	6.44	6.54	6.63	6.71	6.79	6.86
6	2.75	3.56	4.07	4.44	4.73	4.97	5.17	5.34	5.50	5.64	5.76	5.87	5.98	6.07	6.16	6.25	6.32	6.40	6.47
7	2.68	3.43	3.93	4.28	4.55	4.78	4.97	5.14	5.28	5.41	5.53	5.64	5.74	5.83	5.91	5.99	6.06	6.13	6.19
8	2.63	3.37	3.83	4.17	4.43	4.65	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.56	5.64	5.72	5.80	5.87	5.93	6.00
9	2.59	3.32	3.76	4.08	4.34	4.54	4.72	4.87	5.01	5.13	5.23	5.33	5.43	5.51	5.58	5.66	5.72	5.79	5.85
10	2.56	3.27	3.70	4.02	4.26	4.47	4.64	4.78	4.91	5.03	5.13	5.23	5.32	5.40	5.47	5.54	5.61	5.67	5.73
11	2.54	3.23	3.66	3.96	4.20	4.40	4.57	4.71	4.84	4.95	5.05	5.15	5.23	5.31	5.38	5.45	5.51	5.57	5.63
12	2.52	3.20	3.62	3.92	4.16	4.35	4.51	4.65	4.78	4.89	4.99	5.08	5.16	5.24	5.31	5.37	5.44	5.49	5.55
13	2.50	3.18	3.59	3.88	4.12	4.29	4.46	4.60	4.73	4.83	4.93	5.02	5.10	5.18	5.25	5.31	5.37	5.43	5.48
14	2.49	3.16	3.56	3.85	4.08	4.27	4.42	4.56	4.68	4.79	4.88	4.97	5.05	5.12	5.19	5.26	5.32	5.37	5.43
15	2.48	3.14	3.54	3.83	4.05	4.23	4.39	4.52	4.64	4.75	4.84	4.93	5.01	5.08	5.15	5.21	5.27	5.32	5.38

16	2.47	3.12	3.52	3.80	4.03	4.21	4.36	4.49	4.61	4.71	4.81	4.89	4.97	5.04	5.11	5.17	5.23	5.28	5.33
17	2.46	3.11	3.50	3.78	4.00	4.18	4.33	4.46	4.58	4.68	4.77	4.86	4.93	5.01	5.07	5.13	5.19	5.24	5.30
18	2.45	3.10	3.49	3.77	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.75	4.83	4.90	4.98	5.04	5.10	5.16	5.21	5.26
19	2.45	3.09	3.47	3.75	3.97	4.14	4.29	4.42	4.53	4.63	4.72	4.80	4.88	4.95	5.01	5.07	5.13	5.18	5.23
20	2.44	3.08	3.46	3.74	3.95	4.12	4.27	4.40	4.51	4.61	4.70	4.78	4.85	4.92	4.99	5.05	5.10	5.16	5.20
24	2.42	3.05	3.42	3.69	3.90	4.07	4.21	4.34	4.44	4.54	4.63	4.71	4.78	4.85	4.91	4.97	5.02	5.07	5.12
30	2.40	3.02	3.39	3.65	3.85	4.02	4.16	4.28	4.38	4.47	4.56	4.64	4.71	4.77	4.83	4.88	4.94	4.99	5.03
40	2.38	2.99	3.35	3.60	3.80	3.96	4.10	4.21	4.32	4.41	4.49	4.56	4.63	4.69	4.75	4.81	4.86	4.90	4.95
60	2.36	2.96	3.31	3.56	3.75	3.91	4.04	4.16	4.25	4.34	4.42	4.49	4.56	4.62	4.67	4.73	4.78	4.82	4.86
120	2.34	2.93	3.28	3.52	3.71	3.86	3.99	4.10	4.19	4.28	4.35	4.42	4.48	4.54	4.60	4.65	4.69	4.74	4.78
∞	2.33	2.90	3.24	3.48	3.66	3.81	3.93	4.04	4.13	4.21	4.28	4.35	4.41	4.47	4.52	4.57	4.61	4.65	4.69

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE T3
Upper- α Probability Points of Student's t -Distribution
(Entries Are t_{α}) -



Instructions: (1) Enter the row of the table corresponding to the number of degrees of freedom (ν) for error.
(2) Pick the value of t in that row, from the column that corresponds to the predetermined α -level.

ν	α						
	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.816	1.886	2.920	4.300	6.965	9.925	31.598
3	0.765	1.538	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.353	5.041
9	0.703	1.385	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.013	4.221
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.687	1.326	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

Table G.21 Critical Values for the Spearman Rank-Order Correlation Coefficient

N	Significance level for a one-tailed test at			
	.05	.025	.005	.001
	Significance level for a two-tailed test at			
	.10	.05	.01	.002
5	.900	1.000		
6	.829	.886	1.000	
7	.715	.786	.929	1.000
8	.620	.715	.881	.953
9	.600	.700	.834	.917
10	.564	.649	.794	.879
11	.537	.619	.764	.855
12	.504	.588	.735	.826
13	.484	.561	.704	.797
14	.464	.539	.680	.772
15	.447	.522	.658	.750
16	.430	.503	.636	.730
17	.415	.488	.618	.711
18	.402	.474	.600	.693
19	.392	.460	.585	.676
20	.381	.447	.570	.661
21	.371	.437	.556	.647
22	.361	.426	.544	.633
23	.353	.417	.532	.620
24	.345	.407	.521	.608
25	.337	.399	.511	.597
26	.331	.391	.501	.587
27	.325	.383	.493	.577
28	.319	.376	.484	.567
29	.312	.369	.475	.558
30	.307	.363	.467	.549

If the observed value of ρ is greater than or equal to the tabled value for the appropriate level of significance, reject H_0 . Note that the left-hand column is the number of pairs of scores, not the number of degrees of freedom.

Source: G. J. Glasser and R. F. Winter, "Critical values of the coefficient of rank correlation for testing the hypothesis of independence," *Biometrika*, 48, 444 (1961).

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางอนรรฆพร สว่างใจ เกิดวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ.2517 ที่จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2539 มีประสบการณ์การทำงานร่วม 9 ปี โดยเริ่มทำงานในตำแหน่งวิศวกรระบบประกันคุณภาพวัตถุดิบขาเข้าของบริษัทฟูจิตตี จากนั้นทำงานที่บริษัทผลิตกระดาษทิชชูแห่งหนึ่ง ในตำแหน่งวิศวกรกระบวนการผลิตแผนกแปรรูปกระดาษทิชชู และย้ายไปทำงานในตำแหน่งผู้ดูแลควบคุมงานวิจัยด้านความรู้สึกของภาคพื้นเอเชียแปซิฟิก ปัจจุบันได้ทำงานในตำแหน่ง ผู้เชี่ยวชาญอาวุโสห้องปฏิบัติการภาคพื้นเอเชียใต้ ดูแลงานทดสอบด้านกายภาพและด้านความรู้สึก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย