สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

The simple volatile oil extraction equipment

โดย

นางสาว วรุณาลงกรณ์ สิงหากัน

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ส/ว.
อ336ค
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40295
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ย. 2544

111 0 0399
b.....
i.....

ภาพถ่ายวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

The simple volatile oil extraction equipment

ชื่อนักศึกษา นางสาววรุณาลงกรณ์ สิงหากัน

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ชุติมา สังข์พาลี

บทคัดย่อ

ในการจัดทำเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีไขมันและน้ำมัน และเหมาะสำหรับใช้ในการเผยแพร่ให้แก่ผู้ที่สนใจจะผลิตน้ำมันหอมระเหยในอุตสาหกรรมขนาดเล็กและในครัวเรือน เพื่อนำสารสกัดที่ได้ไปใช้เป็นองค์ประกอบใน ผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น การเติมแต่งกลิ่นในอาหาร เครื่องสำอางค์ ยารักษาโรคบางประเภท เป็นต้น ในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนหลัก คือเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ และเครื่องควบแน่น โดยใช้หม้อสแตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 และ40 นิ้วเป็นส่วนของตัวเครื่องตามลำดับ จากนั้นนำฝาปิดมาเจาะช่องเพื่อให้เป็นทางผ่านไอของสารที่สกัดได้ แล้วนำวาล์วมาเชื่อมกับช่องที่เจาะไว้ ภายในตัวหม้อให้นำแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 0.5 x 2 นิ้ว จำนวน 4 อัน มาเชื่อมติดกับหม้อ โดยวัดให้สูงจากฐานประมาณ 1/2 ของหม้อวางแผ่นอะลูมิเนียมตรงข้ามกันเป็น 4 ทิศ จากนั้นให้นำแผ่นตะแกรงมาตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 38 นิ้วเชื่อมติดกับแท่งลวดอะลูมิเนียม แล้วตัดแท่งลวดงอปลายด้านหนึ่งสำหรับทำเป็นที่จับ เชื่อมติดกับแผ่นตะแกรงเพื่อใช้ในยกตะแกรงออกจากตัวเครื่อง ส่วนเครื่องควบแน่นให้นำหม้อขนาด 38 นิ้วมาเจาะช่องทั้งหมด 4 ช่อง ตรงข้ามกันเป็น 4 ทิศ โดย 2 ช่องแรกวัดจากปากหม้อลงมา 10 เซนติเมตรเป็นทางเข้าของไอน้ำและทางออกของน้ำ และอีก 2 ช่องวัดจากก้นหม้อขึ้นมา ประมาณ 5 เซนติเมตร ซึ่ง 2 ช่องแรกจะต้องอยู่ตรงข้าม 2 ช่องหลังเพื่อเป็นทางเข้าของน้ำและทางออกของไอน้ำ แล้วนำขดลวดไอน้ำมาเชื่อมติดกับทางเข้า-ออกของไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการทดสอบเครื่องโดยใส่น้ำลงไปในเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำประมาณ 1/4 ของหม้อ วางตะแกรงบนฐานจากนั้นใส่วัตถุดิบที่ต้องการสกัดลงไปประมาณ 3 กิโลกรัม นำไปตั้งไฟ ปิดฝา นำสายยางส่งผ่านความร้อนยาว 50 เซนติเมตรมาเสียบที่ฝาหม้อตรงวาล์วลม ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของสายยางให้เสียบที่ช่องทางเข้าของไอน้ำที่เครื่องควบแน่น ซึ่งในเครื่องควบแน่นเปิดน้ำใส่ประมาณ 2/3 ของตัวเครื่อง ให้สวมสายยางไว้ที่วาล์วน้ำทั้งทางเข้าและออกของน้ำ จะต้องมีภาชนะรองรับไว้ที่ปลายสายยางและทางออกของไอน้ำด้วย จากนั้นสังเกตไอน้ำที่เริ่มออกจากเครื่องระเหยและเริ่มจับเวลาประมาณ 45 นาที หรือถ้าอยากให้ได้ปริมาตรของสารที่สกัดเพิ่มมากขึ้นก็ให้สกัดในเวลาที่นานกว่านี้ได้

จากการนำเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายไปทำการทดสอบโดยอาจารย์ชีวเคมี 3 ท่าน และทำการตรวจพิจารณาอีกครั้งโดยอาจารย์ที่ปรึกษา มีผลสรุปดังนี้ อุปกรณ์ชนิดนี้สามารถสกัดสารได้ดีอย่างมีประสิทธิภาพ มีขนาดพอเหมาะ เคลื่อนย้ายได้สะดวก ใช้งานง่าย และเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายนี้ยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือหลายด้านด้วยกัน โดยเฉพาะอาจารย์ชุติมา สังข์พาลี ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำด้วยดีเสมอมา ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณอาจารย์มารศรี อาจารย์ปองจิต และอาจารย์จำรัสเป็นอย่างสูงที่คอยให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการสร้างเครื่องสกัดมาโดยตลอด อีกทั้งเพื่อนๆ ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการทำปัญหาพิเศษ จนทำให้เกิดความสมบูรณ์ จึงขอขอบคุณทุกท่านที่กล่าวมาไว้ ณ ที่นี้

หากปัญหาพิเศษนี้เป็นประโยชน์แก่การศึกษาหาความรู้ต่างๆ สุดท้ายกราบขอบพระคุณบิดามารดาซึ่งได้ให้การสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์และให้กำลังใจตลอดมา รวมทั้งครูและอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน

นางสาววรุณาลงกรณ์ สิงหากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... ก
กิตติกรรมประกาศ..... ค
สารบัญ..... ง
สารบัญตาราง..... จ
สารบัญรูปภาพ..... ฉ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
1.3 ขอบเขตของปัญหา..... 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน..... 4
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย..... 9
3.วิธีการสร้างอุปกรณ์.....17
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้.....17
3.2 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์.....18
3.3 สถานที่สร้างอุปกรณ์.....20
3.4 ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์.....20
4. ผลการสร้างอุปกรณ์.....25
4.1 ลักษณะการนำไปทดสอบ.....25
4.2 ผลการทดสอบอุปกรณ์.....26
4.3 การปรับปรุงแก้ไข.....30
5. สรุปและข้อสนับสนุน.....31
5.1 สรุปผลงาน.....31
5.2 ข้อเสนอแนะ.....32
บรรณานุกรม.....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ภาคผนวก..... 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 แสดงตัวอย่างของพืชบางชนิดที่มีน้ำมันหอมระเหย..... 16
2 แสดงผลการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย..... 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย.....20
ภาพที่ 2 แสดงการประกอบแผ่นตะแกรงและแท่งอะลูมิเนียม.....21
ภาพที่ 3 แสดงการเชื่อมแผ่นตะแกรงและแท่งอะลูมิเนียมเป็นรูปสำเร็จ.....21
ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของเครื่องระเหยที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว.....22
ภาพที่ 5 แสดงการเจาะช่องที่เครื่องควบแน่น..... 22
ภาพที่ 6 แสดงการทำขดลวดไอน้ำ.....23
ภาพที่ 7 แสดงลักษณะของเครื่องควบแน่นที่เสร็จสมบูรณ์.....23
ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างของพืชที่นำมาใช้ในการทดสอบเครื่องสกัด
น้ำมันหอมระเหย.....24
ภาพที่ 9 แสดงการเติมน้ำในเครื่องระเหย.....24
ภาพที่ 10 แสดงการใส่วัตถุดิบที่ต้องการสกัดในเครื่องระเหย.....25
ภาพที่ 11 แสดงการทดสอบเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย.....25
ภาพที่ 12 แสดงการเกิดไอน้ำขณะทำการทดสอบแล้วให้เริ่มจับเวลา.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ประชากรในประเทศจะประกอบอาชีพการเกษตร โดยผลิตผลที่ได้จะเป็นผลิตผลจำพวกผัก ผลไม้ ดอกไม้ ซึ่งส่วนใหญ่จะแตกต่างกันตามสภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศ ทำให้ผลิตผลในแต่ละท้องถิ่นมีความแตกต่างและหลากหลายมากขึ้น ซึ่งผลิตผลที่ได้ส่วนใหญ่ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ทำให้ต้องมีการแปรรูปผลิตผลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้ความร้อน การใช้ความเย็น การใช้รังสี เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการนำผลผลิตทางการเกษตรประเภทพืชสมุนไพรมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เช่น เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ได้แก่ แชมพูสระผม ครีมนวดผม สบู่ ฯลฯ น้ำหอมกลิ่นต่างๆ เช่น กลิ่นกุหลาบ กลิ่นลาเวนเดอร์ ฯลฯ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะได้มาจากการสกัดเอากลิ่นและน้ำมันหอมระเหยของ ผลไม้ ดอกไม้ออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น สกัดจากดอกกุหลาบ ดอกมะลิ ดอกกระดังงา ใบมะกรูด ตะไคร้หอม ผลมะกรูด ผลมะนาว เป็นต้น (นิจศิริ เรืองรังษี, 2534 : 70 – 72, สมพร ภ. หิรัญรามเดช, 2535 : 15-19) ซึ่งพืชดังกล่าวส่วนใหญ่นี้สามารถหาได้ง่ายตามท้องถิ่นทั่วไป โดยการสกัดสารที่ให้กลิ่นหรือน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่างๆ เหล่านี้ นิยมใช้กรรมวิธีการสกัดสารด้วยวิธีการทำระเหย(Evaporation) (ปิยะสาร ประเสริฐธรรม, 2530 : 3 – 14)

การแยกสารโดยวิธีการทำระเหย เป็นวิธีการแยกน้ำออกจากสารละลาย ซึ่งสารที่นำมาทำการสกัดส่วนใหญ่มักอยู่รวมกับสารอื่น และสัดส่วนของสารที่ต้องการหรือนำมาใช้ประโยชน์ที่ผสมอยู่มักมีปริมาณน้อย ทำให้การสกัดทำได้ยาก ต้องอาศัยเครื่องมือช่วยในการสกัดแยกสารที่ต้องการออกมา ซึ่งเครื่องทำระเหยนั้นประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อให้สารละลายมีความร้อนสูงพอที่จะเกิดการระเหย และส่วนควบแน่นไอสารที่ระเหย ซึ่งอาจมีกลิ่นรส หรือสารอาหารที่ต้องการออกมาและแยกกลับเป็นของเหลวเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป (ปิยะสาร ประเสริฐธรรม , 2530 , 3 – 14)

ดังนั้น เพื่อที่จะได้สารหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนำมาใช้ประโยชน์ หรือแยกสารที่ต้องการออกมา จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการแยกสารออกจากกัน และเนื่องจากเครื่องมือแยกสารเป็นเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มือที่สำคัญและนิยมใช้ในอุตสาหกรรมเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเคมี หรือแม้แต่ในชีวิตประจำวัน จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการแยกสารมีราคาแพง ทำให้ผู้ที่มีความสนใจในการทำการแยกสารไม่สามารถที่จะซื้อมาใช้ได้

เนื่องจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะผลิตเครื่องมือในการสกัดสารโดยวิธีการทำระเหยอย่างง่ายขึ้น โดยอาศัยหลักการระเหยของของเหลวให้กลายเป็นไอไหลผ่านไปตามท่อแล้วเข้าสู่ส่วนควบแน่น ซึ่งวัสดุส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในชีวิตประจำวัน เครื่องมือสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายนี้ จะสามารถนำมาใช้ในการสกัดไขมันและน้ำมัน และใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีไขมันและน้ำมัน (3506-2104) ในสาขา อุตสาหกรรมเกษตรและวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งส่วนใหญ่อุปกรณ์ที่มีในการเรียนการสอนในปัจจุบันจะต้องทำการสั่งซื้อจากภายนอกประเทศและมีราคาแพงมาก และมีจำนวนจำกัด ทำให้มีอุปกรณ์ในการเรียนการสอนไม่เพียงพอสำหรับผู้เรียน หากสามารถผลิตเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายได้จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ในการเรียน-การสอนได้เป็นจำนวนมาก ผู้จัดทำจึงมีความต้องการเป็นอย่างสูงที่จะผลิตเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย เพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนในสาขาอุตสาหกรรมเกษตรหรือสาขาอื่นๆต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย สำหรับใช้ประกอบการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีไขมันและน้ำมัน (3506-2104) และยังสามารถใช้กับวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมเกษตร(3506 – 2002) วิชาเทคโนโลยีของเครื่องดื่มปรุงแต่ง (3506 – 2111) และวิชาเคมีอาหารและสารเจือปนในอาหาร (3506 – 2113) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2541)

2. เพื่อใช้ในการเผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการผลิตน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ทำการผลิตเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีไขมันและน้ำมัน (3506-2104) และวิชาอื่นๆ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2541) ประเภทวิชา เกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการมีรายละเอียดขอบเขตที่จะจัดทำดังนี้

จัดทำเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย โดยใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- หม้อสแตนเลส พร้อมฝาปิด
- ขดลวดไอน้ำ
- สายยางส่งผ่านความร้อน
- วาล์ว เปิด – ปิดทางเข้าออกของน้ำ
- ตะแกรงละเอียด
- เส้นลวดอะลูมิเนียม
- สายยาง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย ใช้ประกอบการสอนในรายวิชา เทคโนโลยีไขมันและน้ำมัน (3506-2104) และวิชาอื่นๆ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2541)

2. สามารถนำไปใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อจำหน่ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับสื่อการสอน

ชม ภูมิภาค (2524 : 18 – 19) ได้ให้ความหมายว่า "สื่อ" หมายถึง ตัวกลางหรือพาหนะที่ใช้เดินทางจากจุดต้นตอไปยังจุดหมายปลายทาง เป็นสิ่งที่จะนำสารไปสู่จุดหมายปลายทางเราเรียกว่า "สื่อ" สื่อเป็นตัวกลางหรือตัวเชื่อมระหว่างจุดหมายปลายทางทั้งสองข้าง สำหรับการสอนนั้นเป็นการกระทำของครูเพื่อจะทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน การสอนก็คือการส่งสารไปยังผู้เรียน แต่การส่งสารนั้นจะต้องมีพาหนะหรือสื่อนำไป สื่อนำลักษณะเช่นนี้เรียกว่า "สื่อการสอน"

สมหญิง กลั่นศิริ (2525 : 32) กล่าวว่า "สื่อการสอน" หมายถึง วัสดุอุปกรณ์รวมทั้งวิธีการที่ผู้สอนนำไปใช้ในการสอน เพื่อให้ผู้สอนสามารถที่จะส่งหรือถ่ายทอดไปยังผู้เรียน สื่อการสอนทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และบรรลุผลตามที่ได้ตั้งเป้าหมายได้เที่ยงตรงรวดเร็ว และยังกล่าวต่อไปอีกว่า สื่อการสอนมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากจำนวนผู้เรียนเพิ่มขึ้นมาก ถ้าครูใช้วิธีการสอนแบบบอกเล่ากรอบความรู้จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ยาก สื่อการสอนจึงมีบทบาทที่จะทำให้ครูสามารถสอนให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์จากผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ต่างๆ ไปยังผู้เรียน สื่อการเรียนการสอนมีอยู่หลายประเภท หลายลักษณะ ผลิตขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการใช้ที่แตกต่างกัน สื่อการเรียนการสอนบางอย่างอาจมีความสลับซับซ้อนและบางอย่างอาจง่ายต่อการทำความเข้าใจ เป็นหน้าที่ของผู้สอนจะเลือกสื่อการสอนต่างๆ เหล่านี้ ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง (สมบูรณ์ สงวนญาติ , 2534 : 42)

การใช้สื่อการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนด้วยเหตุผล 6 ประการ คือ

1. สื่อการสอนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียน เพราะธรรมชาติของมนุษย์ย่อมอยากเห็นสิ่งต่างๆ อยู่แล้ว ผู้เรียนจะเกิดความสนใจ

2. สื่อการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเข้าใจในการเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น เพื่อสื่อการสอนสามารถเปลี่ยนแปลงนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรม ทำให้ประหยัดเวลาของผู้สอนไปได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สื่อการสอนสามารถเอาชนะเวลา สถานที่ และระยะทางได้ กล่าวคือ สื่อการสอนสามารถนำสิ่งดีที่เกิดขึ้นในอดีตนานหลายปีแล้วกลับมาให้เราชมได้ในปัจจุบัน ไม่ว่าสิ่งนั้นจะเกิดในประเทศใดห่างไกลจากประเทศไทยเพียงไรก็ไม่เป็นอุปสรรค

4. สื่อการสอนก็สามารถย่อขนาดของวัตถุที่ใหญ่เกินกว่าจะนำของจริงๆ มาประกอบการสอนได้

5.สื่อการสอนทำให้นักเรียนจดจำสิ่งที่ควรจำไว้ได้นานมาก

6.สื่อการสอนจะมีส่วนเสริมสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนอย่างยิ่ง นักเรียนแต่ละคนจะมีประสบการณ์หรือพื้นแบบเดิมแตกต่างกันอยู่แล้ว การที่ได้พบเห็นสื่อการสอนที่น่าสนใจใหม่ๆ จะเสริมความคิดเดิมให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้อย่างดี (สมบูรณ์ สงวนญาติ ,2534 : 44)

การพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอน

ในการนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนควรคำนึงถึงหลักการ 3 ประการคือ

1. <u>ประสิทธิภาพ</u> (Efficiency) เมื่อนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนแล้วจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแผนการสอนไว้ทุกประการ จึงนับได้ว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ

2. <u>ประสิทธิผล</u> (Productivity) จำนวนผู้เรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้เป็นจำนวนมาก ก็นับได้ว่าสื่อการสอนนั้นก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูง แต่ถ้าผู้เรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์มีน้อยก็แสดงว่าสื่อการสอนนั้นไม่มีประสิทธิผล ควรพิจารณาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3. <u>ประหยัด</u> (Economy) การนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนอกจากจะคำนึงถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลแล้วจะต้องพิจารณาในเรื่องของการลงทุนที่คุ้มค่า ทรัพย์ แรงงาน และระยะเวลาในการใช้งาน สื่อการเรียนการสอนบางชนิดอาจมีประสิทธิภาพสูง แต่ต้องอาศัยทุนทรัพย์มาก ในขณะที่เราสามารถพิจารณานำสื่อการสอนชนิดอื่นมาทดแทนได้โดยมีผลทัดเทียมกันแต่ประหยัดเวลากว่า ก็ควรได้เลือกนำสื่อชนิดที่ประหยัดกว่ามาใช้ในระยะเวลาอันยาวนาน เมื่อเปรียบเทียบกับสื่อการสอนชนิดที่มีราคาถูกแต่ใช้เพียงครั้งสองครั้งก็ชำรุดเสียหาย ซึ่งอาจทำให้ต้องสูญเสียทุนทรัพย์มากกว่าสื่อที่คงทนถาวรแต่มีราคาแพงมากกว่าก็ควรพิจารณาเลือกสื่อที่คุ้มค่ามากที่สุด

การใช้หลักเกณฑ์ง่ายๆ ในการสื่อประกอบการเรียนการสอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ผู้สอนจะต้องพิจารณาว่าจะนำสื่อมาใช้ในด้านใด เช่น จะนำมาใช้เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือประกอบคำอธิบายหรือใช้เป็นกิจกรรมการเรียน หรือใช้เพื่อสรุปบทเรียน สื่อแต่ละประเภทที่ผู้สร้างขึ้นมาจะมีเป้าหมายที่แน่นอน

2. ตรงกับเนื้อหา การเลือกให้ตรงกับเนื้อหาให้พิจารณาที่ตัวสื่อ ว่ามุ่งให้ข้อมูลในด้านใดด้านหนึ่งให้เนื้อหาสาระตรงกับเนื้อหาที่จะสอนหรือครอบคลุมเนื้อหาที่จะสอนเพียงใด ให้ข้อเท็จจริงถูกต้องหรือไม่มีรายละเอียดเพียงพอหรือไม่

3.น่าสนใจ การเลือกสื่อที่น่าสนใจให้พิจารณาในด้านขนาด รูปทรง สีสัน ขนาดตัวอักษร และความประณีต สิ่งเหล่านี้จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ช่วยสร้างศรัทธาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นการส่งเสริมให้การถ่ายทอดความรู้ดำเนินไปด้วยบรรยากาศที่สนุกสนานและมีความพึงพอใจ

4. เหมาะกับผู้เรียน ควรเลือกให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน สื่อการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบหลายชนิด หลายระดับ แต่ละระดับแตกต่างกันที่ความละเอียดลึกซึ้งและเนื้อหาการเลือกสื่อจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับอายุ ระดับสติปัญญา ความสามารถ ความต้องการและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

5. สะดวกต่อการใช้และการเก็บรักษา การเลือกสื่อการสอนที่สะดวกต่อการใช้และการเก็บรักษา สื่อที่เหมาะสมต่อการสอนจะต้องไม่ยุ่งยากในการใช้ มีเสถียรภาพให้ผลคุ้มค่า ไม่เสียเวลา เก็บรักษาง่าย ใช้งานกะทัดรัด ถ้าเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสาธิตหรือการทดลองต้องมั่นใจว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องไม่เกิดปัญหาในการนำไปใช้งาน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ อ้างโดย วาสนา ชาวหา (2521 : 12) ได้แบ่งสื่อการสอนไว้ดังนี้

สื่อการสอนจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. วัสดุ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่มีการผุพังสิ้นเปลือง เช่น ชอล์ก ฟิล์ม ภาพถ่าย ภาพยนตร์ และสไลด์ ฯลฯ

2. อุปกรณ์ หมายถึง สิ่งที่ช่วยสอนที่เป็นเครื่องมือ เช่น กระดานดำ กล้องถ่ายรูป เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องรับโทรทัศน์ ฯลฯ

3. กระบวนการและวิธีการ ได้แก่ การจัดระบบ การสาธิต การทดลอง และกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะกิจกรรมที่ครูจัดทำขึ้นและมุ่งให้นักเรียนปฏิบัติ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ อ้างโดยสุนันท์ สังข์อ่อง (2526 : 61) ได้แบ่งสื่อการสอนไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.วัสดุลายเส้น เช่น แผนภูมิ แผนที่ ลูกโลก การ์ตูน โปสเตอร์ และยังรวมถึงป้ายนิเทศ กระดานดำด้วย

2. วัสดุมีทรง เช่น พิพิธภัณฑ์ ของจำลอง ของจริง ฯลฯ

3. โสตวัสดุ เช่น แผ่นเสียง วิทยุ

4. ภาพนิ่ง เช่น รูปภาพ สไลด์ สมุดภาพ ภาพโปร่งแสง

5. การทำกิจกรรมร่วม เช่น งานที่เป็นโครงการ การเล่นละคร การสาธิต การศึกษานอกสถานที่ นิทรรศการ เป็นต้น

6. ภาพยนตร์และโทรทัศน์

De Kieffer อ้างโดย สมเชาว์ เนตรประเสริฐ (2523 : 143) ได้แบ่งสื่อการสอนไว้ดังนี้

สื่อการสอนแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Non - Projected Materials ได้แก่ รูปจำลอง แบบเรียน แผนภูมิ บัตรคำต่างๆ

2. Projected Materials ได้แก่ สื่อที่มีเครื่องฉายประกอบด้วย เช่น สไลด์ ฟิล์มสตริป

3. Audio Materials ได้แก่ สื่อจำพวกเครื่องเสียงต่างๆ คือ วิทยุ เทปบันทึกเสียง

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า สื่อการสอนสามารถจำแนกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. <u>ประเภทวัสดุ</u> (Software or Material) บางครั้งก็เรียกว่า "สื่อเล็ก" (Small Media) เป็นสื่อการสอนประเภทสิ้นเปลือง เสียหายได้ง่ายและเป็นสื่อที่บรรจุเนื้อหาสาระเรื่องราวหรือความรู้ไว้ในลักษณะต่างๆ เช่น สไลด์ บรรจุเรื่องราวไว้ในลักษณะภาพนิ่ง หนังสือ บรรจุเรื่องราวไว้ในลักษณะของตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ แผ่นเสียงหรือเทปบันทึกเสียง บรรจุเรื่องราวไว้ในลักษณะเสียง และฟิล์มภาพยนตร์บรรจุเรื่องราวไว้ในรูปของภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับเสียง เป็นต้น

สื่อการสอนประเภทวัสดุยังสามารถจำแนกเป็น 2 ชนิดดังนี้

1.1 วัสดุที่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ จึงสามารถเสนอเรื่องราวความรู้หรือเนื้อหาสาระไปยังผู้เรียนได้ ตัวอย่างวัสดุชนิดนี้ คือ แผ่นเสียง เทปเสียง เทปโทรทัศน์ ฟิล์มภาพยนตร์ ภาพโปร่งแสง เป็นต้น

1.2 วัสดุที่สามารถเสนอเรื่องราว ความรู้ เนื้อหาไปสู่ผู้เรียนได้ด้วยตัวมันเอง โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์แต่เพียงอย่างเดียว ตัวอย่างวัสดุชนิดนี้ คือ หนังสือ แผนภูมิ รูปาภาพ หุ่นจำลอง แผนที่ เป็นต้น

2. <u>ประเภทเครื่องมือหรืออุปกรณ์</u> (Hardware or Equipment) บางครั้งก็เรียก "สื่อใหญ่" (Big

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Media) ได้แก่ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายเทป โทรทัศน์ เครื่องฉายภาพโปร่งใส และเครื่องฉายภาพทึบแสง เป็นต้น สื่อการสอนประเภทนี้เป็นเพียงเครื่องมือหรือตัวกลางซึ่งเป็นทางผ่านของความรู้หรือเรื่องราวเท่านั้น โดยตัวมันเองแล้วไม่ได้บรรจุเนื้อหาสาระ ความรู้หรือเรื่องราวใดๆ ไว้เลยจึงไม่สามารถจะสื่อความหมายไปยังผู้เรียน ได้แต่จะต้องอาศัยสื่อประเภทวัสดุมาใช้ควบคู่กันไป จึงจะสามารถเสนอเรื่องราวไปสู่ผู้รับ หรือเนื้อหาวิชาที่บรรจุอยู่ในสื่อประเภทวัสดุนั้นออกมาในลักษณะภาพเคลื่อนไหวเป็นธรรมชาติสร้างความสมจริงและน่าเชื่อถือ ตลอดจนการเสนอในลักษณะของเสียงที่ดังฟังชัดสามารถได้ยินกันอย่างทั่วถึง

3. ประเภทเทคนิคและวิธีการ (Technique and Method) สื่อการสอนประเภทนี้ไม่จัดอยู่ในวัสดุหรือเครื่องมือ แต่ต้องอาศัยประเภทวัสดุหรือเครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างมาใช้ร่วมกันในลักษณะของกิจกรรมหรือวิธีการ ตัวยอย่างประเภทนี้ คือ การแสดงละคร การศึกษานอกสถานที่ นิทรรศการ การสาธิต เป็นต้น

ความหมายของ "อุปกรณ์ของจริง" คือ วัสดุสามมิติที่มีอยู่ในสภาพความเป็นจริง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนสภาพไปจากเดิม มีทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ดอกไม้ ใบไม้ แมลง เครื่องมือประกอบอาชีพ เป็นต้น (วาสนา ชาวหา, 2522 : 22)

ความหมายของ "วัสดุสามมิติ" หมายถึง สิ่งที่มีรูปทรงประกอบด้วยขนาดทั้ง 3 ทิศทาง คือ มีทั้งส่วนกว้าง ส่วนยาว และส่วนหนา เวลามองจึงเห็นเป็นส่วนนูน ส่วนเว้า ส่วนกว้าง ส่วนยาว สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเราส่วนมากเป็นวัตถุหรือวัสดุ (สมบูรณ์ สงวนญาติ, 2534 : 43 - 44)

ฉรงค์ สมพงษ์ (2523 : 57 – 59) กล่าวว่า "อุปกรณ์" หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวความคิด อุปกรณ์ วิธีการ และเครื่องมือต่างๆ มาช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาและการผลิตวัสดุการสอนแนวใหม่มาใช้ ตลอดจนการผลิตสื่อการเรียนการสอน เอกสาร สิ่งพิมพ์อื่นๆ เพื่อใช้ประกอบการศึกษา แนะแนว แนะนำต่างๆ

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย

เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยจัดเป็นสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์ของจริง โดยสื่อชนิดนี้เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้เป็นทางผ่านของความรู้เท่านั้น โดยไม่ได้บรรจุเนื้อหาสาระ ความรู้หรือเรื่องราวไว้ แต่จะต้องใช้สื่อประเภทวัสดุมาใช้ควบคู่กันไปจึงจะสามารถเสนอเรื่องราวได้ ดังนั้นจึงได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารที่มีอยู่ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปของสารละลาย หรือสารเนื้อผสม ส่วนใหญ่ยังไม่สามารถมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องแยกสารออกจากกันก่อน เช่น เมล็ดนุ่นมีน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหาร ดอกไม้บางชนิดมีน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ทำน้ำหอม น้ำมันดิบมีสารหลายชนิดผสมอยู่ เช่น น้ำมันเบนซีน น้ำมันก๊าด น้ำมันเตา พืชบางชนิดมีสารที่มีประโยชน์ใช้รักษาโรคเป็นส่วนประกอบ

การหีบอ้อย การคั้นกะทิ การทำนาเกลือ เป็นวิธีการง่ายที่ใช้แยกสารออกจากกัน แต่วิธีการเหล่านี้จะใช้แยกสารได้บางชนิดเท่านั้น และมีประสิทธิภาพไม่สูงมากนัก ยังมีวิธีการแยกสารอีกหลายวิธีที่ใช้แยกสารอย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2534 : 14)

การสกัด (Extraction)

การสกัดเป็นกระบวนการหนึ่งในการแปรรูปอาหารที่ได้รับความสนใจมากขึ้น การสกัดเป็นกระบวนการแยกองค์ประกอบบางชนิดออกจากของผสม ซึ่งการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในของผสมอาจใช้ความแตกต่างของความดันไอ หรือความแตกต่างของความสามารถในการละลาย โดยที่ตัวทำละลายเป็นสารที่เติมเข้าไปเพื่อให้เกิดอีกสารที่แตกต่างจากสารเดิมขององค์ประกอบที่ต้องการแยก การแยกจะเกิดขึ้นได้เมื่อองค์ประกอบที่ต้องการแยกละลายออกมาในตัวทำละลาย ขณะที่องค์ประกอบอื่นๆ ที่เหลือยังคงอยู่ในสารเริ่มต้น สองสารดังกล่าวอาจจะเป็นของแข็งกับของเหลว ของเหลวที่ไม่สามารถผสมกันได้ หรือของแข็งกับแก๊สก็ได้

การสกัดใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันมานานแล้ว เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลือง ข้าวโพด หรือรำข้าวไม่สามารถแยกออกมาได้โดยใช้แรงกดอัด จึงจำเป็นต้องใช้การสกัดด้วยตัวทำละลาย แต่น้ำมันจากถั่วลิสงได้จากการกดอัด เพื่อให้สกัดน้ำมันออกได้อย่างสมบูรณ์ ลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของของแข็งที่เหลือจากการสกัดด้วยตัวทำละลายคือ มีโปรตีนที่มีคุณภาพสูงเหลืออยู่ ซึ่งเหมาะสำหรับการแปรรูปเพื่อเป็นอาหารในลักษณะผงต่อไป ส่วนในอุตสาหกรรมกลิ่นรส (Flavor) ก็มีการสกัดกลิ่นรสธรรมชาติและน้ำมันเครื่องเทศ (spice oils) ด้วย

นอกจากนั้น การสกัดยังใช้ในอุตสาหกรรมน้ำตาล เพื่อแยกน้ำตาลออกจากอ้อย ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการสกัด โดยน้ำตาลจากอ้อยจะถูกแยกโดยวิธีการอัดทางกลหลายขั้น ในขณะเดียวกัน ก็มีการเติมน้ำเข้าไประหว่างขั้นต่างๆ เหล่านี้ นอกจากนี้ยังใช้การสกัดในอุตสาหกรรมอาหารอื่นๆ เช่นการสกัดกาแฟหรือชาด้วยน้ำร้อนเพื่อเข้าสู่ขบวนการอบแห้งแบบแช่แข็ง (Freeze drying) หรือแบบพ่นฝอย (spray drying)

กระบวนการสกัดสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. <u>การสกัดแบบกะเพียงขั้นเดียว</u> (single – stage batch extraction)

กระบวนการนี้ของแข็งจะสัมผัสกับตัวทำละลายที่ไม่มีตัวถูกละลายอยู่จนถึงสมดุล โดยการปั๊มน้ำมันทำละลายผ่านชั้นของของแข็งแล้วหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ทำการใส่ของแข็งลงในถังแล้วใส่น้ำร้อนอุณหภูมิ 71 – 77 องศาเซลเซียส ไหลเข้าไปในชั้นของของแข็งเพื่อชะละลายออกมา ของแข็งอาจแช่อยู่ในตัวทำละลายที่มีการกวนหรือไม่ก็ได้ หลังจากสมดุล สารของตัวทำละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่จะถูกระเหย(drained) ออกไปจากของแข็ง จากนั้นตัวทำละลายและน้ำที่สกัดได้จะถูกทำให้เดือดอย่างต่อเนื่องโดยได้รับความร้อนจากขดลวดไอน้ำ (steam coil) เช่น การสกัดกาแฟหรือชา และการกำจัดคาเฟอีนด้วยน้ำ (water decaffeination) ของเมล็ดกาแฟดิบ

2. <u>การสกัดแบบไหลผ่านชนิดหลายขั้น</u> (multistage cross – flow extraction)

กระบวนการนี้ของแข็งจะสัมผัสตัวทำละลายบริสุทธิ์ซึ่งเริ่มต้นไม่มีตัวถูกละลายผสมอยู่เลยเลยซ้ำแล้วซ้ำเล่า ตัวอย่างเช่น การสกัดไขมันด้วยซ็อกซ์เล็ท (soxhlet) เพื่อวิเคราะห์อาหาร วิธีนี้ต้องการตัวทำละลายจำนวนมากหรือต้องการพลังงานจำนวนมาก เพื่อใช้ในการระเหยและควบแน่นตัวทำละลายเพื่อหมุนเวียนกลับมาใช้อีก ดังนั้นจึงไม่นิยมใช้ระบบนี้ในการแยกทางอุตสาหกรรม

3. <u>การสกัดแบบไหลสวนทางแบบหลายขั้น</u> (multistage countercurrent extraction)

กระบวนการนี้ ตัวทำละลายบริสุทธิ์จะเข้าสู่ระบบที่ปลายด้านตรงข้ามกับจุดที่ของแข็งที่ยังไม่ได้สกัดเข้าสู่ระบบ ตัวทำละลายบริสุทธิ์นี้จะสัมผัสกับของแข็งซึ่งอยู่ในขั้นสุดท้ายของการสกัด ทำให้ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารของตัวทำละลายต่ำสุดที่สมดุล ดังนั้นหลังจากแยกจากสารตัวทำละลายแล้ว ที่ขั้นนี้ตัวถูกละลายที่ยังเหลืออยู่ในของแข็งจะน้อยที่สุด ตัวทำละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่เป็นจำนวนมากจะเรียกว่า เอกซ์แทรคท์ (extract) ซึ่งได้จากระบบ ณ ขั้นแรกของการสกัดหลังจากสัมผัสกับของแข็งที่เพิ่งจะเข้าสู่ระบบ ของแข็งจะไหลจากขั้นหนึ่งไปยังอีกขั้นหนึ่งโดยใช้ตัวทำละลายเดียวกันนี้ จากขั้นหนึ่งไปยังอีกขั้นหนึ่งเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารของตัวทำละลายจะเพิ่มขึ้นในขณะที่ตัวทำละลายเคลื่อนจากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นถัดไป และความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารของแข็งจะลดลงเมื่อเคลื่อนไปยังทางตรงกันข้าม ตัวอย่างเช่น การสกัดน้ำมันจากถั่วเหลือง โดยใช้เครื่อง Rotocel

4. <u>การสกัดแบบไหลสวนทางกันอย่างต่อเนื่อง</u> (continuous countercurrent extraction)

ในระบบนี้ ลักษณะทางกายภาพของขั้นการสกัดอาจจะนิยามไม่เด่นชัด แต่ในแบบที่ง่ายที่สุดจะประกอบด้วยสายพานสกรูที่ลาดลงมา เริ่มต้นที่สายพานสกรูที่เต็มไปด้วยตัวทำละลายถึงระดับโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวอร์โฟลว์ที่ปลายด้านที่ต่ำกว่า และของแข็งจะเข้าสู่ระบบปลายด้านที่ต่ำกว่า สกรูจะนำของแข็งเคลื่อนขึ้นผ่านตัวทำละลาย ตัวทำละลายบริสุทธิ์จะเข้าสู่ระบบที่ปลายด้านสูงแล้วจะเคลื่อนลงในทิศทางตรงกันข้ามกับการไหลของของแข็ง ขณะเดียวกันจะละลายตัวถูกละลายในของแข็งให้เข้าไปเฟสตัวทำละลายที่เคลื่อนที่ลง ในที่สุดตัวทำละลายที่มีตัวทำละลายอยู่เป็นจำนวนมากจะถูกรวบรวมที่ปลายด้านต่ำสุดของสายพานและนำออกไปจากระบบโดยการผ่านตัวโอเวอร์โฟลว์ (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต , 2541 : 57 – 61)

เครื่องมือแยกสาร

เครื่องมือแยกสารสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ประเภทที่มีการถ่ายเทมวลข้ามเฟส (phase) ภายในเครื่องมือ
2. ประเภทที่ไม่มีการถ่ายเทมวลข้ามเฟส

เครื่องมือแยกสารประเภทแรกมีใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเครื่องแยกสารจะเป็นบริเวณที่มีสารผสมสองเฟสเข้ามาผสมกัน แล้วเกิดการถ่ายเทมวลขึ้น และเมื่อถึงเวลาที่เหมาะสมเฟสทั้งสองก็จะแยกจากกันและออกจากเครื่องมือแยกสาร เครื่องมือแยกสารประเภทที่มีการถ่ายเทมวลข้ามเฟสได้มีดังนี้

1. หอกลั่น (Distillation column)

เป็นเครื่องมือที่อาศัยจุดเดือดของสารต่างกัน เพื่อแยกสารออกจากกัน หอกลั่นเป็นเครื่องมือแยกสารที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมการกลั่นปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและอุตสาหกรรมปิโตรเลียมเคมี การกลั่นแยกน้ำมันดิบออกเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันชนิดต่างๆอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดของผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเป็นสำคัญ ขนาดของหอกลั่นมีขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลางจาก 0.3 ถึง 10 เมตร และความสูงตั้งแต่ 3 เมตร ถึง 75 เมตร การออกแบบหอกลั่น ไม่เพียงแต่จะคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้ในราคาที่ถูกที่สุดแล้วยังต้องคำนึงถึงความคงที่ของความบริสุทธิ์นั้นตลอดช่วงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในสายป้อน (feed stream) ดังนั้น หอกลั่นมักมีเครื่องควบคุม (control unit) ติดอยู่เสมอ และมักจะทำงานไปพร้อมๆ กับเครื่องมือชนิดอื่น

2. หอดูดซึมแก๊ส (Gas absorber)

เป็นเครื่องมือแยกสารที่มีความสำคัญเป็นอันดับสองของวิศวกรรมเคมี หอนี้ส่วนใหญ่จะเป็นหอที่ใส่แพคกิ้ง (packing) ข้างใน จุดประสงค์ใหญ่ก็เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างสาร ข้อที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างชัดเจนระหว่างหอดูดซึมแก๊สและหอกลั่นก็คือ ไอในหอกลั่นจะเกิดขึ้นเองจากของเหลวที่เดือดภายในหอแต่ในหอดูดซึมแก๊ส แก๊สจะถูกป้อนเข้าไปทางก้นหอ และของเหลวภายในหอจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของแก๊สที่ต้องการดูดซึม หอดูดซึมแก๊สอาศัยหลักการที่ว่า แก๊สที่ต้องการแยกสามารถละลาย (solubility) เข้าไปในของเหลวได้ดีกว่าแก๊สตัวอื่นที่อยู่ในแก๊สผสม

3. <u>เครื่องสกัดของเหลว</u> (Liquid – liquid Extractor)

ทำหน้าที่สกัดสารที่ต้องการออกจากของเหลวผสม โดยใช้ตัวทำละลาย (solvent) ซึ่งสารที่ต้องการสามารถละลาย (solubility) ในตัวทำละลายได้ดีกว่าสารอื่นที่อยู่ในของเหลวผสม เครื่องสกัดของเหลวมักนิยมใช้ในการแยกสารไฮโดรคาร์บอน ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เช่น การแยกสารอะโรแมทติก (aromatic) จากน้ำมันเตาเพื่อให้คุณภาพการเผาไหม้ดีขึ้น หรือการสกัดสารแอโรแมทติกจากของผสมพาราฟิน (paraffin) และแนฟธะนิค (naphthenic) เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติอุณหภูมิกับความหนืดของน้ำมันเครื่องหรือใช้เตรียมสารเบนซีน (benzene) โทลูอีน (toluene) และไซลีน (xylene) ที่บริสุทธิ์จากรีฟอร์แมท (reformats)ในอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมัน หรือใช้เตรียมกรดแอซิติก ที่ปราศจากน้ำ (anhydrous acetic acid) หรือสกัดฟีนอล (phenol) จากทาร์เหลว (tar liquors)ที่ได้จากถ่านหิน หรือแม้กระทั่งการทำ เพนนิซิลิน (penicillin) ให้บริสุทธิ์

4. <u>เครื่องชะละลาย</u> (Leaching equipment)

การชะละลาย (leaching) หมายถึง การสกัดสารที่อยู่ในตัวทำละลาย กระบวนการนี้อาจจะใช้เพื่อผลิตสารละลายที่เข้มข้น วัสดุที่มีค่าหรือเพื่อล้างสารที่ไม่ต้องการออกจากของแข็ง เช่น เม็ดสี (pigment) เป็นต้น วิธีที่ใช้เพื่อการสกัดสารจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของสารละลายได้ (soluble substance) ที่มีอยู่ จะกระจายของมันในของแข็ง ลักษณะและขนาดของของแข็ง ถ้าตัวถูกละลาย (solute) กระจายสม่ำเสมอในของแข็ง สารที่อยู่ใกล้พื้นผิวจะถูกละลายไปก่อน

5. <u>เครื่องตกผลึก</u> (Crystallize)

กระบวนการตกผลึก เป็นกระบวนการแยกสารที่สำคัญกระบวนการหนึ่งในอุตสาหกรรมเคมี ตัวอย่าง เช่น อุตสาหกรรมน้ำตาล เพราะนอกจากจะได้สารที่บริสุทธิ์แล้ว ยังสามารถเลือกขนาดของผลึกได้ตามต้องการ วิธีการตกผลึกอย่างง่ายๆ ทำโดยให้สารละลายที่มีสารที่ต้องการเป็นสารละลายอิ่มตัวยวดยิ่ง (supersaturating) โดยมีของแข็งเล็กๆ เป็นนิวคลีไอ (nuclei) หรือเป็นจุดศูนย์กลางให้สารที่ต้องการออกมาจากสารละลาย กลายเป็นของแข็งหุ้มนิวคลีไอจนเกิดเป็นผลึกขึ้น

6. <u>เครื่องระเหย</u> (Evaporator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องระเหยเป็นเครื่องแยกน้ำออกจากสารละลาย ทำให้สารละลายมีความเข้มข้นสูงขึ้น หลักการของเครื่องระเหยก็คือ การให้ความร้อนแก่ของเหลวหรือที่เรียกว่า ลิเกอร์ (liqours) ในเครื่องระเหย เพื่อให้ตัวทำละลายระเหยกลายเป็นไอ ดังนั้นจึงคำนึงถึงเรื่องอัตราการถ่ายเทความร้อนเป็นเรื่องสำคัญ และของเหลวที่เหมาะสมสำหรับใช้กับเครื่องระเหยควรเป็น

- ของเหลวซึ่งเมื่ออุณหภูมิสูงจะไม่สลายตัว
- ของเหลวซึ่งสามารถตกผลึกได้ เมื่อมีความเข้มข้นสูงจนเป็นสารละลายที่อิ่มตัวยวดยิ่ง
- ของเหลวซึ่งเมื่อความดันเปลี่ยนไป จุดเดือดจะประมาณคงเดิม เช่น น้ำ เป็นต้น

7. <u>เครื่องอบแห้ง</u> (Dryer) หลักการคือ ระเหยน้ำที่อยู่ในวัสดุที่ต้องการโดยใช้ความร้อน (ปิยะสาร ประเสริฐธรรม . 2530 : 1 – 9)

การกลั่น (Distillation)

การกลั่นเป็นวิธีการที่สำคัญอย่างหนึ่งในการทำสารที่เป็นของเหลวให้บริสุทธิ์ โดยการให้ของเหลวกลายเป็นไอและควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีก (ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ . 2530 : 19) การกลั่นเป็นวิธีการที่ใช้แยกของเหลวที่ระเหยเป็นไอง่ายออกจากของเหลวที่ระเหยเป็นไอยาก หรือใช้แยกของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันมากๆ (ประมาณ 80 องศา ขึ้นไป) ออกจากกัน แต่ถ้าจุดเดือดของสารใกล้เคียงกันมากจะต้องกลั่นซ้ำหลายๆ ครั้ง หรือใช้เครื่องกลั่น โดยการกลั่นจะสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท (สิรินทร์ วิโมกข์สันถว์ , 2516 : 14)

1. <u>การกลั่นธรรมดา</u> หมายถึง การกลั่นโดยใช้ความดันที่อยู่เหนือของเหลว คือความดันบรรยากาศนั่นเอง ซึ่งเป็นความดันที่ทำให้ปรอทในบาโรมิเตอร์สูงขึ้น 760 มิลลิเมตร จุดเดือดเป็นค่าเฉพาะตัวของสารที่คงที่แน่นอน จึงใช้เป็นค่าคงที่สำหรับตรวจสอบของเหลว แต่การหาจุดเดือดอาจผิดพลาดได้ ถ้าความดันบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป หรือของเหลวนั้นไม่บริสุทธิ์ (สุภาพ บุณยะรัตนเวช ,2511: 296)

2. <u>การกลั่นลำดับส่วน</u> ในกรณีที่ของเหลวมีจุดเดือดต่างกันไม่มากนัก เช่น สาร ก. มีจุดเดือด 70 องศาเซลเซียสผสมอยู่กับสาร ข. ซึ่งมีจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส จะต้องกลั่นแบบธรรมดาหลายๆ ครั้ง หรือต้องใช้วิธีกลั่นลำดับส่วน คือใช้คอลัมน์ลำดับส่วนติดตั้งเหนือขวดกลั่นเพื่อเป็นตัวทำให้มีพื้นที่มากๆ เพื่อให้ไอของของเหลวลอยไปกระทบผิวแก้วของคอลัมน์ได้มาก และไอบางส่วนจะตกลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นของเหลว เมื่อสวนทางกับไอที่ขึ้นมาด้านบนก็จะแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งกันและกัน ทำให้ไอของของเหลวที่ควบแน่นนั้นมีสภาพกึ่งเป็นไอซึ่งเป็นของเหลวอยู่สมดุลกันในคอลัมน์

เมื่อของเหลวในคอลัมน์ได้รับความร้อนจากไอของเหลวบางส่วนที่มีจุดเดือดต่ำกลายเป็นไอ (vaporization) ลอยขึ้นไป เมื่อให้ความร้อนแก่ไอของเหลวส่วนอื่นๆ แล้วก็จะเย็นลง ไอบางส่วนที่มีจุดเดือดสูงจะควบแน่น (condensation) เป็นของเหลวตกลงมาวนเวียนกันเช่นนี้เรื่อยไป จะเห็นว่าส่วนที่เป็นไอจะประกอบด้วยสารที่มีจุดเดือดต่ำเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะลอยแยกไปจนถึงส่วนบนของคอลัมน์แล้วออกมาทางคอนเดนเซอร์ (condenser) ส่วนของเหลวที่ควบแน่นในคอลัมน์จะประกอบด้วยสารที่มีจุดเดือดสูงเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะตกลงมาเป็นหยดน้ำอยู่ในขวดกลั่น (สุภาพ บุณยะรัตเวช, 2511 : 297) 3. <u>การกลั่นโดยลดความดัน</u> จุดเดือดของของเหลวจะแปรตามความดันเหนือของเหลว ถ้าความดันเหนือของเหลวลดลงจุดเดือดของของเหลวก็จะลดลงด้วย ดังนั้นในขณะกลั่นถ้าเราดูดอากาศออกจากเครื่องกลั่นให้ความดันลดลงเหลือ 10 – 30 มม.ของปรอท ของเหลวก็จะกลั่นออกมาที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดมาก เรียกเทคนิคการกลั่นแบบนี้ว่า การกลั่นโดยลดความดัน แต่ถ้าดูดอากาศออกจากเครื่องกลั่นจนหมดเป็นสูญญากาศ ก็เรียกว่า การกลั่นสูญญากาศ (สุภาพ บุณยะรัตเวช, 2511 : 299)

4. <u>การกลั่นด้วยไอน้ำ</u> คือ การกลั่นโดยใช้สารอินทรีย์และน้ำออกมาด้วยกัน สารที่กลั่นวิธีนี้ต้องไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ ทั้งสารอินทรีย์และน้ำจะกลั่นออกมาที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเดือดของของเหลวทั้งสอง

การกลั่นด้วยไอน้ำมีประโยชน์ในการแยกสารที่ระเหยได้ง่ายและไม่ละลายน้ำออกจากสารที่เป็นไอได้ยาก นอกจากนี้ยังใช้แยกสารที่ระเหยง่ายปริมาณน้อยออกจากสารที่เป็นยางเหนียว หรือน้ำมันดิบได้ การกลั่นด้วยไอน้ำนี้ใช้กันมากทั้งในห้องปฏิบัติการและในอุตสาหกรรม มักใช้แยกผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เช่น น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) จากน้ำมันที่ได้จาก ใบ ดอก ผล เมล็ด และรากของต้นไม้บางชนิด

การกลั่นด้วยไอน้ำอาจทำโดยตรงคือ ให้สารที่ต้องการแยกและน้ำอยู่ในภาชนะเดียวกัน หรือทางอ้อมโดยการกลั่นไอน้ำผ่านเข้าไปในสารที่จะแยก การกลั่นด้วยไอน้ำทางอ้อมนิยมใช้กันมาก เพราะทำให้สารเดือดไม่รุนแรง และสารไม่ไหม้ หลักการสำคัญของการกลั่นด้วยไอน้ำ คือ สารอินทรีย์ที่กลั่นจะต้องไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ (สุภาพ บุณยะรัตเวช .2511 : 300 – 301)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันหอมระเหย (volatile oil or essential oil)

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่ได้จากพืชโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) หรือการบีบ (expression) มีกลิ่นรสเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิธรรมดา เบากว่าน้ำ นักวิทยาศาสตร์บางท่านกล่าวว่า น้ำมันหอมระเหยเป็น waste product ไม่มีประโยชน์ในกระบวนการชีวเคมี บางท่านกล่าวว่ามันเกิดขึ้นเพื่อดึงดูดสายตาให้มอง แต่เป็นไปได้ว่าน้ำมันระเหยเกิดจากผลิตผลที่ผิดปกติของกระบวนการชีวเคมีของมัน และอาจเป็นสารที่เกิดจากการทำลายพิษ ประโยชน์ทางด้านเภสัชกรรมนอกจากจะใช้เป็นตัวแต่งกลิ่นแล้ว ยังนิยมใช้ไปในทางขับลม (carminative) ฆ่าเชื้อ (antibacterial antifulgal) ทาถูนวด และอีกหลายๆประเภทตามแต่ละชนิดของพืชสมุนไพร (นิจศิริ เรืองรังษี และพะยอม ตันติวัฒน์, 2534 : 4)

การสกัดน้ำมันหอมระเหย

ราก ใบ ดอก ผล หรือลำต้น ของพืชบางชนิดมีกลิ่นหอมหรือมีน้ำมัน ที่เรียกว่า น้ำมันหอมระเหยสะสมอยู่ การแยกสารที่มีกลิ่นหรือน้ำมันออกจากสิ่งต่างๆ ของพืชอาจทำด้วยวิธีการง่ายๆ เช่น การบีบ การคั้น หรือการละลายในตัวทำละลาย นอกจากนี้ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ใช้แยกสารออกจากพืช ซึ่งเรียกว่า "**การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ**" โดยอาศัยหลักการคือ ให้ไอน้ำไหลผ่านไปยังวัตถุดิบ แล้วไอน้ำจะทำให้น้ำมันจากวัตถุดิบซึ่งมีจุดเดือดสูงจะกลายเป็นไอปนออกมาพร้อมกับไอน้ำ แต่ไม่รวมกับน้ำ ตัวอย่างพืชและส่วนของพืชที่ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหย ดังแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างของพืชบางชนิดที่มีน้ำมันหอมระเหย

ตัวอย่างพืช	ส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหย
ขิง ข่า ไพล เร่ว	เหง้า
แฝกหอม	ราก
อบเชย สีเสียด	เปลือก
จันทร์ สน กฤษณา	เนื้อไม้
ตะไคร้ ตะไคร้หอม	ก้านใบ
ยูคาลิปตัส กะเพรา โหระพา	ใบ
มะลิ การเวก กระดังงา จำปา กานพลู	กลีบดอก
จันทร์เทศ กำจัดต้น	เปลือกของผล
กระวาน	เมล็ด

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . 2541 : 31 – 32)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

วิธีสร้างอุปกรณ์

3.1 อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

ในอุตสาหกรรมอาหาร กระบวนการกลั่นด้วยไอน้ำจะใช้ในการสกัดและผลิตน้ำมันหอมระเหย (essential oil) กลิ่น รส และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ให้เข้มข้นขึ้น และใช้ในการกำจัดกลิ่นของไขมันและน้ำมัน การกำจัดกลิ่นเป็นการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในของผสมหนึ่ง โดยอาศัยความจริงที่ว่ามีบางองค์ประกอบในของผสมนั้นสามารถกลายเป็นไอได้ง่ายกว่าองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่ในของผสมดังกล่าว เมื่อไอเกิดขึ้นไอก็จะมีองค์ประกอบต่างๆ เหมือนของผสมเริ่มต้น แต่ในสัดส่วนที่กำหนดโดยความสามารถในการเป็นไอสัมพัทธ์ (relative volatilities) ขององค์ประกอบเหล่านี้ ดังนั้นในเฟสของไอจะมีปริมาณขององค์ประกอบที่กลายเป็นไอมากกว่าของผสมเริ่มต้น กระบวนการแยกจึงเกิดขึ้น ดังนั้นในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย ได้มีการแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเครื่องสกัดและเครื่องควบแน่น โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายจะต้องเป็นวัสดุที่หาง่าย สามารถใช้งานได้ดี และมีราคาถูก ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายมีดังต่อไปนี้

<u>อุปกรณ์</u>

1. หม้อสแตนเลทขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 นิ้ว	จำนวน	1	ใบ
2. หม้อสแตนเลทขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 38 นิ้ว	จำนวน	1	ใบ
3. สายยางส่งผ่านความร้อน	จำนวน	1	เส้น
4. ขดลวดไอน้ำ (steam coil)	จำนวน	1	อัน
5. วาล์วน้ำสำหรับเปิด – ปิด	จำนวน	2	ชุด
6. ตะแกรงละเอียด	จำนวน	1	อัน
7. แท่งลวดอะลูมิเนียม	จำนวน	1	เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40295

3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

ขั้นที่ 1 เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะนำมาประกอบและสร้างเป็นเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย (รูปที่ 1)

ขั้นที่ 2 สร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนที่เป็นเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ และเครื่องควบแน่น ซึ่งมีขั้นตอนการทำดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องระเหย

1. นำแผ่นตะแกรงมาทำที่สำหรับรองรับวัตถุดิบที่ต้องการกลั่น อีกทั้งยังเป็นการแยกวัตถุดิบไม่ให้ปนเปื้อนมากับน้ำ เพราะว่าสารที่ระเหยง่ายจำพวกน้ำมันหอมระเหยจะไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำและละลายน้ำออกจากสารที่เป็นไอได้ยาก และตัดตะแกรงให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 นิ้ว เพื่อที่จะสามารถวางลงไปในหม้อระเหยได้ โดยใช้วงเวียนกางออกให้ได้รัศมี 16 นิ้ว แล้วใช้กรรไกรตัดลวด ทำการตัดตามรอยที่ขีด

2. นำแท่งลวดอะลูมิเนียมมาดัดเป็นวงกลมให้ได้เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับแผ่นตะแกรงที่ตัดเรียบร้อยแล้ว ต่อจากนั้นให้นำเส้นลวดอะลูมิเนียมมาเชื่อมต่อด้านบนของแผ่นตะแกรง ให้เรียบร้อย

3. นำแท่งอะลูมิเนียมมาทำเป็นที่จับ และทำการเชื่อมต่อกับแผ่นตะแกรง โดยที่จับจะเป็นตัวช่วยในการยกตะแกรงลวดที่รองรับวัตถุดิบออกจากตัวหม้อหลังจากทำการสกัดเรียบร้อยแล้ว และแท่งลวดอะลูมิเนียมยังเป็นตัวช่วยเชื่อมความแข็งให้กับตะแกรงลวดอีกด้วย ต่อจากนั้นให้ทดสอบว่าตะแกรงลวดและแท่งลวดอะลูมิเนียมหลุดออกจากกันได้หรือไม่ (รูปที่ 2 - 3)

4. ทำฐานสำหรับวางตะแกรง โดยการนำหม้อขนาด 40 นิ้วมาเชื่อมแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 1 x 2 เซนติเมตร และวางแผ่นอะลูมิเนียมให้อยู่ตรงกันข้ามกัน โดยให้แผ่นอะลูมิเนียมสูงจากก้นหม้อประมาณ ½ ของหม้อ (รูปที่ 4) แล้วทดสอบว่าสามารถวางแผ่นตะแกรงได้พอดีหรือไม่

5. วางตะแกรงที่เสร็จเรียบร้อยแล้วไว้ข้างในส่วนของตัวเครื่องระเหย

6. นำฝาหม้อมาเจาะรู เพื่อให้เป็นทางออกของไอน้ำที่ผ่านการกลั่นแล้ว ให้นำวาล์วลมมาเชื่อมกับรูดังกล่าวโดยจะต้องให้สายยางส่งผ่านความร้อนสามารถเสียบได้ (รูปที่ 5)

2.2 เครื่องควบแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำหม้อสแตนเลสขนาด 38 นิ้วมาเจาะช่องทั้งหมด 4 ช่อง โดยเจาะทางด้านบนสำหรับเป็นทางน้ำเข้า และทางเข้าของไอที่สกัดได้ จำนวน 2 ช่อง และเจาะทางด้านล่างสำหรับเป็นทางออกน้ำ และทางออกของไอที่สกัดได้ จำนวน 2 ช่อง (รูปที่ 6) ซึ่งการเจาะช่องต่างๆ เป็นดังนี้

- นำวาล์วสำหรับเปิด-ปิดน้ำมาเชื่อมต่อกับตัวหม้อ โดยให้วาล์วสำหรับทางเข้าของน้ำอยู่สูงจากฐาน ประมาณ 10 เซนติเมตร และให้วาล์วสำหรับทางออกของน้ำอยู่สูงจากฐาน ประมาณ 25 เซนติเมตร โดยให้ทางเข้าออกของน้ำอยู่ตรงกันข้ามกัน และให้ขนาดของช่องทั้งสองกว้างเท่ากับวาล์วน้ำขนาด 2 หุน

- ช่องสำหรับทางเข้าของไอน้ำควรวัดจากปากหม้อลงมา ประมาณ 5 - 8 เซนติเมตร ให้เจาะช่องอยู่บริเวณกึ่งกลางของทางเข้าออกของน้ำ และให้วัดช่องสำหรับทางออกของไอน้ำสูงจากฐานประมาณ10 เซนติเมตร จากนั้นให้นำขดลวดไอน้ำมาเชื่อมต่อกับตัวหม้อ

2. นำเส้นลวดทองแดงมาทำการขดเป็นขดลวดไอน้ำ หรืออาจจะทำการซื้อขดลวดไอน้ำสำเร็จรูปก็ได้ ทำได้โดยการใช้มือดัดให้ลวดโค้งงอเป็นวงกลม หรืออาจใช้ขวดแก้ว หรือเครื่องมือสำหรับดัดเหล็กช่วยก็ได้ (รูปที่ 7) แล้วนำไปใส่ในช่องที่เป็นทางเข้า - ออกของไอที่สกัดได้

ขั้นที่ 3 นำสายยางทนความร้อนมาสวมที่บริเวณฝาหม้อของเครื่องกลั่น แล้วนำปลายของสายยางทนความร้อนอีกด้านหนึ่งไปสวมที่ช่องทางเข้าของไอสกัดที่ได้ (รูปที่ 7)

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนการทดสอบเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

1. ใส่น้ำเปล่าลงไปในเครื่องกลั่นไอน้ำประมาณ 3 ลิตร (รูปที่ 8)

2. จากนั้นให้วางตะแกรงวงกลมที่ตัดไว้ลงไปในตัวเครื่อง แล้วนำวัตถุดิบที่ต้องการสกัดใส่ลงไปบนตะแกรงวงกลมที่วางไว้ (รูปที่ 9)

3. นำเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำตั้งเตาให้ความร้อน แล้วเปิดเตาให้ความร้อนกับตัวเครื่อง

4. นำสายยางมาต่อที่วาล์วสำหรับทางเข้าออกของน้ำ

5. ส่วนของเครื่องควบแน่นให้เปิดน้ำใส่จนสูงประมาณ ¾ ของหม้อ และต้องปิดวาล์วทางออกของน้ำไว้ด้วย

6. ใส่สายยางที่ทางออกของไอสกัดที่ได้และควรมีภาชนะรองรับไอน้ำที่สามารถควบแน่นออกมาได้ (รูปที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สังเกตดูไอน้ำที่ผ่านสายยางส่งผ่านความร้อน แล้วเริ่มจับเวลาในการสกัดตัวอย่างพืชเป็นเวลานาน 45 นาที (รูปที่ 11)

3.3 สถานที่สร้างอุปกรณ์

ในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายครั้งนี้ได้ทำขึ้นที่บ้านเลขที่ 2 ซอย 5 ถนนรณชัยชาญยุทธ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000

3.4 ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์

ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์ใช้เวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมงซึ่งได้นับตั้งแต่เริ่มศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย จนกระทั่งเครื่องสามารถใช้งานได้ โดยสามารถแบ่งเวลาทั้งหมดได้ดังนี้ ระยะเวลาศึกษาการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย 3 ชั่วโมง 30 นาที เนื่องจากตัวเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่หนึ่งและสอง คือ เครื่องระเหยและเครื่องควบแน่น จะใช้เวลาในการหาอุปกรณ์ประมาณ 2 ชั่วโมงและใช้เวลาในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายประมาณ 1 ชั่วโมง 45 นาที ต่อ 1 ชุด และส่วนสุดท้าย คือ สารเคมีที่ใช้ในการผลิตน้ำมันหอมระเหย ใช้เวลาประมาณ 45 นาทีต่อการสกัด 1 ครั้ง เนื่องจากจะต้องผ่านกระบวนการระเหยและการควบแน่นซึ่งจะรวมตัวกันเป็นหยดของสารที่สกัดได้

รูปภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 2 แสดงการประกอบแผ่นตะแกรงและแท่งอะลูมิเนียม

รูปภาพที่ 3 แสดงการเชื่อมแผ่นตะแกรงและแท่งอะลูมิเนียมเป็นรูปสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 4 แสดงลักษณะของเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำที่เสร็จสมบูรณ์

A ฝาหม้อและช่องทางออกของไอน้ำ,B ตะแกรงสำหรับใส่วัตถุดิบที่ต้องการสกัด

C หม้อเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ,(a) การวางแผ่นอะลูมิเนียมเป็นฐาน,(b) สายยางความร้อน

รูปภาพที่ 5 แสดงการเจาะช่องในเครื่องควบแน่น

(a) ทางเข้าของไอสกัด ,(b) ทางออกของไอสกัด

(c) ทางน้ำออก ,(d) ทางน้ำเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 แสดงการทำขดลวดไอน้ำ

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะของเครื่องควบแน่นที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

A ตัวเครื่องควบแน่น

B ขดลวดไอน้ำที่เชื่อมกับทางเข้าออกของไอน้ำ

(a) ทางเข้าของไอน้ำ, (b) ทางออกของไอน้ำ,

(c) ทางน้ำออก ,(d) ทางน้ำเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างของพืชที่นำมาใช้ในการทดสอบเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

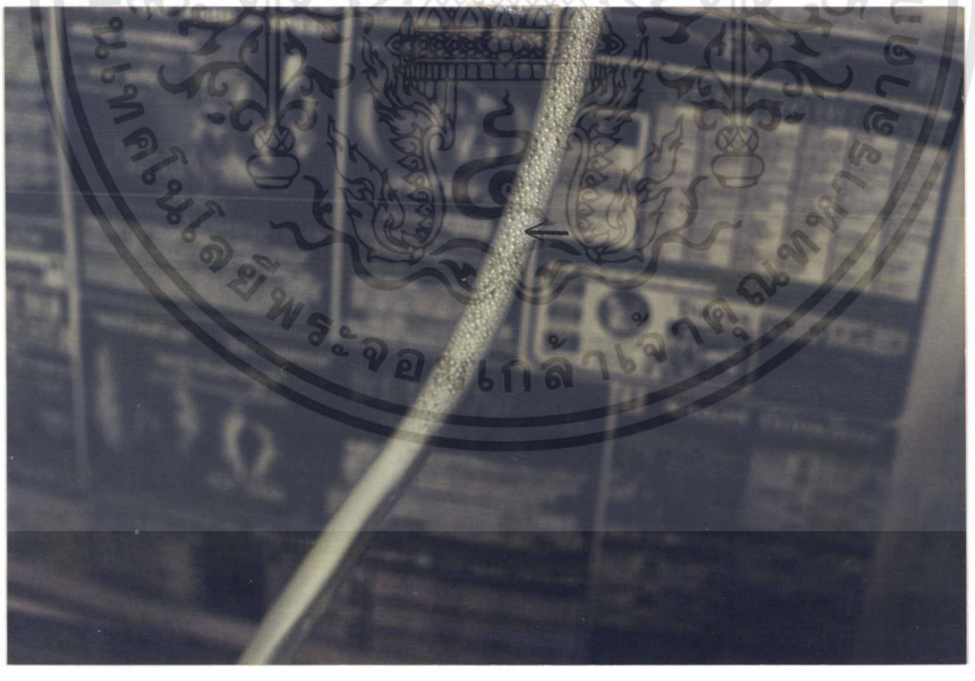
(a) หอมหัวใหญ่ ,(b) ข่า

(c) ดอกมะลิ ,(d) ดอกการเวก

ภาพที่ 9 แสดงการเติมน้ำในเครื่องระเหย

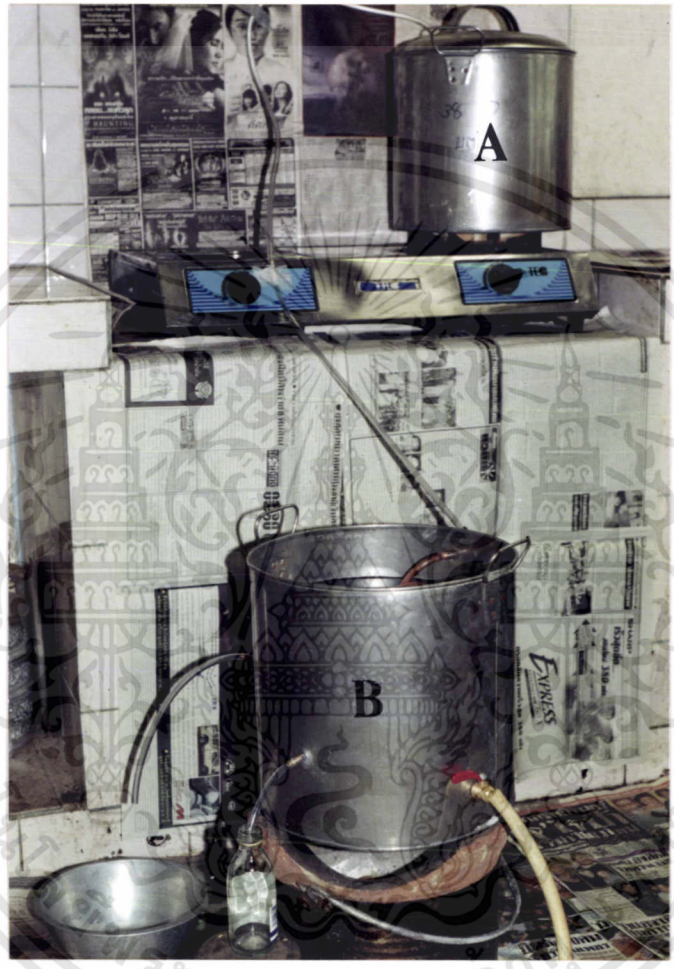
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 แสดงการใส่วัตถุดิบที่ต้องการสกัดในเครื่องระเหย



ภาพที่ 11 แสดงการเกิดไอน้ำขณะทำการทดสอบแล้วให้เริ่มจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงการทดสอบเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

A เครื่องระเหย , B เครื่องควบแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการสร้างอุปกรณ์

4.1 ลักษณะการนำไปทดสอบ

เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นเครื่องระเหยและส่วนที่เป็นเครื่องควบแน่น ส่วนที่เป็นเครื่องระเหยประกอบด้วย หม้อต้มให้ความร้อน ตะแกรงสำหรับใช้ใส่วัตถุดิบ ซึ่งวางไว้ตรงส่วนกลางของหม้อให้ความร้อน และท่อส่งผ่านความร้อนซึ่งจะเป็นส่วนที่สำหรับให้ไอน้ำผ่านไปตามท่อเพื่อส่งผ่านไปยังเครื่องควบแน่น เครื่องควบแน่นจะประกอบไปด้วยหม้อน้ำสำหรับใส่น้ำที่ใช้ในการควบแน่น ขดลวดไอน้ำสำหรับให้ไอน้ำผ่านไปเรื่อยจนเกิดการควบแน่นกลายเป็นสารที่สกัดได้ คือน้ำมันหอมระเหย และสุดท้ายคือภาชนะสำหรับใช้ใส่น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ ลักษณะการนำไปทดสอบโดยการ ใส่น้ำลงไปในหม้อให้ความร้อนประมาณ 3,000 มิลลิลิตร แล้ววางตะแกรงลงไปในหม้อให้ความร้อน หลังจากนั้น นำวัตถุดิบที่ต้องการสกัดน้ำมันหอมระเหยมาใส่ลงไปประมาณ ½ ของหม้อต้ม ต่อจากนั้นปิดฝาแล้วทำการตั้งไฟ นำสายยางส่งผ่านความร้อนมาเสียบเข้าที่ท่อตรงฝาปิดซึ่งสายยางส่งผ่านความร้อนนี้จะเชื่อมโยงต่อกันระหว่างเครื่องระเหยและเครื่องควบแน่น ส่วนในเครื่องควบแน่นให้ใส่น้ำลงไปในหม้อประมาณ ¾ ของตัวหม้อ ในการทำการทดลองควรตั้งเครื่องระเหยให้ห่างจากเครื่องควบแน่นประมาณ 50 เซนติเมตร เพราะว่าน้ำในเครื่องควบแน่นจะได้ไม่รับความร้อนที่ส่งผ่านจากเตาให้ความร้อนจนเกินไป และจะทำให้สารที่สกัดได้ไม่ได้รับความเย็นจากภายนอกนานเกินไป ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการรวมตัวกันเป็นหยดที่สายยางทนความร้อนได้ ต่อจากนั้นทำการสกัดวัตถุดิบแต่ละชนิดประมาณ 45 นาที เพราะระยะเวลานี้จะทำให้ได้สารสกัดที่บริสุทธิ์ออกมาไม่มีการปนเปื้อนของน้ำได้ สำหรับเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายชุดนี้ ได้นำไปทดสอบกับพืชสมุนไพรและดอกไม้รวม 4 ชนิด ได้แก่ หอมหัวใหญ่ ข่า การเวก และดอกมะลิ ชนิดละ 3 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบอุปกรณ์

จากการที่นำเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย ไปทำการทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากหอมหัวใหญ่ ข่า การเวก และดอกมะลิแล้ว ผลการทดสอบเครื่องมือเป็นดังนี้ เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายสามารถใช้งานได้ดี แต่พบข้อบกพร่องคือ ฝาหม้อและตัวหม้อไม่สามารถปิดได้สนิทพอดี ทำให้ไอน้ำสามารถผ่านออกไปได้ ทำให้แรงดันของไอน้ำที่จะผ่านไปยังขดลวดไอน้ำในหม้อควบแน่นจึงมีน้อย ทำให้มีการตกค้างของน้ำมันหอมระเหยในท่อขดลวดไอน้ำ ดังนั้นจึงมีการแก้ไขโดยการนำผ้าขาวบางชุบน้ำช่วยโดยการวางผ้าไว้ที่ปากหม้อเพื่อให้ฝาหม้อปิดสนิทกับตัวหม้อ แต่เนื่องจากความดันในหม้อมีมากจึงทำให้แรงดันภายในหม้อดันฝาหม้อออกจากตัวหม้อ ทำให้ไอน้ำออกมาภายนอกได้อีก จึงแก้ไขโดยการเจาะช่องเพิ่มอีก 2 ช่องเพื่อเพิ่มการไหลผ่านของไอน้ำเพิ่มขึ้น และฝาหม้อได้นำไม้ที่แข็งมาใช้ในการขัดเพื่อช่วยการดันของไอน้ำที่จะดันฝาหม้อออก มาทำให้ไอน้ำออกมาได้ และการตรวจสอบอุปกรณ์นั้นมีขั้นตอนในการตรวจสอบด้านต่างๆ ดังนี้

1. ขนาดของอุปกรณ์ที่เหมาะสม
2. น้ำหนักของอุปกรณ์มีความเหมาะสม
3. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม
4. ความสะดวกในการนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการ
5. ความสะดวกในการนำไปใช้นอกสถานที่
6. ความคงทนต่อสภาพแวดล้อม
7. เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สกัดได้ดีกว่าการใช้มือ
8. ช่วยประหยัดเวลาในการสกัด
9. ใช้งานได้ง่าย
10. ราคาเหมาะสม

โดยแบ่งเกณฑ์การประเมินดังนี้

ดี หมายถึง ไม่ต้องมีการแก้ไขปรับปรุง

แก้ไข หมายถึง ต้องมีการแก้ไขปรับปรุง

เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยสามารถใช้ได้ดีในอุตสาหกรรมในครัวเรือนขนาดเล็กที่มีความต้องการผลิตน้ำมันหอมระเหยไว้เพื่อจำหน่าย และเครื่องมือที่ได้นี้ยังเป็นเครื่องมือที่ได้จากวัสดุที่หาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่ายในท้องถิ่น และมีราคาไม่แพง เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากขนาดของเครื่องมือมีขนาดเล็กกะทัดรัดเหมาะแก่การให้ความรู้และใช้ในการทดลอง อีกทั้งสามารถเคลื่อนย้ายสะดวก และทำความสะอาดได้ง่ายอีกด้วย

ตารางที่ 2 แสดงผลการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย ดังนี้

ชนิดของพืชที่นำมาสกัด	ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ (มิลลิลิตร)
หอมหัวใหญ่	75
ข่า	48
การเวก	40
ดอกมะลิ	7

การทดสอบเครื่องมือโดยการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบที่แตกต่างกันได้ผลการทดลองดังนี้ หอมหัวใหญ่เมื่อทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยแล้วจะได้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมากกว่าพืชชนิดอื่นในการทดสอบ ซึ่งได้แก่ ข่า การเวก และดอกมะลิ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์ชนิดนี้มีความสามารถในการสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ ลักษณะของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการผลิตก็หาได้สะดวกและมีราคาถูก เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายชุดนี้ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตในแง่ของการซื้ออุปกรณ์ที่มีราคาสูงมาใช้ในการผลิต และการเรียนการสอนในวิชาที่เกี่ยวข้องได้

เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยจะผลิตโดยมุ่งเน้นให้ผู้สนใจผลิตน้ำมันหอมระเหยในครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็กได้ ซึ่งใช้อุปกรณ์ที่มีราคาถูก ไม่ต้องสั่งซื้อเครื่องมือจากต่างประเทศที่มีราคาแพง จึงเป็นผลทำให้ลดต้นทุนในการผลิตได้มาก

4.3 การปรับปรุงแก้ไข

1. การใช้อุปกรณ์สามารถชำรุดได้ จึงควรเลือกวัสดุที่มีความคงทนถาวรมาใช้ในการผลิตตัวเครื่อง และควรจะเป็นวัสดุที่สามารถทนต่อสภาพการเป็นกรดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ฝาหม้อไม่สามารถปิดกับตัวหม้อได้สนิททำให้ไอน้ำสามารถผ่านออกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีปริมาตรที่น้อยลง อาจเนื่องจากไอที่ผ่านตามสายยางทนความร้อนมีปริมาณน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงาน

ในการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตอุปกรณ์ที่มีราคาถูกที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีไขมันและน้ำมัน (3506-2104) และวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังสามารถเผยแพร่ให้ผู้สนใจที่จะประกอบอาชีพเกี่ยวกับ อุตสาหกรรมเครื่องหอม เครื่องเทศ น้ำมันหอมระเหยต่างๆ มาใช้ในการประกอบอาชีพ โดยอุปกรณ์ของเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่ายประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของเครื่องระเหย และส่วนที่สองคือส่วนของเครื่องควบแน่น เครื่องระเหยจะได้จากการนำหม้อให้ความร้อนมาทำการเจาะรูที่ฝาเพื่อให้ไอน้ำผ่านออกได้ทางเดียว และทำตะแกรงเพื่อใช้สำหรับวางวัตถุดิบที่ต้องการนำมาสกัด ส่วนเครื่องควบแน่น ทำได้ง่ายโดยการนำเอาหม้อมาทำการเจาะรูสำหรับทางเข้าออกของน้ำ และทางเข้าออกของไอน้ำ จากนั้นนำขดลวดไอน้ำมาใส่ช่องทางเข้าออกของไอน้ำเพื่อให้ไอน้ำไหลผ่านได้ง่าย และในบริเวณของหม้อควบแน่นให้ใส่น้ำไว้ประมาณ ¾ ของหม้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 นิ้ว เพื่อให้น้ำนั้นเป็นตัวช่วยในการควบแน่นของไอน้ำ ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบใช้เวลา 45 นาทีต่อพืช 1 ชนิด

จากการนำเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย ไปทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยอาจารย์ชีวเคมี โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย และโรงเรียนสตรีศึกษา จำนวน 3 ท่าน และทำการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งโดยอาจารย์ที่ปรึกษา สรุปผลการตรวจพิจารณาได้ดังนี้คือ อุปกรณ์ชนิดนี้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำได้ง่ายและมีราคาถูก ลักษณะการใช้งานก็ง่ายเพียงแต่นำพืชที่ต้องการทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยมาทำการสกัดโดยใช้เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย ก็จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยชุดนี้จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตสำหรับผู้ที่สนใจทำอุตสาหกรรมน้ำมันหอมระเหยเป็นอาชีพหลัก หรืออาชีพเสริมได้ และจากการที่ได้นำเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยไปทดสอบกับหอมหัวใหญ่ ข่า การเวก ดอกมะลิ จำนวน 3 กิโลกรัมและใช้ระยะเวลาในการสกัดนาน 45 นาทีในแต่ละชนิด ผลการทดสอบที่ได้คือ หอมหัวใหญ่มีปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่สูงกว่า ข่า การเวก และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอกมะลิ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ต้องการสกัดด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัญหาพิเศษเกี่ยวกับการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยชุดนี้ มีประโยชน์มากในการใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งปัญหาพิเศษชุดนี้มีข้อเสนอ ดังนี้

1. ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยควรจะทำการสกัดพืชที่มีกลิ่นอ่อนมากๆ ก่อนแล้วค่อยทำการสกัดพืชที่มีกลิ่นฉุนตามลำดับ เพราะจะทำให้เกิดการปลอมปนของกลิ่นได้ยาก

2. วัสดุที่นำมาใช้ในการทำอุปกรณ์ควรจะเป็นวัสดุที่สามารถทนกรดได้ เนื่องจากพืชบางชนิดมีความเป็นกรด เช่น ผิวมะกรูด มะนาว เป็นต้น

3. ขดลวดไอน้ำที่ใช้ ควรจะเลือกขดลวดที่หนาปมาณ 1 - 2 มิลิเมตร และเส้นรอบวงของแต่ละขดควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 7 - 8 เซนติเมตร เพื่อการไหลเวียนของไอน้ำในขณะที่ทำการควบแน่นจะเป็นไปได้ง่าย

4. หากต้องการปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่านี้อาจจะเพิ่มระยะเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นก็ได้ แต่ในการสกัดพืชแต่ละชนิดไม่ควรใช้เวลาเกิน 3 ชั่วโมง

5. พืชที่นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยหากมีน้ำเกาะอยู่ ควรจะทำการผึ่งลมให้แห้งเสียก่อน เพื่อที่พืชจะได้รับความร้อนจากการกลั่นได้ดีและเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กองบรรณาธิการวารสารบ้านและสวน . 2524 . สารานุกรมไม้ประดับในประเทศไทย . อมรินทร์ : กรุงเทพฯ . 415 หน้า .

กิดานันท์ มลิทอง . 2531 . เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย . พิมพ์ที่บริษัทเอดิสันเพรสโพรดักศีจำกัด . 181 หน้า .

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร . 2538 . สารปรุงแต่งในอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .450 หน้า .

ชม ภูมิภาค . 2524 สื่อการสอน . อักษรสยามการพิมพ์ : กรุงเทพฯ . 388 หน้า .

ชะลอ อุทกภาชน์ . 2523 . คู่มือยาสมุนไพร . กรุงสยาม : กรุงเทพฯ . 189 หน้า .

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ . 2523 . เทคโนโลยีและการสื่อสารทางการศึกษา . มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช : นนทบุรี . 228 หน้า .

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ . 2541 . หลักเคมี 1 . ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ . พิมพ์ครั้งที่ 4 . โอเดียนสโตร์ : กรุงเทพฯ . 497 หน้า

ไชยยศ เรืองสุวรรณ . 2526 . การบริหารสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา . ไทยวัฒนาพานิช : กรุงเทพฯ . 243 หน้า .

ณรงค์ สมพงษ์ . 2535 . สื่อเพื่องานส่งเสริมและเผยแพร่ . งานการพิมพ์ฝ่ายสื่อการศึกษาสำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ . 316 หน้า .

เดชา ศิริภัทร . 2539 . หมอชาวบ้าน . ปีที่ 18 ฉบับที่ 206 มิถุนายน . ป.สัมพันธ์ พาณิชย์ : กรุงเทพฯ . 207 หน้า .

เต็ม สมิตินันท์ . 2523 . ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย . ฟันนี่ พับลิชชิ่ง : กรุงเทพฯ . 326 หน้า .

นิจศิริ เรืองรังษี . 2534. พืชสมุนไพร. โอ.เอส.พริ้นส์ติ้ง เฮ้าส์ : กรุงเทพฯ .380 น.

ปิฎฐะ บุนนาค . 2520 . ไม้ดอกไม้ประดับ . บรรณกิจ : กรุงเทพฯ . 125 หน้า

ปิยะสาร ประเสริฐธรรม . 2530 . หลักการออกแบบเครื่องมือแยกสาร . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ . 224 หน้า

พะยอม ตันติวัฒน์ . 2521 . สมุนไพร . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ . 227 หน้า .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภานุทรรศน์ . 2541 . สมุนไพรคุมธาตุช่วยย่อย . หอสมุดกลาง 09 : กรุงเทพฯ . 159 หน้า.

_____ . 2541 . วิธีนำพืชสมุนไพรมาปรุงยา . หอสมุดกลาง 09 : กรุงเทพฯ . 263 หน้า.

ยุวดี จอมพิทักษ์ . 2543 . ยอดสมุนไพรรักษาภายนอก . หอสมุดกลาง 09 : กรุงเทพฯ . 240 หน้า.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต . 2541 . วิศวกรรมอาหาร : หน่วยปฏิบัติการในอุตสาหกรรม . ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ . 272 หน้า .

ลัดดา ศุขปรีดี . 2523 . เทคโนโลยีการสอน . โอเดียนสโตร์ : กรุงเทพฯ . 222 หน้า .

วรรณา เจียมทะวงศ์ . 2532 . ทักษะการสอนของการผลิตสื่อการสอน . พิมพ์ครั้งที่ 2 . โอเดียนสโตร์ : กรุงเทพฯ . 135 หน้า .

วันดี กฤษณพันธ์ . 2537 . เกร็ดความรู้สมุนไพร . ที.พี.พริ้นท์ : กรุงเทพฯ .พิมพ์ครั้งที่ 2 . 225 หน้า .

วาสนา ชาวหา . 2522 . สื่อการเรียนการสอน . โอเดียนสโตร์ : กรุงเทพฯ 204 หน้า .

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . 2541 . หนังสือเรียนวิชาเคมี ว 432 . กระทรวงศึกษาธิการ . พิมพ์ครั้งที่ 2 . องค์การค้าของคุรุสภา : กรุงเทพฯ . 165 หน้า

สมบูรณ์ สงวนญาติ . 2534 . เทคโนโลยีการเรียนการสอน . ตำราเอกสารวิชาการ ฉบับที่ 41 : กรุงเทพฯ . 257 หน้า .

สมพร ภูติยานันท์ หิรัญรามเดช . 2535 . การตรวจเอกลักษณ์พืชสมุนไพร เล่ม 3 .ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ . 250 หน้า .

สมหญิง กลั่นศิริ . 2525 . เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น . พิมพ์ครั้งที่ 3 . แผนกบริหารกลาง สำนักงานอธิการบดี พระราชวังสนามจันทร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร : นครปฐม . 144 หน้า .

สมเชาว์ เนตรประเสริฐ . 2523 . สื่อการสอน . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ . 298 หน้า .

สันทัด ภิบาลสุขและพิมพ์ใจ ภิบาลสุข . 2523 . การใช้สื่อการสอน . พิมพ์ครั้งที่ 2 . พีรพัชนาการพิมพ์ : กรุงเทพฯ . 170 หน้า

สุนันท์ สังข์อ่อง . 2526 . สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา . ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮาส์ : กรุงเทพฯ . 170 หน้า .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบประเมิน : เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างง่าย

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ( ) ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ดี หมายถึง ไม่ต้องมีการแก้ไขปรับปรุง

แก้ไข หมายถึง ต้องมีการแก้ไขปรับปรุง

รายการ	ความคิดเห็น	
	ดี	แก้ไข
1. ขนาดของอุปกรณ์ที่เหมาะสม		
2. น้ำหนักของอุปกรณ์มีความเหมาะสม		
3. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม		
4. ความสะดวกในการนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการ		
5.ความสะดวกในการนำไปใช้นอกสถานที่		
6. ความคงทนต่อสภาพแวดล้อม		
7.เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยเป็นอุปกรณ์ช่วยสกัดได้ดีกว่าการใช้มือ		
8. ช่วยประหยัดเวลาในการสกัด		
9. ใช้งานได้ง่าย		
10. ราคาเหมาะสม		
11.อื่น ๆ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้