

การทดลอง การกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเทคนิคการกลั่นแบบต่าง ๆ ได้แก่ การกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเทคนิคการกลั่นด้วยไอน้ำและการกลั่นแบบธรรมดา

ทฤษฎี

การกลั่น

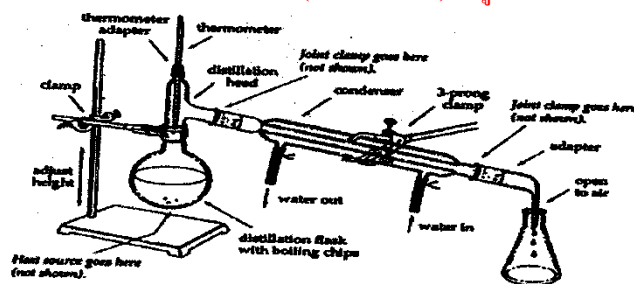
การกลั่นเป็นวิธีหนึ่งในการหาจุดเดือดการแยกและทำให้ของเหลวบริสุทธิ์โดยอาศัยเครื่องสำเร็จทำการกลั่น ซึ่งมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีจุดประสงค์ในการกลั่นสารแตกต่างกัน เช่น การกลั่นแบบธรรมดา การกลั่นลำดับส่วน และการกลั่นลดความดัน เป็นต้น

การกลั่นเป็นวิธีการหาจุดเดือด (boiling point, bp) ที่ใช้วัดอุณหภูมิของไอเหนือของเหลว ในทางทฤษฎีอุณหภูมิของไอและของเหลวขณะเดือดเป็นอุณหภูมิเดียวกัน เนื่องจากอยู่ภายใต้สภาวะสมดุลเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติจะวัดอุณหภูมิของไอมากกว่า เพราะมีความถูกต้องแม่นยำกว่า เนื่องจากของเหลวขณะเดือดอาจเกิดความร้อนยิ่งยวด หรืออาจมีสารอื่นปนเปื้อนผสมอยู่ด้วย ทำให้การวัดอุณหภูมิไม่ถูกต้อง

1. การกลั่นแบบธรรมดา

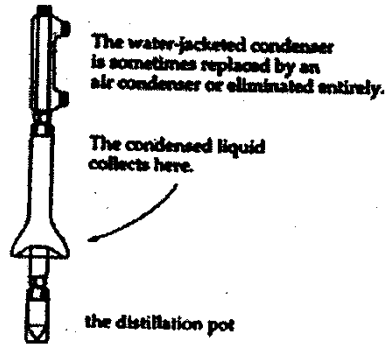
การกลั่นแบบธรรมดาเป็นวิธีทั่วไปที่ใช้กำจัดตัวทำละลายหรือทำให้สารบริสุทธิ์หรือแยก แยกของแข็งจากของเหลวชนิดหนึ่งและแยกของเหลว 2 ชนิด ที่มีจุดเดือดแตกต่างกันมากออกจากกันได้อีกด้วย การกลั่นวิธีนี้ ของเหลวจะกลายเป็นไอโดยการเดือดและกลั่นตัวกลับมาเป็นของเหลว เรียกว่า ของเหลวผลกลั่น (distillate) สะสมอยู่ในภาชนะที่รองรับแต่ ถ้าของเหลวเป็นของผสมมีหลายองค์ประกอบที่มีจุดเดือดแตกต่างกันมาก องค์ประกอบที่มีจุดเดือดต่ำจะกลั่นตัวออกมาก่อน ในขณะที่องค์ประกอบที่มีจุดเดือดสูงที่สุดจะกลายเป็นกากเหลืออยู่ในขวดกลั่น

เครื่องสำเร็จกลั่นธรรมดา แบ่งได้ 2 แบบ ขึ้นอยู่กับปริมาณของเหลวแบบแมคโครสเกล ดังรูป 2-1 และการกลั่นธรรมดาแบบไมโครสเกลฮิกแมนสติลล์ (หรือมินิสเกล) ดังรูป 2-2 ดังนี้



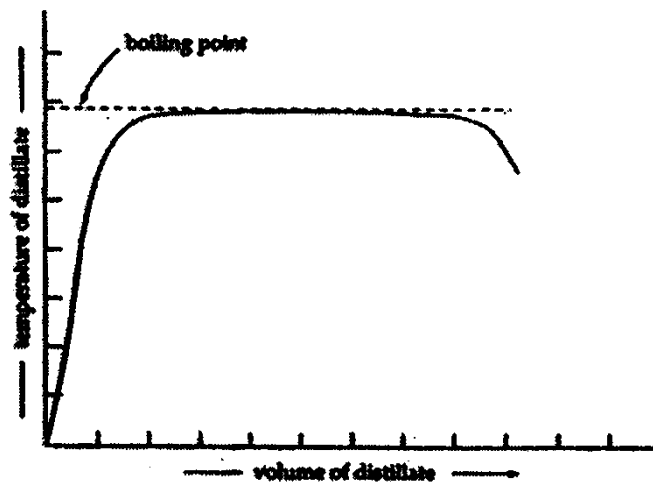
รูป 2.1 เครื่องสำเร็จกลั่นธรรมดาแบบแมคโครสเกล

ทีมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 24)



รูป 2.2 เครื่องสำเร็จกลั่นธรรมดาแบบไมโครสเกลฮิกแมนสติลล์
 ทีมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, 24)

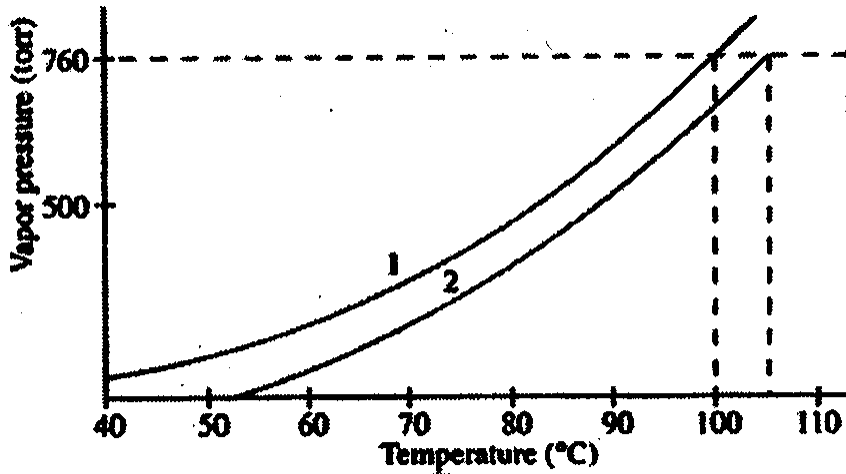
หลังจากให้ความร้อนแล้ว สังกะตอุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงจุดเดือดของตัวทำละลายหรือของเหลวบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิสมดุล โดยช่วงจุดเดือดของของเหลวบริสุทธิ์ ประมาณ 1-2 °C หรือน้อยกว่า จนกระทั่งอุณหภูมิต่ำลง แสดงว่าการกลั่นของตัวทำละลายหรือของของเหลวที่บริสุทธิ์ได้สิ้นสุดลงแล้ว ดังรูป 2-3



รูป 2-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกับอุณหภูมิของของเหลวผลกลั่นของของเหลวบริสุทธิ์
 ทีมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 25)

อิทธิพลของสารปนเปื้อนที่มีต่อความดันไอของของเหลวบริสุทธิ์

กรณีมีสารปนเปื้อนที่ไม่ระเหยอยู่ในของเหลวที่บริสุทธิ์ เช่น สารตัวอย่างของเหลวมีน้ำตาลปนเปื้อนอยู่ในน้ำ น้ำตาลจะทำให้ความดันไอของน้ำลดลง เพราะน้ำตาลเป็นสารปนเปื้อนที่ไม่ระเหย ทำให้ความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ระเหยได้ของของเหลวลดลง (ทำให้น้ำที่จะระเหยกลายเป็นไอได้ลดลง) แสดงดังรูป 2-4 ถ้าจะทำความดันไอของน้ำเพิ่มขึ้นถึง 760 mmHg ก็ต้องเพิ่มอุณหภูมิ เพื่อทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอมากขึ้น

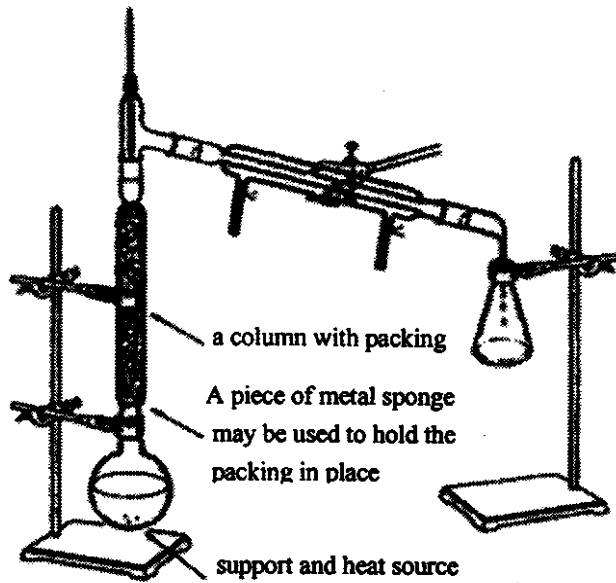


รูป 2-4 แผนภาพความดันไอขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เส้นโค้ง 1 แทนน้ำบริสุทธิ์ เส้นโค้ง 2 แทนน้ำที่มีน้ำตาลเป็นสารปนเปื้อนที่ไม่ระเหย
 ทิม่า (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 26)

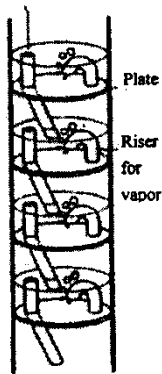
พิจารณาเส้นโค้ง 1 เป็นกราฟของอุณหภูมิกับความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ ตัดกับเส้น 760 ทอร์ ที่อุณหภูมิ 100 °C และเส้นโค้ง 2 เป็นเส้นกราฟของสารละลายที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล (คงที่) ในน้ำ ตัดกับเส้น 760 ทอร์ที่อุณหภูมิ 105 °C ซึ่งสูงกว่าเพราะความดันไอของน้ำตาลลดลง จึงต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น จุดเดือดจึงสูงขึ้น ดังนั้นสารปนเปื้อนที่มีปริมาณคงที่ที่อยู่ในของเหลวที่บริสุทธิ์มีผลให้จุดเดือดของของเหลวที่บริสุทธิ์สูงขึ้น

2. การกลั่นลำดับส่วน

การกลั่นลำดับส่วน เป็นวิธีที่ใช้ใช้กลั่นแยกของเหลว 2 ชนิด ที่มีจุดเดือดแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ประมาณ 2-3 องศา ดังนั้นวิธีนี้จะไม่สามารถแยกอะซีโโทปออกเป็นแต่ละองค์ประกอบได้ การกลั่นลำดับส่วนแตกต่างจากการกลั่นแบบธรรมดาเพียงบางจุด เพียงแต่ไอและของเหลวที่กลั่นได้จากของเหลวที่กำลังเดือด ผ่านขึ้นไปบนคอลัมน์ลำดับส่วน ดังรูป 2-5 ซึ่งอยู่ก่อนที่จะไปถึงส่วนหัว (ส่วนที่มีท่อแก้วด้านข้างต่อกับเครื่องควบแน่น) ในคอลัมน์ลำดับส่วนจะมีเม็ดแก้วหรือแผ่นโลหะที่เปลี่ยนทิศทางได้บรรจุอยู่ ดังรูป 2-6 เมื่อไอผ่านคอลัมน์ไอจะควบแน่นบนเม็ดแก้วหรือแผ่นโลหะกลายเป็นไออีกครั้งติดต่อกันไปอย่างต่อเนื่อง แต่ละครั้งที่ของเหลวควบแน่นแล้วกลับเป็นไออีกครั้ง (จะเหมือนกับการกลั่นแบบธรรมดา อาจกล่าวได้ว่าการกลั่นธรรมดาหลายครั้งคือการกลั่นลำดับส่วนนั่นเอง) ก็จะให้ของเหลวผลกลั่นที่เป็นองค์ประกอบที่มีจุดเดือดต่ำกว่ามากขึ้น ของเหลวผลกลั่นจะมีจำนวนมากแค่ไหนขึ้นอยู่กับเวลาที่ไอขององค์ประกอบที่มีจุดเดือดต่ำกว่าไปถึงส่วนหัว



รูป 2-5 เครื่องสำเร็จกลั่นลำดับส่วน
 ที่มา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 27)

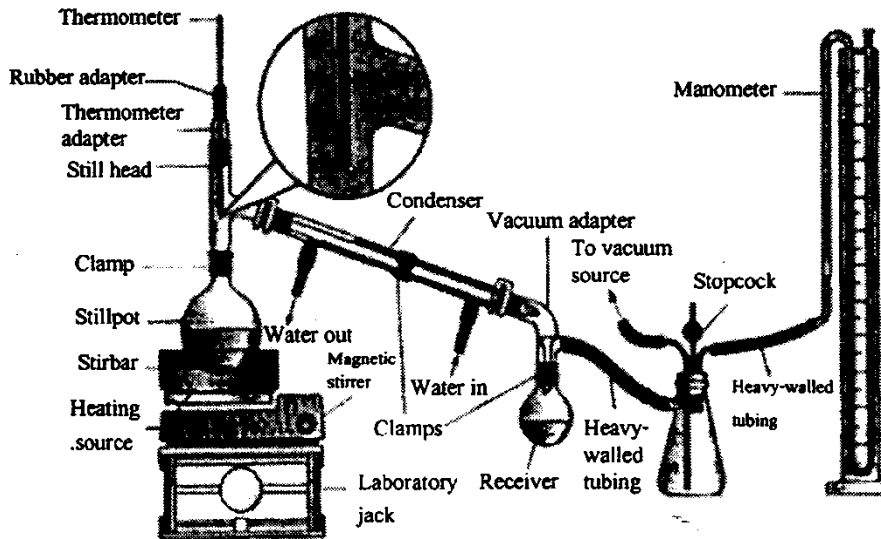


รูป 2-6 แผ่นโลหะในคอลัมน์ลำดับส่วน
 ที่มา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 27)

3. การกลั่นลดความดัน

การกลั่นลดความดัน เป็นวิธีที่ใช้ใช้กลั่นสารที่ไวต่อความร้อน หรือสารที่มีจุดเดือดสูง และสลายตัวก่อนถึงจุดเดือดปกติของสารนั้น นอกจากนั้นการลดความดันยังอาจใช้กลั่นกำจัดตัวทำละลายได้ในเวลารวดเร็วกว่าการกลั่นแบบธรรมดา การกลั่นลดความดันเป็นการกลั่นที่ทำให้ความดันเหนือของเหลวลดลงมีผลทำให้ จุดเดือดของของเหลวลดลงด้วย ดังรูป 2-7 เป็นแผนภาพแสดงจุดเดือดลดลงเมื่อความดันที่ใช้ลดลงของอะซีโตน การกลั่นวิธีนี้ใช้ร่วมกับการกลั่นแบบธรรมดาหรือการกลั่นลำดับส่วนได้เพียงต่อเชื่อมกับเครื่องดูดอากาศ (aspirator)

การกลั่นลดความดันนี้ ถ้าลดความดันลง 10 mmHg จากความดันบรรยากาศ จะทำให้จุดเดือดของสารลดลงประมาณ 10 °C เช่น สารที่มีจุดเดือด 100 °C ที่ 20 mmHg ถ้าลดความดันเหลือ 10 mmHg ก็จะได้เดือดที่ 90 °C

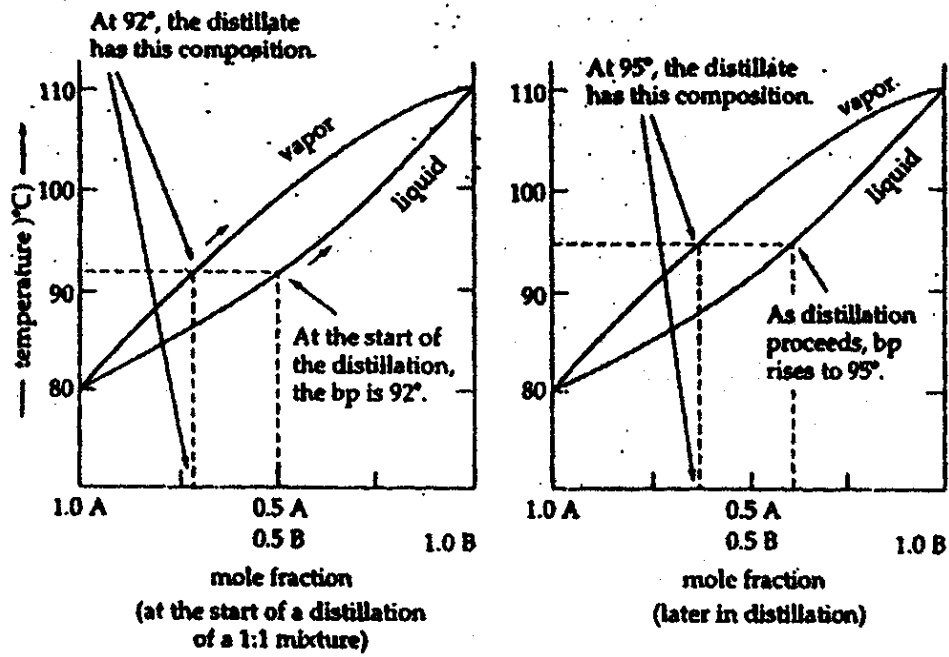


รูป 2-7 เครื่องสำเร็จกลั่นลดความดัน

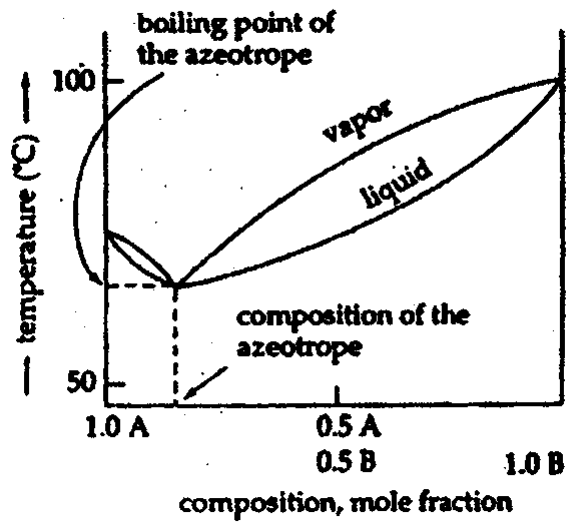
ทีมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, 27)

อะซีโอโทป

อะซีโอโทป (azcotrope) เป็นของผสมของของเหลวหลายชนิด ที่มีองค์ประกอบคงที่และกลั่นออกมาที่จุดเดือดคงที่ เช่น 95% เอทานอล และเนื่องจากองค์ประกอบในอะซีโอโทปมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างโมเลกุล เช่น เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล จึงทำให้ของผสมอะซีโอโทปมีพฤติกรรมเบี่ยงเบนไปจากกฎของเรลท์ (Raoult's law) พิจารณารูป 2-8 เป็นกราฟของของผสม 2 ชนิด ที่เป็นไปตามกฎของเรลท์ (จะเป็นกราฟเส้นโค้ง 2 เส้น เส้นโค้งล่างแสดงจุดเดือดของของผสมที่อุณหภูมิต่าง ๆ และเส้นโค้งบนแสดงเศษส่วนโมลขององค์ประกอบของของผสมในสภาวะที่เป็นไอ และเส้นปะที่เชื่อมระหว่างเส้นโค้ง 2 เส้น แสดงเศษส่วนโมลของแต่ละองค์ประกอบของไอและของของเหลวที่อยู่ในสภาวะสมดุลที่อุณหภูมิ 92 °C หรือที่ 95 °C ซึ่งที่สภาวะสมดุลนี้องค์ประกอบของไอและของของเหลวจะไม่เท่ากัน) ส่วนรูป 2-9 เป็นกราฟของอะซีโอโทปซึ่งมีจุดเดือดต่ำที่สุดของกราฟ แสดงของผสมอะซีโอโทปเดือดที่จุดเดือดคงที่เหมือนสารที่บริสุทธิ์ จุดเดือดของอะซีโอโทปชนิดนี้จะต่ำกว่าจุดเดือดขององค์ประกอบที่บริสุทธิ์ทั้ง 2 องค์ประกอบ เพราะว่า แรงยึดเหนี่ยวระหว่างองค์ประกอบที่ต่างชนิดกันน้อยกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างองค์ประกอบชนิดเดียวกัน เรียกอะซีโอโทปชนิดนี้ว่า อะซีโอโทปจุดเดือดต่ำสุด ตัวอย่างอะซีโอโทปจุดเดือดต่ำสุดซึ่ง (ส่วนมาก) มีจุดเดือดต่ำกว่าขององค์ประกอบ เช่น อะซีโอโทปที่มีเอทานอล (bp 78.3 °C) 32.4% และเบนซีน (bp 80.1 °C) 67.6% เดือดที่ 68.9 °C และอะซีโอโทปที่มีเอทานอล 95% กับน้ำ (bp 100 °C) 5% จะเดือดที่ 78.15 °C

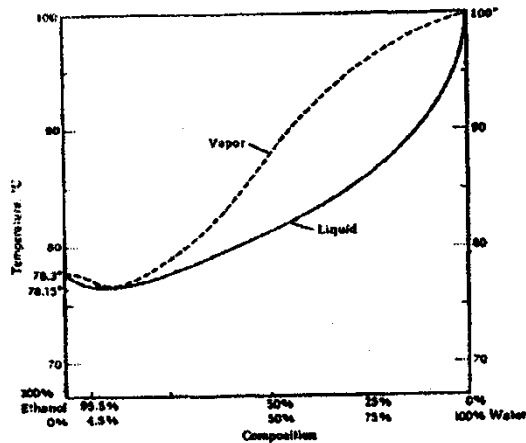


รูป 2-8 แผนภาพจุดเดือดของการกลั่นของผสม A และ B ที่มีองค์ประกอบต่างๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน ซึ่งให้ ของเหลวผลกลั่นมีองค์ประกอบแตกต่างจากเมื่อเริ่มกลั่น
 ทิมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 28)

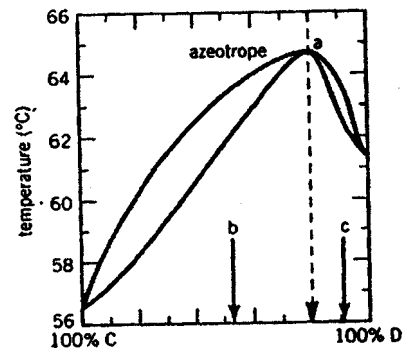


รูป 2-9 แผนภาพอะซีโอโทรปจุดเดือดต่ำของของเหลวผสม 2 ชนิด
 ทิมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 28)

กราฟอะซีโอโทป (รูป 2-10) เป็นกราฟของ 95% เอทานอล ตัวอย่างอะซีโอโทปที่มีจุดเดือดสูงกว่าขององค์ประกอบ เรียกว่าอะซีโอโทปจุดเดือดสูงสุด ดังรูป 2-11 เช่น ของผสมอะซีโอโทปที่มีกรดฟอร์มิก (bp 100.7 °C) และน้ำเดือดที่ 107.3 °C อะซีโอโทปที่มีอะซีโตน (bp 56 °C) และคลอโรฟอร์ม (bp 61 °C) เดือดที่ 64.7 °C อะซีโอโทปชนิดนี้จะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างองค์ประกอบต่างชนิดกันมากกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างองค์ประกอบชนิดเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีอะซีโอโทปที่มี 3 องค์ประกอบ เช่น ของผสมอะซีโอโทป (bp 67.9 °C) มีเบนซีนอยู่ 74.1% มีเอทานอลอยู่ 18.5% และมีน้ำ 7.4% เป็นต้น

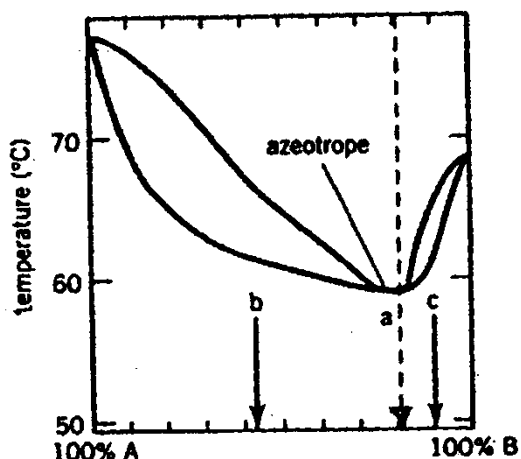


รูป 2-10 แผนภาพจุดเดือดและองค์ประกอบของอะซีโอโทปเอทานอล 95% ทิมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 30)



รูป 2-11 แผนภาพอะซีโอโทปจุดเดือดสูงสุดของของผสม 2 ชนิด ทิมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, หน้า 30)

พฤติกรรมของอะซีโอโทปจุดเดือดต่ำสุดที่มี 2 องค์ประกอบ ที่ระเหยได้ เมื่อแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของ 2 องค์ประกอบ ที่ต่างกันของผสมอ่อนกว่าแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของแต่ละองค์ประกอบที่เหมือนกัน การกลายเป็นไอของของเหลวเช่นนี้จะเพิ่มขึ้น เมื่อความดันไอเพิ่มจะทำให้จุดเดือดลดลง ซึ่งเบี่ยงเบนไปจากกฎของเรลท์ (รูป 2-12) แผนภาพกราฟของผสม A และ B ที่เบี่ยงเบนไปจากกฎของเรลท์ จุดเดือดของ A บริสุทธิ์ 78 °C และจุดเดือดของ B บริสุทธิ์ 69 °C และจุดเดือดของของผสมอะซีโอโทป (19% A และ B) ซึ่งเป็นของผสมที่มีองค์ประกอบของไอ และองค์ประกอบของของเหลวที่สภาวะสมดุลเท่ากัน (ถ้าของผสม A และ B เป็นไปตามกฎของเรลท์ ที่จุดเดือดของของผสมจะมีองค์ประกอบของไอ และองค์ประกอบของเหลวที่สภาวะสมดุลไม่เท่ากัน) จุดเดือดของของผสมอะซีโอโทปนี้มีช่วงจุดเดือดแคบมาก (เหมือนจุดเดือดของสารบริสุทธิ์) และยิ่งต่ำกว่าจุดเดือดของ A และ B ของผสมที่จุดเดือดนี้มีองค์ประกอบของ A และ B คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงขณะเดือด เรียกของผสมนี้ว่า **อะซีโอโทปหรือของผสมอะซีโอโทป** (อะซีโอโทปภาษากรีกแปลว่า ไม่เปลี่ยนแปลง) ถ้าให้ความร้อนแก่ของผสมอะซีโอโทปพิจารณา ดังรูป 2-12 ที่จุด a ซึ่งมีองค์ประกอบของไอ และองค์ประกอบของของเหลวเหมือนกัน ของเหลวผลล้นที่จุด a นี้ จะมีองค์ประกอบเหมือนของเหลวเริ่มต้น และไม่สามารถแยกองค์ประกอบในของเหลวผลล้นนี้ได้โดยการกลั่นธรรมดาหรือการกลั่นลำดับส่วน แต่ของผสมของ A และ B ที่มีองค์ประกอบแตกต่างไปจากของผสมอะซีโอโทป สามารถแยกองค์ประกอบออกมาได้เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น โดยการกลั่นลำดับส่วน พิจารณาจุด b (รูป 2-12) เป็นของผสมที่มี A มากกว่าอะซีโอโทป ถ้านำของผสมที่จุด b ไปกลั่น จะได้อะซีโอโทป และ A บริสุทธิ์กลั่นออกมาด้วย และถ้านำของผสมที่มี B มากกว่า อะซีโอโทป (จุด c รูป 2-12) ไปกลั่นก็จะได้อะซีโอโทปและ B บริสุทธิ์กลั่นออกมาด้วย



รูป 2-12 แผนภาพแสดงพฤติกรรมของอะซีโอโทป

จุดเดือดต่ำสุดของของผสม 2 ชนิด

ทีมา (พิทักษ์ เชื้อวงศ์, 2550, 30)

การกลั่นนอกจากจะใช้สำหรับการแยกผสมแล้ว ยังใช้เพื่อการแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติอีกด้วย เช่น พืชสมุนไพร สัตว์แร่ธาตุที่ยังไม่ได้แปรรูปหรือแม้แต่เชื้อจุลินทรีย์

พืชสมุนไพรไทย (Thai medicinal plant หรือ Thai herb) ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง โดยส่วนต่าง ๆ ของพืชสมุนไพร นั้นส่วนมากองค์ประกอบทางเคมีจะให้สรรพคุณการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น tyramine และ *N*-coumaroyl tyramine จากลำต้นของบอระเพ็ด (*Tinospora crispa* Miers (Menispermaceae) ออกฤทธิ์ต้านเชื้อ HIV-1 และ *N*-formyl normuciferine และ *N*-formyl annonaine มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ใบอ่อนและดอกของจีเหี้ยกพบสารจำพวก chromone ที่ชื่อว่า barakol ซึ่งมีฤทธิ์เป็นยาระบายและช่วยให้นอนหลับได้ดี ส่วนของเมล็ดพืชทองสามารถฆ่าพยาธิตัวดีได้ ใบตำลึงใช้เป็นยารักษาอาการแพ้อักเสบ แก้กษัยแมลงสัตว์กัดต่อย ผลของมะขามป้อมสามารถรักษาโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ สารในเปลือกมังคุดมีฤทธิ์สมานแผล ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย อันเป็นสาเหตุของหนองและลดการอักเสบด้วย สารที่สกัดได้จากเนื้อและเปลือกของกล้วยมีฤทธิ์ต้านเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย ส่วนในกล้วยดิบจะมีสารแทนนินมาก ช่วยรักษาท้องเสียแบบรุนแรงได้ ใบสดและเมล็ดน้อยหน่ามีสรรพคุณฆ่าเหา รากหญ้าคาใช้รักษาโรคอาการขัดเบา เป็นยาขับปัสสาวะ เป็นต้น

องค์ประกอบทางเคมีที่พบในพืชสมุนไพร แบ่งตามชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) เป็น 3 แบบ ดังนี้

1. shikimic pathway

ใช้สังเคราะห์สารในกลุ่ม alkaloid และ coumarin

2. polyketide pathway

ใช้สังเคราะห์สารในกลุ่ม fatty acid, anthraquinone, flavonoid, macrolide, polyether และสารประกอบ aromatic

3. mevalonic pathway

ใช้สังเคราะห์สารในกลุ่ม terpene ซึ่งแบ่งเป็น monoterpene (C10), sesquiterpene (C15), diterpene (C20), sesterterpene (C25) และ triterpene (C30)

นอกจากนั้นในพืชสมุนไพรยังสามารถพบสารอื่น ๆ อีก เช่น glycoside, lignin และ tannin เป็นต้น เช่น หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni (วงศ์: Asteraceae)) พบสาร glycoside ที่สำคัญ 4 ชนิด ได้แก่ stevioside, rebaudioside A, rebaudioside C และ dulcoside A ซึ่งออกฤทธิ์ลดความดัน

น้ำมันหอมระเหย (essential oil) เป็นสารประกอบอินทรีย์ ส่วนมากจะมีสูตรโครงสร้างอยู่ในกลุ่มของ monoterpene มักมีกลิ่นหอมและระเหยง่าย พบได้ทั้งในพืชและสัตว์

น้ำมันหอมระเหยที่พบในพืช เช่น ใบกะเพราจะพบน้ำมันหอมระเหย 0.35% มีฤทธิ์ขับลม ลดการบีบตัวของลำไส้ โดยเฉพาะสาร eugenol มีฤทธิ์ขับน้ำดี ช่วยย่อยไขมันและลดอาการจุกเสียด ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่พบในสัตว์ที่รู้จักกันดีมี 4 ชนิด ได้แก่ กลิ่นของ civet (หรือ zebeth) กลิ่นของ castoreum ซึ่งได้จากสิ่งขับถ่ายจากกระเปาะไคสโตวียะสืบพันธุ์ของตัวชะมดและตัวนาก ตามลำดับ กลิ่นจากอำพันทอง (ambergris) ที่ได้จากสิ่งสำรอกของปลาวาฬ และกลิ่นของ musk ซึ่งเป็นผงไขมันแข็ง สืบเชื้อสายมาจากในกระเปาะของถุงหนังของกวางภูเขา

ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหย

1. ใช้ในการบำบัดที่เรียกว่า aromatherapy หรือสวดคนธบำบัด

วิธีการใช้น้ำมันหอมระเหยสำหรับสวดคนธบำบัด แบ่งเป็น 6 วิธี คือ

วิธีที่ 1: โดยการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมกับน้ำ แล้วแช่ตัวในอ่างอาบน้ำ

วิธีที่ 2: ใช้ในเวลาอาบน้ำโดยการตักอาบ หรืออาบจากฝักบัว

วิธีที่ 3: ใช้ในการนวดตัว

วิธีที่ 4: การประคบเย็น

วิธีที่ 5: การสูดดม

วิธีที่ 6: การพ่นละอองลอยในห้อง

2. ใช้แต่งกลิ่นในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ เช่น ชูปล ลูกกวาด เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์นม เป็นต้น

3. ในอุตสาหกรรมน้ำหอม เช่น น้ำมันกุหลาบ น้ำมันกระดังงา น้ำมันมะลิ น้ำมันเจอราเนียม และน้ำมันอัลมอนต์ เป็นต้น

4. ในอุตสาหกรรมยาและเภสัชภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำมันกานพลูสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ จึงนำมาผสมในน้ำยาบ้วนปาก น้ำมันยูคาลิปตัสใช้แก้หวัด น้ำมันไพลใช้อาการปวดบวม ฟกช้ำ และน้ำมันเปปเปอร์มินต์ใช้ขับลมและแต่งกลิ่นยา เป็นต้น

5. ใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางสมุนไพร เช่น สบู่ แชมพู ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว ลูกประคบสมุนไพร เป็นต้น

6. ใช้เป็นอาหารประจำวัน เช่น ขมิ้น มะระ กะเพรา ตะไคร้ เป็นต้น

ข้อควรระวังในการใช้น้ำมันหอมระเหย

1. ควรเจือจางน้ำมันหอมระเหยก่อนนำไปใช้ ไม่ควรให้สัมผัสบริเวณรอบดวงตาและผิวที่บอบบาง

2. ก่อนใช้น้ำมันหอมระเหยควรทดสอบว่าเกิดอาการแพ้หรือไม่

3. น้ำมันหอมระเหยบางชนิด ทำให้ผิวหนังมีความไวต่อแสงแดดมากขึ้น เช่น น้ำมันมะกรูด น้ำมันมะนาว จึงควรหลีกเลี่ยงแสงแดดหลังจากใช้อย่างน้อย 4 ชั่วโมง

4. สตรีระหว่างตั้งครรภ์ควรหลีกเลี่ยงน้ำมันหอมระเหยต่อไปนี้ น้ำมันโหระพา น้ำมันกานพลู น้ำมันเปปเปอร์มินต์ (peper mint oil) น้ำมันกุหลาบ (rose oil) น้ำมันโรสแมรี่ (rosemary oil) น้ำมันไทม์ (thym oil) น้ำมันมาร์โจรัม (marjoram oil) น้ำมันวินเทอร์กรีน (winter oil) และน้ำมันเมอรั (myrrh)

5. ผู้ที่เป็นโรคลมชักและผู้ที่เป็นโรคความดันสูง ควรหลีกเลี่ยงน้ำมันโรสแมรี่และน้ำมันเซจ

6. ควรเก็บน้ำมันหอมระเหยในขวดสีชา และในที่ปลอดภัยห่างจากมือเด็กและเปลวไฟ

7. ไม่ควรรับประทาน เว้นแต่ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญหรือแพทย์

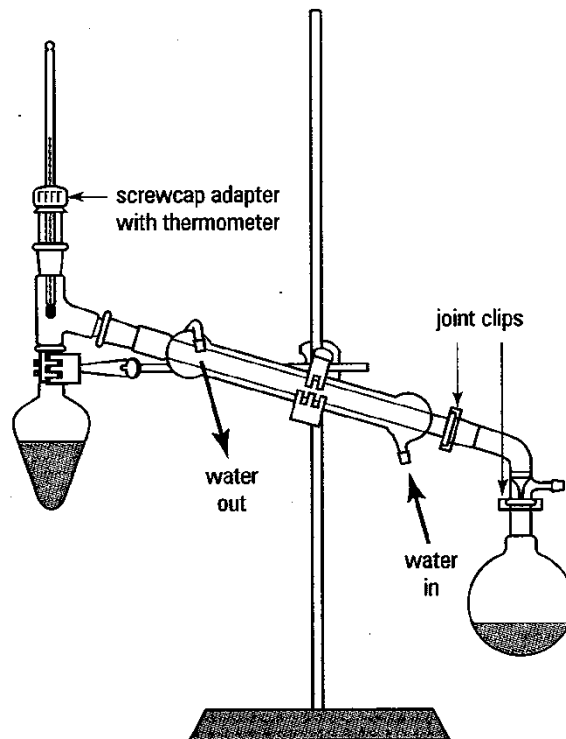
กรรมวิธีการนำน้ำมันหอมระเหยออกมา มีกระบวนการ 5 วิธี ดังนี้

1. การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation)

เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย หลักการ คือ จะให้ไอน้ำผ่านพืชสมุนไพรที่อยู่ในหม้อกลั่น หลังจากนั้นไอน้ำจะพาน้ำมันหอมระเหยออกมา และถูกทำให้เย็นตัวลงด้วยเครื่องควบแน่น (condenser) กลายเป็นของเหลว ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจะแยกตัวออกจากชั้นน้ำ โดยสามารถแยกออกมาโดยการสกัดด้วยกรวยแยก

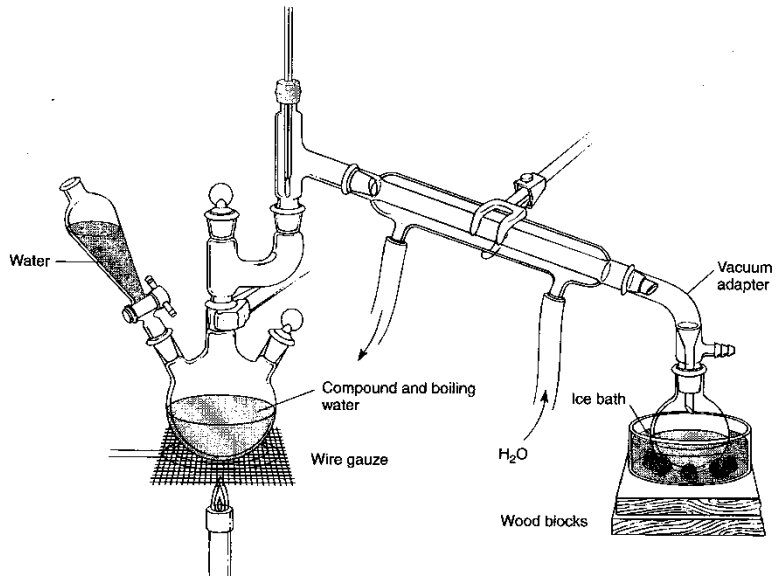
การกลั่นด้วยไอน้ำ มีการจัดตั้งอุปกรณ์ดังนี้

1) แบบ macroscale steam distillation สามารถจัดตั้งอุปกรณ์ได้หลายแบบ (รูป 2-13, 2-14 และ 2-15) ดังนี้

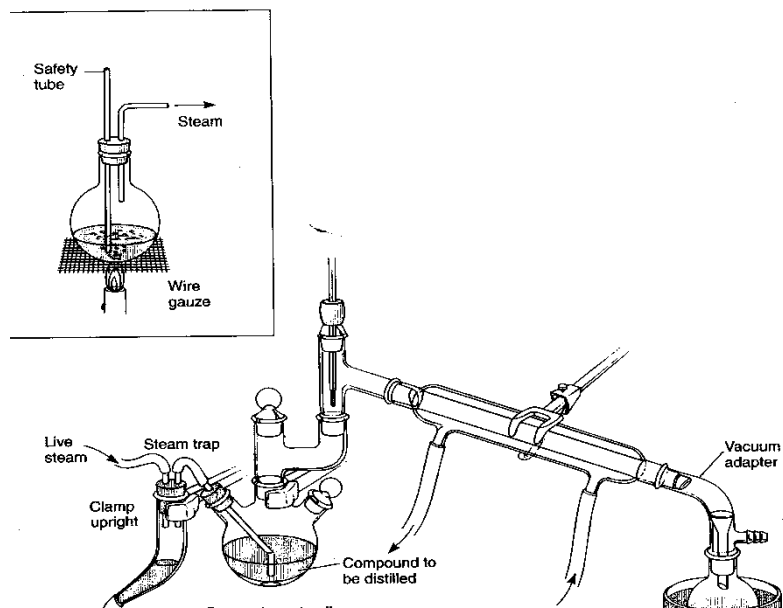


รูป 2-13 การกลั่นด้วยไอน้ำแบบทั่วไป

ที่มา (Dean, JR et al., 2002, p. 108)

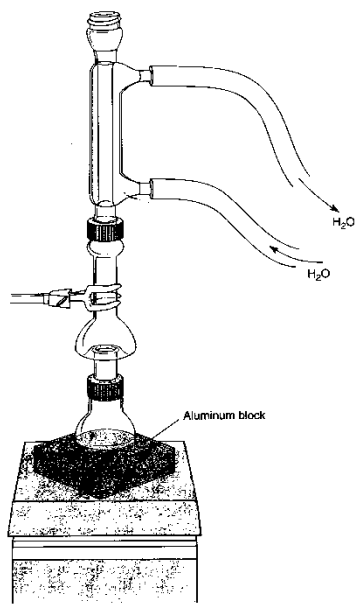


รูป 2-14 การกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรงแบบ macroscale
 ที่มา (Pavia, DL et al., 2002, p. 281)



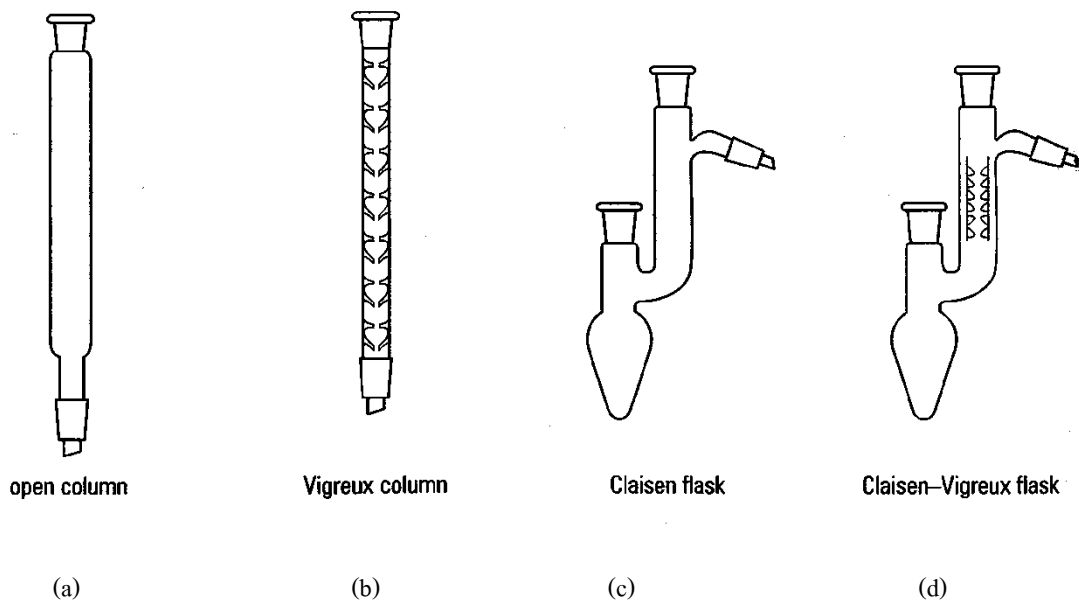
รูป 2-15 การกลั่นด้วยไอน้ำแบบ macroscale โดยใช้ live steam
 ที่มา (Pavia, DL et al., 2002, p. 282)

2) แบบ microscale steam distillation (รูป 2-16)



รูป 2-16 การกลั่นด้วยไอน้ำแบบ microscale
ที่มา (Pavia, DL et al., 2002, p. 284)

นอกจากการจัดตั้งอุปกรณ์ที่ต่างกันไปแล้ว ชนิดคอลัมน์และชนิดของภาชนะที่รองรับที่ใช้ในการกลั่นด้วยไอน้ำยังมีหลายแบบอีกด้วย (รูป 2-17) เช่น



รูป 2-17 (a, b) ตัวอย่างชนิดคอลัมน์ และ (c, d) ชนิดของภาชนะที่รองรับ
ที่มา (Dean, JR et al., 2002, p. 108)

2. การสกัดด้วยน้ำมันสัตว์ (extraction of animal fat)

วิธีนี้เหมาะสำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากดอกไม้กึ่งดิบบาง เช่น ดอกมะลิ ดอกกุหลาบ วิธีการคือ แช่พืชสมุนไพรไว้ในน้ำมันสัตว์ (นิยมใช้ไขวัว) หลาย ๆ วัน เพื่อให้ไขมันดูดกลิ่นหอมออกมาและน้ำมันจะดูดซับกลิ่นหอมไว้ หลังจากนั้นใช้ตัวทำละลายสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำมันสัตว์ แล้วนำไประเหยไล่ตัวทำละลาย ข้อเสียของวิธีการนี้คือ จะใช้เวลานาน

3. การสกัดด้วยสารเคมี (solvent extraction)

วิธีนี้จะใช้กับพืชสมุนไพรที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ เช่น มะลิ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่ได้ เรียกว่า absolute oil และหลังจากการสกัดต้องระเหยตัวละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดออกให้หมด โดยตัวละลายที่นิยมใช้เป็นตัวสกัดคือ แอลกอฮอล์ วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นสูง แต่คุณภาพไม่ดีเนื่องจากจะมีสารอื่นปะปนออกมาด้วย

4. การคั้นหรือการบีบ (compress)

วิธีนี้นิยมใช้กับเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม (citrus fruit) เช่น ส้ม มะนาว มะกรูด เป็นต้น วิธีการคือ นำเปลือกของผลไม้มาบีบ จะทำให้เซลล์กระเปาะที่เก็บน้ำมันหอมระเหยแตกออก และปลดปล่อยน้ำมันหอมระเหยและกลิ่นออกมาแต่น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีปริมาณน้อยและไม่บริสุทธิ์

5. การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต (supercritical carbon dioxide fluid extraction)

การสกัดวิธีนี้ ถือเป็นเทคนิคใหม่ เหมาะสำหรับการสกัดสารที่ละลายได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน วิธีการคือ จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต ที่ความดันสูงผ่านพืชสมุนไพร ซึ่งวิธีการนี้จะใช้ต้นทุนการผลิตสูง แต่จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีและมีความบริสุทธิ์สูง

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เครื่องแก้วพื้นฐานในห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์
2. ชุดสำเร็จกลิ่นด้วยไอน้ำ
3. ชุดสำเร็จกลิ่นธรรมชาติ
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. heating mantle
6. กระจายฟอยด์
7. กรวยแยก 125 mL
8. ขวดรูปชมพู่
9. หลอดทดลอง 20 mL
10. หลอดหยด
11. ขวดใส่สาร (vial)
12. ช้อนตักสาร
13. ขาดึงพร้อม ring
14. ตัวยึดจับ
15. เม็ดแก้วหรือเศษกระเบื้อง

สารเคมี

1. โซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ (anh. Na₂SO₄)
2. น้ำมันพาราฟิน (paraffin oil)
3. สารละลายสีข้อมที่ระเหยไม่ได้

ตั้งอย่างพืช

ต้นตะไคร้หอมหรือพืชอื่น ๆ ที่มีส่วนประกอบเป็นน้ำมันหอมระเหย

การทดลอง

นำพืช (ควรเป็นพืชที่สด) มาล้างน้ำ แล้วผึ่งให้แห้งในที่อากาศถ่ายเท นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งน้ำหนักพืชสด บันทึกผล

หลังจากนั้น นำพืชที่หั่นไว้เรียบร้อยแล้วใส่ในขวดก้นกลม ความสูงประมาณ 2 ใน 3 ของขวดก้นกลม พร้อมกับเติมน้ำเล็กน้อย ปริมาณพอให้พืชเปียกชุ่ม โดยระวังอย่าอัดพืชให้แน่นเกินไป แล้วจัดอุปกรณ์การกลั่นด้วยไอน้ำตามรูป 2-13 หรือ 2-14 เมื่อจัดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วให้เปิดน้ำเข้าส่วนของเครื่องควบแน่น (condenser) และเปิดให้ความร้อน (power on) ตามลำดับ ปลดอั้งไว้จนกระทั่งกลั่นได้น้ำมันหอมระเหยออกมาในภาชนะรองรับ ซึ่งจะมีน้ำปนอยู่ อ่านอุณหภูมิ บันทึกผล

นำน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้เทใส่กรวยแยกขนาดที่เหมาะสม แล้วตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไขเก็บชั้นน้ำมันหอมระเหยในหลอดทดลองหรือขวดรูปชมพู่ขนาดเล็ก หลังจากนั้นค่อย ๆ เติมโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ จนกระทั่งกำจัดน้ำหมด โดยสังเกตจากเกลือจะกลิ้งได้หรือเป็นผงเหมือนเดิม แล้วใช้หลอดหยดค่อย ๆ ดูดน้ำมันหอมระเหยออกมาให้มากที่สุดลงในขวดใส่สาร (ที่ชั่งน้ำหนักขวดเปล่าไว้ก่อนแล้ว) นำไปชั่งน้ำหนักรวมอีกครั้ง คำนวณหา %yield เทียบกับพืชสด บันทึกผล

ข้อควรระวัง

1. อย่าทำเทอร์โมมิเตอร์แตก เนื่องจากไอของปรอทมีพิษ แต่ถ้าเทอร์โมมิเตอร์แตก ให้ใช้ผงกำมะถันโรยที่ปรอทก่อนเก็บทิ้ง
2. อย่ากลั่นของเหลวในระบบปิด กล่าวถ้าไม่มีช่องทางให้อากาศออก เครื่องกลั่นอาจเกิดการระเบิดได้เนื่องจากภายในเครื่องกลั่นมีความดันเกิดขึ้น
6. อย่าใส่เม็ดแก้วลงในของเหลวที่ร้อนใกล้เดือดหรือขณะเดือด จะเกิดการเดือดพลุ่งพล่าน

ชื่อ/นามสกุล.....หมู่เรียน.....เลขประจำตัวนักศึกษา.....
อาจารย์ผู้สอน.....วันที่ทำการทดลอง.....

รายงานผลการทดลอง
เรื่อง การกลั่น

ตอนที่ 1 การกลั่นด้วยไอน้ำ

ชื่อพืช (ที่ทดลอง) น้ำหนัก.....กรัม

ชื่อวิทยาศาสตร์.....วงศ์.....

น้ำหนักขูดไส้สาร.....กรัม น้ำหนักน้ำมันหอมระเหย (หลังจากกำจัดน้ำออกแล้ว)กรัม อุณหภูมิของ

น้ำมันหอมระเหย เท่ากับ..... $^{\circ}\text{C}$ ลักษณะของ น้ำมันหอมระเหย.....

คิดเป็นร้อยละผลได้ (%yield) (เทียบกับน้ำหนักพืช) =% w/w

บอกชื่อและ โครงสร้างของน้ำมันหอมระเหยที่พบในพืช (ที่ทดลอง)..... ดังนี้ (บอกมากลุ่มละ 3 ชื่อ)

แสดงการคำนวณ %yield ของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ (โดยแสดงการเทียบบัญญัติใดอย่างหนึ่ง)

วิจารณ์ข้อผิดพลาดของการทดลอง (ถ้ามี)

คำถามท้ายการทดลอง

1. ท่านจะยืนยันได้อย่างไรว่าน้ำมันหอมระเหยกลั่นออกมาหมดแล้ว
2. น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะแยกชั้นกับน้ำ โดยอยู่ชั้นบนหรือชั้นล่าง เพราะเหตุใด
3. จงยกตัวอย่างองค์ประกอบทางเคมี ทั้งชื่อและสูตร โครงสร้างที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม
4. ถ้าสารละลายเป็นของผสมระหว่างเอทานอลและน้ำแดง ท่านจะใช้เทคนิคการกลั่นแบบไหนถึงจะเหมาะสม เพราะเหตุใด
5. เม็ดแก้วที่ใส่ไปในขณะกลั่นธรรมดาทำหน้าที่อะไร
6. ในการกำจัดน้ำออกจากตัวทำละลายอินทรีย์ นิยมใช้โซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ ท่านจะมีวิธีการสังเกตอย่างไรว่าได้ทำการกำจัดน้ำออกหมดแล้ว
7. จงยกตัวอย่างสารอื่น ๆ ที่นำมาใช้กำจัดน้ำได้ นอกจากโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ
8. เพราะเหตุใดการกลั่นในเครื่องสำเร็จที่ปิดสนิทไม่มีช่องระบายอากาศจึงเป็นอันตรายอย่างยิ่ง
9. เครื่องควบแน่นหล่อเย็น (water-cooled condensers) ที่ใช้กับการกลั่นของเหลว หรือการกลั่นไหลกลับ (reflux) ของเหลว น้ำที่ไหลเข้าเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิต่ำสุดและน้ำที่ไหลออกมามีอุณหภูมิสูงสุด เพราะเหตุใด
10. การระเหยของเหลว การกลั่นของเหลว และการกลั่นไหลกลับของเหลวเหมือนกัน และแตกต่างกันอย่างไร