



บทที่ 3

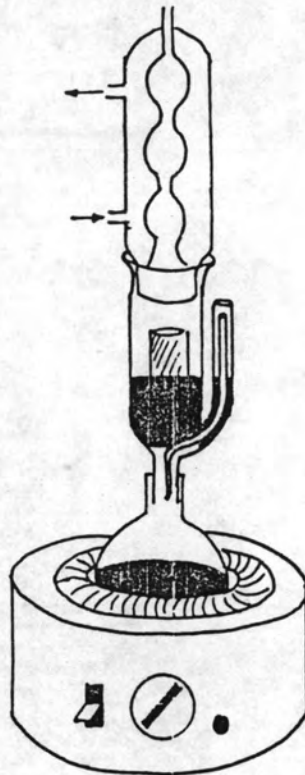
อุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เครื่องบด ชื่อ Cutter Miller ชนิด 116 A. ของบริษัท Apex Construction ลอนดอน ประเทศอังกฤษ มีลักษณะประกอบด้วยใบมีด 5 ใบ อยู่ในแกนหมุนเดียวกัน ใช้สำหรับบด สสารประกอบพวกเส้นใย (Fiber) หรือสารประกอบทางยาที่ทำจากพืช ทำการบดโดยใช้ใบมีดตัด

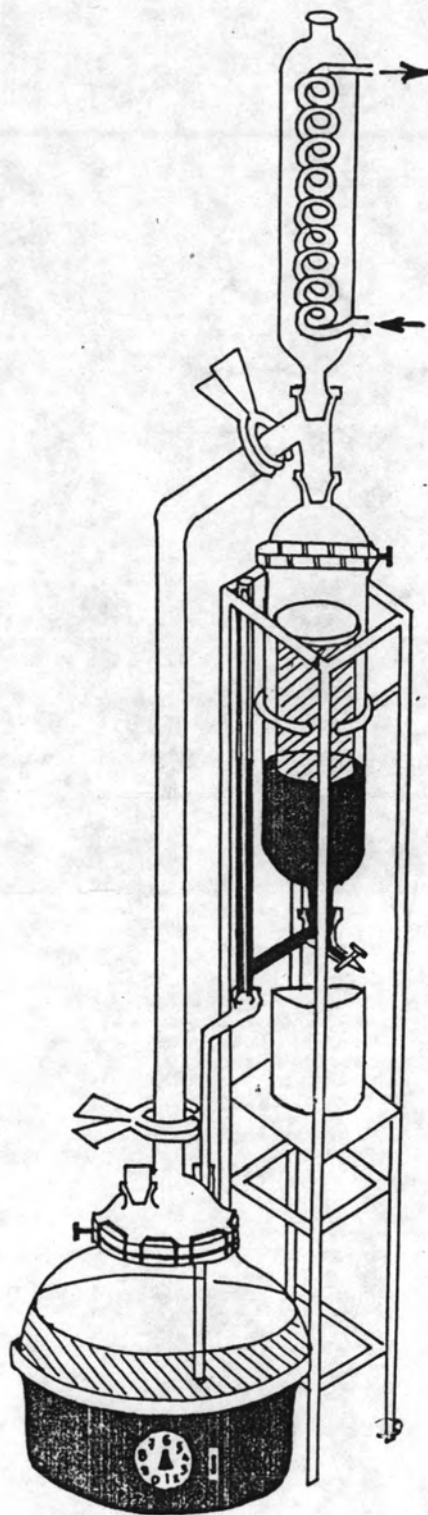
3.1.2 เครื่องสกัดโดยใช้ตัวทำละลายแบบระบบหมุนเวียน (Soxhlet Extractor)
แบ่งเป็น 2 ขนาด

1. Soxhlet Extractor ขนาดเล็ก ประกอบด้วย Flask ก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร, ส่วนที่เป็น Soxhlet, ตัวควบแน่น (Condensor) และเครื่องให้ความร้อนแบบขดลวด Heating Mantle ชื่อ Electrothermal ของประเทศอังกฤษ Sercal No MV 2405 มีความต่างศักย์ 200/250 โวลท์ กำลัง 300 - 500 วัตต์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 Soxhlet Extractor ขนาดเล็ก

2. Soxhlet Extractor ขนาดใหญ่ เป็นเครื่องมือของภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย Flask ก้นกลมขนาด 10 ลิตร ส่วนที่เป็น Thimble ขนาด 5 ลิตร ตัวควบแน่น (Condensor) ท่อแก้วสำหรับให้ตัวทำละลายระเหย ส่วนของ Thimble ขนาดยาว 1.5 เมตร ทั้งหมดเป็นของบริษัท Quickfit ประเทศอังกฤษ เครื่องให้ความร้อนแบบขดลวด (Heating Mantle) ชื่อ Isomantle Model Type Mul. 10L Sserial No. W 2407 ของบริษัท Isopad Borchamwood Heris ของประเทศอังกฤษ มีความต่างศักย์ 200/250 โวลท์ กำลัง 2 / 500 วัตต์ ดังรูปที่ 3.2

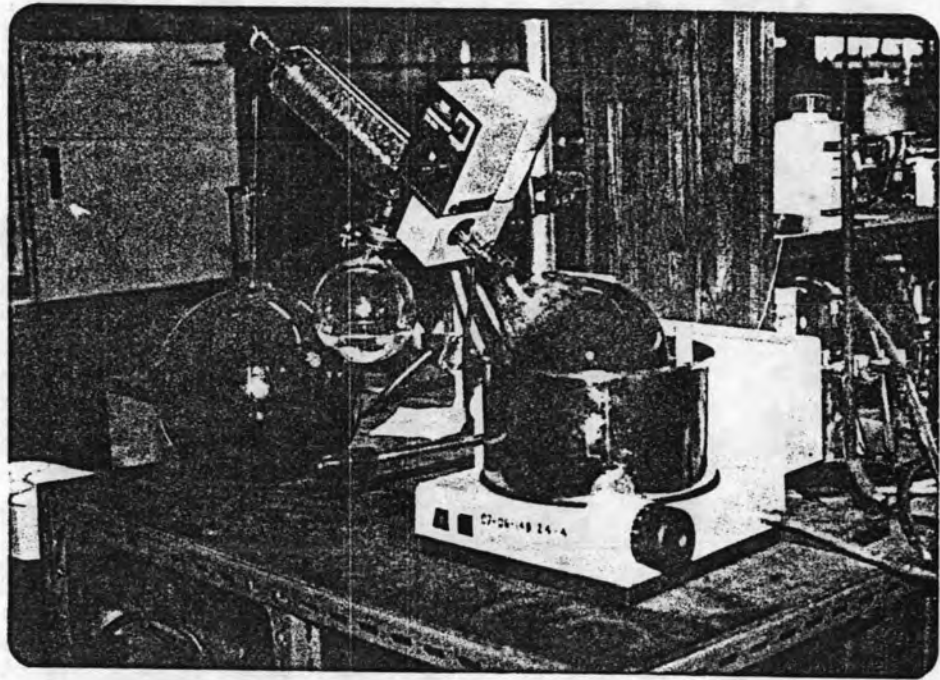


รูปที่ 3.2 Soxhlet Extractor ขนาดใหญ่

3.1.3 เครื่องระเหยหมุนแบบสุญญากาศ (Rotary Vacuum Evaporator)

เป็นเครื่องมือภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย

1. เครื่องระเหยหมุน ของบริษัท Buchi ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ Model Rotavapor RE 120 มีความต่างศักย์ 200/250 โวลต์ ขนาดเครื่องระเหยหมุน ใช้ระเหยตัวทำละลายได้ครั้งละประมาณ 2 ลิตร ดังรูปที่ 3.3 ประกอบ



รูปที่ 3.3 เครื่อง Rotary Vacuum Evaporator

2. อ่างน้ำร้อน (Water Bath) ของบริษัท Buchi ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ มีตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)
3. เครื่องสุญญากาศ ชื่อ Speck Pump Electric Motor Model Type V11-C₅₀ 50 c/s RPM 220 โวลต์ กำลัง 1 แรงม้า

3.1.4 เครื่องสกัดแบบตั้งกวนในอ่างน้ำมัน (Stirred Reactor in Oil Bath)

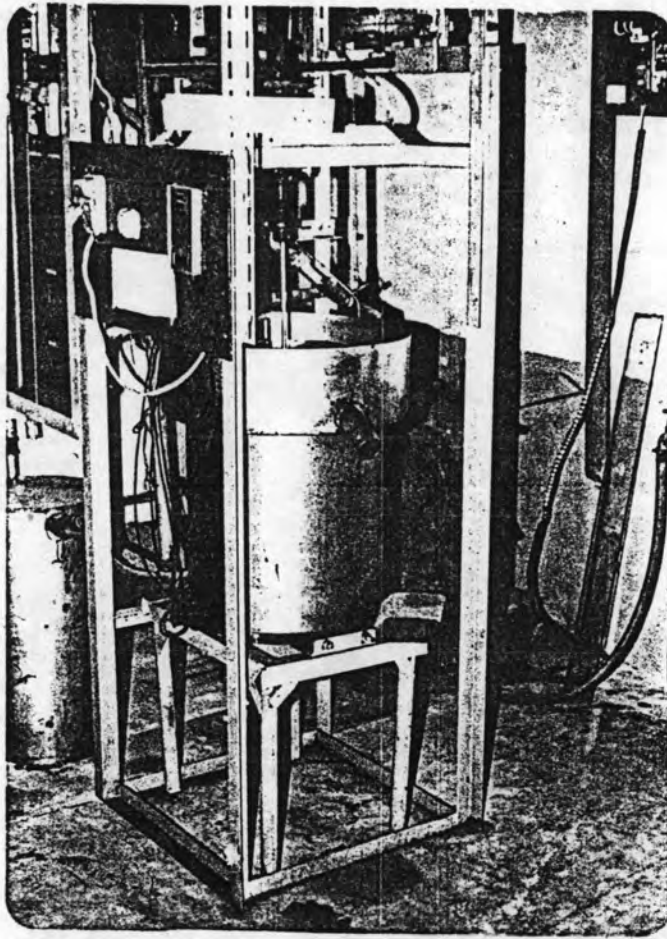
ของภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ

1. มอเตอร์และใบพัด มอเตอร์ที่ใช้มีกำลัง 0.25 กิโลวัตต์ ต่อเข้ากับลูกกรอกเหล็ก 2 ลูก ด้วยสายพาน (ดูรูป 3.4 ก. ประกอบ) ลูกกรอกเหล็กลูกที่ 2 ต่อกับแกนหมุนของใบพัด เมื่อมอเตอร์ทำงานจะทำให้กรอกเหล็กหมุน ใบพัดจะหมุนตามไปด้วย

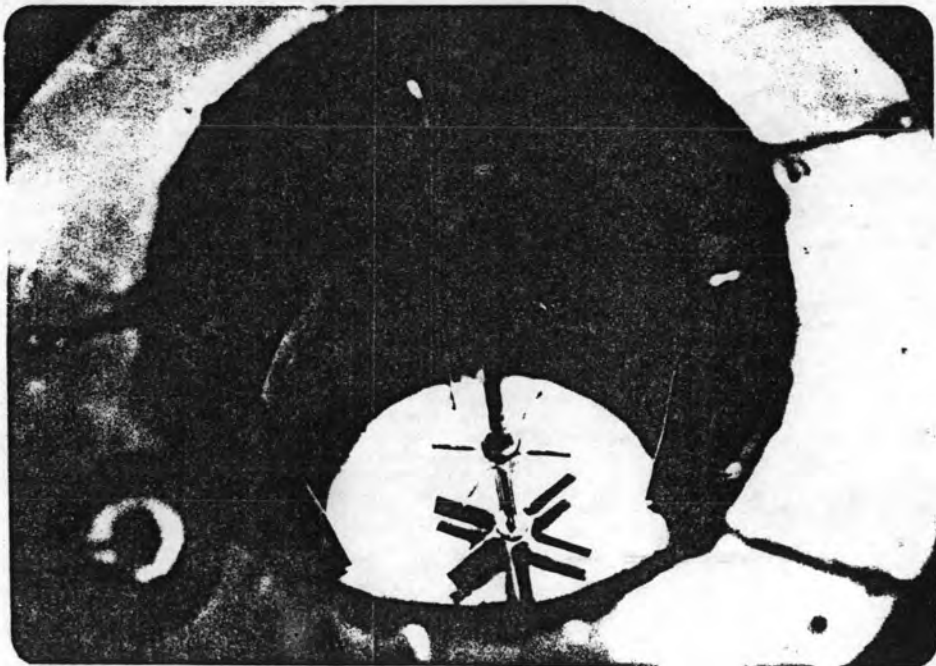
2. ส่วนตัวถังทำด้วยเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) (ดูรูป 3.4 ข. ประกอบ) มีฝาปิดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร ลึก 46 เซนติเมตร ภายในมีแผ่น Baffle ติดอยู่ที่ผนัง 4 แผ่น แต่ละแผ่นกว้าง 4 เซนติเมตร ระยะห่างของแต่ละแผ่นเท่ากับ ส่วนล่างของถังมีวาล์วสำหรับเปิดปิดได้

3. อ่างน้ำมัน ทำด้วยเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) เช่นเดียวกับ ตัวถัง (ดูรูป 3.4 ก. และ 3.4 ข. ประกอบ) อยู่ล้อมรอบตัวถัง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 41 เซนติเมตร ลึก 51 เซนติเมตร มีฝาทำด้วยเหล็กไร้สนิมแบบเดียวกันปิดอยู่โดยรอบ และมีช่องสำหรับเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิ ภายในอ่างน้ำมันมีขดลวดความร้อนอยู่รอบตัวถัง เป็นส่วนที่ให้ความร้อนแก่เครื่องมือ ส่วนบนของอ่างน้ำมันทำเป็นตัวถังล้อมรอบอ่างน้ำมันอีกชั้นหนึ่ง กว้างประมาณ 5 เซนติเมตร สูงจากปากอ่างน้ำมัน 7 เซนติเมตร และอยู่ลึกจากปากอ่าง ประมาณ 8 เซนติเมตร ปลายด้านหนึ่งทำเป็นท่อสำหรับให้ของเหลวที่ล้นจากตัวถังไหลออกมา ตัวถังและอ่างน้ำมันวางอยู่บนขาตั้งที่ทำด้วยเหล็ก

4. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) แบบ BL - 30 กำลัง 5 กิโลวัตต์ สำหรับควบคุมอุณหภูมิภายในอ่างน้ำมัน ประกอบด้วยสวิตช์เปิดปิดและเครื่อง วัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.4 ก. เครื่องสกัดแบบ
ตั้งกวนในอ่างน้ำมัน
(ด้านหน้า)

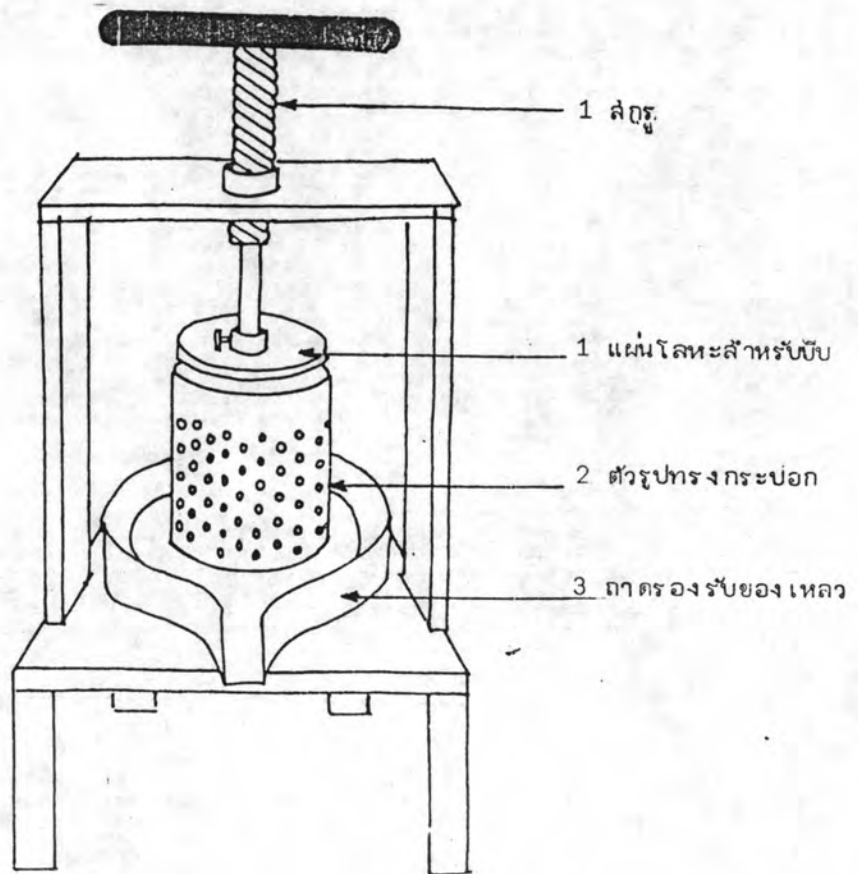


รูปที่ 3.4 ข. เครื่องสกัดแบบตั้งกวนในอ่างน้ำมัน (ด้านบน)

3.1.5 เครื่องเขย่า (Vortex)

เครื่องเขย่า (Vortex) Model K 250 GE ของบริษัท Scientific Industries สปริงฟิลด์

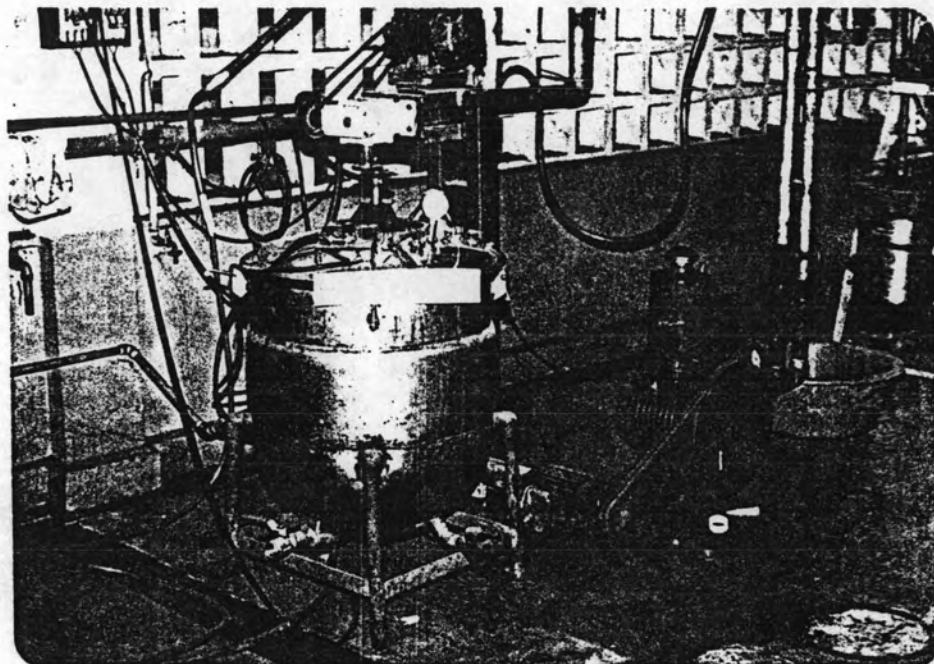
3.1.6 เครื่องบีบแบบสกรู (Screw Press) ของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้สำหรับแยกน้ำหรือของเหลวออกจากผลไม้หรือสลัดจ์ (Sludge) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ สกรูและแผ่นโลหะสำหรับบีบ, ตัว (Body) รูปทรงกระบอก มีรูพรุนวางอยู่บนส่วนที่ 3 คือ ถาดรองรับของเหลวซึ่งวางอยู่บนขาตั้งโต๊ะโลหะ การใช้งานทำโดยวางวัตถุดิบที่ต้องการแยกเอาของเหลวออกไว้ใน Body ค่อย ๆ หมุนสกรูตรงปลายข้างที่เป็นที่จับสำหรับหมุน แผ่นโลหะซึ่งยึดติดกับปลายอีกข้างหนึ่งของสกรูจะค่อย ๆ เลื่อนกดลงบนวัตถุดิบ ของเหลวในวัตถุดิบเมื่อถูกน้ำหนักกดลงมาจะค่อย ๆ ไหลออกมาตามช่องของ Body ลงในถาดรองรับ และออกจากถาดทางร่องของถาดซึ่งทำไว้ให้ของเหลวไหลออกจากเครื่องลงสู่ภาชนะที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องบีบน้ำแบบสกรู

3.1.7 เครื่องหม้อระเหยแบบสูญญากาศ (Pan-Vacuum Evaporator)

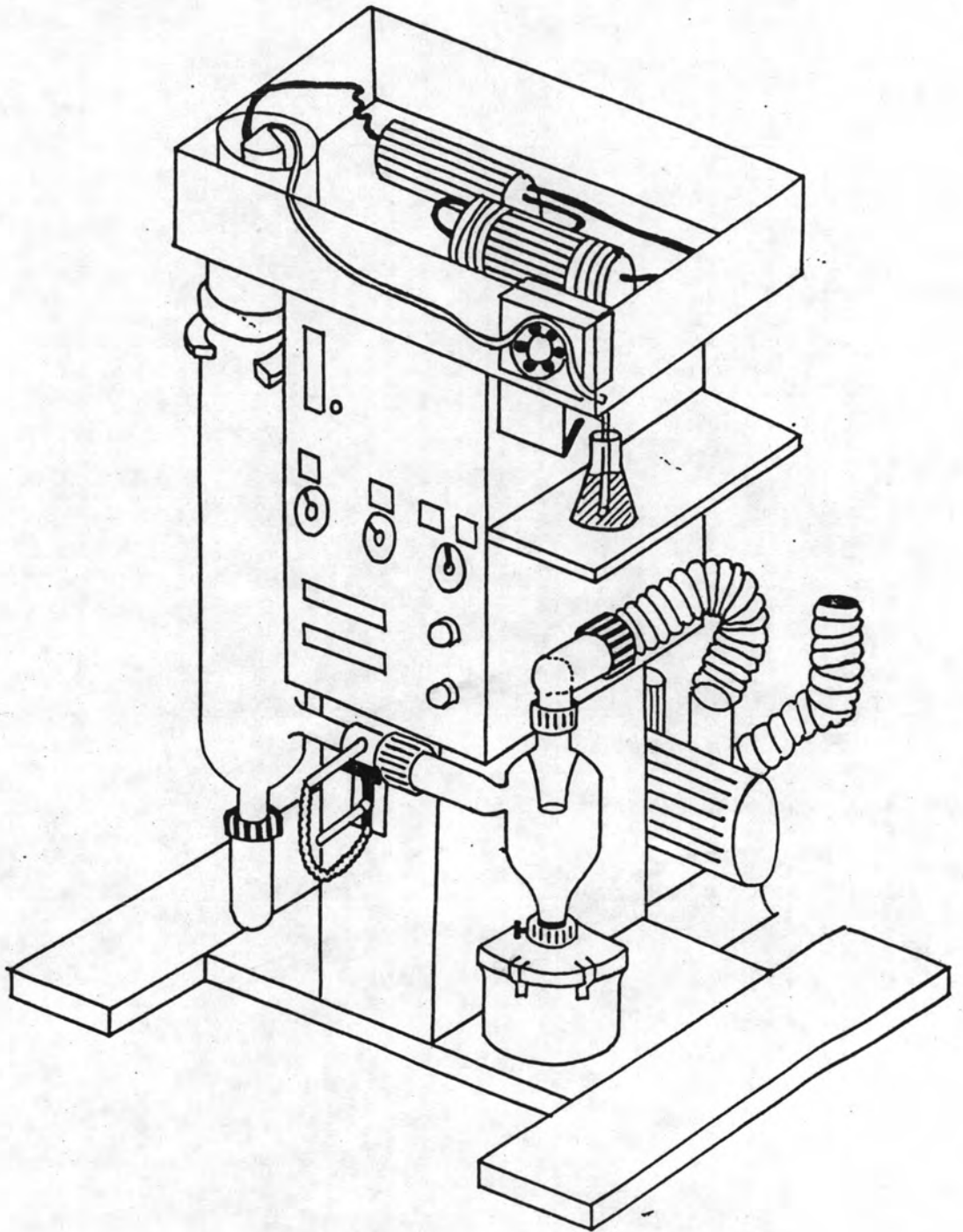
เป็นเครื่องมือของภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้ในการระเหยสารละลายให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น เครื่องมือประกอบด้วย หม้อระเหย, เครื่องควบแน่น และเครื่องสูญญากาศ ตัวหม้อระเหยทำด้วยเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ลึก 60 เซนติเมตร มีฝาปิดทำด้วยเหล็กไร้สนิม ตรงกลางฝา มีแกนใบพัดต่อยาวเข้าไปในตัวหม้อระเหย ส่วนบนจะมีมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า แกนของมอเตอร์จะต่อเข้ากับเกียร์ทดรอบ เพื่อให้ความเร็วรอบลดลง และจะต่อแกนไปยังแกนของใบพัด ตรงกลางฝาจะมีลูกปืนอยู่เป็นตัวเชื่อมให้แกนใบพัดอยู่ตรงกลางของฝาหม้อ แกนของใบพัดจะมีความยาวใกล้เคียงกับความลึกของหม้อระเหย ลักษณะใบพัดจะเป็นรูปตัวยู ยาวติดขอบของตัวหม้อ ระเหย ทำหน้าที่กวาดสารละลายให้ได้รับความร้อนดีขึ้น และทำให้สารละลายเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ รอบ ๆ หม้อระเหย ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวการส่งถ่ายความร้อน การระเหยก็จะดีขึ้น บริเวณรอบ ๆ หม้อ ระเหยประกอบด้วยซีลีนอยด์ วาล์ว ทำหน้าที่เปิดปิด วาล์ว ส่งผ่านไอน้ำไปรอบ ๆ หม้อระเหยให้ได้อุณหภูมิตามที่ควบคุม ซึ่งจะมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) คอยควบคุมการเปิดปิดของซีลีนอยด์ วาล์ว ลักษณะและโครงสร้างทั้งหมด สร้างตามแบบหม้อระเหยสูญญากาศที่ใช้ในโรงงานน้ำตาลทั่ว ๆ ไป เครื่องควบแน่นเป็นแบบพารอเมตริก ใช้สำหรับควบแน่น ไอน้ำที่เกิดจากการระเหยของสารละลายในหม้อระเหย ส่วนเครื่องสูญญากาศเป็นแบบ Rotary Pump ของบริษัทดิวอี้ สูญญากาศ ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นแบบ Induction Motor ดังรูป 3.6



รูปที่ 3.6 เครื่อง Pan Vacuum Evaporator



3.1.8 เครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้ง (Spray Dryer) ของบริษัท Buchi ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ Model Buchi 130 Mini Spray Dryer เป็นเครื่องมือของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี No.CHE 24046 ประกอบด้วย Chamber, หัวฉีด (Atomizer) เป็นแบบอากาศอัด กิจทางการป้อนสารละลายเป็นแบบไหลทางเดียวกัน (Cocurrent Flow) สามารถปรับอุณหภูมิภายในเครื่องอบได้โดยใช้ Thermostat มีเครื่องวัดอุณหภูมิสมร่อนเข้าและออก และปรับอัตราการไหลของสารละลายได้ โดยใช้ Pump Control เมื่อสารละลายแห้งเป็นผง จะถูกส่งเข้าเครื่องแยกแบบลมวน (Cyclone Separator) เข้าไปในขวดเก็บตัวอย่าง ในขณะที่งานส่วนหัวฉีด (Atomizer) จะร้อนมาก จึงมีมอเตอร์แบบ Induction Motor ขนาด 220 โวลท์ 50 เฮิร์ต จากประเทศญี่ปุ่น ช่วยหล่อเย็น หัวฉีด (Atomizer) ดังรูป 3.7

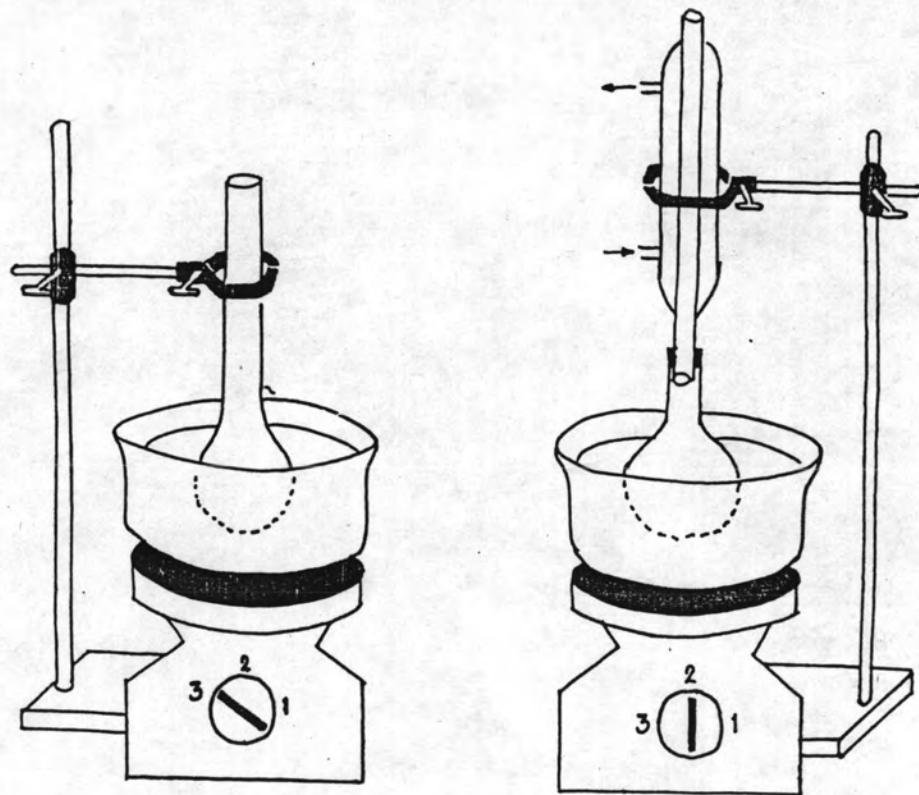


รูปที่ 3.7 เครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้ง (Spray Dryer)

3.1.9 เครื่องมือไฮโดรไลซ์ และรีฟลักซ์ (Hydrolyse and Refluxes)

เครื่องมือไฮโดรไลซ์ เป็นแบบง่าย ๆ โดยใช้ขวด Kjeldahl ขนาด 100 มิลลิลิตรติดอยู่กับขาตั้ง (Stand) จุ่มขวดลงในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100° ซ (ดังรูป 3.8)

เครื่องมือรีฟลักซ์ (Refluxes) ประกอบด้วยเครื่องควบแน่น (Condenser) ขวดก้นกลม ขนาด 100 มิลลิลิตร เครื่องควบแน่นจะเสียบอยู่บนขวดก้นกลม และยึดติดกับขาตั้ง (Stand) จุ่มขวดก้นกลมลงในอ่างน้ำร้อน (Water Bath) ที่อุณหภูมิ 80° ซ (ดังรูป 3.8)

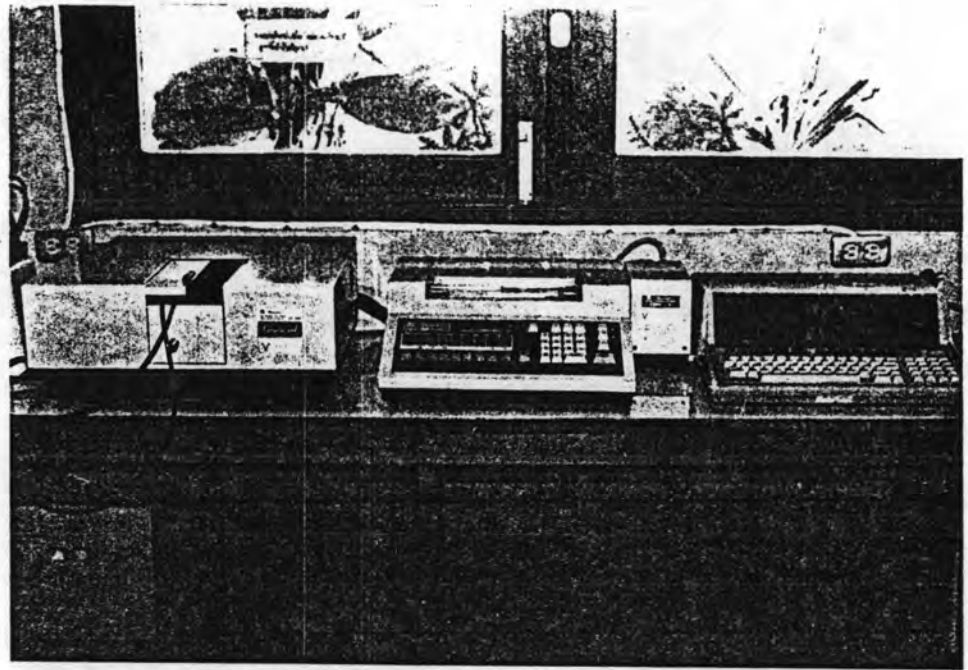


รูปที่ 3.8 เครื่องมือไฮโดรไลซ์ และรีฟลักซ์

3.1.10 เครื่อง UV-visible Recording Spectrophotometer ของบริษัท Shimadzu Model UV - 240 ประเทศญี่ปุ่น ตัวแทนจำหน่ายโดยบริษัทวิทยาศาสตร์ จำกัด เครื่องมือประกอบด้วย เครื่องควบคุมอุณหภูมิจากบริษัท Chaake Model FE2, Spectrophotometer Model UV 240 เครื่องบันทึก (Recorder) จากบริษัท Shimadzu Model OPL-1 เป็นแบบ Graphic Printer PR-1 (ดูรูป 3.9 ประกอบ)

เครื่องมือนี้สามารถตั้งโปรแกรมความยาวคลื่นได้ ตั้งแต่ 0-700 นาโนเมตร เป็นความยาวคลื่นในช่วงของ UV-Visible หา λ_{max} , Plot กราฟ และเวลาในการวัด Activity ของสารได้โดยอัตโนมัติ

3.1.11 เครื่อง Gas Chromatography ของบริษัท Varian-Associates Inc., ประกอบด้วยเครื่อง Gas Chromatograph Model 3700, Hydrogen Generator, Recorder Model CDS 111 Recorder Model 9176 ภายในเครื่อง Gas Chromatograph ใช้ได้ทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบ FID (Flame Ignition Detector) และระบบ TCD (Thermal Conductivity Detector) ใส่คอลัมน์ (Column) ได้ 2 ด้าน คือ ส่วน Injection A และ B ภายในเครื่องสามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิภายในคอลัมน์ได้ ส่วน Recorder Model CDS 111 จะทำหน้าที่ควบคุมความสูงของ Peak และพิมพ์ข้อมูลพื้นที่ใต้ Peak, Recorder Model 9176 ดูรูป 3.10

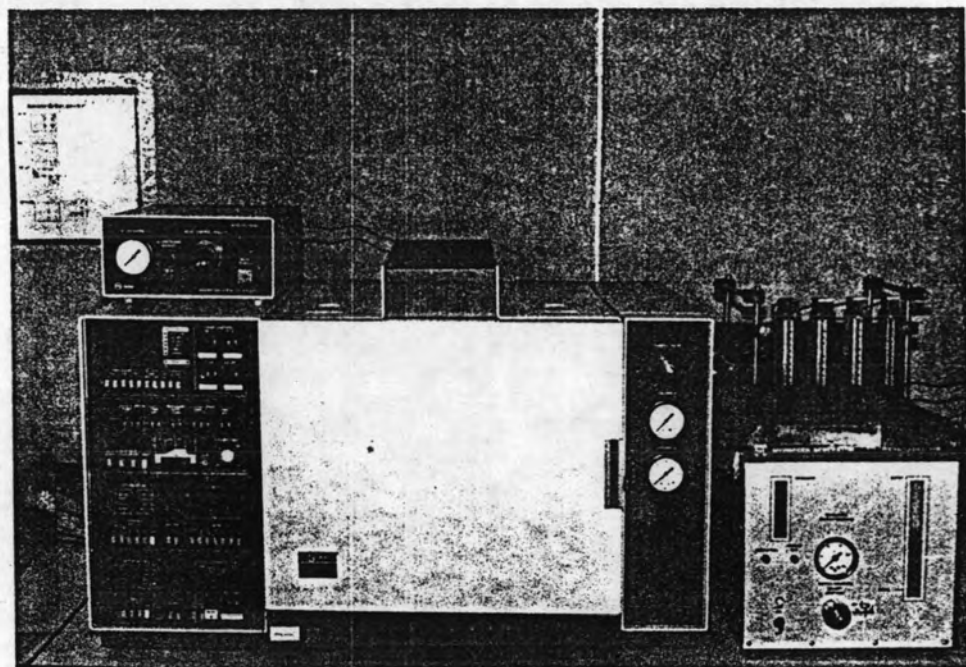


รูปที่ 3.9 เครื่อง UV-Visible Recording Spectrophotometer

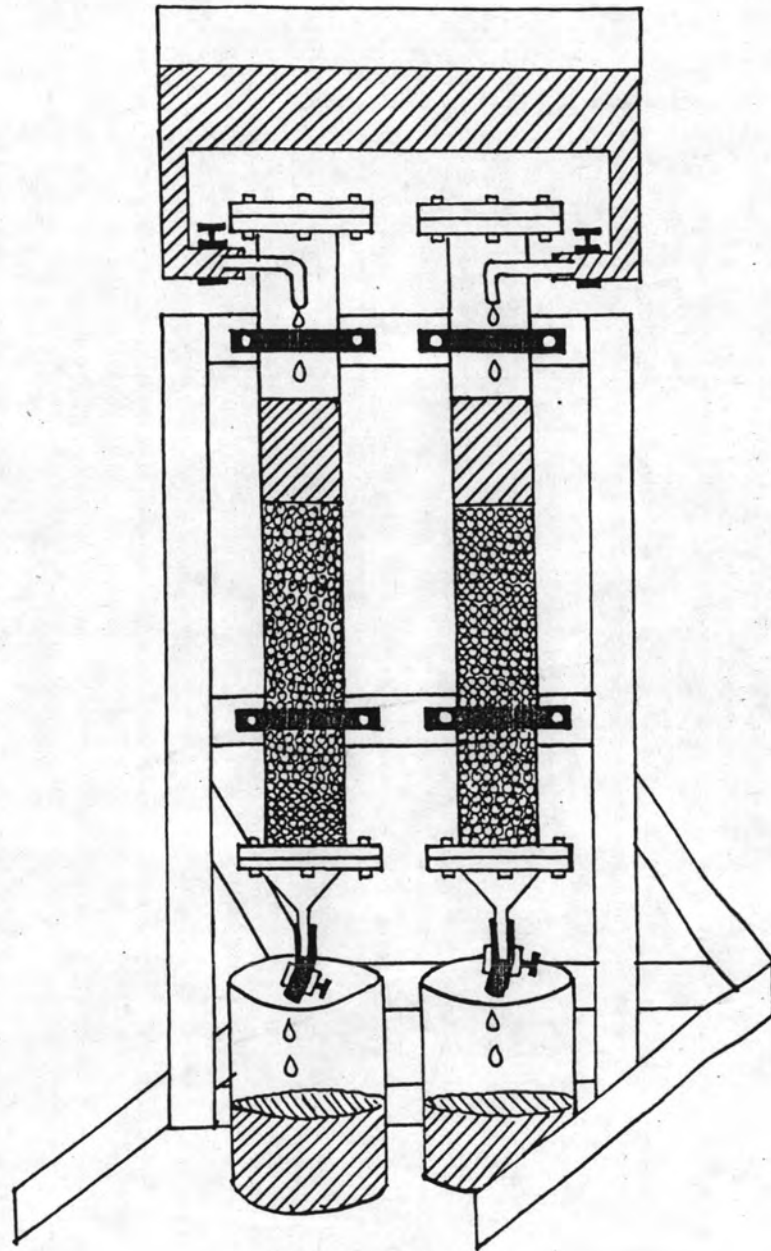
3.1.12 อ่างน้ำร้อน (Water Bath) ของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย อ่างใส่น้ำ, ขดลวดให้ความร้อน, เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) อ่างใส่น้ำเป็นอ่างขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร จะมีตะแกรงเหล็กทำด้วยเหล็กโรสดีม ขนาดความสูงครึ่งหนึ่งของอ่างใส่น้ำ วางอยู่ล้นบนของอ่างใส่น้ำ เพื่อใช้วางภาชนะที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิ เครื่องควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบ BL-30 กำลัง 5 กิโลวัตต์ สำหรับควบคุมอุณหภูมิภายในอ่างน้ำ ประกอบด้วยสวิตช์เปิดปิด และเครื่องปรับอุณหภูมิ

3.1.13 คอลัมน์บรรจุเรซิน (Column Ion Exchange Resin) ของภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย คอลัมน์พลาสติก ขนาดความสูง 1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว เป็นพลาสติกใส ภายในบรรจุด้วย Resin Amberlite IRA 900 ซึ่งเป็น Anion Exchange Resin บรรจุสูงประมาณ 80 เซนติเมตร ส่วนบนของคอลัมน์ทำเป็นหน้าแปลนมีแผ่นพลาสติกปิดอยู่ และตรงส่วนบนจะเจาะรูสำหรับเสียบแท่งแก้ว เพื่อให้สารละลายผ่าน ส่วนล่างของคอลัมน์จะเป็นรูปกรวย และปากกรวยจะมีตะแกรงรองรับไม่ให้เรซินไหลออกจากคอลัมน์ ส่วนปลายกรวยจะมีแท่งแก้วเสียบอยู่ ซึ่งแท่งแก้วจะต่อกับ

ลำยบาง และที่ลำยบางจะมีตัวหนีบ (T-clap) คอยปรับอัตราการไหลของสารละลายที่ออก
จากคอลัมน์ ดังรูป 3.11



รูปที่ 3.10 เครื่อง Gas Chromatography



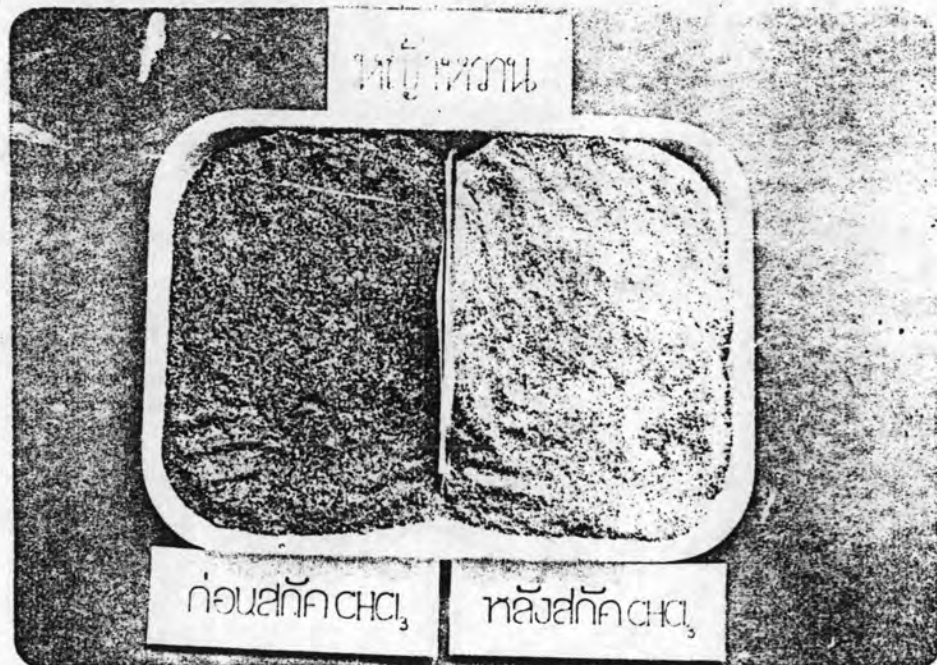
รูปที่ 3.11 คอสังมับรรจุเรซิน

3.2 วัตถุดิบและสารเคมี

3.2.1 วัตถุดิบ

หญ้าหวานที่ใช้ในการทดลอง เป็นหญ้าหวานพันธุ์ Stevia Rebaudiana Bertoni) เป็นหญ้าหวานที่ตากแห้งแล้ว จากบริษัท ศิลป์อุดม เกษตรกรรม ซึ่งอัดแน่นเป็นก้อนสี่เหลี่ยม เตรียมส่งเป็นสินค้าออกจากจังหวัดเชียงราย ลักษณะของหญ้าหวานจะมีสีเขียว กลิ่นหอมฉุนคล้ายใบชา รูป 3.12 ประกอบ

หญ้าหวานแห้งนี้จะถูกบดให้ละเอียดก่อนนำไปใช้ในการทดลอง ด้วยเครื่อง Cutter Mill หญ้าหวานแห้งที่บดแล้วจะมีขนาด 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.12 และมีปริมาณ สตีโรไลต์ต่อร้อยละ 13.4 โดยน้ำหนัก มีปริมาณความชื้นร้อยละ 9.89



รูปที่ 3.12 แสดงหญ้าหวานก่อนสกัดและหลังสกัด ด้วยคลอโรฟอร์ม



3.2.2 สารเคมี

1. สตีร์โวลด์ ของบริษัท Sigma Chemical ประเทศเยอรมัน
2. คลอโรฟอร์ม (Commercial Grade)
3. คลอโรฟอร์ม (Analytical Grade)
4. ไดออกเซน (Commercial Grade)
5. เมธานอล (Analytical Grade)
6. แคลเซียมออกไซด์ (Commercial Grade)
7. กรดฟอสฟอริก (Commercial Grade)
8. ฟลอคคิวแลนท์ จากบริษัท Ferro Chemical
9. แคล ไอนิก ฟลอคคิวแลนท์ จากบริษัท Ferro Chemical และบริษัท White Group
10. ผงฟอกสี (Activated Clay)
11. เรซิน แอมเบอร์ไลต์ ไออาร์เอ 900 จากบริษัท White Group
12. ไฮฟลู ซุปเปอร์เซล (Huflo Super Cel) เป็น Filter Aid
13. กรดเกลือเข้มข้น (Analytical Grade)
14. โซเดียมซัลเฟต แอนไฮดรัส (Analytical Grade)
15. ไดเอทริลอีเธอร์ (Analytical Grade)
16. สะควาเลน (Analytical Grade)
17. N-methyl-N-nitrosotoluene-4-sulphonamide
18. โซเดียม ไฮดรอกไซด์ (Commercial Grade)