



บทที่ 3

## อุปกรณ์ วัสดุ และวิธีการทดลอง

### 3.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

#### 3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 เครื่องบด แบบ Hammer mill ใช้หลักการเหวี่ยงแท่งเหล็กจากแกนหมุนไปที่เปลือกไม้ให้แตกมีขนาดเล็กลง โดยได้รับแรงขับจากมอเตอร์ขนาดกำลัง 0.5 HP. มีแผ่นประตูปกคลุมอัตรการบดเปลือกไม้เข้าสู่ห้องบด ลักษณะของเครื่องแสดงในรูป 3.1



รูปที่ 3.1 เครื่องบดเปลือกไม้โกงกาง (Hammer mill)



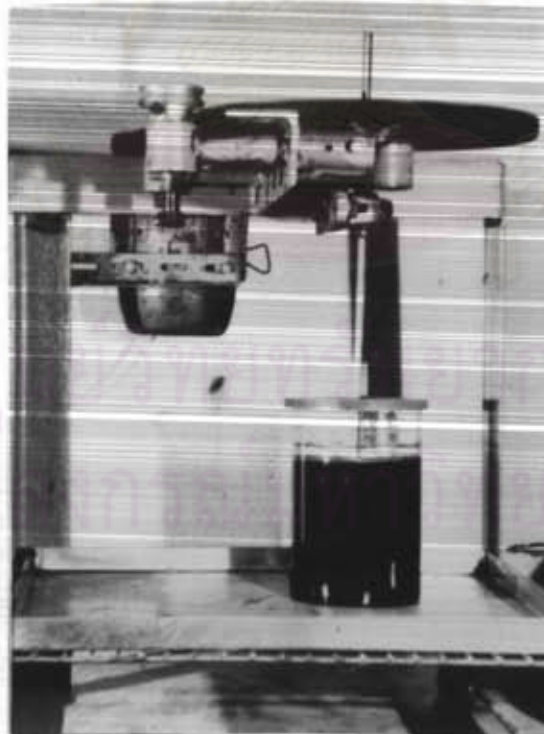
3.1.1.2 ตะแกรง (sieve) ขนาดช่องตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร, 1 มิลลิเมตร, 2 มิลลิเมตร และ 4 มิลลิเมตร

3.1.1.3 ตู้อบ (oven)

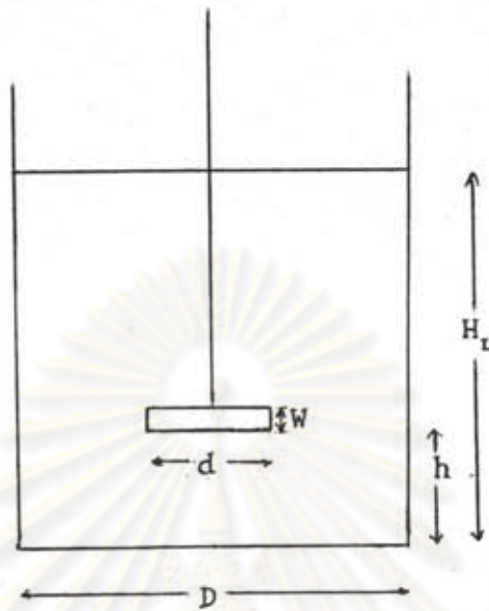
3.1.1.4 เครื่องสกัดแบบถังกวน (stirred reactor) ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1. มอเตอร์และใบพัด. มอเตอร์ที่ใช้มีกำลัง 0.24 กิโลวัตต์ต่อเข้ากับลูกรอกเหล็ก 2 ลูกด้วยสายพาน (ดูรูปที่ 3.2 ประกอบ) ลูกรอกเหล็กลูกที่ 2 ต่อกับแกนหมุนของใบพัด เมื่อมอเตอร์ทำงานจะทำให้ลูกรอกเหล็กหมุน ใบพัดก็จะหมุนตามไปด้วย ใบพัดจะเป็นแบบชั้นเดียวมี 4 แฉกยาว 4.0 เซนติเมตร กว้าง 0.80 เซนติเมตร

2. ตัวถัง เป็นโหลแก้ว มีฝาปิดเปิดได้เมื่อเก็บตัวอย่าง เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร



รูปที่ 3.2 ก เครื่องสกัดแบบถังกวนและสภาวะการทำงาน



รูปที่ 3.2 ข ลักษณะและรายละเอียดของถังกวน

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของถังกวน

| รายละเอียด                       | สัญลักษณ์ | หน่วย(cm) |
|----------------------------------|-----------|-----------|
| เส้นผ่านศูนย์กลางของถังกวน       | $D$       | 12        |
| ความสูงของเปลือกไม้ + ตัวทำละลาย | $H_L = D$ | 12        |
| เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด        | $d = D/3$ | 4.00      |
| ความกว้างของใบพัด                | $w = d/5$ | 0.80      |
| ความสูงของใบพัดจากถังกวน         | $h = D/3$ | 4.0       |



### 3.1.1.5 เครื่องสกัดแบบไหลสวนทางกัน (counter current)

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. ถังสกัด ประกอบด้วยถัง poly ethylene 4 ถัง ขนาดของถังสูง 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร แต่ละถังมีช่องให้น้ำเข้าและออก โดยน้ำจะผ่านเข้าทางด้านบนและออกทางด้านล่างใช้วิธีน้ำล้น เพราะฉะนั้นถังทั้ง 4 ใบ จะวางอยู่ระดับต่างกัน ให้ใบที่ 1 อยู่สูงที่สุดซึ่งจะได้รับน้ำจาก water bath แล้วจะส่งต่อไปให้ใบที่ 2, 3, 4 ซึ่งอยู่ต่ำลงมาตามลำดับ ปริมาตรของน้ำแต่ละถังเท่ากับ 5 ลิตร นอกจากนี้ถังใบที่ 3, 2, 1 จะมีท่อทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เซนติเมตร ขดเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร อยู่ขอบถัง ท่อทองแดงมีน้ำร้อนไหลผ่านมาจากท่อทองแดงใน water bath ทิศทางการไหลแสดงไว้ในรูป 3.3 อุณหภูมิของน้ำในถังสกัด water bath อัตราการไหลของน้ำต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงอุณหภูมิของน้ำใน water bath และถังสกัด ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ

| อัตราการไหลของน้ำ<br>(litre/hr.) |       | อุณหภูมิของน้ำใน water bath และถังสกัดแต่ละใบ ( °C) |          |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|---|----------|-------|-------|-------|-------|
| $F_1$                            | $F_2$ | $T_{w1}$  | $T_{w2}$ | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ |
| 25                               | 15    | 90  | 94       | 80    | 78    | 77    | 78    |
| 25                               | 20    | 90  | 94       | 79    | 78    | 78    | 78    |
| 25                               | 25    | 90  | 95       | 78    | 76    | 75    | 76    |
| 25                               | 30    | 90  | 95       | 78    | 76    | 75    | 76    |

2. อ่างน้ำร้อน (water bath) มี 2 ใบ ใบที่ 2 เป็นทรงกระบอกสูง 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร มีขดลวดให้ความร้อน 500 วัตต์ มีท่อทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร ขดเป็นวงกลม อ่างน้ำนี้จะต้มน้ำ

ให้เดือดเพื่อถ่ายเทความร้อนเข้าไปในน้ำที่ไหลในท่อทองแดง และน้ำนี้จะผ่านเข้าไปในท่อทองแดงที่อยู่ใน water bath ใบที่ 1 water bath ใบที่ 1 เป็นสิเหลี่ยมมีฐานเป็นจตุรัสกว้าง 45 เซนติเมตรสูง 20 เซนติเมตร มีขดลวดให้ความร้อน 1500 วัตต์ มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ มีวาล์วเปิดปิดให้น้ำไหลออกไปยังถังใบที่ 4 มีท่อน้ำล้น มีลูกลอยควบคุมระดับน้ำภายใน water bath มีท่อทองแดงชุดเป็นวงกลม 3 ชุด น้ำจะไหลเข้าสู่ทองแดงไปยังท่อทองแดงในถังสกัดใบที่ 3,2,1 ทิศทางการไหลของน้ำภายในท่อทองแดงและถังสกัดได้จากรูป 3.3

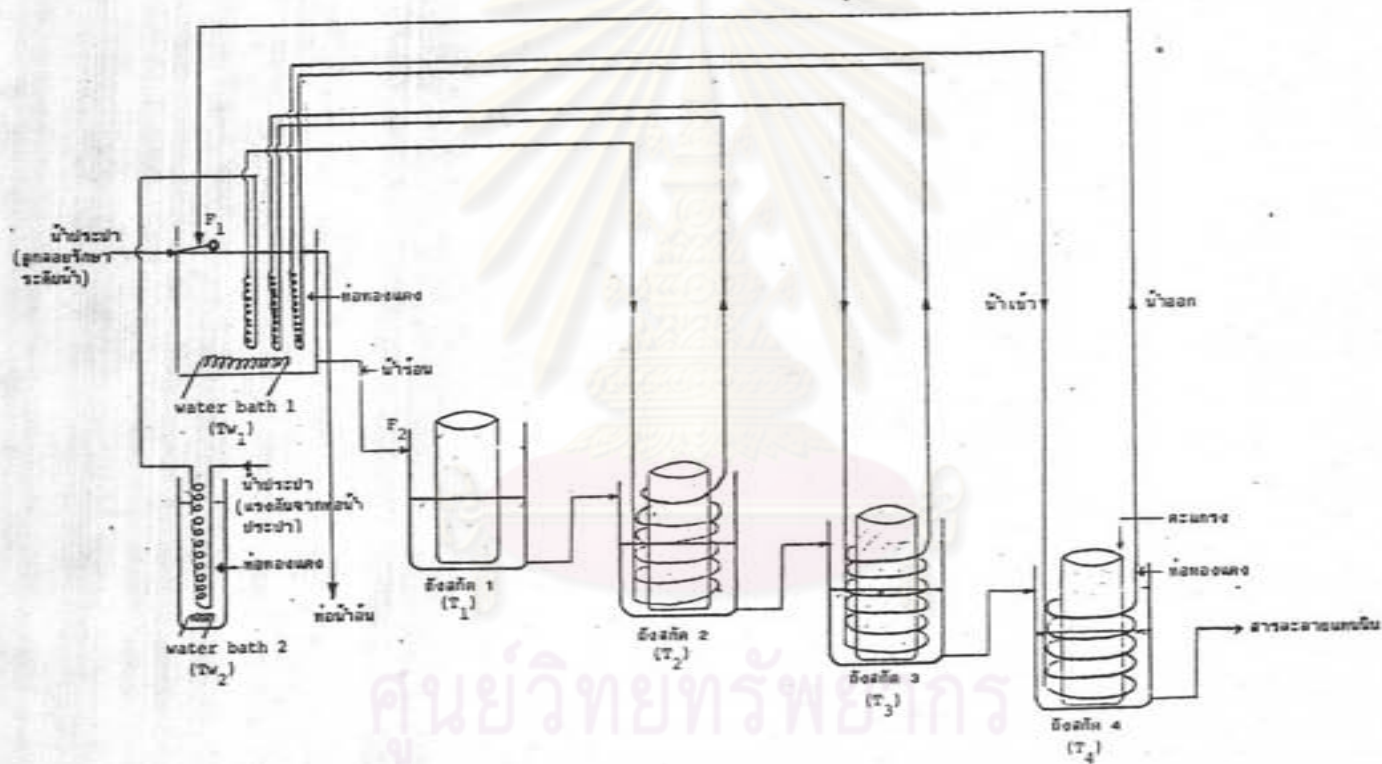
3. ตะแกรง ใช้ไม้ไผ่สาน เป็นรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร มีผ้าสาหรู หรือผ้ากรองล้อมรอบตะแกรง

3.1.1.6 เครื่องบีบ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ แผ่นโลหะสำหรับกดตัว body เป็นรูปทรงกระบอกมีรูพรุนวางอยู่บน ส่วนที่ 3 คือ ถาดรองรับของเหลว ทั้งถาดรองรับของเหลวและตัวกดจะมีแกนเพื่อใช้ในการบีบให้ตัวกดผ่านเข้าไปในตัว body

3.1.1.7 เครื่อง spectrophotometer ของบริษัท Beckman Instruments Model DB-G California ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.1.8 เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น beaker volumetric flask buret ฯลฯ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 เครื่องสกัดแบบกึ่งต่อเนื่องส่วนทางกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### 3.1.2 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.2.1 วัตถุดิบ เปลือกไม้โกงกางที่ใช้ในการทดลองมี 2 พันธุ์คือ เปลือกไม้โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora Mucronata*) และเปลือกไม้โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora Apiculata*) นำมาจากจังหวัดระนอง เปลือกไม้โกงกางทั้งสองชนิดมีลักษณะสีน้ำตาล แสดงในรูป 3.4 ก, 3.4 ข, 3.4 ค มีความชื้น 30-40 เปอร์เซ็นต์ นำมาอบจนแห้งในตู้อบเป็นเวลา 12 ชั่วโมงแล้วนำมาบดด้วยเครื่อง Hammer mill หลังจากบดแล้วนำมาผสมกันและวิเคราะห์ทางกายภาพ แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

รูปที่ 3.4 ก. เปลือกไม้โกงกางใบใหญ่

รูปที่ 3.4 ข. เปลือกไม้โกงกางใบเล็ก

รูปที่ 3.4 ค. เปลือกไม้โกงกางใบใหญ่  
ผสมกับเปลือกไม้โกงกางใบเล็ก บดด้วย  
ที่บดด้วยเครื่อง Hammer mill

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบของ เปลือกไม้โกงกางใบใหญ่ผสมใบเล็กอย่างละครึ่งที่อบแห้งก่อนนำมาสกัด

| ส่วนประกอบของเปลือกไม้       | อัตราส่วนร้อยละของเปลือกไม้ |
|------------------------------|-----------------------------|
| ความชื้นหลังอบแห้ง           | 5.2                         |
| แทนนิน                       | 20.2                        |
| ผลิตภัณฑ์ของแข็งไม่ใช่แทนนิน | 18.6                        |
| สารที่ไม่ละลาย ( กาก )       | 56.0                        |

ผลิตภัณฑ์ของแข็งไม่ใช่แทนนินได้แก่ gallic acid, nitrogenous matter, gummy matter, soluble mineral salt เรียกรวมว่า astringent non tannin และยังมี น้ำตาล สี acetic acid และสารอื่น ๆ

3.1.2.2 หนังที่นำมาฟอก เป็นหนังหน้าท้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ แล้ว พร้อมทั้งจะนำมาฟอกฟาด นำมาจากองค์การฟอกหนัง

3.1.2.3 สารเคมี

- กรดแทนนิก (Lab grad ของบริษัท BHD)
- โซเดียมทังสเตท (Lab grad)
- กรดฟอสโฟโมลิบดิก (Analytical grad)
- กรดฟอสฟูริก (Analytical grad)
- โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Analytical grad)
- อินดิโก คาร์มิน (Analytical grad)
- โซเดียมคลอไรด์ (Analytical grad)
- คาโอซิน (Analytical grad)
- โซเดียมซัลไฟด์ (Lab grad)
- โซเดียมไบซัลไฟด์ (Lab grad)



### 3.2 วิธีการทดลอง

#### 3.2.1 วิเคราะห์ปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน (26)(27)

แทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนินประกอบด้วยแทนนินหลายชนิดรวมกันอยู่ ยากที่จะสกัดออกมาหรือแยกแทนนินแต่ละชนิดออกมาอย่างบริสุทธิ์ จึงต้องใช้ปฏิกิริยาทางเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน ปฏิกิริยาจะเกิดที่กลุ่มไฮดรอกซิลของกรดฟีนอลิครวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อน เพราะฉะนั้นการหาปริมาณแทนนินจึงต้องใช้สารที่เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบคือ กรดแทนนิก (tannic acid) เพราะเป็นสารแทนนินที่มีมวลโมเลกุลต่ำ โครงสร้างของโมเลกุลประกอบด้วยกรดฟีนอลิครวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเท่านั้น จึงเหมาะสมที่จะเป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนินต่าง ๆ วิธีการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้คือ วิธี Lowenthal method และ วิธี Colormetric method

3.2.1.1 Lowenthal method (26) อาศัยหลักการ oxidation titration ด้วยสารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต ( $\text{KMnO}_4$ ) และใช้สารละลายอินดิโก คาร์มิน (indigo carmin) เป็นอินดิเคเตอร์ (indicator)

สารเคมี

- สารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตเข้มข้น 0.1 N (0.1 N  $\text{KMnO}_4$ )
- สารละลายอินดิโก คาร์มิน ประกอบด้วย อินดิโก คาร์มิน 5 กรัม ละลายในกรดซัลฟูริก เข้มข้น 50 มิลลิลิตร จนละลายเป็นเนื้อเดียวกันปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

- สารละลายเจลาติน (gelatin) เข้มข้น 2 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 200 มิลลิลิตร
- สารละลายอิ่มตัวของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ( $\text{NaCl}$ ) ประกอบด้วยกรดซัลฟูริก เข้มข้น 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และใส่เกลือโซเดียมคลอไรด์จวนอิ่มตัว

วิธีการทดลอง

1. หาปริมาณทั้งหมดของ astringent tannin และ astringent non tannin โดยชั่งผลิตภัณฑ์แทนนินโดยละเอียด A กรัม (ประมาณ 2 กรัม) ละลายน้ำร้อนและปรับปริมาตรให้เป็น 250 มิลลิลิตร นำมา 10 มิลลิลิตร ใส่ใน porcelain jar ที่มีน้ำอยู่แล้ว 750 มิลลิลิตร ใส่สารละลายอินดิโก คาร์มิน 20 มิลลิลิตร หยดสารละลาย 0.1 N  $\text{KMnO}_4$  จากบิวเรต (buret) จนอย่างสม่ำเสมอ สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากน้ำเงินไปเป็นเหลืองอ่อนหยุดต่อไปจนเห็นสีชมพู

ตรงขอบ porcelain jar ซึ่งเป็นจุด end point สมมติปริมาตรของ  $0.1 \text{ N KMnO}_4$  เท่ากับ B มิลลิลิตร

2. หาปริมาณ astringent non tannin โดยนำสารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายอิ่มตัวของ NaCl 25 มิลลิลิตร สารละลายเจลาติน 25 มิลลิลิตร ดินขาว 1 ช้อนชา เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมงแล้วกรอง นำสารละลายที่กรองได้มา 20 มิลลิลิตรใส่ใน porcelain jar ที่มีน้ำอยู่แล้ว 750 มิลลิลิตร ใส่สารละลายอินดิโก คาร์มัน 20 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทกับ  $0.1 \text{ N KMnO}_4$  ได้จุด end point เช่นเดียวกับข้อ 1 ปริมาตรของ  $0.1 \text{ N KMnO}_4$  เท่ากับ C มิลลิลิตร

3. คำนวณหาปริมาณแทนนิน จากผลการทดลองของ Wilfred W. Scott (2) พบว่า 1 มิลลิลิตรของ  $0.1 \text{ N KMnO}_4$  จะทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดแทนนิก 0.004157 กรัม เพราะฉะนั้นวิธีการคำนวณจะเป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของ } 0.1 \text{ N KMnO}_4 \text{ ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับแทนนิน} &= B-C && \text{มิลลิลิตร} \\ \text{ปริมาณแทนนินเทียบกับกรดแทนนิก} &= 0.004157 (B-C) && \text{กรัม} \\ \text{คิดเป็นปริมาณแทนนินในตัวอย่างร้อยละ} &= \frac{0.004157 (B-C) \times 100}{A} \end{aligned}$$

3.2.1.2 Colormetric method (27) เป็นวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินโดยใส่สารที่ทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนและเกิดสี แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance)

- สารละลายฟีนอล (Phenol reagent or Folin Danis reagent) เตรียมโดยชั่งสารโซเดียมทังสเตท 100 กรัม ผสมกับกรดฟอสโฟโมลิบดิก 20 กรัม และกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 50 มิลลิลิตร น้ำ 750 มิลลิลิตร Reflux 2 ชั่วโมงแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

- สารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคาร์บอเนต ประกอบด้วยสารโซเดียมคาร์บอเนต 35 กรัม น้ำ 100 มิลลิลิตร อุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ  $80^\circ \text{C}$  ปล่อยให้เย็นแล้วกรอง

- สารละลายกรดแทนนิก 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ 0.1

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร





### วิธีการทดลอง

1. เตรียม standard curve ของสารละลายกรดแทนนิก 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 มิลลิกรัม จากสารละลายกรดแทนนิก 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร มีน้ำอยู่ 75 มิลลิลิตร แต่ละอันเติมสารละลายฟีนอล 5 มิลลิลิตร และสารละลายอิมตัวโซเดียมคาร์บอเนต 10 มิลลิลิตรปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีแล้ววัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร

2. หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน โดยชั่งผลิตภัณฑ์แทนนิน 0.2-0.3 กรัม ละลายในน้ำให้เป็น 100 มิลลิลิตร นำมา 10 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask มีน้ำอยู่แล้ว 75 มิลลิลิตร ใส่สารละลายฟีนอล 5 มิลลิลิตร สารละลายอิมตัวโซเดียมคาร์บอเนต 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร วัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร เช่นเดียวกับข้อ 1 ค่า absorbance ที่วัดได้จะไปเทียบกับ standard curve ก็จะได้ทราบปริมาณแทนนินและคำนวณหาเป็นเปอร์เซ็นต์แทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนินได้

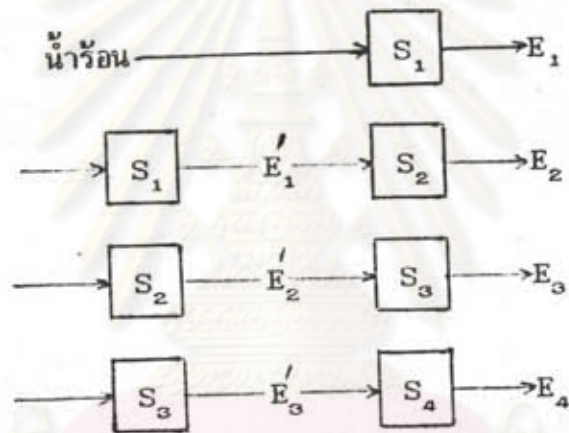
3.2.2 ศึกษาผลการสกัดโดยวิธีการแช่แล้วแยกสารละลายและกากโดยใช้เครื่องบีบ  
การทดลองแบ่งเป็น 2 อย่างคือ

1. สกัดครั้งเดียว เป็นการศึกษาเริ่มต้นเพื่อที่จะได้ข้อมูลนำไปขยายสเกลในการทดลองขั้นต่อไป การทดลองนี้จะใช้บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ใส่เปลือกไม้ที่บดละเอียดมีขนาดต่ำกว่า 0.5 มิลลิเมตร 20 กรัม และน้ำตามปริมาตรที่ต้องการคนจนเข้าด้วยกัน แล้วแช่ในอ่างน้ำร้อนจนได้อุณหภูมิที่ต้องการ แช่ต่อไปอีก 20 นาที แยกสารละลายและกากออกจากกันโดยใช้เครื่องบีบมีผ้ากรองใส่ไว้ในตัว body สารละลายที่แยกได้จะกรองอีกครั้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 วัดปริมาตรของสารละลายแล้วนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 90 °ซ วิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ตัวแปรที่ศึกษาในการทดลองนี้คือ

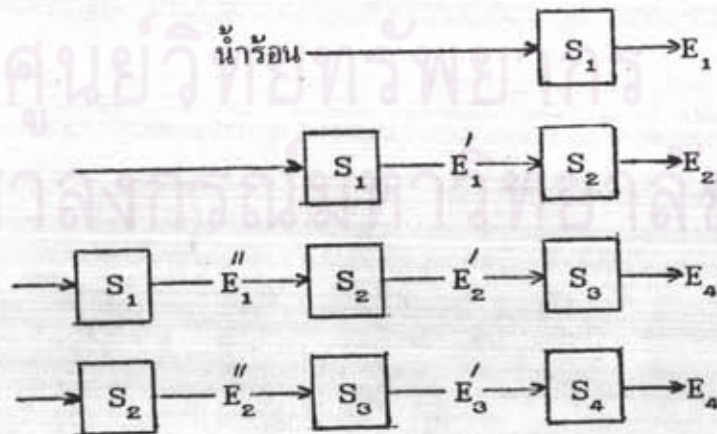
- ชนิดของน้ำที่ใช้สกัด คือ น้ำกลั่น น้ำประปา
- อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้คือ 2:1, 3:1, 5:1, 7:1, 10:1, 12:1, 15:1, 17:1 (ml/gm)
- อุณหภูมิของสารละลายคือ 30, 45, 60, 70, 80, °ซ
- ปริมาณสารเคมีโซเดียมซัลไฟต์และโซเดียมโปซัลไฟต์ คือ 1, 2, 3, 4, 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกไม้



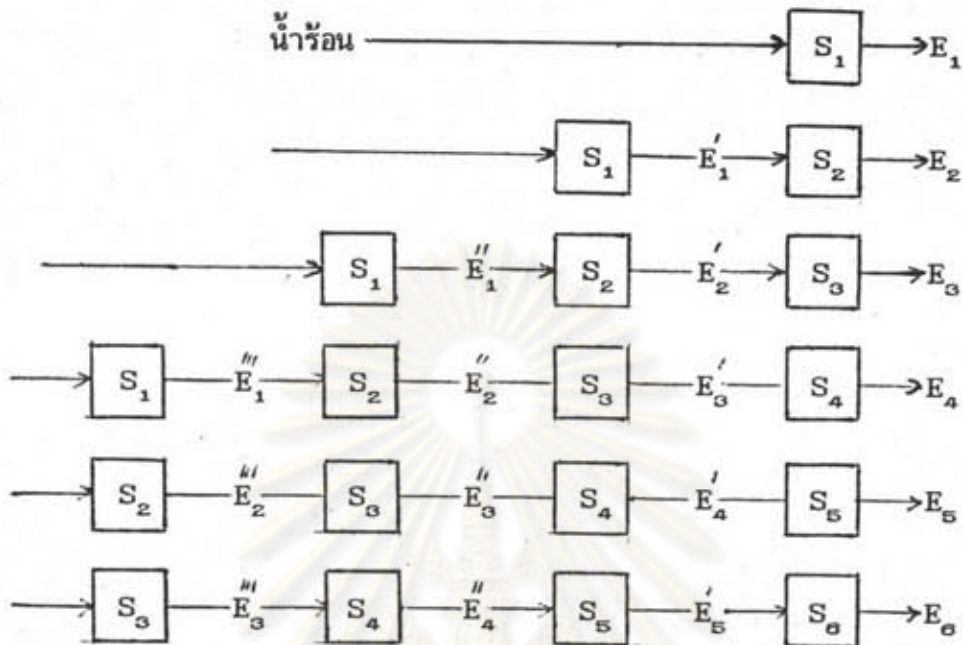
2. สกัดหลายครั้ง วิธีการเป็นดังนี้ เริ่มต้นเปลือกไม้  $S_1$  จะถูกสกัดด้วย น้ำร้อน แยกกากและสารละลายออกจากกันโดยใช้เครื่องบีบจะได้สารละลาย  $E_1$  นำกาก  $S_1$  ไป สกัดอีกครั้งด้วยน้ำร้อนได้สารละลาย  $E'_1$  นำสารละลาย  $E'_1$  ไปสกัดเปลือกไม้หน่วยใหม่  $S_2$  ได้สารละลาย  $E_2$  แล้วนำกาก  $S_2$  ไปสกัดด้วยน้ำร้อนจนได้ สารละลาย  $E'_2$  นำ  $E'_2$  ไปสกัด เปลือกไม้หน่วยใหม่  $S_3$  ได้  $E_3$  ทำไปเรื่อย ๆ นำสารละลาย  $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$  ไปหาความเข้มข้นโดยอบแห้งแล้วชั่งน้ำหนัก การทดลองจะทำไปเรื่อย ๆ จนได้ความเข้มข้นของ สารละลาย  $E_{n-2}, E_{n-1}, E_n$  เท่ากันจึงหยุดการทดลองจะเห็นว่าเปลือกไม้แต่ละหน่วย  $S_1, S_2, S_3$  จะถูกสกัด 2 ครั้ง และยังสามารถสกัด 3 ครั้ง 4 ครั้ง ดังรูป 3.5, 3.6, 3.7



รูปที่ 3.5 แสดงการสกัด 2 ครั้ง



รูปที่ 3.6 แสดงการสกัด 3 ครั้ง



รูปที่ 3.7 แสดงการสกัด 4 ครั้ง

การทดลองกระทำดังนี้ น้ำเปลือกไม้ 50 กรัม ขนาดต่ำกว่า 0.50 มิลลิเมตร ใส่ น้ำร้อนคนให้เข้ากัน แช่ใน water bath อุณหภูมิของสารละลาย 80° ซ เป็นเวลา 20 นาที และทำการแยกกากและสารละลายสกัดโดยใช้เครื่องบีบ นำสารละลายที่ได้มากรองและหาความเข้มข้นนากากที่ได้มาสกัดใหม่ตั้งรูป ตัวแปรที่ศึกษาในการทดลองนี้คือ

- อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้ คือ 3:1, 4:1, 5:1, 7:1 (ml/gm)
- จำนวนครั้งที่สกัดคือ 1, 2, 3, 4 ครั้ง

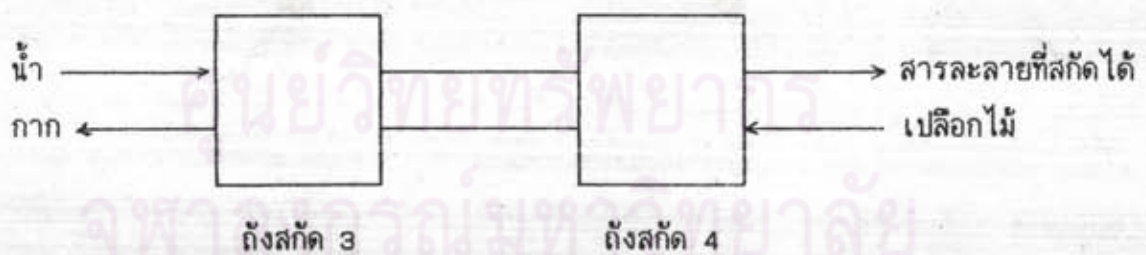
### 3.2.3 ศึกษาผลการสกัดในถังกวน

ลักษณะจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (batch) สารละลายและเปลือกไม้จะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยใบพัดซึ่งทำให้เพิ่มอัตราการถ่ายเทมวล การทดลองกระทำดังนี้ น้ำเปลือกไม้ที่บดละเอียดแล้วใส่ในถังกวนพร้อมกับน้ำควบคุมให้ใบพัดหมุนและเริ่มจับเวลา เก็บตัวอย่างเมื่อเวลาผ่านไป 3, 7, 10, 15, 25, 40, 60, 90 และ 120 นาที แต่ละตัวอย่างรีบนำมากรองโดยผ้ากรองและกรองอีกครั้งโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 วัดปริมาณสารละลายที่กรองได้แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 90° ซ ซึ่งน้ำหนักของตัวถูกละลายที่สกัดได้ ตัวแปรที่ศึกษาคือ

- อัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้ คือ 5:1 7:1 10:1 12:1 15:1 (ml/gm)
- ขนาดของเปลือกไม้ ต่ำกว่า 0.5 มิลลิเมตร, 0.5 มิลลิเมตร - 1 มิลลิเมตร, 1 มิลลิเมตร - 2 มิลลิเมตร, 2 มิลลิเมตร - 4 มิลลิเมตร
- ความเร็วของใบพัด 690, 820, 1100 rpm

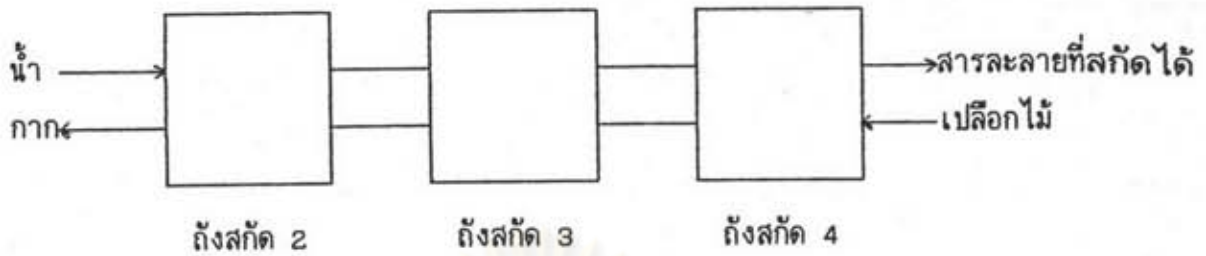
### 3.2.4 ศึกษาผลการสกัดแบบกึ่งต่อเนื่องสวนทางกัน

เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องสกัดแบบไหลสวนทางกัน จัดเตรียมอุปกรณ์ และสภาวะการทำงานให้พร้อม คือ อัตราการไหลของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ แล้วทำการทดลอง นำเปลือกไม้ใส่ในตะแกรงจุ่มลงในถังสกัดใบที่ 4 คนเปลือกไม้และน้ำให้เข้ากันพร้อมกับจับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ต้องการแล้วยกตะแกรงขึ้นรอจนสารละลายหยุดไหลจากตะแกรงและเขย่า ตะแกรงจนแน่ใจว่าสารละลายหยุดไหลแล้วค่อยย้ายตะแกรงไปจุ่มในถังสกัดใบที่ 3 นำตะแกรงอันใหม่ จุ่มลงในถังสกัดใบที่ 4 อีกนำสารละลายที่ไหลออกจากถังสกัดใบที่ 4 ทั้งหมดไปหาความเข้มข้น เมื่อถึงเวลาอีก ยกตะแกรงในถังสกัดใบที่ 3 ออก และนำตะแกรงจากถังสกัดใบที่ 4 ใส่แทนพร้อมกับใส่ตะแกรงที่มีเปลือกไม้อันใหม่ใส่แทน เก็บสารละลายที่สกัดได้จากถังสกัดมา หาความเข้มข้น ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้สารละลายที่ออกจากถังสกัดใบที่ 4 คงที่ แบบนี้คือการสกัดแบบ 2 ครั้ง ต่อไปทำการสกัดแบบ 3 ครั้ง และ 4 ครั้งได้ โดยจะเพิ่มถังสกัดขึ้นดังรูป 3.8, 3.9, 3.10



รูปที่ 3.8 แสดงถังสกัดที่ใช้ในการสกัด 2 ครั้ง





รูปที่ 3.9 แสดงถังสกัดที่ใช้ในการสกัด 3 ครั้ง



รูปที่ 3.10 แสดงถังสกัดที่ใช้ในการสกัด 4 ครั้ง

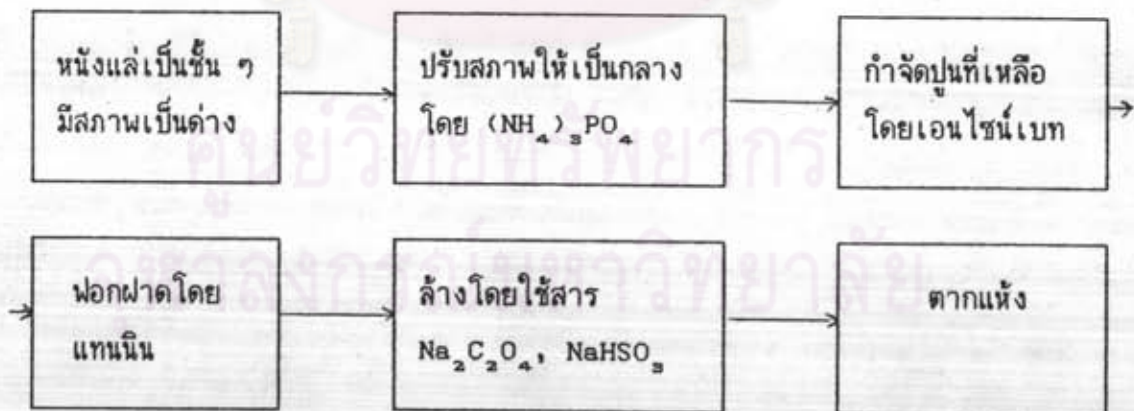
การทดลองนี้อัตราการไหลของน้ำ 1 อัตรา สามารถทำการทดลองการสกัด 2 ครั้ง 3 ครั้ง และ 4 ครั้งได้ต่อเนื่องกันคือ เมื่อแน่ใจว่าการสกัด 2 ครั้งได้ความเข้มข้นของสารละลายที่สกัดได้คงที่เริ่มเปลี่ยนไปเป็นการสกัดแบบ 3 ครั้งคือ ยกตะแกรงจากถังสกัดใบที่ 3 มาจุ่มลงในถังสกัดใบที่ 2 ทำการป้อนเปลือกไม้ลงในตะแกรงไปเรื่อยๆ ดังรูป 3.9 จนแน่ใจว่าความเข้มข้นของสารละลายสกัดออกจากถังสกัดใบที่ 4 คงที่ เริ่มเปลี่ยนไปเป็นการสกัดแบบ 4 ครั้งดังรูป 3.10 โดยวิธีเดียวกันตัวแปรที่ศึกษาในการสกัดแบบวิธีนี้คือ

- อัตราการไหลของน้ำคือ 15, 20, 25, 30 litre/hr.
- ปริมาณเปลือกไม้ที่ใส่ในตะแกรงคือ 400, 500, 600, 750 gm
- เวลาในการย้ายตะแกรงคือ 7, 10, 15, 20 นาทีต่อครั้ง
- ปริมาณสารเคมีโซเดียมซัลไฟต์ ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) คือ 1, 2, 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกไม้

### 3.2.5 ศึกษาผลการฟอกหนัง

นำสารละลายสกัดแบบแช่ อัตราส่วนปริมาตรน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้ 3:1 สกัด 2 ครั้ง มาหาความเข้มข้นแล้วแบ่งเป็น 4 ส่วนแต่ละส่วนใส่สารเคมีโซเดียมซัลไฟต์ 0, 2, 4, 6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่มีอยู่ในสารละลาย คนให้ทั่วแล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 90 °ซ แล้วนำมาฟอกหนัง หนังที่ฟอกเป็นหนังหน้าท้องนำมาจากองค์การฟอกหนัง ได้ผ่านกระบวนการต่างๆ มาแล้วคือ แช่น้ำปูน ชูดหนังฟัด ผิด แล่ออกเป็นชั้นๆ แช่สารละลายเกลือแอมโมเนียมฟอสเฟต ( $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ) 5 เปอร์เซ็นต์ของสารละลาย และเอนไซม์เบท (enzyme bate) 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนังหนัง แช่ 24 ชั่วโมง ล้างให้สะอาดแล้วนำมาฟอก

วิธีการฟอกนี้มาจากวิธีการฟอกหนังคือ ประกอบด้วยบ่อฟอก 4 บ่อ แต่ละบ่อมีความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์แทนนิน 20, 40, 60, 80 กรัมต่อลิตร นำหนังไปแช่บ่อละ 1 วันแล้วส่งเข้าถังหมวนมีสารละลายของผลิตภัณฑ์แทนนินเข้มข้น 140-160 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แต่การทดลองไม่สามารถกระทำแบบนี้ได้ จึงใช้วิธีดังนี้ เตรียมสารละลายผลิตภัณฑ์แทนนิน 20 กรัมต่อลิตร แล้วนำหนังที่ฟอกลงไปแช่ 1 วัน แล้วค่อยเติมสารผลิตภัณฑ์แทนนินวันละ 20 กรัม จนครบ 120 กรัม แช่ต่อไปอีก 2 วัน หนังที่ฟอกจึงสุกนำออกมาล้างด้วยน้ำธรรมดา และต่อไปแช่ในสารละลายที่มี 0.1 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไบซัลไฟต์ และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมออกซาลาเลท ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) 1 วัน ล้างให้สะอาดแล้วตากให้แห้ง ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงขั้นตอนการฟอกหนัง