บทที่ 4
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในตาราง 3.1 ซึ่งเป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผลสดของตะไคร้ต้นโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่าย โดยใช้ปริมาณของผลตะไคร้สด คือ 200 และ 300 กรัม และทำการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการสกัดเป็น 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่า การสกัดผลตะไคร้ต้นสดปริมาณ 200 กรัม ที่เวลา 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง ให้ % yield คือ 1.32 , 2.33 และ 3.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการสกัดผลตะไคร้ต้นสดปริมาณ 300 กรัม ที่เวลา 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง ให้ % yield คือ 1.34 , 2.57 และ 3.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองในตาราง 3.3 ซึ่งเป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผลสดของตะไคร้ต้นด้วยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำโดยอ้อม โดยใช้ปริมาณของผลตะไคร้ต้น คือ 200 และ 300 กรัม และทำการเปลี่ยนแปลงเวลาการสกัดเป็น 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่า การสกัดผลตะไคร้ต้นปริมาณ 200 กรัม ที่เวลา 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง ให้ % yield คือ 0.27 , 0.72 และ 1.16 เปอเซ็นต์ ตามลำดับ และการสกัดผลตะไคร้ต้นสดปริมาณ 300 กรัม ที่เวลา 1 , 2 และ 3 ชั่วโมงให้ % yield คือ 0.26 , 0.55 และ 1.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองที่ได้ขั้นต้นจะเห็นว่า เมื่อใช้เวลาในการสกัดสารตัวอย่างเพิ่มขึ้นจะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้นทั้งการสกัดด้วยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายและกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อม แต่พบว่า % yield ที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สูงกว่า การสกัดด้วยไอน้ำโดยอ้อมถึง 3 – 5 เท่า และอัตราการเพิ่มโดยประมาณของ % yield ต่อเวลาการสกัด 1 ชั่วโมง ของการสกัดด้วยไอน้ำอย่างง่ายมีค่าประมาณ 1 % ต่อ 1 ชั่วโมง ของการสกัด และในการสกัดด้วยไอน้ำโดยอ้อม มีค่าประมาณ 0.4 % ต่อ 1 ชั่วโมง ของการสกัด ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของการสกัดผลตะไคร้ต้น จาก 200 กรัม เป็น 300 กรัม ในการสกัดด้วยไอน้ำทั้ง 2 วิธี พบว่า % yield ให้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก

จากผลการทดลองดังกล่าว จะเห็นว่าสาเหตุที่ทำให้การสกัดด้วยไอน้ำอย่างง่ายให้ % yield ที่สูงกว่านั้นเนื่องมาจากการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายเป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ภาชนะที่บรรจุสารตัวอย่างที่แช่อยู่ในน้ำ ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นโดยตรงจึงสามารถทำให้เกิดไอน้ำออกมาได้ในปริมาณที่สูง นั่นคือ สามารถพาเอาน้ำมันหอมระเหยออกมาในปริมาณที่มากขึ้นด้วย ส่วนการสกัดด้วยไอน้ำโดยอ้อมจะมีการสร้างไอน้ำขึ้นในภาชนะหนึ่งแล้วผ่านไอน้ำที่ได้ไปยังอีกภาชนะหนึ่งที่บรรจุตัวอย่างสาร ซึ่งวิธีนี้ให้ % yield ของน้ำมันต่ำกว่า การกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่าย เป็นเพราะไอน้ำที่ผ่านเข้ามาที่ตัวอย่างสารมีปริมาณต่ำเนื่องจากไอน้ำที่สร้างขึ้น เกิด

การควบแน่นบางส่วนก่อนที่จะเดินทางมาถึงภาชนะที่บรรจุสารตัวอย่างทำให้การสกัดน้ำมันหอมระเหยทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร

จากรูป 3.1 และ 3.2 พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายจะมีสีเข้มกว่าการกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อมเล็กน้อย อาจเป็นผลมาจากการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายเป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่สารตัวอย่าง ดังนั้นสารประกอบบางชนิดในน้ำมันหอมระเหยอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารประกอบที่มีสีเข้มขึ้นได้

ดังนั้นในการสกัดผลสดตะไคร้ต้น ถ้าใช้การกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายแล้วจะได้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมากกว่า อัตราการเพิ่มของ % yield ต่อชั่วโมงสูงกว่า ประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าในแง่ของพลังงาน อุปกรณ์ และความยุ่งยากในการติดตั้งเครื่องมือ เมื่อเทียบกับการกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อม แต่วิธีกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อมนี้มีจุดเด่นที่ใช้ไอน้ำสัมผัสกับสารตัวอย่างโดยที่ไม่ได้ให้ความร้อนโดยตรง ดังนั้นจึงเหมาะกับองค์ประกอบบางชนิดที่สลายตัวได้ด้วยความร้อนได้ง่าย นอกจากนั้นยังมีข้อดีในแง่ของความจำเพาะเจาะจงสูง คือ สามารถกลั่นเอาเฉพาะองค์ประกอบที่ระเหยได้ง่ายออกมาในขณะที่องค์ประกอบที่ระเหยยากยังคงอยู่ในสารตัวอย่าง

จากผลการทดลองในตาราง 3.2 ซึ่งเป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยจาผลแห้งของตะไคร้ต้น โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่าย โดยใช้ผลตะไคร้ต้น 200 และ 300 กรัม และทำการเปลี่ยนแปลงเวลาในการสกัดเป็น 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่า การสกัดผลแห้งตะไคร้ต้นปริมาณ 200 กรัม ให้ % yield คือ 1.48 , 1.88 และ 2.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การสกัดผลแห้งตะไคร้ต้นปริมาณ 300 กรัม ให้ % yield คือ 1.32 ,1.94 และ 2.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองในตาราง 3.4 เป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผลแห้งของตะไคร้ต้นโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อมโดยใช้ผลตะไคร้ต้น 200 และ 300 กรัม ที่เวลา 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่า เมื่อใช้ ผลตะไคร้ต้น 200 กรัม ให้ % yield คือ 0.81 , 0.98 และ 1.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การสกัดผลแห้งของตะไคร้ต้น 200 กรัม ให้ % yield คือ 0.77 ,1.03 และ 1.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

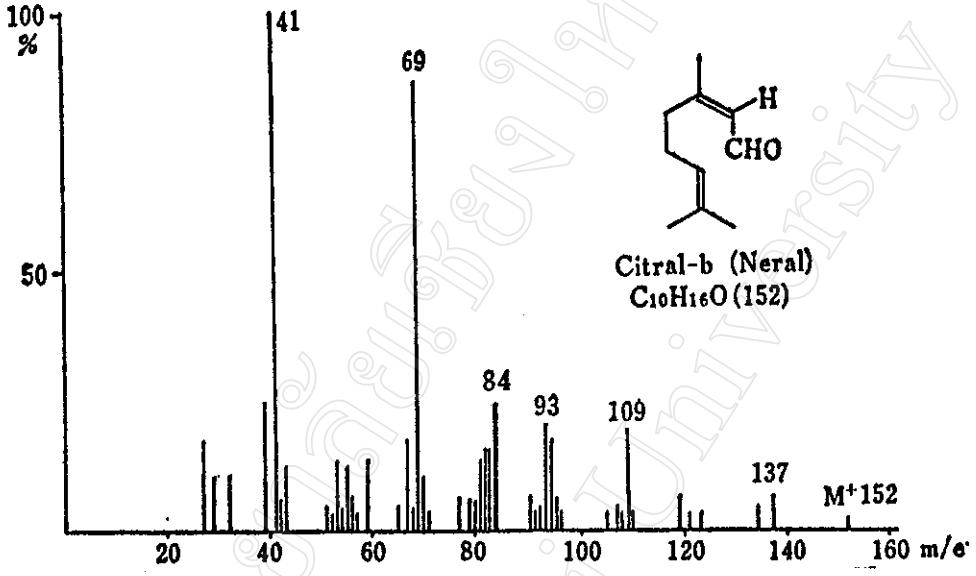
ในส่วนของเวลาที่ใช้ในการสกัดทั้ง 2 วิธี นั้นพบว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้น จะได้ % yield ของน้ำมันหอมระเหยมากขึ้นและพบว่าการสกัดด้วยไอน้ำอย่างง่ายจะให้ % yield ที่สูงกว่า การกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อม ประมาณ 1.2 – 1.9 เท่า ส่วนอัตราการเพิ่มของน้ำมันหอมระเหยโดยการสกัดทั้ง 2 วิธี ต่อชั่วโมงของการสกัดให้อัตราในการเพิ่มที่ใกล้เคียงกัน

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลแห้งตะไคร้ต้น จาก 200 กรัม เป็น 300 กรัมในการสกัดทั้งสองวิธี พบว่า ให้ % yield ใกล้เคียงกัน จากผลการทดลองที่ได้ดังกล่าว พบว่า % yield ของการสกัดด้วยไอน้ำอย่างง่ายมีค่าสูงกว่าการกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อม ที่เป็นเช่นนั้นเหตุผลเช่นเดียวกันกับการสกัดผลสดตะไคร้ต้น ในผลแห้งตะไคร้ต้น ให้ความแตกต่าง % yield ประมาณ 1.2-1.9 เท่า ในขณะที่ผลสดของตะไคร้จะอยู่ในช่วง 3 – 5 เท่า ซึ่งอาจจะอธิบายได้ว่าในผลสดตะไคร้ต้นมีน้ำ

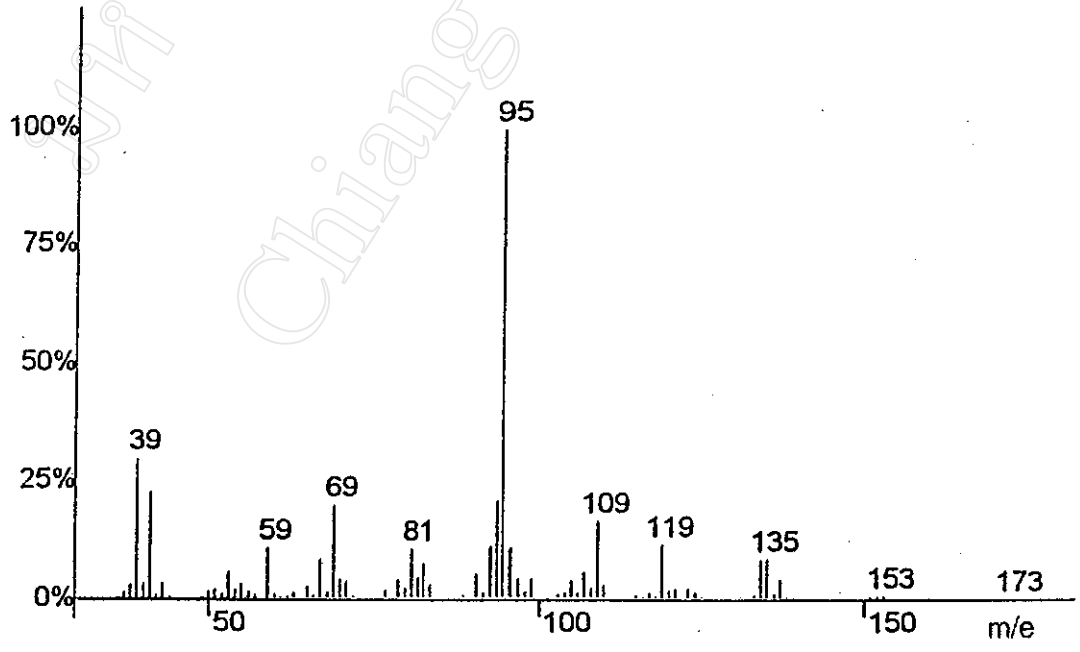
มันหอมระเหยที่มีจุดเดือดต่ำๆ อยู่มาก ดังนั้นการสกัดด้วยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายซึ่งมีอุณหภูมิสูง และให้ไอน้ำออกมาปริมาณมาก จึงสกัดน้ำมันออกมาได้ปริมาณมากกว่าการสกัดด้วยไอน้ำโดยอ้อม ในขณะที่ผลแห้งของตะไคร้ต้นนั้น จากการตากแห้งทำให้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยบางส่วนที่มีจุดเดือดต่ำๆ ระเหยออกไปได้บางส่วน ดังนั้นจึงเหลือแต่องค์ประกอบที่มีจุดเดือดสูง ทำให้การสกัดทั้งสองวิธีให้ % yield ที่แตกต่างกันไม่มากนัก จากรูป 3.3 และ 3.4 สีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายและกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อม ให้สีเข้มไม่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองในตาราง 3.5 ซึ่งเป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรีด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายโดยใช้เครื่องมือกลั่น Clavage โดยใช้ปริมาณโรสแมรีในการกลั่น 100 กรัม และได้ทำการเปลี่ยนแปลงเวลาในการกลั่นเป็น 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่าให้ % yield คือ 0.29 , 0.30 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้น้ำมันมีสีค่อนข้างใสและไม่แตกต่างกันในการใช้เวลาสกัดที่ต่างกัน จาก % yield ของน้ำมันที่สกัดได้ จะเห็นว่าที่ระยะเวลาที่แตกต่างกันให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่แตกต่างกัน และในการทดลองได้ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องมือตามรูป 3.1 แล้วพบว่าน้ำมันที่สกัดได้ซึ่งมีน้อยมากจะติดอยู่ตาม condenser ของเครื่องมือกลั่นทำให้ไม่สามารถที่จะวัดปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นออกมาได้ ดังนั้น เพื่อความเหมาะสมในการสกัดพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยปริมาณน้อยจึงทดลองเปลี่ยนเครื่องมือมาใช้ แบบ Clavage ในการใช้สกัด ดังรูป 3.3 จึงสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมาแล้วสามารถวัดปริมาณได้ และเมื่อทดลองเปลี่ยนวิธีกลั่นเป็นกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อม พบว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีน้อยมาก จนไม่สามารถที่จะหาปริมาณได้

จากการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากผลสดของตะไคร้ต้นโดยการกลั่นไอน้ำอย่างง่าย โดยใช้เทคนิคทางแก๊สโครมาโทกราฟีและแมสสเปกโทรเมตรี ได้โครมาโทแกรมดังรูป 3.6 ซึ่งมีสารที่บอกชนิดได้ 10 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบพวก เทอร์ปีน ซึ่งได้แก่พวกโมโนเทอร์ปีน ได้นำแมสสเปกตรัมมาแสดงดังรูป 3.7 – 3.16 จะเห็นว่า % relative จากตาราง 3.6 จะเห็นว่าองค์ประกอบหลักๆ ที่พบในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น คือ β - phellandrene, limonene และ geranial (citral a) ซึ่งปรากฏในพีคหมายเลข 2 , 5 และ 10 ซึ่ง limonene และ geranial เป็นองค์ประกอบหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด เช่น ใน lemongrass oil lemon oil และ lime oil[12 ,13] ส่วนในพีคหมายเลข 9 จะพบว่าให้ % relative มากกว่าทุกองค์ประกอบ แต่จากแมสสเปกตรัมไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าเป็นสารใด แต่งานวิจัยของกรมป่าไม้[14] และ สสี ปันยารชุน และ ปราณี นันทศรี[15] ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากตะไคร้ต้น พบองค์ประกอบหลักคือ geranial (citral a) และ neral (citral b) และให้ GC chromatrogram เป็นพีคคู่กัน และมี % relative ใกล้เคียงกัน แต่จากงานวิจัยนี้ก็ให้พีคที่ขึ้นคู่กัน และมี % relative ใกล้เคียงกันที่เวลา retention time เท่ากับ 11.50 และ 12.02 ซึ่งจากแมสสเปกตรัมที่ได้เทียบกับสเปกตรัมมาตรฐาน พบว่า แมสสเปกตรัมของพีคที่เวลา retention time



รูป 4.1 Mass spectrum มาตรฐาน ของ Citral b (Neral)[17]

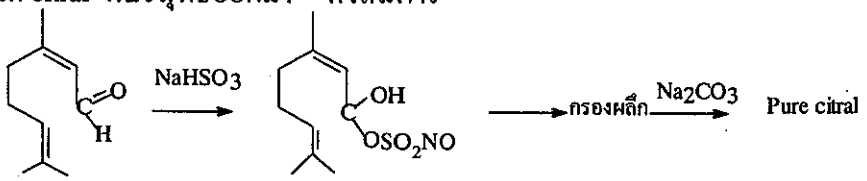


รูป 4.2 Mass spectrum ของพีกหมายเลข 9 จาก GC chromatogram ของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้น

เท่ากับ 12.02 น่าจะเป็น citral a และ สเปกตรัมของพีคที่เวลา 11.50 ไม่น่าจะเป็นสเปกตรัมของ citral b เมื่อเทียบกับสเปกตรัมมาตรฐาน (จากรูป 4.1 และ 4.2) เนื่องจากแมสสเปกตรัมไม่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นสเปกตรัมนี้จึงเป็นสเปกตรัมที่น่าสนใจเนื่องจากมี % relative ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงควรนำไปแยกให้บริสุทธิ์และทดสอบหาโครงสร้างด้วยวิธีทางสเปกโทรสโคปี ต่อไป

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ จากโรสแมรีโดยการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่าย โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและแมสสเปกโทรเมตรี ซึ่งจากการวิเคราะห์ได้โครมาโทแกรมดังรูป 3.17 ซึ่งมีสารที่สามารถบอกชนิดได้ 10 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบพวก โมโนเทอร์ปีน ซึ่งได้นำแมสสเปกตรัมมาแสดงดังรูป 3.18 – 3.28 และจากตาราง 3.7 จะเห็นว่าองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหย คือ α - pinene และ borneol ซึ่งมี % relative ถึง 27.04 และ 15.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบปริมาณขององค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี ที่ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทยกับ น้ำมันหอมระเหยของโรสแมรีที่ปลูกในประเทศฮังการี[18] สเปน[19] โมร็อคโคและฝรั่งเศส[20] มีองค์ประกอบที่เป็น α - pinene สูงที่สุด เช่นกัน

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเพียงว่าวิธีการใดระหว่างการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่ายและการกลั่นด้วยไอน้ำโดยอ้อมให้ % yield ของน้ำมันหอมระเหยมากกว่ากัน และทราบถึงองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยของพืชทั้ง 2 ชนิด ในขั้นต่อไปน่าจะมีการนำน้ำมันหอมระเหยไปแยก fraction ต่อโดย column chromatography เพื่อจะนำส่วนที่บริสุทธิ์ที่แยกได้ไปศึกษาชนิดของสารประกอบ และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และจากการทดลองจะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้นมี %yield ค่อนข้างมากและมีองค์ประกอบที่น่าสนใจคือ citral ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม เครื่องสำอาง และน้ำยาฆ่าเชื้อ และยังนำ citral ไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตวิตตามิน เอ ionone และmethyl ionone ซึ่ง citral ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมพวกนี้ส่วนใหญ่ได้มาจากการสังเคราะห์จากปฏิกิริยาของ acetone กับ acethylene ที่ไม่นิยมใช้ citral ที่ได้มาจากธรรมชาติเพราะ citral จากธรรมชาติจะมีการเจือปนของ methyl heptenone ทำให้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอมเพราะกลิ่นของน้ำหอมจะขาดความสดชื่น แต่เราก็สามารถที่จะทำให้ citral ที่มาจากธรรมชาติบริสุทธิ์ได้โดยทำปฏิกิริยา addition โดย โซเดียมไบซัลไฟต์ แล้ว hydrolize จะได้ citral ที่บริสุทธิ์ออกมา[22] ดังสมการ



Citral Crystalline product

การทดลองจะเห็นว่าปริมาณ citral ในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้นมีค่อนข้างมากน่าจะนำ citral ในน้ำมันหอมระเหยมาศึกษาวิธีการทำให้บริสุทธิ์ปราศจากการเจือปนของสารอื่น