

การแยกสกัดแทนนินจากเปลือกไม้โกงกาง (*Rhizophora* spp.)



นายไพบุลย์ ชินรุ่งเรืองสิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมีเทคนิค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-568-482-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013868

I1680479x

EXTRACTION OF TANNIN FROM THE BARK OF RHIZOPHORA SPP.



Mr Phiboon Chinrungreansin

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Chemical Technology
Graduate School
Chulalongkorn University

1987



หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแยกสกัดแทนนินจากเปลือกไม้โกงกาง (*Rhizophora* spp.)
โดย นายไพบลูย์ ชินรุ่งเรืองสิน
ภาควิชา เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ชูชาติ บารมี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.พล สาเกทอง

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรภักย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ คำรงค์เลิศ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูชาติ บารมี)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พล สาเกทอง)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลอสรวง เมฆสุต)

..... กรรมการ

(อาจารย์ บุญหลัก บุญรัตน์กรกิจ)



โทบูลย์ อินรุ่งเรืองสิน : การแยกสกัดแทนนินจากเปลือกไม้โกงกาง (*Rhizophora spp.*)
อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.อยู่ชาติ บารมี, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.พล ลำเททอง, 112 หน้า

แทนนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวก "ฟีนอลิก" เป็นสารที่ให้ความฝาด พบตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ไข้มากในอุตสาหกรรมฟอกหนัง งานวิจัยนี้ได้ทดลองแยกสกัดแทนนินจากเปลือกไม้โกงกางสายพันธุ์โรยโหลพอร่า ซึ่งเป็นไม้ในป่าชายเลน ด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ สกัดแบบแช่ สกัดในถังกวน และสกัดแบบกึ่งต่อเนื่องส่วนทางกัน โดยใช้ น้ำเป็นตัวสกัด ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. สกัดแบบแช่ เมื่ออัตราส่วนระหว่างเปลือกไม้ต่อน้ำ 1:3 โดยน้ำหนัก เปลือกไม้บดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 0.5 มิลลิเมตร อุณหภูมิ 80°C ในน้ำผสม Na_2SO_3 ปริมาณ 1% ของน้ำ-หนักเปลือกไม้ สกัด 2 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลาที่ใช้ในการสกัด 20 นาที แล้วแยกสารละลายสกัดออกจากกากโดยใช้เครื่องบีบ จะให้ผลการสกัดสูงที่สุดคือ 77.6 % ของที่มีอยู่ในเปลือกไม้

2. สกัดในถังกวน เมื่อเปลือกไม้ขนาดเล็กเวลาที่ใช้ในการสกัดจะน้อยกว่า เปลือกไม้ขนาดใหญ่ แต่ผลการสกัดจะสูงกว่า ที่อัตราส่วนระหว่างเปลือกไม้ต่อน้ำ 1:10 โดยน้ำหนัก เปลือกไม้บดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 0.5 มิลลิเมตร อุณหภูมิที่ใช้สกัด 30°C เวลาที่ใช้ในการสกัด 10 นาที จะให้ผลการสกัดสูงที่สุดคือ 34.8 % ของที่มีอยู่ในเปลือกไม้ และความเร็วของใบพัดในช่วงระหว่าง 690, 820, 1100 รอบต่อนาที จะไม่มีผลต่อปริมาณที่ได้สกัด

3. สกัดแบบกึ่งต่อเนื่องส่วนทางกัน เมื่ออัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตร/ชั่วโมง ปริมาณเปลือกไม้ที่ป้อน 7 นาทีต่อครั้ง ๆ ละ 500 กรัมหรืออัตราส่วนระหว่างเปลือกไม้ต่อน้ำ 1:3.5 โดยน้ำหนัก เปลือกไม้บดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 0.5 มิลลิเมตร เติมน้ำ Na_2SO_3 ปริมาณ 2 % ของเปลือกไม้ อุณหภูมิ 80°C สกัด 3 ครั้ง จะให้ผลการสกัดสูงที่สุดคือ 48.7 % ของที่มีอยู่ในเปลือกไม้

สารละลายแทนนินที่สกัดได้นำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 90°C จะมีปริมาณแทนนินประมาณ 50-55% ของผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ เมื่อนำมาฟอกหนัง หนังที่ฟอกจะมีสีน้ำตาลแดง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เคมีเทคนิค
สาขาวิชา เคมีเทคนิค
ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



PHIBOON CHINRUNGREANSIN : EXTRACTION OF TANNIN FROM THE BARK OF
PHIZOPHORA SPP. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SHOOSHAT BARAMEE,
Ph.D. THESIS COADVISOR : ASSO. PROF. PHOL SAGETHONG, Ph.D. 112 PP.

Tannin is a complex "phenolic" compound, astringent taste, found in many parts of plant, used in leather manufacture. In this research, tannin was extracted from the bark of mangrove Rhizophora spp. by immersion, agitation tank and semi-continuous counter current method. In this work the solvent was " water ", The conclusions of this experiment are.

1. Immersion The suitable ratio between bark and water was 1 to 3 by weight, bark particle size less than 0.5 millimetres in diameter, two stages extract, was performance at 80°C, the extraction time was 20 minutes per stage, and 0.01 grams Na_2SO_3 per unit weight of bark, the solution was seperated from inert soluble by mechanical means. The highest yield of tannin extraction was 77.6 percent by weight of total tannin in the bark.

2. Agitation tank The extraction time of small barks was less than the big bark, but gave high yield more than. The suitable ratio between bark and water is 1 to 10 by weight, bark particle size less than 0.5 millimetres in diameter extraction time was 10 minutes, was performance at 30°C. the highest yield of tannin extraction was 34.8 percent by weight of total tannin in the bark. In this experiment the speeds of agitator was constant 690, 820, and 1100 rpm. but its result were not difference.

3. Semi-continuous counter current When the Flow rate of water was 15 litres/hour, and feed of bark was 500 grams per 7 minutes or the ratio between bark and water was 1 to 3.5, bark particle size less than 0.5 millimetres in diameter, three stage extract, was performance at 80°C and 0.02 grams Na_2SO_3 by weight of bark. The highest yield of tannin extraction was 48.7 percent by weight of total tannin in the bark.

The concentrated solution was dries at 90°C then the powder of tannin was used in tanning, gives the reddish brown leather.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เคมีเทคนิค
สาขาวิชา เคมีเทคนิค
ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบพระคุณอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.ชูชาติ บารมี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร.พล สาเกตทอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำทางด้านวิชาการและได้ให้ความช่วยเหลือเรื่องทุนสนับสนุนการวิจัย ตลอดจนให้ความเอื้อเฟื้อในการใช้วัสดุอุปกรณ์การทดลอง

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ ที่กรุณาให้ความเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา วนวงศ์วรณ ที่กรุณาให้ความเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย และห้องปฏิบัติการ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ บุญหลัก บุญรัตนกรกิจ ที่กรุณาให้ความเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณสังข์ ชมชื่น ที่กรุณาช่วยสร้างและซ่อมแซมเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมีเทคนิค ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความสะดวกในการใช้เครื่องมือและห้องทดลอง

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งที่เพื่อน ๆ พี่ๆ และน้องๆ ในภาควิชาเคมีเทคนิค ได้ให้ความช่วยเหลือทางด้านแรงใจ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
รายการตารางประกอบ.....	ฅ
รายการรูปประกอบ.....	ฉ
สัญลักษณ์ที่แทนข้อความ.....	๗
บทที่.....	1
1 บทนำ.....	1
2 วารสารปริทัศน์.....	3
2.1 แทนนิน.....	3
2.1.1 ประวัติและความเป็นมา.....	3
2.1.2 การแบ่งชนิดของแทนนิน.....	4
2.1.3 คุณสมบัติของแทนนิน.....	9
2.2 การสกัด.....	10
2.2.1 การถ่ายเทมวลในการสกัด.....	11
2.2.2 วิธีการดำเนินการ.....	13
2.2.3 การคำนวณหาจำนวนครั้งแบบอุดมคติในการสกัดแบบสวนทางกัน.....	14
2.2.4 ข้อควรระวังในการสกัด.....	19
2.2.5 กรรมวิธีการสกัดที่ใช้ในอุตสาหกรรม.....	20
2.3 การฟอกฟาด.....	21
2.3.1 กระบวนการทางเคมี.....	21
2.3.2 อิทธิพลของแทนนินที่มีต่อการฟอกหนัง.....	22
2.3.3 กรรมวิธีการฟอกหนัง.....	23
2.4 งานวิจัยที่ผ่านมา.....	27
3 อุปกรณ์ วัสดุ และวิธีการทดลอง.....	33
3.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง.....	33
3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	33
3.1.2 วัตถุดิบและสารเคมี.....	39
3.2 วิธีการทดลอง.....	41

บทที่	หน้า
3.2.1 วิเคราะห์ปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน.....	41
3.2.2 ศึกษาผลการสกัดโดยวิธีการแช่แล้วแยกสารละลายและกากโดยใช้ เครื่องบีบ.....	43
3.2.3 ศึกษาผลการสกัดในถังกวน.....	45
3.2.4 ศึกษาผลการสกัดแบบกึ่งต่อ เนื่องสวนทางกัน.....	46
3.2.5 ศึกษาผลการฟอกหนัง.....	48
4 ผลการทดลอง.....	49
4.1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน.....	49
4.2 ผลการทดลองในการสกัดแบบวิธีการแช่และแยกสารละลายออกจากกากโดยใช้ เครื่องบีบ.....	50
4.3 ผลการทดลองการสกัดในถังกวน.....	59
4.4 ผลการทดลองในการสกัดแบบกึ่งต่อ เนื่องสวนทางกัน.....	61
4.5 ผลของการฟอกหนัง.....	71
5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	74
6 สรุปผลและเสนอแนะ.....	88
เอกสารอ้างอิง.....	90
ภาคผนวก.....	92
ประวัติผู้เขียน.....	112

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคุณสมบัติที่แตกต่างกันของ hydrolyzable tannin กับ condense tannin เมื่อทำปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ.....	4
2.2 แสดงส่วนประกอบของเปลือกไม้.....	28
2.3 แสดงปริมาณแทนนินในเปลือกไม้ที่ขนาดลำต้นต่าง ๆ.....	29
2.4 แสดงปริมาณและชนิดของแทนนินที่มีอยู่ในป่าไม้ชายเลน.....	30
3.1 แสดงรายละเอียดของถังกวน.....	35
3.2 แสดงอุณหภูมิของน้ำใน water bath และถังสกัดที่อัตราการไหลของน้ำต่าง ๆ.....	36
3.3 ส่วนประกอบของเปลือกไม้โกงกางที่อบแห้งก่อนนำมาสกัด.....	40
4.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนินชนิด มิโมสา เซลล์ท โดยวิธีการวิเคราะห์แบบ Lowenthal method และ Colormetric method.....	49
4.2 แสดงปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์ แทนนินที่สกัดได้ โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Colormetric method และใช้กรดแทนนิกเป็นตัวเปรียบเทียบปริมาณแทนนิน.....	55
4.3 แสดง pH ของสารละลายผลิตภัณฑ์แทนนินที่ใช้พอกหนัง ปริมาตรสารละลาย 2 ลิตรพื้นที่แผ่นหนัง 240 ตารางเซนติเมตร.....	71
5.1 แสดงปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้สูงสุดที่อุณหภูมิต่าง ๆ	75
5.2 แสดงปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้สูงสุด โดยใช้สารเคมี Na_2SO_3 ช่วยในการสกัด.....	76
5.3 แสดงผลการสกัดผลิตภัณฑ์แทนนินจากเปลือกไม้โกงกาง แบบแช่หลายครั้งโดยใช้น้ำประปาเป็นตัวสกัด.....	77
5.4 แสดงปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ เวลาที่ใช้สกัด ขนาดของเปลือกไม้ที่อัตราส่วนระหว่าง L:S ต่าง ๆ.....	80
5.5 แสดงผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ ความเข้มข้นของสารละลายสกัดที่อัตราการไหลของน้ำ อัตราการป้อนเปลือกไม้ต่าง ๆ	82
5.6 แสดงผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ความเข้มข้นของสารละลายสกัด ที่อัตราการป้อนเปลือกไม้ต่าง ๆ (นาที่ต่อครั้ง) โดยให้อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง เปลือกไม้ป้อนครั้งละ 500 กรัม.....	83

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.7 แสดงผลิตภัณฑ์แทนินที่สกัดได้ ความเข้มข้นของสารละลายสกัดที่เปอร์เซ็นต์ Na_2SO_4 ต่าง ๆ โดยให้อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการป้อนเปลือกไม้ 7 นาทีต่อครั้ง เปลือกไม้ป้อนครั้งละ 500 กรัม.....	84



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะโครงสร้างของกรดที่ได้จากการแตกสลายของ hydrolyzable tannin..	6
2.2 ลักษณะของโครงสร้างของ gallotannin บางชนิด.....	7
2.3 ลักษณะโครงสร้างของ ellagitannin บางชนิด.....	8
2.4 ลักษณะโครงสร้างของ condense tannin บางชนิด.....	8
2.5 แสดงการถ่ายเทมวลจากผิวของแข็งไปสู่ตัวทำละลาย.....	11
2.6 หลักการทำงานของ Shank system.....	13
2.7 การสกัดแบบสวนทางกัน (Counter current flow).....	15
2.8 วิธีการหาจำนวนครั้งในการสกัดโดยวิธีกราฟ.....	16
2.9 แสดงส่วนประกอบของการสกัดแบบสวนทางกัน.....	18
2.10 ลักษณะโครงสร้างสูตร โมเลกุลและส่วนประกอบของ โปรตีนชนิด collagen.....	22
2.11 แสดงขั้นตอนต่าง ๆ ของการฟอกหนัง.....	25
3.1 เครื่องบดเปลือกไม้โกงกาง (Hammer mill).....	33
3.2 เครื่องสกัดแบบถังกวนและสภาวะการทำงาน.....	34
3.3 เครื่องสกัดแบบสวนทางกันแบบกึ่งต่อเนื่อง.....	38
3.4 ก. เปลือกไม้โกงกางใบใหญ่.....	39
3.4 ข. เปลือกไม้โกงกางใบเล็ก.....	39
3.4 ค. เปลือกไม้โกงกางใบใหญ่ที่บดด้วยเครื่อง Hammer mill.....	39
3.5 แสดงการสกัด 2 ครั้ง แบบแช่.....	44
3.6 แสดงการสกัด 3 ครั้ง แบบแช่.....	44
3.7 แสดงการสกัด 4 ครั้ง แบบแช่.....	45
3.8 แสดงถังสกัดที่ใช้ในการสกัด 2 ครั้ง แบบกึ่งต่อเนื่องสวนทางกัน.....	46
3.9 แสดงถังสกัดที่ใช้ในการสกัด 3 ครั้ง แบบกึ่งต่อเนื่องสวนทางกัน.....	47
3.10 แสดงถังสกัดที่ใช้ในการสกัด 4 ครั้ง แบบกึ่งต่อเนื่องสวนทางกัน.....	47
4.1 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ อุณหภูมิ 30 °ซ เวลาในการแช่ 20 นาที เปลือกไม้โกงกางถูกสกัดด้วยน้ำประปา.....	51

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2	เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ สกัดด้วยน้ำประปา.....52
4.3	เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายกับปริมาณแทนนินที่สกัดได้ อุณหภูมิ 80 °ซ โดยใช้สาร Na_2SO_3 ช่วยในการสกัด ที่อัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้ (L:S) ต่าง ๆ.....53
4.4	ผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ ที่อุณหภูมิ 80 °ซ ใช้สาร NaHSO_3 ช่วยในการสกัดอัตราส่วนระหว่างปริมาตรต่อน้ำหนักเปลือกไม้(L:S) เท่ากับ 5:1 (ml/gm).....54
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ จากการสกัด 2,3,4 ครั้งในแต่ละแถวของการสกัด ที่อัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้ (L:S) ต่าง ๆ อุณหภูมิ 80 °ซ.....58
4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้กับเวลา ที่ความเร็วของใบพัดต่าง ๆ และอัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้ (L:S) ต่าง ๆ.....59
4.7	แสดงผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ โดยเปลือกไม้มีขนาดแตกต่างกัน ความเร็วของใบพัด 820 รอบต่อนาที.....60
4.8 ก	อัตราการบ้อนเปลือกไม้ 400 กรัมต่อ 10 นาที.....63
4.8 ข	อัตราการบ้อนเปลือกไม้ 500 กรัมต่อ 10 นาที.....63
4.8 ค	อัตราการบ้อนเปลือกไม้ 600 กรัมต่อ 10 นาที.....64
4.8 ง	อัตราการบ้อนเปลือกไม้ 750 กรัมต่อ 10 นาที.....64
4.8 จ	แสดงความเข้มข้นของสารละลายที่สกัดได้กับอัตราการบ้อนเปลือกไม้และอัตราการไหลของน้ำ โดยเคลื่อนย้ายเปลือกไม้ที่อยู่ในตะแกรงทุก ๆ 10 นาที.....65
4.9	แสดงผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้กับอัตราการบ้อนเปลือกไม้ และอัตราการไหลของน้ำ โดยเคลื่อนย้ายเปลือกไม้ที่อยู่ในตะแกรงทุก ๆ 10 นาที.....66
4.10	แสดงความเข้มข้นของสารละลายและปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ กับเวลาที่อัตราการเคลื่อนย้ายเปลือกไม้ในตะแกรงและบ้อนเปลือกไม้ต่าง ๆ บ้อนครั้งละ 500 กรัม อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง.....67

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 แสดงปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ที่อัตราการเคลื่อนย้ายเปลือกไม้ในตะแกรงและบ้อนเปลือกไม้ต่าง ๆ บ้อนครึ่งละ 500 กรัม อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง.....	68
4.12 แสดงความเข้มข้นของสารละลายและผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้กับเวลาโดยใช้สาร Na_2SO_3 ช่วยในการสกัด ที่อัตราการเคลื่อนย้ายเปลือกไม้ในตะแกรงและบ้อนเปลือกไม้ 7 นาทีต่อครั้ง บ้อนครึ่งละ 500 กรัม อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง.....	69
4.13 แสดงปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้กับอัตราการใส่สาร Na_2SO_3 ช่วยในการสกัดที่อัตราการเคลื่อนย้ายเปลือกไม้ในตะแกรงและบ้อนเปลือกไม้ 7 นาทีต่อครั้ง บ้อนครึ่งละ 500 กรัม อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง.....	70
4.14 แสดงหนังที่ฟอกด้วยสารละลายแทนนินที่สกัดจากเปลือกไม้โกงกาง เทียบกับแทนนินที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ.....	72
ก. แทนนินสกัดจากต้น มิโมสา.....	72
ข. แทนนินสกัดจากต้น เซลท์นัท.....	72
ค. แทนนินสกัดจากเปลือกไม้โกงกาง.....	72
ง. แทนนินสกัดจากเปลือกไม้โกงกาง + 2% น.น. Na_2SO_3 / น.น. ผลิตภัณฑ์แทนนิน.....	73
จ. แทนนินสกัดจากเปลือกไม้โกงกาง + 4% น.น. Na_2SO_3 / น.น. ผลิตภัณฑ์แทนนิน.....	73
ฉ. แทนนินสกัดจากเปลือกไม้โกงกาง + 6% น.น. Na_2SO_3 / น.น. ผลิตภัณฑ์แทนนิน.....	73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนข้อความ



- N_u = อัตราการถ่ายเทมวลต่อปริมาตรของเหลว
(gm ของแทนนิน/ gm ของตัวทำละลาย- sec)
- k = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล (mass transfer coefficient or, dissolution rate coefficient) (cm / sec)
- a_p = พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของแข็งและของเหลว ต่อหน่วยปริมาตรของของผสม ($\text{cm}^2 / \text{cm}^3$)
- C_{uu} = ความเข้มข้นของแทนนินในสารละลายที่ผิวสัมผัสระหว่างเปลือกไม้กับสารละลาย (gm ของแทนนิน/ gm ของตัวทำละลาย)
- C = ความเข้มข้นของแทนนินในสารละลายเมื่อเวลา t
(gm ของแทนนิน/ gm ของตัวทำละลาย)
- J = time constant
- $N, n, n+1, 2, 1$ = จำนวนครั้งที่สกัดแบบสวนทางกัน หรือจำนวนครั้งที่ตัวทำละลายไปสกัดวัตถุดิบหน่วยหนึ่ง ๆ
- V = ปริมาณของตัวทำละลายที่เข้าและออกจากระบบต่อเวลา ($\text{gm} / \text{hr.}$)
- L = ปริมาณของตัวไม่ถูกละลายในของแข็งที่เข้าและออกจากระบบต่อเวลา ($\text{gm} / \text{hr.}$)
- $X_1, 2, \dots$ = สัดส่วนมวลของตัวถูกละลายต่ออากาศ (gm ของตัวถูกละลาย/ gm ของอากาศ)
- X_u = สัดส่วนมวลของตัวถูกละลายต่ออากาศที่เข้าสู่ระบบการสกัด
(gm ของตัวถูกละลาย/ gm ของอากาศ)
- X_b = สัดส่วนมวลของตัวถูกละลายต่ออากาศที่ออกจากระบบการสกัด
(gm ของตัวถูกละลาย/ gm ของอากาศ)
- $Y_1, 2, \dots$ = สัดส่วนมวลของตัวถูกละลายต่อตัวทำละลาย
(gm ของตัวถูกละลาย/ gm ของตัวทำละลาย)
- Y_b = สัดส่วนมวลของตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายที่เข้าสู่ระบบการสกัด
(gm ของตัวถูกละลาย/ gm ของตัวทำละลาย)
- Y_u = สัดส่วนมวลของตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายที่ออกจากระบบการสกัด
(gm ของตัวถูกละลาย/ gm ของตัวทำละลาย)

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนข้อความ (ต่อ)

Y^a	=	สัดส่วนมวลตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายที่สภาวะสมดุล (gm ของตัวถูกละลาย/ gm ตัวทำละลาย)
S_n	=	ผลบวกของเลขยกกำลังที่เป็นอนุกรมตั้งแต่เทอมแรกถึงเทอมสุดท้าย
a_1	=	เลขจำนวนแรกของชุดอนุกรม
r	=	อัตราส่วนระหว่างเลขถัดมากับเลขข้างหน้าของอนุกรม
n	=	จำนวนตัวเลขของชุดอนุกรม
$L:S$	=	อัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้
น.น	=	น้ำหนักเปลือกไม้ (gm)
ค.ช.ช.	=	ความเข้มข้นของสารละลาย (gm/litre)
D	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของถังกวน (cm)
H_L	=	ความสูงของเปลือกไม้ + ตัวทำละลาย (cm)
d	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด (cm)
W	=	ความกว้างของใบพัด (cm)
h	=	ความสูงของใบพัดจากถังกวน (cm)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย