ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก 1

เอกสารประกอบการสอน ใบเนื้อหา ใบกิจกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 4

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

1. บทนำ
2. การสกัด
3. การแยก
4. การทำให้บริสุทธิ์
5. ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช
6. ปฏิบัติการทดลองเรื่อง การเตรียมสารสกัดหยาบมีขั้วและไม่มีขั้ว
7. ปฏิบัติการทดลองเรื่อง การสกัดนิโคติน (nicotine)
8. ปฏิบัติการทดลองเรื่อง การสกัดคาเฟอีน (caffeine)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจและฝึกเทคนิคการสกัด การแยก การกรอง การกลั่น และการทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีการตกผลึก สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถทดสอบสมบัติทางกายภาพ เช่นการหาจุดเดือดของสาร บริสุทธิ์ของสารได้

วิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ให้นักศึกษา ศึกษาปฏิบัติการทดลองจากเอกสารประกอบการสอน ก่อนลงมือปฏิบัติการทดลองจริง
2. ให้นักศึกษาค้นคว้าจากเอกสารอื่น ๆ เพิ่มเติม ก่อนลงมือปฏิบัติการทดลองจริง
3. ให้นักศึกษาเขียนรายงานปฏิบัติการทดลอง จากขั้นทฤษฎีถึงขั้นทำการทดลองก่อนทดลองจริง
4. บรรยายเนื้อหาตามเอกสารประกอบการสอน
5. สาธิตประกอบการบรรยาย
6. ซักถามปัญหาก่อน-หลังการทดลอง
7. ให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลองเรื่อง การเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช
8. ให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลองเรื่อง การเตรียมสารสกัดหยาบมีขั้วและไม่มีขั้ว
9. ให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลองเรื่อง การสกัดแยกนิโคตินจากใบยาสูบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

10. ให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลองเรื่องการสกัดแยกคาเฟอีนจากใบชา
11. อภิปรายผลการทดลอง
12. เขียนรายงานผลการทดลอง และทำแบบฝึกหัดท้ายบท

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียน
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

การวัดผลและการประเมิน

1. สังเกตจากการซักถามและตอบปัญหาของนักศึกษา
2. สังเกตทักษะการใช้เครื่องมือและการปฏิบัติการทดลอง
3. ตรวจรายงานการทดลองและตอบคำถามท้ายบท

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ศึกษาวิธีการสกัดสารจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

4.1 บทนำ

ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ หมายถึง สารเคมีที่สิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ หรือจุลชีพสร้างขึ้น โดยจะสร้างสารที่คล้ายคลึงกัน อันได้แก่ สารกลุ่มปฐมภูมิ เช่น โปรตีน ลิปิด และคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น นอกจากนี้สารกลุ่มดังกล่าวยังถูกเปลี่ยนไปเป็นสารชนิดอื่น ๆ ที่มีโครงซับซ้อน โดยกระบวนการสร้างและกระบวนการสลาย เกิดสารใหม่ ที่เรียกว่า สารทุติยภูมิ ได้แก่ เทอร์ปีนอยด์ สเตอรอยด์ แอลคาลอยด์ สารประกอบฟีนอลิก และสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่และไกลโคไซด์ เป็นต้น

สำหรับการศึกษาผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสกัดสารเคมีจากสิ่งมีชีวิต การแยกและการทำให้บริสุทธิ์ การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารสำคัญที่สกัดได้ การคิดหาวิธีการสังเคราะห์ และการศึกษากระบวนการชีวสังเคราะห์ของสารเคมีที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เรียกว่า “เคมีของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ” ซึ่งนักศึกษาจะได้ทดลองสกัด แยก สารแอลคาลอยด์จากส่วนใบของพืช

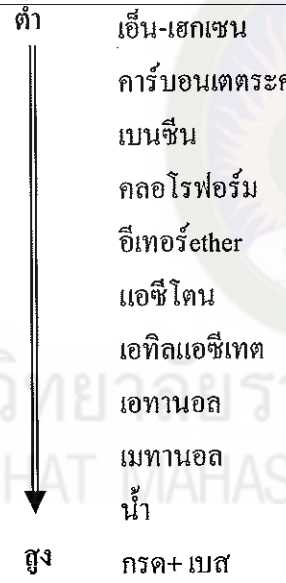
แอลคาลอยด์ พบในส่วนเมล็ด ใบ ดอก ราก และเปลือกของพืช และมักพบอยู่ในรูปที่เป็นเกลือของกรดในพืช หลายชนิด เช่น กรดแอซิติก กรดออกซาลิก กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดทาร์ทาริก แอลคาลอยด์ มีรสขม เป็นผลึก ไม่มีสี ระเหยได้ยากและไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ใน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม ฯลฯ แอลคาลอยด์ บางชนิดเป็นของเหลวและละลายน้ำได้ เช่น โคนิอิน (coniine) และนิโคติน (nicotine) บางชนิดมีสี เช่น เบอร์บีริน (berberine) ซึ่งมีสีเหลือง แอลคาลอยด์ เป็นสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบซึ่งอยู่ในสภาพไนโตรเจนตติยภูมิ และเป็นส่วนหนึ่งของระบบวงแหวน นอกจากนี้แอลคาลอยด์ส่วนใหญ่จะมี ออกซิเจน เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เมื่อนำ แอลคาลอยด์ มาทำปฏิกิริยากับสารละลายบางชนิด เช่น สารละลายของกรดฟอสฟอร์ทังสตริก (phosphotungstic acid) กรดไพริก(picric acid) และโพแทสเซียมเมอร์คิวริก-ไอโอได (potassium mercuric-iodide) จะได้ตะกอนเกิดขึ้น ซึ่งตะกอนเหล่านี้พบว่ามีหลายชนิดที่เป็นผลึกและมีรูปร่างที่แน่นอน ดังนั้นจึงอาจช่วยในการพิสูจน์โครงสร้างของแอลคาลอยด์ได้

4.2 การสกัด

การสกัดคือการแยกสารเคมีที่ต้องการออกจากวัตถุดิบ เช่น การแยกองค์ประกอบจากพืช พืชที่จะนำสกัดอาจเป็นพืชสดหรือแห้งก็ได้ ในการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์นิยมสกัดที่อุณหภูมิห้อง เพื่อหลีกเลี่ยงการสลายตัวของสาร

การสกัดพืชตัวอย่าง ควรบดพืชให้ละเอียดเพื่อให้เกิดการสัมผัสกับตัวทำละลายได้ดี การเลือกตัวทำละลายใช้หลักการว่า ตัวทำละลายมีขั้ว จะละลายสารที่มีขั้ว และตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว จะละลายสารที่ไม่มีขั้ว อย่างไรก็ตามเราควรทราบว่าสารคัญที่ต้องการสกัดนั้นเป็นสารกลุ่มมีขั้วหรือไม่มีขั้ว ควรเลือกให้ตรงกับขั้วของสารสำคัญที่ต้องการสกัด เพื่อจะได้สารสำคัญชนิดนั้นในปริมาณที่มากพอ เช่น ต้องการแอลคาลอยด์ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีขั้วสูง ต้องเลือกเมทานอลมาสกัดพืชตัวอย่าง จึงจะได้แอลคาลอยด์ออกมาปริมาณมาก

ลำดับความมีขั้วของสารละลายเป็นดังนี้



การสกัดแอลคาลอยด์ มักนำพืชตัวอย่างมาสกัดด้วยเมทานอลที่เดือด นำสารละลายที่ได้มาทำการกลั่น เพื่อขจัดตัวทำละลายออกและนำสารที่เหลืออยู่ มาทำปฏิกิริยากับกรดอนินทรีย์เพื่อสกัดแอลคาลอยด์ ออกมาในรูปเกลือที่ละลายน้ำ แล้วจึงนำมาทำปฏิกิริยากับโซเดียมคาร์บอนเนต เพื่อเปลี่ยนเกลือกลับมาเป็น แอลคาลอยด์ ตามเดิม แล้วสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม หลังจากนี้จึงทำการแยกแอลคาลอยด์ผสมที่สกัดได้ ออกเป็นสารแต่ละชนิด ซึ่งการแยกนี้ส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการทางโครมาโทรกราฟี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.3 การแยก

การแยกสารให้บริสุทธิ์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือการแยกสารออกจากของผสม การทำสารที่แยกได้ให้บริสุทธิ์ และการตรวจความบริสุทธิ์ของสารที่แยกได้ ซึ่งในการแยกสารออกจากของผสม สามารถทำได้ 2 วิธี คือการแยกสารที่ต้องการเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งออกจากของผสม และเป็นการแยกสารทุกชนิดที่ผสมกันอยู่ออกจากกัน วิธีการ หรือเทคนิคที่ใช้แยกสารออกจากของผสมส่วนมากจะใช้การสกัดเป็นหลักสำคัญ โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่แตกต่างกันของสารผสมกันอยู่

การสกัดเพื่อแยกสารออกจากของผสม แบ่งได้ 3 วิธี

1. การสกัดของเหลวด้วยของเหลว เป็นการใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมสกัดแยกสารที่ต้องการออกจากของผสมที่เป็นของเหลว ตัวอย่างเช่น การเตรียมอัลคิลเฮไลด์ จากปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์ กับโซเดียมโบรไมด์ที่มากเกินพอและมีกรดซัลฟิวริกอยู่ด้วย เมื่อปฏิกิริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์แล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ประเภทอัลคิลเฮไลด์และโซเดียมซัลเฟตเกิดขึ้น รวมทั้งกรดซัลฟิวริกและน้ำ สิ่งที่เราต้องการสามารถสกัดออกได้โดยง่ายด้วยอีเทอร์ และยังสามารถจะกำจัดอีเทอร์ออกด้วยวิธีการระเหยบนเครื่องอังน้ำเราจะได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ

2. การสกัดของแข็งด้วยของเหลว เป็นการใช้ตัวทำละลายสกัดสารที่ต้องการออกจากของแข็ง นิยมใช้วิธีนี้สกัดสารจากพืช เช่นการสกัดคาเฟอีนจากใบชา การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู เป็นต้น

3. การสกัดด้วยกรด-เบส ถ้าของผสมเป็นสารที่เป็นกรดกับสารที่เป็นเบส หรือสารที่เป็นกรดกับสารที่เป็นกลาง หรือสารที่เป็นเบสกับสารที่เป็นกลาง หรือสารที่เป็นกรดกับสารที่เป็นเบสและสารที่เป็นกลาง การแยกของผสมประเภทนี้ต้องอาศัยปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนกรด หรือเบสในของผสมให้เป็นเกลือซึ่งละลายน้ำได้กรด หรือเบสกลับคืนมา

ในการทดลองนี้เป็นการแยกของผสม ด้วยวิธีการสกัดของแข็งด้วยของเหลว โดยสกัดคาเฟอีนจากใบชา และ สกัดนิโคตินจากใบยาสูบ แล้วทำสารที่แยกให้บริสุทธิ์ โดยวิธีการตกผลึก และการตรวจสอบความบริสุทธิ์โดยวิธีการหาจุดหลอมเหลว

4.4 การทำให้บริสุทธิ์

4.4.1 การตกผลึก เป็นวิธีการที่ทำให้สารอินทรีย์ที่เป็นของแข็ง มีความบริสุทธิ์ การเลือกตัวทำละลายถือเป็นเรื่องสำคัญ ตัวทำละลายที่ดีควรมีสมบัติ ดังนี้

1) ละลายสารได้ดีที่อุณหภูมิสูง แต่ละลายสารได้น้อยหรือไม่ละลายที่อุณหภูมิต่ำ

2) ละลายสารเจือปนได้ดี หรือไม่ละลายเลยที่ทุกอุณหภูมิ

3) มีจุดเดือดต่ำเพื่อให้กำจัดได้ง่าย

4) ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการตกผลึก

5) มีความเป็นพิษและ/หรือความไวไฟน้อย

ในบางครั้งตรวจสอบแล้วพบว่าไม่มีตัวทำละลายชนิดเดียวที่มีสมบัติเหมาะสมดังกล่าว ให้ใช้ตัวทำละลายผสม โดยผสมตัวทำละลายชนิดหนึ่งที่ละลายได้ดีมาก กับอีกชนิดหนึ่งที่ไม่ละลายสาร หรือละลายได้น้อย แต่ตัวทำละลายทั้งสองชนิดต้องรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

4.5 ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช

ในการทดลองนี้ เป็นการเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เพื่อทำยา หรือเครื่องสำอาง แต่ในปัจจุบันจะมีภูมิปัญญาชาวบ้านด้านหมอยา จะเก็บพืชสมุนไพรมาทำยาและขายยาสมุนไพรเพื่อเลี้ยงชีพ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหมอยาที่ได้รับความรู้ด้วยวิธีการถ่ายทอดความรู้จากบรรพบุรุษ จะมีความเชี่ยวชาญในการเก็บส่วนของพืช ตลอดจนวิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว และมีวิธีรักษาคุณภาพของยาสมุนไพรเป็นอย่างดี มีเทคนิคในการจดจำลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชที่นำมาทำเป็นยาได้ ดี ดังนั้นนักศึกษา สามารถไปศึกษาค้นคว้าจากชุมชนเพิ่มเติมได้

4.5.1 วิธีการทดลอง

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชมาใช้ประโยชน์ หรือ อาจจะทบทวนจากประสบการณ์เดิม เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสืบค้น โดยนักศึกษาต้องปรึกษากันภายในกลุ่มเพื่อให้ลงความเห็นรวมกันเพื่อคัดเลือกชนิดและส่วนประกอบของพืช เช่น ใช้ส่วนเหง้าของว่านชักมดลูกมาทำน้ำมันว่าน 108 เพื่อรักษาอาการผื่นคันเนื่องจากแมลงสัตว์กัดต่อย เป็นต้น
2. นักศึกษาร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสมุนไพร หรือพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ทางยาและเครื่องสำอาง
3. นำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาเพิ่มเติมกับปราชญ์ชาวบ้านภายในชุมชนของนักศึกษา เช่น หมอยาผู้ใหญ่ที่น่าเชื่อถือได้ หรือผู้มีความเชี่ยวชาญด้านเครื่องสำอาง หรือพระสงฆ์ โดยให้นักศึกษาร่วมกันอภิปรายเพื่อคัดเลือกผู้รู้ที่น่าจะเกิดประโยชน์สูงสุดต่อตนเอง
4. ให้นักศึกษาไปศึกษาหาความรู้กับปราชญ์ในชุมชนและเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ใบเนื้อหาที่ 1
5. รีบนำส่วนประกอบของพืชตัวอย่าง มาเข้าเครื่องอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ ไม่เกิน 55 °Cเพื่อ

หยุดการทำงานของเชื้อราและเอ็นไซด์ รักษาปริมาณสารสำคัญให้ใกล้เคียงกับตัวอย่างเริ่มต้นมากที่สุด

6. จัดกลุ่มส่วนประกอบต่าง ๆ ของตัวอย่างพืชที่ได้ตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์
7. อภิปรายและนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ด้วยโปรแกรม power point
8. ส่งรายงานเป็นรายบุคคล

4.5.2 การบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช

ส่วนของพืช	ลักษณะภายนอก (การพิมพ์ลายด้วยหมึก)	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	%ผลที่ได้
ราก หรือ เปลือกราก				
หัว หรือ เหง้า				
ลำต้น หรือ กิ่งหรือ เปลือกลำต้น				
ผล หรือ เมล็ด				
ใบ				

ผลที่สังเกตได้ขณะทดลอง

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.5.3 สรุปผลการทดลอง

ในหัวข้อให้นักศึกษาค้นเพิ่มเติม เกี่ยวกับลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืช แล้วให้นักศึกษานำส่วนประกอบของพืชตัวอย่างมาจัดกลุ่มโดยใช้เกณฑ์ตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์

4.5.4 คำถามท้ายการทดลอง

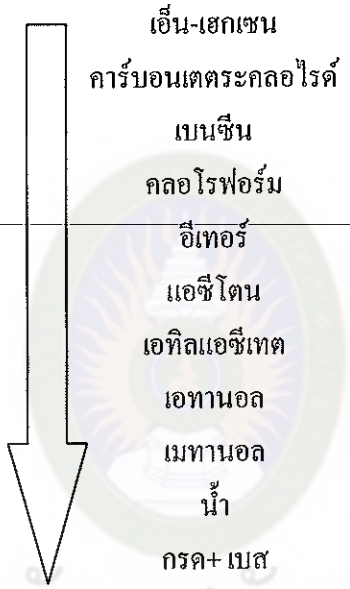
1. นักศึกษาคิดว่า เพราะเหตุใด จึงต้องรีบทำให้ส่วนประกอบของต่าง ๆ พืชแห้งเร็วที่สุด

2. เพราะเหตุใด การทำให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชแห้ง จึงไม่ใช้วิธีการตากแดดแต่เลือกวิธีการตากในที่ร่ม หรือ การนำเข้าเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ ไม่เกิน 55 °C

3. หากนักศึกษาต้องการเก็บเห็ดสดมายังห้องปฏิบัติการ นักศึกษาควรทำอย่างไร

4.6 ปฏิบัติการห้องทดทดลอง เรื่อง การเตรียมสารสกัดหยาบมีขั้วและไม่มีขั้ว

ในการทดลองนี้ นักศึกษาจะได้สกัดสารสำคัญโดย ใช้หลักการ ของความมีขั้วของตัวทำละลาย มาเป็นตัวคัดเลือกชนิดของสารสำคัญ ที่อยู่ในส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช โดยอาศัยหลักเกณฑ์ ความมีขั้วจากน้อยไปหามาก ดังนี้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.6.1 สารเคมีและอุปกรณ์

1) ตาชั่ง 2 ตำแหน่ง
2) ชุดกรองแบบสุญญากาศ
3) ขวดรูปชมพู ขนาด 25 mL
4) กระดาษฟอยด์
5) กระดาษกรอง เบอร์ 1
6) hotplate 1 เครื่อง
7) เอ็น-เฮกเซน
8) เมทานอล
9) ผงขมิ้นชัน บดละเอียด 5.0 กรัมหรือ

ตามความสนใจของนักศึกษา

4.6.2 วิธีการสกัด

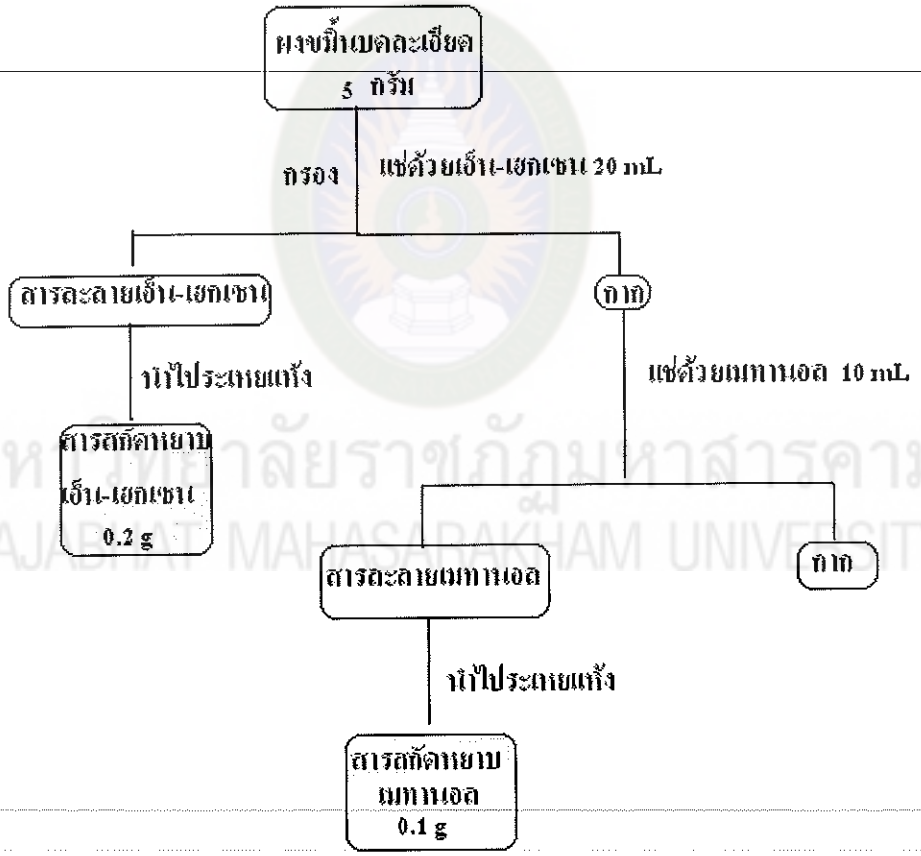
1. ให้นักศึกษาเตรียมสารสกัดหยาบไม่มีขั้วโดยใช้เอ็น-เฮกเซน เป็นตัวทำละลายและ สารสกัดหยาบมีขั้วโดยใช้เมทานอล เป็นตัวทำละลาย ตามแผนผังที่ 1 ดังนี้

2. ให้นักศึกษาเลือกส่วนประกอบของพืชที่เก็บไว้ในการทดลอง เรื่องการเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช มาทำการสกัดตามแผนผังที่ 1

3. ให้นักศึกษาทำการทดลอง ตามแผนผังที่ 1และคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลที่ได้

4. ให้นักศึกษานำสารสกัดทั้งสองส่วน (มีขั้วและไม่มีขั้ว) มาหาส่วนประกอบของสารด้วยเทคนิค TLC (นักศึกษาค้นคว้าเทคนิค TLC เพิ่มเติม)

5. ให้นักศึกษานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียนและเขียนรายงานผลการทดลองเป็นรายบุคคล



แผนผังที่ 1 การเตรียมสารสกัดหยาบเอ็น-เฮกเซน และสารสกัดหยาบเมทานอล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.6.3 การบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกผลการเตรียมสารสกัดหยาบที่มีขั้วและไม่มีขั้ว

สารสกัดหยาบ	ลักษณะที่สังเกตได้	น้ำหนักสารสกัด	%ผลที่ได้
มีขั้ว			
เมทานอล			
ไม่มีขั้ว เอ็น-เฮกเซน			

ผลที่สังเกตได้ขณะทดลอง

.....

.....

.....

4.6.4 สรุปผลการทดลอง

สารที่มีขั้วจะละลายได้ในตัวทำละลายมีขั้ว ส่วนสารที่ไม่มีขั้วจะละลายได้ดีในตัวทำละลายไม่มีขั้วด้วย ดังนั้น สารสกัดหยาบเมทานอลจะละลายสารที่มีขั้ว ส่วนสารสกัดหยาบเอ็น-เฮกเซนจะลายสารที่ไม่มีขั้วได้ดี

4.6.5 คำถามท้ายการทดลอง

1. นักศึกษาคิดว่า ตัวทำละลายต่างชนิดกันทำให้ละลายสารสำคัญได้ต่างกันหรือไม่เพราะเหตุใด และมีวิธีการทดสอบอย่างไร

2. สารที่มีขั้ว ควรจะอยู่ในสารกัดใด และสารที่ไม่มีขั้ว ควรจะอยู่ในสารสกัดใด เพราะเหตุใด

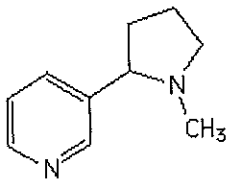
3. นักศึกษาต้องการสกัดสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ นักศึกษาควรเลือกตัวทำละลายชนิด ใดมาทำการสกัดสารชนิดนี้ เพราะเหตุใด

4.7 ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การสกัดแยกนิโคตินจากใบยาสูบ

ในการทดลองนี้จะทำการสกัดนิโคติน (nicotine) จากใบยาสูบ สารนิโคติน มีสูตรโมเลกุล $C_{10}H_{24}N_2$ สูตรโครงสร้างดังภาพ 4.1 เป็นของเหลวไม่มีสี มีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 247°C

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นอกจากนิโคติน ซึ่งเป็นแอลคาลอยด์ส่วนใหญ่ในใบยาสูบยังมี แอลคาลอยด์อีกหลายชนิด เช่น นิโคตินามีน (nicotimine) หรือ อะนาบาร์ซิน (anabasine) และ นอร์นิโคติน (nor nicotine) เป็นต้น



ภาพที่ 4.1 นิโคติน

4.7.1 สารเคมีและอุปกรณ์

1) ตาชั่ง 2 ตำแหน่ง
2) ชุดกรองแบบสุญญากาศ
3) หลอดทดลองขนาดใหญ่
4) หลอดทดลองขนาดเล็ก
5) กระดาษกรอง เบอร์ 1
6) สำลี
7) บีกเกอร์
8) แท่งคน
9) กรวยแก้ว
10) เครื่องอังน้ำ
11) กรวยแยก
12) ใบยาสูบ
13) น้ำกลั่น
14) อีเทอร์
15) เมทานอล
16) 6 M NaOH
17) สารละลายอิ่มตัวของ กรดไพริก (picric acid) ในเมทานอล

4.7.2 วิธีการสกัด

1. ใส่ใบยาสูบ (ประมาณ 3 กรัม) จากบุหรี่ 3 มวน ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติม 6 M NaOH 50 มิลลิลิตร คนอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 15 นาที
3. กรองใบยาสูบออกโดยใช้การกรองแบบสุญญากาศ
4. ได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม

4.7.3 วิธีการแยก

1. เทสารละลายสีน้ำตาลเข้มที่ได้ลงในกรวยแยก ขนาด 125 มิลลิลิตร
2. สกัดด้วยอีเทอร์ 2 ครั้ง ครั้งละ 15 มิลลิลิตร
3. นำชั้นอีเทอร์ ทั้งหมดมาอุ่นในเครื่องอังน้ำ วางไว้ ในตู้ควันเพื่อขจัดอีเทอร์ออกได้ของเหลวใส

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.7.4 วิธีการทำให้บริสุทธิ์

1. นำสารที่เหลืออยู่มาเติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ ให้ละลาย
2. เติม เมทานอล 4 มิลลิลิตร เพื่อทำให้สารละลายนี้เจือจาง
3. กรองสารละลาย ผ่านกรวยแก้วซึ่งมีสำลีอุดอยู่ที่ก้านกรวย ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่
4. เติม เมทานอล 5 มิลลิลิตร ผ่านกรวยแก้วเพื่อชะล้างแอลคาลอยด์ที่อาจถูกดูดซับอยู่ที่สำลีออก
5. เติมสารละลายอิ่มตัวของ กรดไพริก ในเมทานอล 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ จะได้ตะกอนสีขาวของเกลือไดไพเรท (dipicrate) ของนิโคติน
6. กรองตะกอน โดยกรองแบบสุญญากาศ
7. บรรจุตะกอนที่กรองได้ 25 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก
8. เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเพื่อละลายตะกอน แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
9. สังเกตลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น
10. กรองผลึกนี้โดยใช้ กรองแบบสุญญากาศ ทำให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลที่ได้

4.7.5 วิธีการทดสอบความบริสุทธิ์ของสาร

1) หาจุดหลอมเหลว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.7.6 การบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ตารางบันทึกผลการสกัดสารนิโคตินจากใบยาสูบ

สาร	สถานะและสี	mp/bp (^{0}C)	น้ำหนักโมเลกุล	น้ำหนักที่ได้ (mg)	%
นิโคติน					

ผลที่สังเกตได้ขณะทดลอง

.....

.....

.....

4.7.7 สรุปผลการทดลอง

จากการสกัด การแยก จากใบยาสูบ และการทำสารให้บริสุทธิ์ จะได้ผลึกสีขาวรูปเข็ม ของนิโคติน จุดหลอมเหลว 247°C

4.7.8 คำถามท้ายการทดลอง

1) ผลึกที่ได้จากการทดลองมีรูปร่างอย่างไร

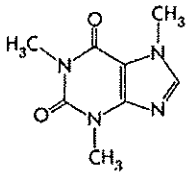
2) จงบอกวิธีการอื่น ๆ ในการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของนิโคติน

3) เพราะเหตุใดจึงต้องเติมสารละลายอิ่มตัวของ กรดไพริก ในเมทานอล ลงไป

4.8 ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การสกัดแยกคาเฟอีนจากใบชา

คาเฟอีน เป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลคาลอยด์ มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_8H_{10}N_4O_2$ มีสูตรโครงสร้าง ดังภาพที่ 4.2 คาเฟอีน บริสุทธิ์ มีลักษณะเป็นผงสีขาวหรือเป็นผลึกรูปเข็ม ไม่มีกลิ่นมีรสขม สามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน แต่ไม่ละลายในน้ำเย็น มีจุดระเหิดที่ 176 °C โดยไม่สลายตัวในบรรยากาศปกติ จึงสามารถทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย แหล่งที่พบมากในธรรมชาติคือ ในใบชา เมล็ดกาแฟ เมล็ดโกโก้ และเมล็ดโคล่า คาเฟอีน มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง กระตุ้นกล้ามเนื้อหัวใจและเพิ่มการขับถ่ายปัสสาวะ ดังนั้นเมื่อรับประทานคาเฟอีน เข้าไปจะทำให้เกิดความรู้สึกกระปรี้กระเปร่า เคลื่อนไหวคล่องแคล่วขึ้น ไม่เฉื่อยชา มึนซึม ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว เกิดความรู้สึกสบาย กระชุ่มกระชวย จึงมักนิยมผสมคาเฟอีน ในเครื่องดื่มต่าง ๆ ในทางการแพทย์ใช้คาเฟอีน เป็นยาระงับปวด บรรเทาอาการปวดศีรษะ ใช้เป็นยาแก้พิษของยานอนหลับ พิษแอลกอฮอล์ และยากดประสาทอื่น ๆ เป็นต้น การรับประทานคาเฟอีน เป็นประจำหรือเป็นจำนวนมากติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เกิดผลเสียภายหลังคือ มีอาการคลื่นไส้ ปวดศีรษะ หงุดหงิด นอนไม่หลับ เคร่งเครียด วิตกกังวล ตกใจง่าย ชีพจรเต้นเร็ว และมีอาการมือสั่นได้ หรือบางทีอาจถึงชักได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
BANSABAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.2 คาเฟอีน

การทดลองนี้เป็นการสกัดคาเฟอีนออกจากใบชา ซึ่งมีอยู่ประมาณ 5% โดยน้ำหนัก แล้วทำให้บริสุทธิ์โดยการตกผลึก

4.8.1 สารเคมีและอุปกรณ์

1) ตาชั่ง 2 ตำแหน่ง
2) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
3) ฮ็อตเพลต
4) กรวยแก้ว
5) กระดาษกรอง เบอร์ 1
6) สำลี
7) ชุดการกลั่น
8) เครื่องอังน้ำ
9) อ่างน้ำเย็น
10) บีกเกอร์
11) แท่งคน
12) กรวยแยก
13) ใบชา
14) เบนซีนและ ปิโตรเลียมอีเทอร์
15) 1% สารละลายเลดอะซิเตท
16) คลอโรฟอร์ม
17) 5% NaOH
18) anh. Na_2SO_4

4.8.2 วิธีการสกัด

1. ชั่งใบชา 5.0 กรัม ใส่ใน ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วต้มให้เดือดนาน 20 นาที
3. กรองสารละลายโดยเทของผสมที่ยังร้อนอยู่ ผ่านกรวยแก้ว ซึ่งบุด้วยสำลี ได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.8.3 วิธีการแยก

1. เติม 1% สารละลายเลดอะซิเตท (aq. lead acetate) 20 มิลลิลิตร ลงในสารละลายที่กรองได้ และยังร้อนอยู่ พร้อมกับคนตลอดเวลา เติมสารละลายเลดอะซิเตท ลงไปเพื่อกำจัดแทนนิน และสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกอื่นๆ

2. กรองสารละลา ยขณะร้อน โดยใช้ กรวยแก้ววางด้วยกระดาษกรอง

3. ต้มสารละลายที่กรองได้ในบีกเกอร์ จนปริมาตรของสารละลายลดเหลือประมาณ 30 มิลลิลิตร

4. แช่สารละลายที่ได้ในอ่างน้ำเย็นจนอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง

5. นำสารละลายที่ได้มาสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม 3 ครั้ง โดยใช้คลอโรฟอร์ม ครั้งละ 15 มิลลิลิตร ขณะสกัดให้เขย่ากรวยแยก โดยวิธีแกว่งเป็นวง อย่าเขย่ารุนแรง เพราะจะเกิดอิมัลชัน

6. นำชั้นคลอโรฟอร์ม ที่สกัดได้ทั้งหมดมาล้างด้วย 5% NaOH ประมาณ 10 มิลลิลิตร 1 ครั้ง เพื่อกำจัดสารเจือปนที่มีความเป็นกรด และยังมิได้ถูกกำจัดออกด้วย เลดอะซิเตท

7. ล้างชั้นที่สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม ด้วยน้ำประมาณ 10 มิลลิลิตร 1 ครั้ง เพื่อกำจัด NaOH ที่อาจหลงเหลืออยู่ในชั้นที่สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม

8. ดูดความชื้นจากชั้นที่สกัดด้วยคลอโรฟอร์มด้วย anh. Na_2SO_4 ปริมาณเล็กน้อย กรอง Na_2SO_4 ออกโดยใช้กรวยแก้วกรองสาร และสารละลายที่ได้ควรใส

4.8.4 วิธีการทำให้บริสุทธิ์

1. ใส่สารละลายที่กรองได้ลงในขวดก้นกลมขนาด 100 มิลลิลิตร เติมเศษกระเบื้อง 1-2 ชิ้น

2. ทำการกลั่น เพื่อกำจัดคลอโรฟอร์มออก จนสารละลายเหลือประมาณ 10 มิลลิลิตร

3. ถ่ายสารละลายใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วระเหยคลอโรฟอร์ม บนเครื่องอังน้ำ ในตู้ควันจนแห้ง จะได้คาเฟอีน

4. ทำการตกผลึกคาเฟอีน ด้วยเบนซีน ปิโตรเลียมอีเทอร์ โดยละลายคาเฟอีน ในเบนซีน ประมาณ 5 มิลลิลิตร อุ่นให้ละลาย แล้วค่อย ๆ เติม ปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงไปทีละน้อยพร้อมกับเขย่าขวดรูปชมพู่ จนสารละลายเริ่มขุ่น จึงนำไปทำให้ร้อนอีกครั้ง

5. ตั้งสารละลายทิ้งไว้ให้คาเฟอีน ตกผลึกช้า ๆ จะได้ผลึกรูปเข็ม กรองผลึกโดยการกรองดูดด้วยกรวยบุคเนอร์ ชั่งหาน้ำหนักของสาร คำนวณหาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลที่ได้

4.8.5 วิธีการทดสอบความบริสุทธิ์ของสาร

1) หาจุดหลอมเหลว

4.8.6 การบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกผลการทดลองการสกัดแยกคาเฟอีน

สาร	สถานะและสี	mp/bp (^{0}C)	น้ำหนักโมเลกุล	น้ำหนักที่ได้ (mg)	%
คาเฟอีน					

ผลที่สังเกตได้ขณะทดลอง

.....

.....

.....

.....

4.8.7 สรุปผลการทดลอง

จากการสกัด การแยก สารจากใบชา และการทำสารให้บริสุทธิ์ จะได้ผลึกสีขาว รูปเข็ม ของคาเฟอีน มีจุดระเหิดที่ 176 °C

4.8.8 คำถามท้ายการทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. จงบอกวิธีอื่นที่จะตรวจสอบความบริสุทธิ์ของคาเฟอีนและ
2. ผลึกคาเฟอีนมีรูปร่างอย่างไร
3. นักศึกษาคิดว่าในน้ำชามีสารใดละลายอยู่บ้าง

4.7 สรุปท้ายบท

ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ หมายถึง สารเคมีที่สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้น ซึ่งเป็นสารทุติยภูมิ ได้แก่ เทอร์ปีนอยด์ สเตอรอยด์ แอลคาลอยด์ สารประกอบฟีนอลิก และสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่และไกลโคไซด์ เป็นต้น ในการศึกษาผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาตินั้น จะเกี่ยวข้องกับ การสกัดสารเคมีจากสิ่งมีชีวิต การแยกและการทำให้บริสุทธิ์ การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่สกัดได้ การคิดหาวิธีการ

สังเคราะห์ และการศึกษากระบวนการชีวสังเคราะห์ของสารเคมีที่เกิดขึ้นในธรรมชาตินั้น รวมเรียกว่า "เคมีของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ" ซึ่งนักศึกษาจะได้ฝึกการสกัด แยก และการทำให้บริสุทธิ์ สารกลุ่มแอลคาลอยด์ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบซึ่งอยู่ในสภาพไนโตรเจนตติยภูมิ ได้จากส่วนเมล็ด ใบ ดอก ราก และเปลือกของพืช และมักพบอยู่ในรูปที่เป็นเกลือของกรดในพืช (plant acid) หลายชนิด เช่น กรดแอซิติก ซึ่งตามปกติแอลคาลอยด์ มีรสขม เป็นผลึก ไม่มีสี ระเหยได้ยากและไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม ฯลฯ มีบางชนิดเป็นของเหลวและละลายน้ำได้ดี เช่นโคนิอีน (coniine) และนิโคติน (nicotine)

การสกัดแอลคาลอยด์ จากพืชตัวอย่าง ควรบดพืชให้ละเอียดเพื่อให้เกิดการสัมผัสกับตัวทำละลายได้ดี ในการเลือกตัวทำละลายใช้หลักการว่า ตัวทำละลายมีขั้ว จะละลายสารที่มีขั้ว และตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว จะละลายสารที่ไม่มีขั้ว ถ้าต้องการแอลคาลอยด์ซึ่งเป็น สารสำคัญที่มีขั้วสูง ต้องเลือกเมทานอลมาสกัดพืชตัวอย่างจึงจะได้แอลคาลอยด์ออกมาปริมาณมาก ส่วนการแยกสารให้บริสุทธิ์ ทำได้ 2 วิธี คือการแยกสารที่ต้องการเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งออกจากของผสม และเป็นการแยกสารทุกชนิดที่ผสมกันอยู่ออกจากกัน วิธีการ หรือเทคนิคที่ใช้แยกสารออกจากของผสมส่วนมากจะใช้การสกัดเป็นหลักสำคัญ โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่แตกต่างกันของสารผสมกันอยู่ และการสกัดเพื่อแยกสารออกจากของผสม แบ่งได้ 3 วิธี คือ

1) การสกัดของเหลวด้วยของเหลว เป็นการใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมสกัด แยกสารที่ต้องการออกจากของผสมที่เป็นของเหลว

2) การสกัดของแข็งด้วยของเหลว เป็นการใช้ตัวทำละลายสกัดสารที่ต้องการออกจากของแข็ง นิยมใช้วิธีนี้สกัดสารจากพืช เช่นการสกัดคาเฟอีนจากใบชา

3) การสกัดด้วยกรด-เบส ต้องอาศัยปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนกรด หรือเบสในของผสมให้เป็นเกลือซึ่งละลายน้ำได้กรด หรือเบสกลับคืนมา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.8 คำถามท้ายบท

1) จงเขียนขั้นตอนการสกัด และแยกสารคาเฟอีนออกจากใบชา
2) จงให้ความหมาย คำว่า " แอลคาลอยด์ " พร้อมยกตัวอย่างมา 3 ชนิด
3) จงบอกคุณสมบัติของตัวทำละลาย ที่ใช้สำหรับการตกผลึก
4) จงเรียงลำดับการมีขั้วของสารละลายจากสารที่มีขั้วน้อยไปหาสารที่มีขั้วมาก
5) หากในห้องทดลองขาดคลอโรฟอร์ม นักศึกษาคิดว่าจะสามารถใช้สารใดแทนได้

6) จงทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของคาเฟอีนที่ได้ เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน

7) นักศึกษาคิดว่าจะสกัดคาเฟอีน จากส่วนของเมล็ดกาแฟ ทำตามขั้นตอนเช่นนี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

8) นักศึกษาคิดว่า น่าจะสกัดนิโคตินจากใบยาจี๊ดที่ชาวบ้านปลูกเพื่อส่งโรงงาน ได้ด้วยวิธีการเช่นนี้ได้หรือ เพราะเหตุใด

9) คาเฟอีนจัดเป็นสารทุติยภูมิกลุ่มใด มีสูตรโครงสร้างอย่างไร

10) ให้นักศึกษาเสนอวิธีการอื่น ๆ ที่สามารถจะแยกสารนิโคตินให้บริสุทธิ์ได้ มา 1 วิธี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เอกสารอ้างอิง

ศุภวรรณ ตันตยานนท์ และคณะ. (2547). **ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ บนพื้นฐานของความปลอดภัยทางเคมีและการลดมลพิษ.** กรุงเทพฯ: บริษัท คิว พริ้นท์ แมเนจเม้น จำกัด.

อนุรัตน์ สายทอง. (2546). **เอกสารคำสอนรายวิชาเคมีของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสกลนคร.

Wileox, Charles F. Jr.. (1988). **Experimental Organic Chemistry.** New York: Maemillan Publishing Company.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช

คำชี้แจง ให้นักศึกษา ทำกิจกรรมต่อไปนี้

1. แบ่งกลุ่ม ๆ ละ **3 คน**

   คนที่ 1 ผู้ทำกิจกรรม ผู้สังเกตการณ์ และผู้ประเมินตนเองและผู้ร่วมกิจกรรม ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง

   คนที่ 2 ผู้ทำกิจกรรมผู้ประเมินตนเองและผู้ร่วมกิจกรรม ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง
2. ทำกิจกรรม เรื่อง การเก็บส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช สืบค้น และทำกิจกรรมภาคสนาม
3. นำเสนอผลการทำกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม
4. ผู้ทำกิจกรรมเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล
5. ผู้สอนประเมินตามสภาพจริง จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม จากการทำกิจกรรม และจากแบบประเมินตนเองด้วยการเขียนบันทึกหลังการเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การเตรียมสารสกัดหยาบมีขั้วและไม่มีขั้ว

คำชี้แจง ให้นักศึกษา ทำกิจกรรมต่อไปนี้

1. แบ่งกลุ่ม ๆ ละ **3 คน**

   คนที่ 1 ผู้ทำกิจกรรม ผู้สังเกตการณ์ และผู้ประเมินตนเองและผู้ร่วมกิจกรรม ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง

   คนที่ 2 ผู้ทำกิจกรรมผู้ประเมินตนเองและผู้ร่วมกิจกรรม ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง
2. ทำกิจกรรม เรื่อง การเตรียมสารสกัดหยาบมีขั้วและไม่มีขั้ว (รายละเอียดดูในเอกสารประกอบการสอน)
3. นำเสนอผลการทำกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม
4. ผู้ทำกิจกรรมเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล
5. ผู้สอนประเมินตามสภาพจริง จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม จากการทำกิจกรรม และจากแบบประเมินตนเองด้วยการเขียนบันทึกหลังการเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผู้สอนให้ผู้เรียน ทำกิจกรรมต่อไปนี้ แบ่งกลุ่มและทำกิจกรรมเรื่อง ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช ศึกษาและทำกิจกรรมภาคสนาม แล้วนำเสนอผลการทำกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม จากนั้นครูประเมินตามสภาพจริง จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม จากการทำกิจกรรม และจากแบบประเมินตนเองด้วยการเขียนบันทึกหลังการเรียน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง

2. สารสำคัญที่พืชสร้างขึ้น (1 ชั่วโมง)

ผู้สอนให้ผู้เรียน ทำกิจกรรมต่อไปนี้ ศึกษาวีดีทัศน์ เรื่องสารไลโคปีนจากมะเขือเทศ

จากนั้นให้ผู้เรียนยกตัวอย่างสารสำคัญเพื่อนำมาร่วมอภิปรายโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อจัดประเภทสารสำคัญจากพืชโดยใช้เกณฑ์องค์ประกอบทางเคมี บอกความหมายความสำคัญ และการนำไปใช้ประโยชน์ของสารสำคัญแต่ละชนิดต่อร่างกาย การสร้างสาร(ชีวสังเคราะห์) ส่วนของพืชที่สะสมสารสำคัญ และโครงสร้างทางเคมีของสาร เปรียบเทียบปริมาณสารแอลคาลอยด์กับพืชชนิดอื่น ๆ

ให้ผู้ทำกิจกรรมเพื่อเลือกพืชที่มีสารสำคัญประเภทแอลคาลอยด์เป็นองค์ประกอบทางเคมี โดยค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่น และนำเสนอผลหน้าห้องเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง การสกัดนิโคตินจากใบยาสูบ

คำชี้แจง ให้นักศึกษา ทำกิจกรรมต่อไปนี้

1. แบ่งกลุ่ม ๆ ละ 3 คน

   คนที่ 1 ผู้ทำกิจกรรม ผู้สังเกตการณ์ และผู้ประเมินตนเองและผู้ร่วมกิจกรรม ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง

   คนที่ 2 ผู้ทำกิจกรรมผู้ประเมินตนเองและผู้ร่วมกิจกรรม ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง
2. ทำกิจกรรม เรื่อง การสกัดนิโคตินจากใบยาสูบ (รายละเอียดดูในเอกสารประกอบการสอน)
3. นำเสนอผลการทำกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม
4. ผู้ทำกิจกรรมเขียนรายงานผลการทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล
5. ผู้สอนประเมินตามสภาพจริง จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม จากการทำกิจกรรม และจากแบบประเมินตนเองด้วยการเขียนบันทึกหลังการเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY