บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตเส้นใยธรรมชาติจากต้นกล้วยเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอในครัวเรือนด้วยวิธีการต้ม ในบทนี้จะกล่าวถึง ปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของเส้นใยกล้วย อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และวิธีการดำเนินการทดลอง สามารถแสดงได้ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของเส้นใยกล้วย

จากการศึกษาทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการสามารถที่จะนำเทคนิคที่เกี่ยวข้องมาใช้เพื่อกำหนดปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพต่อเส้นใยกล้วยเพื่อให้ได้เส้นใยธรรมชาติจากต้นกล้วยที่มีสมบัติเชิงกลดีที่สุด ต้องมีการกำหนดองค์ประกอบหรือปัจจัยในการทำงานและส่วนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถกำหนดรายละเอียดได้ดังนี้ คือ

3.1.1 คุณลักษณะของผลตอบ (Response Characteristic)

หมายถึง ลักษณะของผลที่ได้รับจากการศึกษาหรือการทดลองในที่นี้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความเค้นของเส้นใย ค่าเฉลี่ยความเครียดของเส้นใยและค่า เฉลี่ยของYoung's Modulusโดยกำหนดให้เป็นตัวแปรผลตอบ (Response Variable; Y)

3.1.2 ปัจจัยควบคุม (Control Factor)

เป็นปัจจัยที่มีการกำหนด ระดับสูง กลางและต่ำ เพื่อนำระดับต่างๆของปัจจัยเหล่านี้มาปรับใช้กับกระบวนการแยกเส้นใยธรรมชาติจากต้นกล้วย ระดับของปัจจัยที่กำหนดนี้ได้มาจากการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งประกอบด้วย

- สายพันธุ์ต้นกล้วย
- ช่วงอายุ
- ความเข้มข้นของสารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์
- ระยะเวลาในการต้ม

3.1.3 ปัจจัยคงที่ (Held-Constant Factor)

เป็นปัจจัยที่กำหนดค่าให้เท่ากันทุกการทดลอง ในที่นี้จะหมายถึงปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองในครั้งนี้ แต่มีส่วนเกี่ยวข้องในขั้นตอนอื่น ซึ่งสามารถนำไปศึกษาครั้งต่อไป ปัจจัยดังกล่าวแสดงในตารางด้านล่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง3.1 ปัจจัยคงที่

ปัจจัยคงที่	การควบคุมในการทดลอง
ขนาดถังต้ม	ใช้ถังขนาดเดียวกันทุกการทดลอง
ผู้ดำเนินการทดลอง	คนเดียวกันตลอดการทดลอง

3.1.4 ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Nuisance Factors)

เป็นปัจจัยที่มีผลอาจจะไม่มาก แต่ก็ไม่สามารถขจัดออกได้ ซึ่งในการทดลองจะใช้วิธีการกำหนดช่วงเวลาที่จะเริ่มทำการทดลองและจัดสภาพแวดล้อมในแต่ละครั้งให้ใกล้เคียงกัน

3.2 หลักการออกแบบการทดลอง

ในการวิจัยนี้ใช้หลักการออกแบบการทดลองชนิด 3^k Factorial เพื่อหาปัจจัยหลายๆปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง โดยมีการแบ่งการทดลองออกเป็น 2ส่วน คือ ช่วงแรก หาช่วงระดับของปัจจัยที่เหมาะสม ช่วงที่ 2 เป็นการออกแบบทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลในการทดลองและสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย

3.2.1 การหาช่วงระดับของปัจจัย

เป็นขั้นตอนก่อนการทดลองในขั้นต้นที่จะเริ่ม จะเป็นการหาค่าของช่วงระดับของปัจจัยที่ควบคุมในการทดลองโดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) สายพันธุ์ต้นกล้วย

ปัจจัยระดับต่ำ : กล้วยน้ำว้า

ปัจจัยระดับกลาง : กล้วยไข่

ปัจจัยระดับสูง : กล้วยหอม

2) ช่วงอายุ 3 ช่วง

ปัจจัยระดับต่ำ : ก่อนออกปลี (6-8เดือน)

ปัจจัยระดับกลาง : ขณะออกปลี(8-12 เดือน)

ปัจจัยระดับสูง : หลังเก็บเกี่ยว(12-18 เดือน)

3) ความเข้มข้นของสารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์

ปัจจัยระดับต่ำ : 5%

ปัจจัยระดับกลาง : 10%

ปัจจัยระดับสูง : 15%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4)ระยะเวลาในการต้ม

ปัจจัยระดับต่ำ : 4 ชั่วโมง

ปัจจัยระดับกลาง : 5 ชั่วโมง

ปัจจัยระดับต่ำ : 6 ชั่วโมง

ตาราง 3.2 ปัจจัยและระดับขอบเขตของการแยกเส้นใยกล้วย

ปัจจัย	ขอบล่าง (-)	กลาง(0)	ขอบบน (+)
สายพันธุ์กล้วย	น้ำว้า	ไข่	หอม
ช่วงอายุ(เดือน)	6-8	8-12	12-18
ความเข้มข้นของ NaOH (% ต่อนน.แห้ง)	5	10	15
เวลา(ชม.)	4	5	6

3.3 ขั้นตอนเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลในการทดลอง

เมื่อได้รับข้อมูลจากปัจจัยนำเข้าขั้นต้นแล้วได้ทำการทดลองในขั้นต่อไปคือ การทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยจากแบบจำลองโดยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

3.3.1 ออกแบบการทดลอง

โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ในเชิงแฟคทอเรียลแบบสามระดับ(3^k) ซึ่งการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล นิยมในการทดลองที่ ต้องการศึกษาหาปัจจัยหลายๆปัจจัยจึงใช้การออกแบบเชิงแฟคทอเรียลที่แต่ละปัจจัยประกอบด้วย 3 ระดับ ระดับทั้งสามของแต่ละปัจจัยมีค่าเป็น ต่ำ ปานกลาง และสูง สัญลักษณ์ที่ใช้แทนระดับทั้งสามอาจจะใช้เป็นตัวเลข -1 (ต่ำ), 0 (ปานกลาง) และ 1(สูง) การทดลองร่วมปัจจัยในการออกแบบ 3^k จะแทนด้วยตัวเลข k ตัว งานวิจัยในครั้งต้องการศึกษา 4 ปัจจัย คือ สายพันธุ์กล้วย ช่วงอายุ ความเข้มข้นของสารเคมีและระยะเวลาในการต้ม ดังนั้นออกแบบการทดลองแบบ 3^4 เท่ากับ 81 การทดลองและไม่มีการทำการทดลองซ้ำเนื่องจากกระบวนการการเส้นใยกล้วยใช้ระยะเวลายาวนานและมีค่าใช้จ่ายสูง จึงออกแบบการทดลองดังที่กล่าวมาข้างต้น

3.3.2 กระบวนการแยกเส้นใยกล้วย

จากการศึกษา กรอบแนวคิดวรรณกรรมบทความต่างๆ เกี่ยวกับการแยกเส้นกล้วยพบว่าวิธีการแยกเส้นใยกล้วยแบบหัตถกรรมด้วยการใช้ความร้อนหรือการต้มจะทำให้ได้เส้นใยที่ความมันวาวและมีความเหนียวมากที่สุด ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกกระบวนการแปรรูปเส้นใยกล้วยด้วยวิธีการแยกเส้นใยกล้วยแบบหัตถกรรมด้วยการต้มเส้นใยกล้วยในการทดลองซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) นำลำต้นกล้วยมาลอกเป็นกาบดังรูป 3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.1 กาบของต้นกล้วย

2) นำกาบกล้วยที่ลอกเสร็จแล้ว ไปชั่งน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณความเข้มข้น โซเดียมไฮดรอกไซด์ดังรูป 3.2

รูป 3.2 การชั่งน้ำหนักกาบกล้วย

3) นำต้นกล้วยไปต้มในหม้อต้มโดยผสมสารเคมีได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide : NaOH) หรือโซดาไฟ ตัวอย่าง การหาปริมาณสารเคมีโซดาไฟ ต้นกล้วยหนัก 20 กิโลกรัมใช้ NaOH 10%ต่อน้ำหนักแห้ง ต้มเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ดังนั้น ใช้ NaOH 2 กิโลกรัมในการทดลองดังรูป 3.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.3การต้มกาบกล้วย

4) นำเส้นใยที่ได้มาล้างน้ำสะอาด การล้างควรสวมถุงมือเพื่อป้องกันการระคายเคืองจากสารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ดังรูป 3.4

รูป 3.4การล้างเส้นใยในน้ำสะอาด

5) นำเส้นใยไปผึ่งลมให้แห้งดังรูป 3.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.5 การนำเส้นใยผึ่งลม

3.3.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

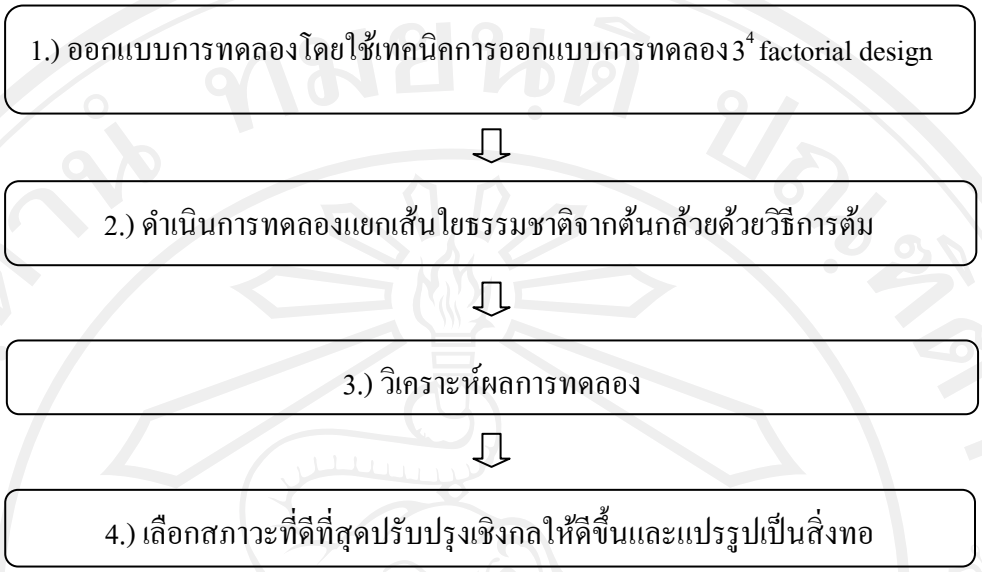
เมื่อได้เส้นใยกล้วยจะ นำเส้นใยที่ได้ไปทดสอบสมบัติเชิงกลโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machineดังรูป 2.3ในการทดสอบ เส้นใยจะถูกจับยึดทั้งสองด้านด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า กริปส์ (Grips) ดังรูป2.4ซึ่งกริปส์ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นกริปส์แบบพัน เมื่อยึดจับเส้นใยด้วยกริปส์จนแน่นแล้วเส้นใยจะถูกดึงยืดออกด้วยการเลื่อนออกของกริปส์ตัวหนึ่งด้วยอัตราที่คงที่จากความยาวเริ่มต้นของเส้นใย (Initial Length) ซึ่งวัดเป็นค่าความยาวพิกัดแรงดึงที่ใช้ในการดึงยืด (Load) จะถูกพล็อตเป็นกราฟสัมพันธ์กับความยาวของเส้นใยที่เพิ่มขึ้น (Elongation)หรือบันทึกเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด (Stress – Strain Curve)มีค่าผลตอบ ได้แก่ ความเค้น ความเครียดและ ค่า Young's Modulus

กำหนดให้เส้นใยจำนวน 5 เส้นต่อการทดลอง,ความยาวของเส้นใย 30 เซนติเมตร, cross head speed 5เซนติเมตรต่อนาที, ระยะทดสอบ 5เซนติเมตร เพื่อหาค่าเฉลี่ยความเค้นของเส้นใย ค่าเฉลี่ยความเครียดของเส้นใยและค่า เฉลี่ยYoung's Modulusที่ได้ในแต่ละระดับปัจจัยจากการทดลองหรือผลตอบจากการทดลองไปวิเคราะห์ผลทางสถิติต่อไป

3.3.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเส้นใยจากต้นกล้วยกับเส้นใยธรรมชาติ

เลือกเส้นใยกล้วยที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีที่สุดเปรียบเทียบกับเส้นใยธรรมชาติและทดลองแปรรูปเป็นสิ่งทอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.6 ขั้นตอนการทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลในการทดลอง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รับข้อมูลจากการทดลองแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ โดยก่อนที่จะนำผลตอบที่ได้จากการทดลองไปกำหนดค่าอื่นใด ต้องมีการวิเคราะห์ผลจากการทดลองตามลำดับขั้นตอนคือ

3.4.1 การตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Adequacy Checking)

เมื่อได้ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยที่ในการออกแบบการทดลองส่วนใหญ่มักจะตั้งสมมติฐานในการวิเคราะห์จากการที่ y (ตัวแปร) มีการกระจายแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ดังนั้น ค่าตัวแปร y จะมีการกระจายแบบนี้ได้ต้องให้ความคลาดเคลื่อน (ε)มีการกระจายแบบปกติด้วยและเป็นการกระจายที่เป็นอิสระ $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$

จากสมการ

$$y_{\text{ij}} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \qquad (3.1)$$

โดยที่ μ คือ ค่าเฉลี่ย

τ คือ อิทธิพลที่เกิดจากปัจจัย

ε คือ ความคลาดเคลื่อน

การตรวจสอบ ε_{ij} มี 3ขั้นตอน คือ

1) การตรวจสอบการกระจายเป็นแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) โดยใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) แล้วดูลักษณะการกระจายของจุด ที่แทนข้อมูลบนแผนภูมิ ว่ารูปเป็นอิสระหรือไม่

3) การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Varience Stability) โดยใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) ซึ่งเป็นแผนภูมิการกระจายความคลาดเคลื่อน (Residual) ในแต่ละระดับของปัจจัยถ้ารูปร่างการกระจายของข้อมูลที่ออกมาไม่เป็นลักษณะของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความแปรปรวน แสดงว่าข้อมูลในชุดนั้นมีความเสถียรของความแปรปรวน (Varience Stability)

3.4.2 การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-Square)

เป็นการวิเคราะห์ว่าการออกแบบที่ได้ออกแบบขึ้นมาใช้ในการทดลอง จะมีความเหมาะสมเพียงใด ซึ่งในการทดลองทุกครั้ง จะต้องมีความผันแปรที่อธิบายไม่ได้ (Unexplained Variable) หรือความคาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ การออกแบบการทดลองที่ดีจะต้องทำให้เกิดความผันแปรที่อธิบายไม่ได้น้อยที่สุด ตามสมการด้านล่าง

$$R^2 = \left(\frac{SSmodel}{SStotal}\right) x\ 100 \qquad (3.2)$$

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจจะบอกให้ทราบถึงระดับที่ได้จากการทดลองโดย วัดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจต่ำ สามารถแก้ไขได้โดย

1) เพิ่มจำนวนซ้ำในการทดลอง

2) ตรวจสอบหาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง แล้วออกแบบการทดลองใหม่

3) ถ้าทำการเพิ่มปัจจัยอื่นแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจยังต่ำอยู่แสดงว่าผลจากปัจจัยรบกวน (Noise Factor) มีมากต้องทำการบล็อก (Blocking) เพื่อลดปัจจัยรบกวน

3.4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of Varience)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ทางสถิติจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลซึ่งตามปกติ ในการออกแบบการทดลองชนิด Factorial Design จะต้องมีการทำซ้ำการทดลองอย่างน้อย 2 ซ้ำเพื่อที่จะหา Sum of squares เนื่องจากค่าผิดพลาด (Error) ถ้าอันตรกิริยาทั้งหมดรวมอยู่ในแบบจำลอง ถ้าปัจจัยทั้งหมด เป็นแบบค่าแน่นอน อาจจะคำนวณและทดสอบเกี่ยวกับผลหลัก และอันตรกิริยาได้ง่าย พิจารณาแบบจำลองของการวิเคราะห์ ANOVA กรณี 3 ปัจจัย คือ

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \qquad (3.3)$$

โปรแกรมจะคำนวณค่า P-Value มาให้ สำหรับเปรียบเทียบค่า α ที่กำหนด ดังนั้นเราจึงสามารถที่จะอ่านค่า P-Value ได้โดยตรง โดยที่ไม่จำเป็นต้องคำนวณค่า F ซึ่งในการทดลองนี้ ผู้วิจัยกำหนดค่า α= 0.05 หมายความว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ค่า P-value มีค่ามากกว่าค่า α สรุปว่า ความแตกต่างของความแปรปรวนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- ค่า P-Value มีค่าน้อยกว่าค่า α สรุปว่าความแตกต่างของความแปรปรวนมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.4.4 สร้างสมการทำนาย

หลังจากตรวจสอบความพอเพียงของแบบจำลองแล้วนำค่าของปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ไปเขียนสมการสำหรับทำนาย ตามสมการ 3.4

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i x_i + \sum_{i=1}^{k} \beta_i {x_i}^2 + \sum_{i<j} \sum \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \qquad (3.4)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved