หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. พิมพันธ์ พัดน์ผลไพบูลย์, "โครงสร้างของป่าชายเลนท้องที่อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤษกศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.
2. ชัยทวี โตวิรกุลและคณะ, "การศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานผลิตแทนนินเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนังสัตว์", รายงานวิชา Chemical Process Plant Design, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2526.
3. สำรวย ไตรรัตน์,"แทนนิน", หนังสือพิมพ์วิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 1, 517-543, 2483.
4. ชูศักดิ์ วิเชียรโชติ, "อุตสาหกรรมการกลั่นไม้และสกัดแทนนิน", หนังสือพิมพ์วิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 1, 15-19, 2495.
5. Thorstensen C. Thomas, Practical Leather Technology, pp. 138-155, Robert Krieger Publishing Company, New York, 1976.
6. Gustavson,K.H., The Chemistry of Tanning Process, pp. 142-197, Academic Press Inc, Publishers, New York, 1965.
7. Hillis, W.E., Wood Extractives and Thier Significance to the Pulp and Paper Industry. pp. 192-255, 1960.
8. Hervey Arthur, Tanning Materials with notes on Tanning Extract Manufacture, pp.1-6, 43-51, 101-146, The Chemical Publishing Co, Ltd, New York, 1921.
9. ศรีอนงค์ กิจสัมนากูร, "แทนนิน", สัมนาทางวิทยาศาสตร์ทางอาหาร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร, 2522.
10. Wilson, A.R., The Chemistry of Leather Manufacture, Vol I, pp. 456-460, 746-792 Chemical Catalog Company, 1928.
11. Joseph.Rosin, Reagent Chemicals and Standards, pp. 831-832, D.Van Nostrad Company, Inc, New York, 4th ed, 1961.
12. Reed Ronald, ed, Sciene for Students of Leather Technology, pp. 218-231, Science for Students of Leather Technology Oxford, New York. Pergamon Press, 1966.

13. Foust,A.S. and Ruthors, Unit Operation, pp. 277-293, N.Y., John Wiley, 2nd ed.,1980.

14. Coulson, J.M. and Richardson, J.E., Chemical Engineering, Vol. 2, pp.278-314, 602-6165, Pergamon Press, Oxford, 1968.

15. สุรัชฎา สิงห์ชูวงศ์, "การสกัดและการทำแห้งเซนในไซด์จากใบมะขามแขก", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

16. Treybal,R.E., Mass-Transfer Operation, pp.655-763, McGraw-Hill, Inc., Tokyo, 1980.

17. Hamm,W., Extraction Liquid-Solid, in Encyclopedia of Chemical Technology, (Kirk-Othmer ed.) Vol 9, pp.728-729, John Wiley & son, Inc, New York, III, 1980.

18. Herbert,W.Cremer, Chemical Engineering Practice, Vol 6, pp. 370-382, 1965.

19. McCabe,W.L., and Smith,J.C., Unit Operation of Chemical Engineering, pp.756-770, McGraw-Hill.Inc,Tokyo, 3rd ed., 1976.

20. Venkatachalam,P.S. "Central Leather Reserch Institute Madress", Lecture notes on Leather, India 1968.

21. วรรณชุลี เอื้อกุศลสมบูรณ์และคณะ, "รายงานการฝึกงานองค์การฟอกหนัง", คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2526.

22. Hilbert,F.L, "Vegetable Tanning Material", Hide and Leather, May 18, 1938.

23. ทัศนีย์ รัติวานิช และคณะ, "ปริมาณแทนนินในเปลือกไม้ชายเลน", เอกสารทางวิชาการประชุมป่าไม้, หน้า 76-798, 2522.

24. พันธุ อิศรางกูร ณ อยุธยา และ ธวัชชัย เลขะชัยวรกุล, "การฟอกหนังโดยใช้แทนนินที่สกัดจากเปลือกไม้โกงกาง", รายงานวิจัยปริญญาตรีภาควิชาเคมีเทคนิค, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

25. ประสิทธิ์สินธุ์ ธรรมกรนนท์ และ ชูเกียรติ กัณฑพงศ์ไพบูลย์, "การสกัดแทนนินจากเปลือกไม้โกงกางเพื่อใช้ในการฟอกหนัง", รายงานวิจัยปริญญาตรีภาควิชาเคมีเทคนิค, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

26. Wilferd W. Scott, Standard Method of Chemical Analysis, Vol 9 pp. 1538, A Manual Method and General Reference for the analytical chemist and for the advanced student; 3rd ed.,1922.

27. AOAC. Official Method of Analysis, pp.154, Association of Official Agricalture Chemist, Washington D.C., 13th ed. 1980.

28. Morison, R. T., and R. N. Boyed , Organic Chemistry, PP. 797-799, Allyn and Bacon, Inc., 6th. 1968.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน

ก. Lowenthal method การทดลองนี้ได้เตรียมสารละลายแทนนินลดลงเหลือ 25 เปอร์เซนต์ ของหัวข้อ 3.2.1.1 โดยชั่งน้ำหนักของตัวอย่างผลิตภัณฑ์แทนนินประมาณ 0.5 กรัมละลายน้ำ 250 มิลลิลิตร และนำมา 20 มิลลิลิตร วิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน ข้อมูลที่ได้แสดงในตาราง ก.1

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน มิโมสา เซลท์นัท ความเข้มข้นของสารละลาย $KMnO_4$ = 0.1053 N.

ชนิดของผลิตภัณฑ์แทนนิน	น้ำหนักของตัวอย่าง (gm)	ปริมาตรของ $KMnO_4$ ที่ใช้ในการไตเตรต (ml)						% แทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน
		total astringent			astringent non tanin			
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย	
มิโมสา	0.5481	6.10	6.00	6.05	1.00	1.05	1.025	50.16
	0.6208	6.70	6.80	6.75	1.05	1.05	1.05	50.24
เซลท์นัท	0.5085	6.70	6.60	6.65	1.70	1.80	1.75	52.73
	0.6025	7.70	7.60	7.65	1.85	1.85	1.85	52.67

วิธีการคำนวณ

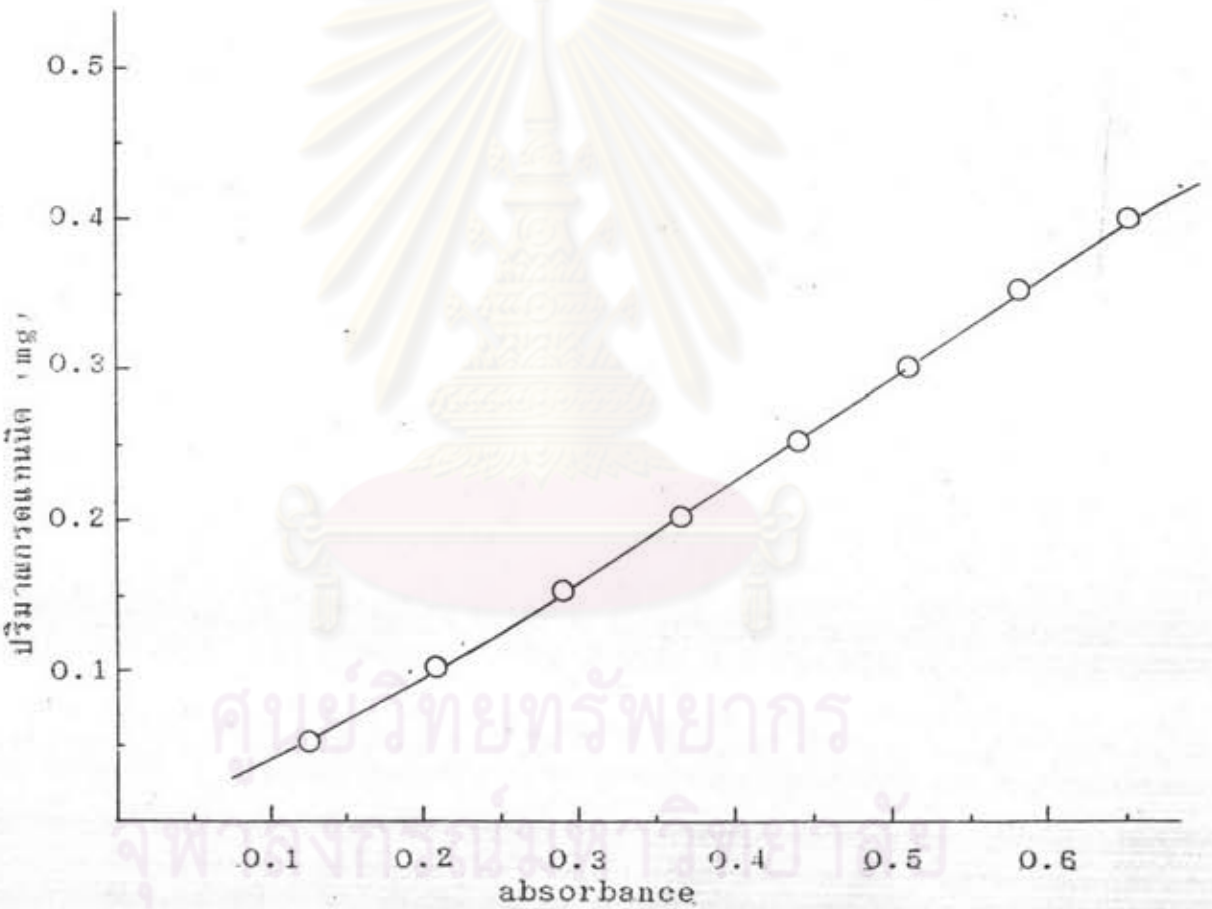
- น้ำหนักของผลิตภัณฑ์แทนนิน = 0.5481 กรัม
- ปริมาตร $KMnO_4$ ที่ทำปฏิกิริยากับ total astringent = 6.05 มิลลิลิตร
- ปริมาตร $KMnO_4$ ที่ทำปฏิกิริยากับ astringent non tannin = 1.025

เปอร์เซนต์แทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน $= \frac{(6.05-1.025) \times 0.004157 \times 250 \times 0.1053 \times 100}{0.1 \times 20 \times 0.5481}$

$= 50.16$

ข. colormetric method

1. สร้างกราฟมาตรฐานของกรดแทนนิค การทดลองนี้ได้ลดการใช้สารเคมีลงครึ่งหนึ่งของเอกสารอ้างอิง คือ ปริมาณกรดแทนนิคที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.5 มิลลิกรัม สารละลายฟีนอล 2.5 มิลลิลิตร สารละลายอิ่มตัว Na_2CO_3 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่าดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร กราฟที่ได้แสดงในรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 แสดงค่า absorbance ของกรดแทนนิคที่ปริมาณต่าง ๆ

2. เตรียมสารตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างผลิตภัณฑ์แทนนินประมาณ 0.1 - 0.2 กรัม ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร นำมา 5 มิลลิลิตรใส่สารละลาย

ฟีนอล 2.5 มิลลิลิตร สารละลายอิ่มตัว Na_2CO_3 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ข้อมูลแสดงที่ได้แสดงในตาราง ก.2

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน มิโมสา เซลท์นัท

ชนิดของผลิตภัณฑ์แทนนิน	น้ำหนักของตัวอย่าง(gm)	ค่าดูดกลืนแสง (absorbance)	ปริมาณแทนนินในสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร (gm)	%แทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน
มิโมสา	0.0770	0.390	0.222×10^{-3}	52.93
	0.1027	0.510	0.300×10^{-3}	53.63
	0.1054	0.525	0.310×10^{-3}	54.00
เซลท์นัท	0.0643	0.370	0.205×10^{-3}	58.53
	0.0965	0.520	0.307×10^{-3}	58.4
	0.1286	0.640	0.392×10^{-3}	55.96

3. วิธีการคำนวณ

- น้ำหนักของผลิตภัณฑ์แทนนิน = 0.0770 กรัม
- ค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้ = 0.390

ปริมาณแทนนินในสารละลาย 5 มิลลิลิตรอ่านจากกราฟ = 0.222×10^{-3} กรัม

กรดแทนนิคมีความบริสุทธิ์ = 91.8 เปอร์เซนต์

$$\text{เปอร์เซนต์แทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน} = \frac{0.918 \times 0.222 \times 10^{-3} \times 1000 \times 100}{(5 \times 0.0770)}$$

$$= 52.93$$

ค. การคำนวณหาค่าความผิดพลาด ในการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนิน การวัดและการคำนวณในระหว่างการวิเคราะห์ อาจเกิดความผิดพลาดจากเครื่องมือที่ใช้คำนวณได้ดังนี้

1. วิธีของ Lowenthal method ความผิดพลาดจากเครื่องมือมีดังนี้

- เครื่องชั่ง มีความผิดพลาด		0.1	มิลลิกรัม
ใช้ปริมาณสาร		2	กรัม
มีความผิดพลาด ร้อยละ	=	$\frac{0.1 \times 100}{2000}$	
	=	0.005	
- Volumetric flask 250 มิลลิลิตร		1	ครั้ง
มีความผิดพลาดได้ประมาณ		0.175	มิลลิลิตร
คิดเป็นร้อยละ		0.07	
- ปิเปต 50 มิลลิลิตร		1	ครั้ง
มีความผิดพลาดได้ครั้งละ		0.05	มิลลิลิตร
คิดเป็นร้อยละ		0.1	
- ปิเปต 25 มิลลิลิตร		1	ครั้ง
มีความผิดพลาดได้ครั้งละ		0.025	มิลลิลิตร
คิดเป็นร้อยละ		0.2	
- ปิเปต 20 มิลลิลิตร		1	ครั้ง
มีความผิดพลาดได้ครั้งละ		0.02	มิลลิลิตร
คิดเป็นร้อยละ		0.2	
- บิวเรต 50 มิลลิลิตร		2	ครั้ง
มีความผิดพลาดได้ครั้งละ		0.075	มิลลิลิตร
คิดเป็นร้อยละ		0.3	

เพราะฉะนั้น ความผิดพลาดในการวัดปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนินซึ่งเกิดจากเครื่องมือมีค่าประมาณ ร้อยละ 0.005 + 0.07 + 0.1 + 0.2 + 0.2 + 0.3

= 0.875

2. วิธีของ Colormetric method ความผิดพลาดของเครื่องมือมีดังนี้

- เครื่องชั่ง มีความผิดพลาด 0.1 มิลลิกรัม

ใช้ปริมาณสาร 0.2 กรัม

มีความผิดพลาด ร้อยละ $\frac{0.1 \times 100}{200}$

$= 0.05$

- Volumetric flask 1000 มิลลิลิตร 1 ครั้ง

มีความผิดพลาดประมาณ 0.6 มิลลิลิตร

คิดเป็น ร้อยละ 0.06

- Volumetric flask 50 มิลลิลิตร 1 ครั้ง

มีความผิดพลาดประมาณ 0.06 มิลลิลิตร

คิดเป็น ร้อยละ 0.12

- ปิเปต 5 มิลลิลิตร 1 ครั้ง

มีความผิดพลาดประมาณ 0.008 มิลลิลิตร

คิดเป็น ร้อยละ 0.16

- Spectrophotometry

มีความผิดพลาดจากการอ่าน absorbance ได้ประมาณ 0.001

ซึ่งคิดเป็นความผิดพลาดของปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนิน ร้อยละ $\frac{0.001 \times 100}{0.2}$

$= 0.5$

ความผิดพลาดในการวัดปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์แทนนินวิธีนี้เกิดจาก เครื่องมือ มีค่าประมาณร้อยละ $0.05 + 0.06 + 0.12 + 0.16 + 0.5 = 0.83$

ภาคผนวก ข

การคำนวณในการสกัดแบบวิธีต่าง ๆ

ก. การแยกสกัดแบบแช่และแยกสารละลายออกจากกากโดยใช้เครื่องบีบ

ตัวอย่างในการคำนวณ

น้ำหนักเปลือกไม้ 20 กรัม สกัดด้วยน้ำประปา 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 30° ซ นำสารละลายที่สกัดได้ 20 มิลลิลิตร อบให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก ทำการทดลอง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 สารละลายสกัด 20 มิลลิลิตร มีน้ำหนัก = 1.3282 กรัม

ครั้งที่ 2 สารละลายสกัด 20 มิลลิลิตร มีน้ำหนัก = 1.3202 กรัม

การดูดซับน้ำของเปลือกไม้ (ตารางที่ ข.1) = 1.56 มิลลิลิตรต่อกรัม

เปลือกไม้มีความชื้น = 5 เปอร์เซนต์

ความเข้มข้นของสารละลายสกัด = $\frac{(1.3282+1.3202) \times 1000}{20 \times 2}$

= 33.1 กรัมต่อลิตร

ผลิตภัณฑ์แทนนินที่ผลิตได้ต่อเปลือกไม้ = $\frac{33.1 \times (100 - (1.56 \times 20)) \times 100}{1000 \times 20 \times 0.95}$

= 12.0 เปอร์เซนต์

ข. การสกัดในถังกวน

ตัวอย่างในการคำนวณ

น้ำหนักเปลือกไม้ขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร 360 กรัม สกัดด้วยน้ำประปา 1800 มิลลิลิตร (L:S = 5:1) อุณหภูมิ 30° ซ ที่เวลา 7 นาที นำสารละลายที่สกัดได้ 20 มิลลิลิตร อบให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก ทำการทดลอง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 สารละลายสกัด 20 มิลลิลิตร มีน้ำหนัก = 0.3360 กรัม

ครั้งที่ 2 สารละลายสกัด 20 มิลลิลิตร มีน้ำหนัก = 0.3321 กรัม

การดูดซับน้ำของเปลือกไม้ (ตารางที่ ข.1) = 1.00 มิลลิลิตรต่อกรัม

เปลือกไม้มีความชื้น = 5 เปอร์เซนต์

ความเข้มข้นของสารละลายสกัด = $\frac{(0.3360+0.3321) \times 1000}{20 \times 2}$

= 16.7 กรัมต่อลิตร

ผลิตภัณฑ์แทนนินที่ผลิตได้ต่อเปลือกไม้ = $\frac{16.7 \times (1800 - (360 \times 1)) \times 100}{1000 \times 360 \times 0.95}$

= 7.0 เปอร์เซนต์

ค. การสกัดแบบกึ่งต่อเนื่องสวนทางกัน

ตัวอย่างในการคำนวณ

อัตราการป้อนเปลือกไม้ 400 กรัมต่อ 10 นาที อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง นำสารละลายที่สกัดได้ 20 มิลลิลิตร ที่เวลาการสกัด 40 นาที อบให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก ทำการทดลอง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 สารละลายสกัด 20 มิลลิลิตร มีน้ำหนัก = 0.3781 กรัม

ครั้งที่ 2 สารละลายสกัด 20 มิลลิลิตร มีน้ำหนัก = 0.3780 กรัม

ปริมาตรของสารละลายสกัดที่ออกจากระบบ (ตารางที่ ช.6) = 11.8 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง

เปลือกไม้มีความชื้น = 5 เปอร์เซนต์

ความเข้มข้นของสารละลายสกัด = $\frac{(0.3781 + 0.3780) \times 1000}{20 \times 2}$

= 37.8 กรัมต่อลิตร

ผลิตภัณฑ์แทนนินที่ผลิตได้ต่อเปลือกไม้ = $\frac{37.8 \times 11.8 \times 100}{(400 \times 6) \times 0.95}$

= 19.5 เปอร์เซนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 แสดงปริมาตรน้ำที่ถูกดูดซับโดยเปลือกไม้โกงกาง

ขนาดของเปลือกไม้ (mm)	อุณหภูมิ °C	น้ำที่เปลือกไม้ดูดซับ (ml/gm)
<0.5	30	1.34
<0.5	30	1.54
	45	1.00
	60	1.00
	70	1.05
	80	1.05
0.5 - 1	30	1.00
1 - 2	30	1.00
2 - 4	30	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 แสดงความเข้มข้นของสารละลายสกัด แบบแช่

ชนิดของน้ำ	น.น.Na_2SO_3 น.น. เปลือกไม้	น.น.$NaHSO_3$ น.น. เปลือกไม้	อุณหภูมิ °c	ค.ธ.ธ.ของสารละลายสกัดที่ L:S ต่าง ๆ (mg /litre)									
				2	3	4	5	7	10	12	12.5	15	17.5
กลั่น	-	-	30	96.1	43.2	-	34.0	23.9	15.2	16.2	-	11.7	10.5
ประปา	-	-	30	48.1	43.2	-	33.1	23.7	19.1	16.0	-	12.3	10.8
	-	-	45	54.5	42.5	-	27.8	24.8	19.4	-	15.6	13.0	12.2
	-	-	60	60.5	50.0	-	33.3	26.1	21.8	-	17.5	15.6	12.4
	-	-	70	68.8	48.5	-	31.2	31.1	22.7	-	18.3	16.2	13.8
	-	-	80	110.5	70.4	-	50.5	35.4	24.9	-	21.0	18.3	15.5
	0	-		116.4	76.7	57.8	50.2	36.9	31.6	24.7	-	18.0	-
	1	-		134.8	99.8	78.5	70.7	44.2	35.3	27.2	-	20.7	-
	2	-		148.0	122.5	90.8	75.1	50.6	36.7	30.1	-	24.7	-
	3	-		156.7	136.4	99.5	76.2	48.9	40.9	31.8	-	25.0	-
	4	-		184.3	141.1	100.1	76.8	51.0	41.0	33.9	-	26.1	-
	5	-		190.8	153.0	99.7	75.8	52.0	40.1	31.4	-	27.0	-
	-	0		-	-	-	52.5	-	-	-	-	-	-
	-	1		-	-	-	53.2	-	-	-	-	-	-
	-	2		-	-	-	52.5	-	-	-	-	-	-
	-	3		-	-	-	53.5	-	-	-	-	-	-
	-	4		-	-	-	61.5	-	-	-	-	-	-
	-	5		-	-	-	54.5	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข.3 แสดงความเข้มข้นของสารละลายสกัด แบบแช่หลายๆ ครั้ง

2* คือสกัด 2 ครั้งและใช้สารเคมี Na_2SO_3 1%ของ น.น. เปลือกไม้

ลำดับของการสกัด (E)	ค.ธ.ธ.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 3:1 (ml/gm) ที่จำนวนครั้งต่าง ๆของการสกัด				ค.ธ.ธ.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 4:1 (ml/gm) ที่จำนวนครั้งต่าง ๆของการสกัด			ค.ธ.ธ.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 5:1 (ml/gm) ที่จำนวนครั้งต่าง ๆของการสกัด			ค.ธ.ธ.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 7:1 (ml/gm) ที่จำนวนครั้งต่าง ๆของการสกัด		
	2*	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
1	123.6	71.8	69.8	71.6	61.5	61.0	60.0	51.7	49.8	50.0	35.6	35.8	35.0
2	138.0	87.9	87.0	88.2	65.1	65.2	65.3	59.4	57.7	56.3	40.8	42.0	45.2
3	141.6	91.0	101.2	97.6	69.5	71.3	71.0	61.3	64.4	64.0	44.0	45.5	47.3
4	147.2	91.9	104.0	106.2	72.3	77.0	78.5	63.3	68.1	68.5	45.5	48.0	48.5
5	148.0	93.8	106.1	112.3	72.4	81.1	85.0	64.0	72.4	71.6	46.1	49.1	51.1
6	147.3	92.2	105.5	117.5	72.6	82.0	91.0	63.8	69.2	70.8	45.8	48.6	49.8
7	-	92.5	105.1	118.1	73.0	82.5	91.5	65.0	70.4	69.0	46.0	50.0	51.7
8	-	93.0	105.2	118.0	-	82.4	91.2	64.0	69.5	70.6	45.1	49.3	51.0

ตารางที่ จ.4 แสดงความเข้มข้นของสารละลายสกัด ในถังกวน

ขนาดเปลือกไม้ < 500 ไมโครเมตร

เวลา (min)	ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 3:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 5:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 7:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 10:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 12:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)		
	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100
3	43.5	43.7	44.1	21.8	22.8	23.1	20.2	19.8	20.2	14.1	14.2	14.3	12.0	12.1	11.8
7	50.6	50.2	51.2	26.6	25.1	25.1	21.5	20.2	20.9	14.5	14.5	14.8	12.3	12.4	12.3
10	53.7	53.6	54.6	27.5	27.3	27.6	21.1	22.3	21.5	14.8	14.7	15.2	12.6	12.6	12.5
15	54.7	55.2	55.6	28.1	28.6	28.7	22.3	22.6	22.3	15.8	15.6	15.8	13.3	13.0	13.0
20	55.3	55.6	55.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	28.7	28.6	28.7	22.6	22.7	22.9	16.1	16.2	16.0	13.4	13.5	13.6
30	55.7	55.8	55.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	28.7	29.5	29.0	23.1	22.9	23.0	16.4	16.3	16.2	13.3	13.4	13.0
45	55.7	55.6	55.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	55.5	55.5	56.0	30.5	29.1	28.7	23.2	22.8	22.1	16.5	16.4	16.7	13.4	13.3	13.4

ขนาดเปลือกไม้ 500 ไมโครเมตร - 1 มิลลิเมตร

เวลา (min)	ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 3:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 5:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 7:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 10:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 12:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ(rpm)		
	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100
3	-	17.8	17.9	13.1	12.2	12.1	9.8	9.4	9.4	6.8	6.8	6.5	6.8	7.0	6.4
7	-	24.6	25.0	16.7	15.5	16.0	12.8	11.4	12.6	8.9	8.5	9.3	8.4	8.1	7.9
10	-	28.0	28.1	18.1	18.8	17.2	14.0	13.7	13.9	9.5	9.6	10.0	8.9	8.7	8.6
15	-	29.4	30.0	19.8	18.8	17.8	15.2	15.6	15.1	10.6	10.4	10.8	9.7	9.6	9.2
25	-	33.6	33.4	20.8	20.7	20.6	16.3	16.5	16.2	12.0	12.3	12.3	10.7	10.8	10.6
40	-	35.5	35.6	20.7	20.8	20.6	17.6	17.1	17.8	12.8	12.2	13.3	11.5	11.0	10.6
60	-	36.2	35.7	20.8	20.9	20.6	18.4	18.4	18.9	13.2	13.0	13.0	11.7	11.8	10.7
90	-	36.0	36.2	21.0	21.0	20.9	18.6	18.7	18.5	12.2	13.3	13.2	11.8	11.8	11.8

ขนาดเปลือกไม้ 1 - 2 มิลลิเมตร

เวลา (min)	ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 5:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ (rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 7:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ (rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 10:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ (rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 12:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ (rpm)		
	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100
3	7.0	7.2	7.3	5.1	5.3	5.5	3.8	3.8	3.9	3.6	3.6	3.4
7	9.2	10.1	10.5	7.1	7.6	7.8	5.2	5.5	5.7	4.5	4.7	4.8
10	10.2	11.0	11.6	8.3	8.4	8.8	6.0	6.3	6.1	5.1	5.3	5.2
15	12.2	12.9	13.2	9.5	10.1	10.2	7.2	7.3	7.4	5.8	6.0	6.3
25	15.8	15.1	15.8	11.3	11.6	12.0	8.2	8.3	8.0	7.2	7.3	7.3
40	17.0	18.5	18.1	13.0	13.4	13.1	9.6	9.5	9.6	8.2	8.4	8.2
50	18.0	18.0	17.8	13.8	13.8	13.6	9.7	9.8	9.7	8.4	8.5	8.5
60	18.7	18.3	19.9	14.4	15.0	15.1	10.3	10.4	10.2	8.8	9.0	9.3
90	20.5	21.0	20.8	14.5	15.1	14.9	10.6	10.4	10.4	9.0	9.1	9.2
120	22.0	21.5	22.0	14.8	15.2	14.6	10.7	10.3	11.0	9.1	9.2	9.3

ขนาดเปลือกไม้ 2 - 4 มิลลิเมตร

เวลา (min)	ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 5:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ (rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 7:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ (rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 10:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ (rpm)			ค.ร.ร.ของสารละลายสกัดเมื่อ L:S = 12:1 (ml/gm) ที่ความเร็วใบพัดต่าง ๆ (rpm)		
	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100	690	820	1100
3	-	4.0	4.2	2.9	2.9	2.8	2.0	2.1	2.0	1.9	2.0	1.8
7	-	5.9	5.8	4.1	4.1	4.2	3.0	2.9	3.0	2.7	2.8	2.6
10	-	6.7	6.9	4.7	4.9	4.8	3.4	3.4	3.4	3.0	3.0	3.1
15	-	8.1	7.9	5.6	5.5	5.4	4.0	3.9	4.1	3.7	3.8	3.7
25	-	10.1	10.0	6.9	7.0	7.1	4.9	4.8	4.9	4.5	4.6	4.7
40	-	11.8	11.6	8.4	8.0	7.9	5.8	5.9	6.0	5.2	5.3	5.6
60	-	13.5	13.7	9.8	9.4	9.4	6.8	6.9	7.1	6.2	6.3	6.4
75	-	14.7	14.5	10.3	10.3	10.4	7.3	7.3	7.4	6.7	6.7	6.8
90	-	15.3	15.7	11.0	10.9	10.7	7.5	7.7	7.8	7.0	6.7	6.4
105	-	21.5	15.2	11.1	10.9	10.8	7.7	7.8	7.9	6.9	6.9	7.0
120	-	15.4	16.2	11.4	11.5	11.6	7.7	7.8	7.9	6.9	6.9	6.9

ตารางที่ ข.5 แสดงความเข้มข้นของสารละลายสกัด แบบถังต่อเนื่องสวนทางกัน

ที่อัตราการย้ายตะแกรง 10 นาทีต่อครั้ง

เวลา (min.)	ความเข้มข้นของสารละลาย (gm/litre) ที่อัตราการไหลของน้ำต่าง ๆ (litre/hr.) ปริมาณเมล็ดไม้ในตะแกรง 400 กรัม				ความเข้มข้นของสารละลาย (gm/litre) ที่อัตราการไหลของน้ำต่าง ๆ (litre/hr.) ปริมาณเมล็ดไม้ในตะแกรง 500 กรัม				ความเข้มข้นของสารละลาย (gm/litre) ที่อัตราการไหลของน้ำต่าง ๆ (litre/hr.) ปริมาณเมล็ดไม้ในตะแกรง 600 กรัม				ความเข้มข้นของสารละลาย (gm/litre) ที่อัตราการไหลของน้ำต่าง ๆ (litre/hr.) ปริมาณเมล็ดไม้ในตะแกรง 750 กรัม			
	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30
10	16.3	13.1	9.3	8.7	15.5	15.0	9.5	8.5	15.1	17.3	11.2	6.6	15.2	10.0	9.2	7.5
20	19.9	17.6	15.4	12.8	26.0	22.5	11.1	12.1	17.2	22.4	15.7	11.2	20.5	14.7	14.0	11.2
30	21.1	25.7	17.6	15.6	33.4	27.5	17.5	15.2	28.3	25.0	22.3	15.2	25.6	20.6	17.3	15.3
40	30.3	29.0	22.1	18.0	37.8	29.9	20.5	17.8	37.2	22.5	25.7	18.0	36.2	25.7	18.0	15.8
50	37.8	29.4	23.1	18.0	46.4	28.3	25.0	17.5	40.8	23.4	25.1	17.8	39.3	25.8	18.0	16.0
60	37.9	29.3	22.9	18.1	39.3	30.0	23.4	18.0	40.5	22.8	24.8	17.2	41.2	25.3	18.0	15.2
70	37.6	28.8	23.0	17.9	44.9	30.1	26.2	18.5	38.9	23.3	24.4	17.4	39.5	26.0	18.0	15.4
80	37.9	25.6	18.2	20.1	44.1	30.1	25.3	18.0	40.5	21.1	23.2	17.4	40.1	23.2	17.8	18.2
90	33.4	28.7	23.1	20.5	44.6	28.3	26.1	19.0	29.2	26.8	25.2	21.3	39.2	26.0	18.0	19.0
100	36.2	31.3	25.6	20.8	37.8	25.8	27.2	21.2	36.3	45.6	26.4	21.8	34.0	28.2	19.0	20.0
110	39.7	33.9	26.1	20.7	44.1	32.5	27.7	22.3	44.3	40.6	30.7	20.8	37.3	30.5	20.7	20.1
120	42.3	33.9	26.0	20.2	48.8	34.9	27.5	21.6	47.7	36.6	30.1	21.0	40.8	30.5	20.2	20.7
130	44.2	33.7	26.3	21.9	51.7	34.0	26.9	22.9	50.6	39.0	29.7	22.5	45.6	30.8	20.6	21.3
140	45.1	33.7	26.1	20.5	48.1	34.8	28.2	21.1	50.5	41.0	30.3	23.1	48.2	26.5	19.0	21.6
150	45.1	30.2	28.1	22.3	50.2	34.3	29.2	22.1	50.5	36.0	30.5	22.8	49.5	27.8	20.6	21.8
160	37.1	33.4	28.9	22.7	50.8	31.9	29.1	23.1	50.8	38.7	32.5	22.6	49.0	31.0	22.4	23.6
170	40.3	36.9	29.2	23.6	51.0	33.3	30.5	24.1	41.1	42.0	32.5	23.6	49.0	33.1	24.9	23.0
180	43.6	37.0	28.9	24.0	42.4	36.5	31.0	23.6	40.3	45.8	31.5		41.6	33.5	24.8	23.1
190	46.3	37.5	29.4	24.1	44.7	39.4	28.8	23.7	51.2	44.0	31.6		44.0	33.3	24.7	23.5
200	49.9	37.0			52.5	40.0	32.1	23.1	52.8	43.8	32.4		47.6	33.7	24.3	
210	50.4				54.8	39.3			57.5	43.2			51.7			
220	50.1				61.4	39.4			59.5				53.8			
230	50.0				58.2				57.8				53.5			
					63.3				58.3				52.9			

ที่อัตราการย้ายตะแกรงต่าง ๆ อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารละลายที่อัตราการย้ายตะแกรงต่าง ๆ (min/litre)							
7		10		15		20	
เวลา (min)	B.O.D. (gm/litre)	เวลา (min)	B.O.D. (gm/litre)	เวลา (min)	B.O.D. (gm/litre)	เวลา (min)	B.O.D. (gm/litre)
7	14.1	10	15.4	15	14.0	20	7.6
14	21.7	20	26.0	30	20.0	40	16.9
21	41.8	30	33.4	45	27.0	60	17.9
28	43.9	40	37.8	60	27.0	80	17.3
35	50.0	50	46.4	75	27.3	100	17.6
42	54.2	60	39.3	90	27.5	120	20.6
49	54.6	70	44.9	105	26.6	140	23.0
56	54.7	80	44.0	120	23.7	160	22.8
63	54.8	90	44.6	135	30.1	180	22.9
70	46.3	100	37.8	150	30.0	200	24.0
77	57.1	110	44.1	165	29.0	220	24.6
84	56.3	120	48.8	180	29.8	240	24.4
91	56.8	130	51.7	195	29.9	260	24.5
98	63.4	140	48.1	210	31.9		
105	65.3	150	50.1	225	32.6		
112	65.6	160	50.8	240	32.0		
119	65.3	170	41.2	255	32.1		
126	65.4	180	42.8				
133	54.2	190	44.7				
140	61.1	200	52.6				
147	60.1	210	54.9				
154	65.4	220	61.8				
161	70.0	230	58.2				
168	69.6						
175	72.7						
182	72.4						
189	73.1						
196	73.8						

ใช้สารเคมี Na_2SO_3 ช่วยสกัด อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการย้ายตะแกรง 7 นาทีต่อครั้ง

เวลา (min.)	ความเข้มข้นของสารละลาย (gm/litre) ที่ ร.น.น.Na_2SO_3/น.น.เปลือกไข่ต่าง ๆ ปริมาณเปลือกไข่ในตะกร้า 500 กรัม			
	0	1	2	3
7	14.1	19.6	14.8	28.7
14	21.7	25.2	27.5	37.5
21	41.8	33.2	36.3	51.2
28	44.0	41.5	45.9	63.8
35	50.0	50.5	56.8	70.1
42	54.3	60.0	62.8	74.5
49	54.6	59.0	63.0	74.0
56	54.7	57.1	63.0	74.0
63	54.8	57.7	62.8	73.8
70	46.3	55.6	57.1	68.3
77	57.1	57.9	59.2	69.7
84	56.3	61.5	62.9	73.1
91	56.8	66.0	67.9	76.0
98	63.4	70.1	73.6	79.5
105	65.3	75.6	80.9	82.6
112	65.6	75.0	81.9	83.5
119	65.3	75.0	82.6	82.4
126	65.4	74.8	83.0	83.3
133	62.2	69.1	70.3	73.6
140	61.1	70.6	68.1	76.2
147	60.1	72.8	71.6	76.3
154	65.4	77.8	76.1	81.6
161	70.0	80.6	78.7	79.6
168	69.9	81.0	77.8	80.3
175	72.7	81.0	79.8	81.7
182	72.4	82.0	79.0	81.3
189	73.1	81.9	78.0	81.9
196	73.8	81.6	79.2	81.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.6 แสดงมวลสารสมดุล สกัดแบบทิ้งต่อเนื่องสวนทางกัน

ปริมาณเปลือกไม้ในตะแกรง 400 กรัม

จำนวนครั้งที่สัมผัส (stage)	ปริมาณการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นสารละลาย			ปริมาณการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นของแข็ง	
	อัตราการไหลของน้ำ(litre/hr.)	น.น.แทนนิน/น.น.เปลือกไม้	ปริมาตรสารละลายที่สกัดได้(litre/hr.)	น.น.เปลือกไม้หลุดจากตะแกรง/น.น.เปลือกไม้ที่ป้อน	น.น.เปลือกไม้แห้งที่ออกจากระบบ/น.น เปลือกไม้ที่ป้อน
2	15	19.6	11.76	20.7	59.8
3		23.0	11.80	13.8	63.2
4		25.8	11.76	14.2	60.0
2	20	21.4	16.76	21.8	56.8
3		25.0	16.74	11.8	63.2
4		27.5	16.88	13.0	59.0
2	25	21.4	21.66	23.0	55.6
3		24.8	21.76	17.5	57.7
4		27.9	21.61	8.9	63.2
2	30	21.1	26.76	19.9	59.0
3		24.6	26.78	11.8	63.6
4		27.7	26.81	15.9	56.4

ปริมาณเปลือกไม้ในตะแกรง 500 กรัม

จำนวนครั้งที่สัมผัส (stage)	ปริมาณการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นสารละลาย			ปริมาณการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นของแข็ง	
	อัตราการไหลของน้ำ(litre/hr.)	น.น.แทนนิน/น.น.เปลือกไม้	ปริมาตรสารละลายที่สกัดได้(litre/hr.)	น.น.เปลือกไม้หลุดจากตะแกรง/น.น.เปลือกไม้ที่ป้อน	น.น.เปลือกไม้แห้งที่ออกจากระบบ/น.น เปลือกไม้ที่ป้อน
2	15	16.7	10.68	15.9	67.4
3		18.4	10.50	12.1	69.5
4		22.9	10.68	10.8	66.3
2	20	16.2	15.38	14.3	69.5
3		19.4	16.04	9.0	71.6
4		22.2	16.01	7.3	70.5
2	25	18.3	20.86	14.3	67.4
3		20.2	20.71	13.5	66.3
4		22.2	20.71	9.4	68.4
2	30	16.4	25.96	14.1	69.8
3		19.8	25.71	18.1	62.1
4		21.1	25.74	14.7	64.2

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณเปลือกไม้ในตะแกรง 600 กรัม

จำนวนครั้งที่สกัด (stage)	ปริมาตรการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นสารละลาย			ปริมาตรการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นของแข็ง	
	อัตราการไหลของน้ำ (litre/hr.)	น.น. แทนนิน/น.น. เปลือกไม้	ปริมาตรสารละลายที่สกัดได้ (litre/hr.)	น.น. เปลือกไม้หลุดจากตะแกรง/น.น. เปลือกไม้ที่ป้อน	น.น. เปลือกไม้ที่ยังที่ออกจากระบบ/น.น. เปลือกไม้ที่ป้อน
2	15	11.5	9.82	21.3	67.2
3		14.5	9.68	18.6	67.0
4		16.9	9.92	17.0	66.1
2	20	14.7	15.10	14.4	70.9
3		17.5	15.03	16.4	66.1
4		19.4	15.03	15.2	65.3
2	25	14.5	19.89	21.6	64.0
3		17.7	20.00	15.8	66.5
4		18.6	19.90	14.9	66.5
2	30	13.3	24.90	17.6	69.1
3		15.4	24.82	20.4	64.2
4		16.8	25.00	15.6	67.7

ปริมาณเปลือกไม้ในตะแกรง 750 กรัม

จำนวนครั้งที่สกัด (stage)	ปริมาตรการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นสารละลาย			ปริมาตรการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นของแข็ง	
	อัตราการไหลของน้ำ (litre/hr.)	น.น. แทนนิน/น.น. เปลือกไม้	ปริมาตรสารละลายที่สกัดได้ (litre/hr.)	น.น. เปลือกไม้หลุดจากตะแกรง/น.น. เปลือกไม้ที่ป้อน	น.น. เปลือกไม้ที่ยังที่ออกจากระบบ/น.น. เปลือกไม้ที่ป้อน
2	15	8.6	9.15	19.5	71.9
3		10.2	8.88	15.0	74.8
4		11.0	8.88	12.6	76.2
2	20	8.4	14.10	14.1	77.5
3		10.1	14.15	16.2	73.7
4		11.0	14.06	14.2	74.6
2	25	8.0	19.10	16.6	76.4
3		9.1	19.06	15.6	76.4
4		10.9	19.06	13.3	75.8
2	30	8.6	24.15	16.1	75.1
3		11.5	23.97	12.0	76.5
4		13.1	24.01	10.8	76.1

ปริมาณเปลือกไม้ในตะแกรง 500 กรัม ใช้สารเคมี Na_2SO_3 ช่วยในการสกัด อัตราการย้ายตะแกรง 7 นาทีต่อครั้ง

จำนวนครั้งที่สกัด (stage)	ปริมาตรการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นสารละลาย			ปริมาตรการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นของแข็ง	
	ร น.น. Na_2SO_3 /น.น. เปลือกไม้	รน.น. แทลลิน/ น.น. เปลือกไม้	ปริมาตรสารละลายที่สกัดได้(litre/hr.)	รน.น. เปลือกไม้สดจุดจากตะแกรง/น.น. เปลือกไม้ที่ป้อน	รน.น. เปลือกไม้แห้งที่ออกจากระบบ/น.น เปลือกไม้ที่ป้อน
2	0	12.4	9.21	16.3	67.0
3		14.0	8.74	18.5	63.2
4		16.7	9.30	15.2	64.0
2	1	12.9	8.91	17.8	65.0
3		16.8	9.06	13.0	66.1
4		16.6	9.30	14.1	63.2
2	2	13.9	9.00	15.7	66.2
3		18.9	9.38	12.3	64.8
4		17.6	9.06	16.0	62.3
2	3	15.8	8.65	19.1	60.9
3		17.6	8.53	14.7	63.7
4		18.1	9.02	13.7	64.1

ปริมาณเปลือกไม้ในตะแกรง 500 กรัม ที่อัตราการย้ายตะแกรงต่าง ๆ อัตราการไหลของน้ำ 15 ลิตรต่อชั่วโมง

จำนวนครั้งที่สกัด (stage)	ปริมาตรการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นสารละลาย			ปริมาตรการเคลื่อนที่ส่วนที่เป็นของแข็ง	
	อัตราการย้ายตะแกรง (min/time)	รน.น. แทลลิน/ น.น. เปลือกไม้	ปริมาตรสารละลายที่สกัดได้(litre/hr.)	รน.น. เปลือกไม้สดจุดจากตะแกรง/น.น. เปลือกไม้ที่ป้อน	รน.น. เปลือกไม้แห้งที่ออกจากระบบ/น.น เปลือกไม้ที่ป้อน
2	7	12.4	9.21	16.3	67.0
3		14.0	8.74	18.5	63.2
4		16.7	9.30	15.2	64.0
2	10	17.1	10.68	15.3	63.7
3		18.2	10.50	11.4	66.1
4		22.9	10.68	11.3	62.2
2	15	17.6	12.28	7.7	74.4
3		19.0	12.20	9.4	71.6
4		20.7	12.24	9.8	69.5
2	20	15.9	12.84	17.8	66.3
3		22.5	12.77	13.2	66.3
4		22.0	12.81	10.6	67.4

ภาคผนวก ค

การคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการผลิต

1 ค่าใช้จ่ายวัตถุดิบและสารเคมี

ที่อัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำต่อน้ำหนักเปลือกไม้ 3:1 หรือเปลือกไม้ 10 กิโลกรัม ปริมาตรน้ำที่ใช้สกัด 30 ลิตร ในการสกัดแบบแช่ 2 ครั้ง ใช้สารเคมี Na_2SO_3 ปริมาณ 1 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักเปลือกไม้ช่วยในการสกัด

เปลือกไม้โกงกาง	10 กิโลกรัม	คิดเป็นเงิน	10	บาท
น้ำประปา	30 ลิตร	คิดเป็นเงิน	0.06	บาท
สารเคมี Na_2SO_3	กรัม	คิดเป็นเงิน	2.5	บาท

พลังงานที่ใช้ในการต้มน้ำจากอุณหภูมิ 30 ° ซ ไปเป็นน้ำที่อุณหภูมิ 80 ° ซ

หรือ $\frac{50 \times 30 \times 1000 \text{ แคลอรี่}}{252.0 \text{ แคลอรี่}} \left| \frac{1 \text{ บีทียู}}{3144 \text{ บีทียู}} \right| \frac{1 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง}}{}$

$= 1.742$ กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ราคาค่าไฟฟ้าเท่ากับ 2 บาทต่อกิโลวัตต์.ชั่วโมง

ค่าต้มน้ำ คิดเป็นเงิน 1.742×2

$= 3.48$ บาท

ค่าใช้จ่ายในการผลิตกิโลกรัมละ $= \frac{10 + 0.06 + 2.5 + 3.48}{3.01}$

$= 5.33$ บาท

2.ค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง

สารละลายที่สกัดได้อบที่อุณหภูมิ 90 °C หรือ 194 °F

พลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 90 °ซ ไปเป็นไอที่อุณหภูมิ 90 °ซ = 981.6 บีทียู/ปอนด์

พลังงานที่ใช้ในการต้มน้ำจากอุณหภูมิ 30 ° ซ ไปเป็นน้ำที่อุณหภูมิ 90 ° ซ

$\frac{60 \text{ แคลอรี่}}{\text{กรัม}} \left| \frac{1 \text{ บีทียู}}{252.0 \text{ แคลอรี่}} \right| \frac{1 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง}}{3144 \text{ บีทียู}} \left| \frac{453.6 \text{ กรัม}}{\text{ปอนด์}} \right.$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการอบแห้ง = 981.6 + 0.034 บีทียู/ปอนด์

= 981.63 บีทียู/ปอนด์

ปริมาตรน้ำที่ถูกเปลือกไม้ดูดซับ 1.05 มิลลิลิตร / กรัม

สารละลายที่สกัดได้มีปริมาตร = 30 - (1.05 x 10)

= 19.5 ลิตร

ความเข้มข้นของสารละลายที่สกัด = 148.0 กรัม / ลิตร

สารละลายที่สกัดได้มีความหนาแน่น = 1.0305 กรัม / มิลลิลิตร

น้ำหนักของสารละลายที่สกัดได้ = 1.0305 x 1000 กรัม / ลิตร

ปริมาณน้ำที่ต้องระเหย = (1,030.50 - 148.0) x 19.5

= 16,038.75 กรัม

พลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำ

$$= \frac{16038.75 \text{ กรัม} \mid 981.63 \text{ บีทียู} \mid 1 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง} \mid \text{ปอนด์}}{\text{ปอนด์} \mid 3144 \text{ บีทียู} \mid 453.6 \text{ กรัม}}$$

= 11.039 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คิดเป็นเงิน = 11.039 x 2

= 22.08 บาท

ค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมด = 22.08 + 3.48 + 0.06 + 10 + 2.5

= 38.12 บาท

ปริมาณผลิตภัณฑ์แทนนินที่สกัดได้ = 3.01 กิโลกรัม

ค่าใช้จ่ายในการผลิตและอบแห้งกิโลกรัมละ = 12.66 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1 แสดงความหนาแน่นของสารละลายสกัด

ความเข้มข้นของสารละลายที่สกัด (gm/litre)	ความหนาแน่นของสารละลายที่สกัด (gm / ml)
116.4	1.0240
190.8	1.0394
76.7	1.0158
117.5	1.0242
148.0	1.0305
153.0	1.0316
73.0	1.0151
82.1	1.0169
57.8	1.0112
99.5	1.0205
50.2	1.0103
70.0	1.0144
61.0	1.0126
75.1	1.0155

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย ไพบูลย์ ชินรุ่งเรืองสิน

การศึกษา 2524 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย