บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ว่านนางคำ ลักษณะและการปลูกว่านนางคำ

ว่านนางคำ หรือ *Curcuma aromatica* Salisb. จัดอยู่ในสกุล Curcuma มีลักษณะเป็นพืชล้มลุก มีอายุหลายปี ว่านนางคำยังจัดอยู่ในวงศ์ขิง (*Zingiberaceae*) ซึ่งมีลำต้นใต้ดินแบบ rhizome (สมภพ, 2548) ซึ่งเป็นลำต้นใต้ดินที่มักขนานไปกับผิวดิน มีข้อและปล้องสั้นๆ ตามข้อมีใบเกล็ดสีน้ำตาลไม่มีคลอโรฟิลล์หุ้มตาไว้ ตาสามารถเจริญเป็นลำต้นใต้ดินหรือลำต้นเทียมและใบชูขึ้นเหนือดิน มีรากงอกลงดิน ลำต้นชนิดนี้มักเรียกว่า แง่ง หรือเหง้า เช่น ขิง ข่า ขมิ้น มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยจะใช้ส่วนแง่งเป็นส่วนปลูก ว่านนางคำ มีลำต้นใต้ดินแบบสะสมอาหาร เรียกว่าเหง้าหรือหัวแบบ rhizome มีเนื้อในหัวสีเหลือง และมีกลิ่นหอมเย็นเฉพาะตัว ลักษณะของใบจัดเป็นใบเดี่ยว มีประมาณ 5-7 ใบ ใบรูปหอกมีความกว้างตั้งแต่ 10-14 เซนติเมตร มีความยาวใบ 40-70 เซนติเมตร ปลายใบมีลักษณะเรียวแหลม ท้องใบมีขน ลักษณะดอกเป็นดอกเชิงลด (Anonymous, 2007)

2.2 สภาพแวดล้อมในการปลูกว่านนางคำ

พื้นที่ที่เหมาะสมในการเพาะปลูกจะเป็นพื้นที่ดอนมีลักษณะภูมิอากาศกึ่งร้อนชื้น ว่านนางคำจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 1300 เมตร ในบางพื้นที่อาจปลูกกลางแจ้ง หรือบางพื้นที่ปลูกภายใต้สภาพการพรางแสง ว่านนางคำสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน (loam) ที่มีอินทรียวัตถุสูงและความชื้นพอเหมาะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินอยู่ที่ 6-7 (Anonymous, nd)

2.3 อิทธิพลของแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชบางชนิด

ปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของพืชก็คือแสง เพราะแสงเป็นแหล่งของพลังงาน ที่พืชนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช (เฉลิมพล, 2535) การศึกษาในเรื่องของปัจจัยแวดล้อมโดยเฉพาะแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตว่านนางคำยังไม่ปรากฏ ส่วนใหญ่แล้วจะพบการศึกษาในพืชสมุนไพรวงศ์เดียวกันมากกว่า คือวงศ์ *Zingiberaceae* ซึ่งเป็นพืชสกุลใหญ่ประกอบด้วยพืชมากกว่า 50 ตระกูล และส่วนใหญ่จัดเป็นพืชสมุนไพรที่สำคัญ ด้วยความหลากหลายของสายพันธุ์ทำให้พืชแต่ละชนิด

ต้องการปริมาณความเข้มแสงที่แตกต่างกันออกไป เช่น การศึกษาในขิง (ginger) โดยศึกษาผลของร่มเงาที่มีต่อการดูดแร่ธาตุอาหารและการสะสมน้ำหนักของขิง 6 ชนิด โดยทำการปลูกขิงภายใต้ความเข้มแสงต่างกัน พบว่า ความเข้มแสงสูงจะยับยั้งขบวนการดูดแร่ธาตุอาหาร โดยตัวชี้วัดคืออัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (George, 1998 อ้างโดย ศิวพร, 2546) ส่วน Jayachandran et al. (1998) ได้ศึกษาผลของการพรางแสงกับการปลูกขิงโดยใช้ใบมะพร้าวภายใต้สภาพการพรางแสง 0, 25, 45, 50 และ 55% พบว่า การพรางแสง 25% จะทำให้ขิงมีผลผลิตสูงกว่าการปลูกในสภาพกลางแจ้งถึง 11-27% และการปลูกภายใต้สภาพการพรางแสง 50% จะให้ผลผลิตสูงที่สุด นอกจากขิงแล้วยังมีการศึกษาใน ขมิ้นชัน กระชายดำ ขิงญี่ปุ่น เป็นต้น ซึ่งพบว่าแสงก็มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเช่นกัน ดังรายงานของ Akamine et. al (1995) ซึ่งได้ทำการปลูก ขมิ้นชัน (*C. longa* L.) ในสภาพที่มีแสงแตกต่างกันคือ ให้แสง 100, 43, 30 และ 22% มีผลทำให้ความสูงต้น จำนวนหน่อแขนง และจำนวนใบแตกต่างกัน พบว่า ถ้าขมิ้นชันได้รับแสงน้อย จะทำให้ต้นสูงขึ้นแต่จำนวนหน่อแขนงลดลง โดยถ้าได้รับแสง 22% จะมีผลทำให้มีการสร้างหน่อแขนงต่ำที่สุด แต่ถ้าได้รับแสง 100% หรือ 43% จะทำให้ขมิ้นชันมีการสร้างหน่อแขนงสูงสุด ส่วนการได้รับแสงอย่างเต็มที่ 100% จะทำให้ขมิ้นชันมีจำนวนใบต่ำที่สุดและส่งผลถึงปริมาณผลผลิตด้วยโดยพบว่า น้ำหนักแห้งของต้นเหง้า และ รากของขมิ้นชันที่ได้รับแสง 100% จะต่ำที่สุด ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับแสง 22, 30 และ 43% พบว่าน้ำหนักแห้งต้น เหง้า และรากของขมิ้นชันสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติทำให้ขมิ้นชันมีผลผลิตเหง้าสูงสุด เมื่อปลูกในที่มีแสง 22-43% นอกจากในขมิ้นชันแล้วปริมาณแสงยังมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านลำต้นของขิงญี่ปุ่น (*Zingiber mioga*) อีกด้วย (Lin, 1994) โดยพบว่า การปลูกขิงญี่ปุ่นภายใต้การให้แสงในปริมาณที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความสูงต้น จำนวนใบ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหน่อ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือถ้าปลูกในสภาพกลางแจ้งได้รับแสง 100% มีผลทำให้ความสูงต้น จำนวนใบ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหน่อต่ำที่สุด คือ 68.2 เซนติเมตร 14.7 ใบต่อต้น และ 2.75 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อปลูกในสภาพที่มีการลดปริมาณแสงคือ ได้รับแสงน้อยลงจะมีผลทำให้ความสูงต้น จำนวนใบ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหน่อสูงขึ้นและสูงมากที่สุดเมื่อได้รับแสง 40-50% โดยมีความสูงต้น 76.6 เซนติเมตร จำนวนใบ 18.5 ใบต่อต้น และเส้นผ่าศูนย์กลางของหน่อ 2.87 เซนติเมตร ส่วนผลผลิตของขิงญี่ปุ่นนั้นพบว่า เมื่อได้รับแสงที่ระดับ 40-50% จะส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตสูงสุด 837.5 กิโลกรัม/0.1 ha ซึ่งแตกต่างจากการได้รับแสง 60-70% ที่มีปริมาณผลผลิต 762.7 กิโลกรัม/ 0.1 ha ส่วนขิงญี่ปุ่นที่ปลูกกลางแจ้งได้รับแสง 100% ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 693.1 กิโลกรัม/0.1 ha ทั้งนี้ยังพบว่าการให้แสงในระดับที่แตกต่างกันนั้นยังมีผลต่อผลผลิตและปริมาณน้ำมันหอมระเหยในกระชายดำอีกด้วย

ดังงานทดลองของ ศิวพร (2546) ได้ทำการปลูกกระชายดำภายใต้การให้แสงในระดับที่ต่างกัน พบว่า การได้รับแสง 30% จะให้ค่าการเจริญเติบโตสูงสุดและให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงสุด ไม่ว่าจะเป็นจำนวนหัวต่อกอ (17.6 หัว) น้ำหนักสดต่อกอ (85.05 กรัม) และ ผลผลิตต่อไร่ (1512.01 กิโลกรัม) โดยมีค่าไม่แตกต่างกับการได้รับแสง 50% นอกจากนี้การได้รับแสง 30% ส่งผลทำให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงสุดคือ 468.72 มิลลิลิตร/ไร่ และยังพบว่า กระชายดำที่ปลูกในสภาพที่มีแสง 30 และ 50% จะให้ ผลผลิต/ไร่สูงสุด คือ 1512.015 กิโลกรัม/ไร่ 1507.043 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ส่วนกระชายดำที่ปลูกในสภาพแสงจัด 100% จะให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ

2.4 น้ำมันหอมระเหยในพืช

น้ำมันหอมระเหย (volatile oil หรือ essential oil) เป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบสลับซับซ้อน พบได้ในเซลล์พิเศษ ต่อมหรือท่อ (ธวัชชัย, 2551) น้ำมันหอมระเหยได้จากการสกัดน้ำมันที่พืชสร้างขึ้นโดยเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่นเมล็ด ใบ ผล เปลือก ลำต้น หรือรากและเหง้า เป็นต้น (อุดมลักษณ์, 2534) ลักษณะทั่วไป จะเป็นของเหลว ใส ไม่มีสีหรือมีสีอ่อน มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ น้ำมันหอมระเหยอาจเบากว่าน้ำหรือหนักกว่าน้ำก็ได้ (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2542) สามารถระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ เมื่อได้รับความร้อนน้ำมันจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในพืชสมุนไพรแต่ละชนิด (สิริลักษณ์, 2545) น้ำมันหอมระเหยจะมีจุดเดือดอยู่ในช่วง 150-300 องศาเซลเซียส สามารถแยกออกจากพืชโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ เมื่อกลั่นใหม่ๆ จะมีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี แต่เมื่อทิ้งไว้จะเกิดการออกซิไดซ์ (Oxidize) จะทำให้สีคล้ำลง

น้ำมันหอมระเหยในพืชวงศ์ ขิง จะพบในเซลล์น้ำมัน (oil cells) ในวงศ์กระเพรา พบใน glandular trichomes ในเปลือกส้มพบในช่องเก็บน้ำมัน (secretory cavities) กลุ่มต้นผักชีและเบญจมาศ พบสะสมอยู่ในท่อเก็บน้ำมัน (Secretory canals) (สุธาทิพ, 2541) พืชที่ให้น้ำมันหอมระเหยมีกระจายอยู่ในวงศ์พืชต่างๆ ไม่เกิน 60 วงศ์ ที่สำคัญได้แก่ Labiatae (มินต์) Rutaceae (ส้ม) Zingiberaceae (ขิง) Gramineae (ตะไคร้)

น้ำมันหอมระเหยมีสารประกอบหรือองค์ประกอบหลายชนิดที่มีประโยชน์ สามารถทำปฏิกิริยาและมีผลโดยตรงต่ออวัยวะหรือระบบต่างๆ ของร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นระบบเลือด ระบบย่อยอาหาร ระบบประสาท ระบบหายใจ ผิวหนัง และกล้ามเนื้อ โมเลกุลของกลิ่นหอมจะไปกระตุ้นเซลล์ประสาทรับความรู้สึกที่อยู่ในโพรงจมูก ทำให้เกิดกระแสประสาทวิ่งไปยังศูนย์รับรู้กลิ่นในสมอง แล้วผ่านไปยังส่วนของสมองที่เรียกว่า ลิมบิกซิสเต็ม (limbic system) ซึ่งเป็นศูนย์ควบคุมการ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

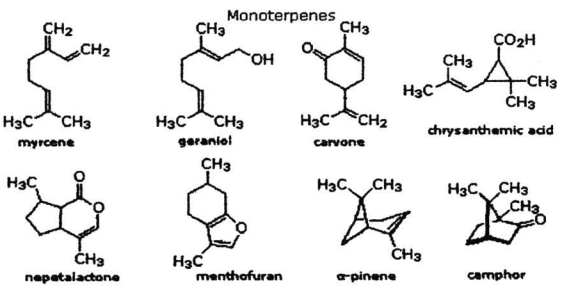
เรียนรู้ ความจำ อารมณ์ และความหิว กลิ่นที่เข้ามากระตุ้นลิมบิกซิสเต็ม จะทำให้สมองปล่อยสาร เอนดอร์ฟิน (endorphins) เอนเซปฟาลีน (encephaline) และเซโรโทนิน (serotonin) ออกมา เอนดอร์ฟินจะช่วยลดความเจ็บปวด เอนเซปฟาลีนจะส่งเสริมให้มีอารมณ์ดี และเซโรโทนิน จะช่วยให้สงบเยือกเย็น และผ่อนคลาย (นงนุช, 2551) พืชในสกุล Curcuma นี้ โดยส่วนมากถูกนำมาใช้ในทางการแพทย์แผนโบราณ เป็นที่นิยมในประเทศ อินเดีย จีน ญี่ปุ่น และ ประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และ ได้มีการนำเอาเหง้า มาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยไปใช้ประโยชน์อย่างมากมาย เช่น การใช้ปรุงแต่งสี กลิ่น และ รสอาหาร ใช้ทำผลิตภัณฑ์เวชสำอาง น้ำหอม อีกทั้งยังนำมาใช้ในการบำบัดรักษาโรคต่างๆ นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยยังถูกนำไปใช้ในธุรกิจสปา ช่วยในการบำบัดรักษาโรคหรือที่เรียกว่า สุวคนธบำบัด (aromatherapy) เช่น น้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันจะช่วยในการหลั่งน้ำย่อย ช่วยขับน้ำดี ลดการบีบตัวของลำไส้ เป็นต้น (สุธาทิพ, 2541) จึงได้มีการศึกษาถึงปริมาณและชนิดของสารประกอบเคมี ในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุล Curcuma บางชนิด พบว่า ชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยนั้นจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยและสารประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันออกไป อีกทั้งแหล่งที่มาของสายพันธุ์ที่ต่างกันก็มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยและชนิดสารประกอบเคมีด้วย ดังงานทดลองของ Neetiyath et al. (2002) ซึ่งได้ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากส่วนต่างๆ ของขมิ้นชัน *(Curcuma longa L.)* ซึ่งได้แก่ส่วนของ ใบ ดอก ราก และเหง้า (rhizome) โดยนำมาสกัดด้วยวิธี hydrodistilled ที่อุณหภูมิ 100 องซาเซลเซียส พบว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้มีปริมาณที่แตกต่างกัน ปริมาณน้ำมันที่ได้จากส่วนของดอกและใบจะมีปริมาณต่ำ คือ 0.3 และ 1.3% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันที่ได้จากส่วนของ รากและเหง้า คือ 4.3 และ 3.8% ตามลำดับ นอกจากนั้นยังมีรายงานในขมิ้นขาว (*Curcuma amada* Roxb.) อีกด้วยโดยพบว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยในใบของขมิ้นขาวจะมีอยู่ประมาณ 0.8% ซึ่งสูงกว่าน้ำมันหอมระเหยในส่วนหัวสดซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 0.16% (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) และยังได้มีการศึกษาพบว่า แหล่งที่มาของสายต้น ก็มีผลต่อปริมาณของน้ำมันหอมระเหยด้วย ดังที่ Mathai (1976) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจาก หัวสด (fresh rhizome) ของขมิ้นชัน และ ว่านนางคำสายต้นต่างๆ ที่รวบรวมได้จากแหล่งปลูกต่างๆ ในประเทศอินเดีย พบว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากสายต้นที่ต่างกันนั้นมีปริมาณที่ต่างกัน คือขมิ้นชันสายต้น CLI316 ที่มีแหล่งที่มาจาก Gorakhpur มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงสุด 5.6 $\pm$ 0.5% ส่วนปริมาณน้ำมันหอมระเหยต่ำจะเป็นขมิ้นชันสายต้น CLL327, B.24 ซึ่งมีปริมาณ 2.4 $\pm$ 0.1% ส่วนในว่านนางคำที่มีแหล่งที่มาต่างกัน ก็มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่แตกต่างกันโดยพบว่า ว่านนางคำจาก Amalapuram จะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูง 5.6 $\pm$ 0.4% ส่วนว่านนางคำจาก G.L. Puram จะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยต่ำ 4.0 $\pm$ 0.1% ใน

ประเทศไทยก็มีรายงานเช่นเดียวกันว่า แหล่งที่มาของเหง้าว่านนางคำที่ต่างกันก็มีผลต่อปริมาณของน้ำมันหอมระเหยเช่นกัน ดังงานทดลองของ Aromdee and Sotharak, (2010) ที่ได้ทดลองสกัดน้ำมันหอมระเหยจากหัวว่านนางคำสดที่ได้จากจังหวัดหนองคาย อุบลราชธานี ราชบุรีและเชียงใหม่ พบว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากว่านนางคำที่นำมาจากจังหวัดอุบลราธานีมีปริมาณสูงสุด 0.96% ขณะที่ว่านนางคำที่นำมาจากจังหวัดเชียงใหม่มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยต่ำที่สุด 0.47%

2.5 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืช

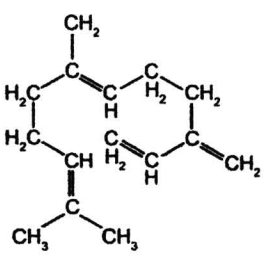
องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย ประกอบด้วยสารสำคัญ 2 กลุ่ม คือ เทอปีน (terpenes) และ ฟีนีลโพรปานอยด์ (phenyl propanoids) สารเทอปีนที่พบมากในน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) เป็นพวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำซึ่งมีทั้งที่เป็นชนิด โมโนเทอร์ปีน (monoterpenes, C-10) (ภาพที่ 1) และสารกลุ่มเสสควิเทอร์ปีน (sesquiterpenes, C-15) เช่น β-bisabolene, β-caryophyllene สารกลุ่มโมโนเทอร์ปีนและเสสควิเทอร์ปีน จัดว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของน้ำมันหอมระเหยและจะระเหยออกมาได้พร้อมไอน้ำ (พรรณีกา, 2539) เนื่องจากสารกลุ่มนี้มีจุดเดือดสูง เมื่อกลั่นด้วยไอน้ำ น้ำมันหอมระเหยจะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ สารเทอร์ปีนไฮโดรคาร์บอนมีผลต่อรสชาติและกลิ่นของน้ำมันระเหยเล็กน้อย แต่ในรูปของอนุพันธ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจัดเป็นสารที่ให้กลิ่นที่สำคัญ ซึ่งเรียกว่ากลุ่ม ฟีนีลโพรปานอยด์ (C_6-C_{10}) ได้แก่ alcohols, phenols, aldehydes, ketone, ester, ether และ peroxide (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) พบได้น้อยกว่าสารกลุ่มเทอร์ปีน สำหรับว่านนางคำได้มีการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย ดังเช่นการศึกษาของ Behura et al. (2002) พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากส่วนของใบว่านนางคำมีองค์ประกอบทางเคมี คือ α-pinene 4.77%, β-pinene 3.70%, sabinene 0.68%, myrcene 0.39%, α-phellandrene 1.40%, 1,8-cineole 28.01%, *p*-cymene 1.45%, C_8-aldehyde 2.62%, linalool 7.67%, caryophyllene 2.10%, geraniol 1.28% นอกจากนี้ Ahmed et al. (2008) พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากส่วนเหง้าของว่านนางคำมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ 1,8-cineole 9.3%, camphor 25.6%, germacrone 10.6%, isoborneol 8.2%, camphene 7.4% และยังพบว่า องค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากส่วนใบและเหง้าของว่านนางคำที่ได้จากทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย มีปริมาณสาร camphor 28.5, 32.3% curzerenone 6.2, 11.0% 1,8-cineole 6.05, 5.5% α-turmerone 2.55, 6.3% ตามลำดับ นอกจากนี้ Aromdee and Sotharak (2010) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณองค์ประกอบเคมีในน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากส่วนเหง้าว่านนางคำ พบว่า มีสาร camphor, isoborneol และ borneol (ภาพที่ 3)เช่นเดียวกับ Ahmed et al. (2008)

นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากว่านนางคำต่างแหล่งที่มา คือ หนองคาย อุบลราชธานี มหาสารคาม ราชบุรี และเชียงใหม่ ต่างให้ปริมาณสารประกอบที่แตกต่างกัน โดยพบว่า ว่านนางคำที่ได้จาก จังหวัดหนองคายมีปริมาณสาร camphor 8.69% w/v ซึ่งมากกว่าแหล่งอื่นๆ ส่วน isoborneol และ borneol จะพบมากในว่านนางคำที่ได้จากเชียงใหม่ (1.78% w/v) และ ราชบุรี (1.02% w/v) (Aromdee and Sotharak, 2010)



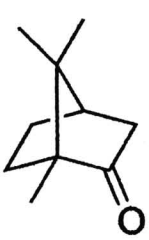
ภาพที่ 1 โครงสร้างของ monoterpenes

ที่มา: Grove (2005)

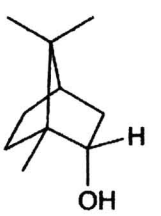


ภาพที่ 2 โครงสร้างของ sesquiterpenes

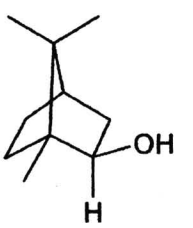
ที่มา : Grove (2005)



โครงสร้างของ camphor



โครงสร้างของ borneol



โครงสร้างของ iso borneol

ภาพที่ 3 โครงสร้างของ camphor, borneol และ iso borneol

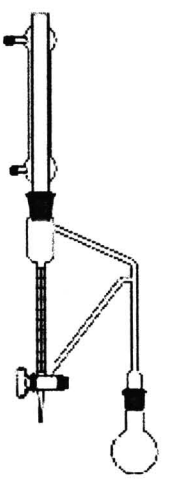
ที่มา: Anonymous (2010)

2.6 การสกัดน้ำมันหอมระเหย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

สำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหย สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. การกลั่นโดยใช้น้ำ (Water distillation)

วิธีนี้สามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับการกลั่น เช่น หม้อกลั่น เครื่องควบแน่น และภาชนะรองรับน้ำมัน วิธีการก็คือ บรรจุพืชที่ต้องการสกัดน้ำมันหอมระเหยลงในหม้อกลั่น เติมน้ำพอท่วม แล้วต้มจนน้ำเดือด เมื่อน้ำเดือดระเหยเป็นไอ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในเนื้อเยื่อของพืชออกมาพร้อมกันเมื่อผ่านเครื่องควบแน่น ไอน้ำและไอของน้ำมันหอมระเหยจะควบแน่นเป็นของเหลว ได้น้ำมันหอมระเหย และน้ำ แยกชั้นจากกันสำหรับการกลั่นพืชปริมาณน้อยๆ ในห้องปฏิบัติการ เราสามารถทำได้ โดยใช้ชุดกลั่นที่ทำจากเครื่องแก้ว เรียกว่า ชุดกลั่นชนิด Clevenger (ภาพที่ 4) ส่วนการกลั่นพืชปริมาณมาก ควรใช้เครื่องกลั่นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น อาจทำด้วยเหล็กสแตนเลส หรือทองแดง โดยอาศัยหลักการเดียวกันการกลั่นโดยใช้น้ำนี้ มีข้อดี คือ เป็นวิธีที่ง่าย อุปกรณ์ในการกลั่น ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ก็มีข้อเสีย คือ ในกรณีที่ต้องกลั่นพืชปริมาณมากๆ ความร้อนที่ให้สู่หม้อกลั่นจะไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งหม้อกลั่น พืชที่อยู่ด้านล่างใกล้กับเตา อาจเกิดการไหม้ได้ ทำให้น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ มีกลิ่นเหม็นไหม้ติดปนมาอีกทั้งการกลั่นโดยวิธีนี้ พืชจะต้องสัมผัสกับน้ำเดือดโดยตรงเป็นเวลานาน ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย เกิดการเปลี่ยนแปลงไปบ้างบางส่วน

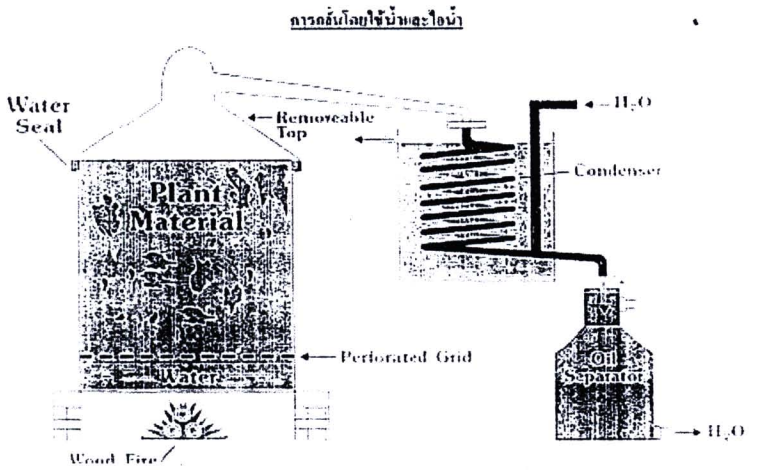


ภาพที่ 4 ชุดกลั่นชนิด Clevenger

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544)

2. การกลั่นโดยไอน้ำ (Steam distillation)

วิธีนี้มีหลักการคล้ายกับการกลั่นโดยใช้น้ำ แต่แตกต่างตรงที่ ภายในหม้อกลั่นจะมีตะแกรงสำหรับวางพืชไว้เหนือระดับน้ำ เมื่อให้ความร้อน โดยเปลวไฟ หรือไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) น้ำภายในหม้อกลั่น จะเดือดกลายเป็นไอ การกลั่นโดยวิธีนี้ พืชที่ใช้กลั่นจะไม่สัมผัสกับความร้อนโดยตรง ทำให้คุณภาพของน้ำมันหอมระเหยดีกว่าวิธีแรก (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การกลั่นโดยใช้น้ำและไอน้ำ

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544)

3. การกลั่นโดยใช้ไอน้ำ (Steam distillation)

การกลั่นโดยวิธีนี้ ก็คล้ายกับวิธีที่ 2 แต่ไม่ต้องเติมน้ำลงในหม้อกลั่น เมื่อบรรจุพืชลงบนตะแกรง แล้วผ่านความร้อนจากไอน้ำที่ได้จากเครื่องกำเนิดไอน้ำ ไอน้ำจะช่วยน้ำมันหอมระเหยในพืช ระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว วิธีนี้มีข้อดี คือ เวลาที่ใช้ในการกลั่นจะสั้นกว่า ปริมาณน้ำมันมีคุณภาพ และปริมาณดีกว่า แต่ไม่เหมาะกับพืชที่มีลักษณะบาง

4. การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Extraction)

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากดอกไม้ที่ไม่สามารถใช้วิธีกลั่นโดยใช้ไอน้ำได้ เนื่องจากองค์ประกอบของสารหอมระเหยในดอกไม้จะสลายตัวเมื่อ ถูกความร้อนสูง ดังนั้นจึงใช้ตัวทำละลาย เช่น เฮกเซน สกัดน้ำมันหอมระเหยออกมา หลังจากนั้นจะระเหยไล่ตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิและความกดดันต่ำก็จะได้หัวน้ำหอมชนิด concrete

5. การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage)

การสกัดโดยใช้ไขมันเป็นวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม มักใช้กับดอกไม้กลีบบาง เช่น มะลิ ซ่อนกลิ่น โดยจะใช้ไขมันประเภทน้ำมันหมูเกลี่ยลงบนถาดไม้ แล้วนำ ดอกไม้มาเกลี่ยทับเป็นชั้นบางๆ จนเต็มถาด ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนดอกไม้ ชุดใหม่ ทำซ้ำประมาณ 7-10 ครั้ง ไขมันจะดูดซับสารหอมไว้เรียกไขมันที่ดูดซับ สารหอมนี้ว่า pomade หลังจากนั้นใช้เอทธานอลละลายสารหอมออกจากไขมัน นำไประเหยไล่ตัวละลายออกที่อุณหภูมิและความกดดันต่ำ จะได้หัวน้ำหอมชนิด concrete เมื่อแยกส่วนที่เป็นไขมันออกโดยการนำมาละลายเอทธานอลแล้ว แช่เย็นเพื่อแยกส่วนที่เป็นไขออก หลังจากระเหยไล่ตัวละลายออกจะได้หัวน้ำหอมชนิด absolute ซึ่งจัดเป็นหัวน้ำหอมชนิดดีและราคาแพงที่สุด

6. วิธีบีบ (Compression)

วิธีนี้มักใช้กับเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว มะกรูด น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีกลิ่นและคุณภาพดี นอกจากนี้ยังมีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากดอกไม้โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว โดยเรียกวิธีนี้ว่า Supercritical carbondioxide fluid extraction ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ เหมาะสำหรับการสกัดสารที่สลายตัวง่ายเมื่อถูกความร้อน แต่สูญเสียค่าใช้จ่ายมาก

2.7 การตรวจคุณลักษณะทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยโดยใช้วิธี Gas chromatography

GC Analysis (Gas Chromatography Analysis) คือกระบวนการตรวจสอบน้ำมันหอมระเหย ในเชิงคุณภาพ และปริมาณ (Qualitative & Quantitative) เพื่อให้ทราบถึงชนิดและปริมาณขององค์ประกอบทางเคมี ที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยที่นำมาทดสอบ

สารจำพวกน้ำมันหอมระเหยในพืชตระกูล *Zingiberaceae.* สามารถวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญได้โดยวิธี Gas chromatography โดยฉีดน้ำมันหอมระเหยปริมาณเพียงเล็กน้อย (~0.1 ml) เข้าไปยังเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (GC) ผลที่ได้จะแสดงในรูปของ Chromatogram (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศ ไทย, 2544)

ส่วนประกอบสำคัญของเครื่อง Gas chromatography (ภาพที่ 6)

Injector คือ ส่วนที่สารผสมตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องมือ และระเหยกลายเป็นไอก่อนที่จะเข้าสู่ column อุณหภูมิที่เหมาะสมของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้ตัวอย่างระเหยได้แต่ต้องไม่ทำให้สารสลายตัว เช่น Split, Splitless injector, On column injector เป็นต้น

Oven คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุ column และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของ column ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับวิธีการที่ต้องการวิเคราะห์สารผสม การควบคุมอุณหภูมิของ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

oven นั้นมี 2 แบบ คือ isothermal จะใช้อุณหภูมิเดียวตลอดการวิเคราะห์ และแบบ temperature program จะสามารถเปลี่ยนอุณหภูมิได้ในระหว่างการวิเคราะห์ มักจะนิยมใช้กับสารผสมที่มีช่วงของจุดเดือดกว้าง ทำให้ chromatogram ที่ได้มี peak shape ไม่ broad และยังช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์

Column unit คือ ส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดในการแยกสาร โดยทั่วไปแล้วคอลัมน์สำหรับแก๊สโครมาโตกราฟีมี 2 ประเภท คือ แพ็คคอลัมน์ และแคปิลารีคอลัมน์ แพ็คคอลัมน์จะมี solid support ซึ่งโดยส่วนใหญ่คือ diatomaceous earth เป็นตัวยึดเฟสอยู่กับที่ มีความยาว 1.5-10 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2-4 มิลลิเมตร ในขณะที่แคปิลารีคอลัมน์มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในน้อยกว่าระดับมิลลิเมตรถึง 10 เท่า และสามารถแบ่งได้ เป็น 2 ชนิด คือ wall-coated open tubular ซึ่งภายในถูกเคลือบไว้ด้วยเฟสอยู่กับที่เป็นของเหลว และ support-coated open tubular ซึ่งผนังภายในถูกเคลือบไว้ด้วยสาร เช่น diatomaceous earth เป็นชั้นบางๆ

Detector คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดสารที่ถูกชะออกมาจากคอลัมน์แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังระบบประมวลผลควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะให้รายละเอียดของโครมาโตแกรม ข้อมูลของพีค (พื้นที่ ความสูง ความกว้าง) เพื่อนำไปใช้คำนวณหาปริมาณสารต่อไป

Detector มีอยู่หลายชนิดดังนี้

1. Flame Ionization Detector (FID) เหมาะสำหรับตรวจวัดสารที่มี C-H bonds ในโมเลกุลหรือที่เรียกว่าเป็นสารอินทรีย์ (Organic compounds)

2. Thermal Conductivity Detector (TCD) มี filament ที่มีการให้กระแสไฟฟ้าคงที่ และจะเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟของ filament ใน reference cell และ sample cell การเปลี่ยนแปลงนี้จะมีความสัมพันธ์กับ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของสารที่ต้องการวิเคราะห์กับค่าสัมประสิทธิ์นำความร้อนของ carrier gas ทำให้ detector ชนิดนี้สามารถตรวจสอบสารได้ทุกชนิดยกเว้นตัวแก๊ส ที่ใช้เป็น carrier gas

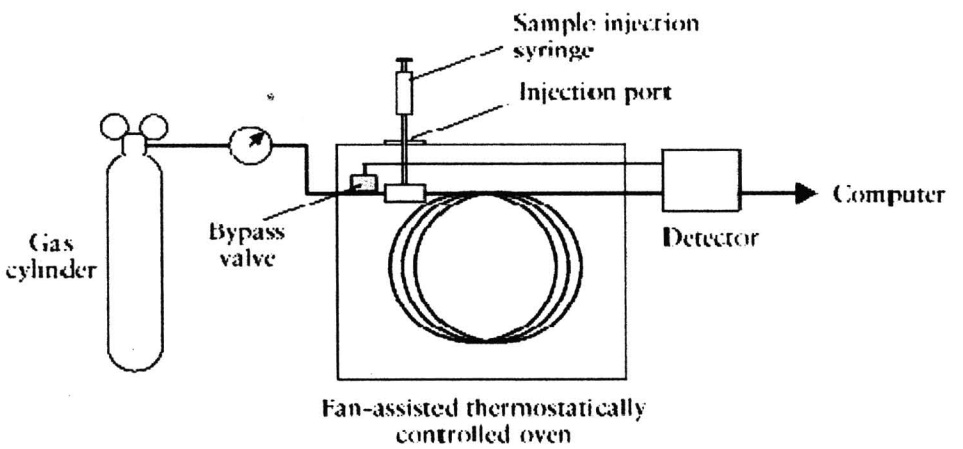
3. Nitrogen Phosphorous Detector (NPD) เป็นเครื่องตรวจวัดที่ใช้ตรวจวัดเฉพาะสารอินทรีย์ที่มี nitrogen หรือ phosphorous เป็นองค์ประกอบ โดยสารตัวอย่างจะถูกเผาใน plasma ที่เกิดจาก rubidium bead ที่ถูกกระตุ้นด้วย hydrogen และ air ทำให้สารที่มี nitrogen หรือ phosphorous กลายเป็นไอออน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 6 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 246566
เลขเรียกหนังสือ

4. Flame Photometric Detector (FPD) สารที่มี sulfur หรือ phosphorous ในองค์ประกอบเมื่อถูกเผาใน hydrogen/air flame จะให้แสงในช่วงคลื่นเฉพาะ แสงนี้จะผ่าน monochromatic filter ไปยัง photomultiplier tube เพื่อทำการตรวจวัด

5. Electron Capture Detector (ECD) เป็น detector เฉพาะที่ใช้วัด electrophilic compounds อย่างเช่น halogens, nitrates และ conjugated carbonyls หลักของ detector นี้คือ 63Ni จะเป็นให้ อิเล็คตรอน เมื่อมีกระแสไฟฟ้า เมื่อสารที่เป็น electrophilic compounds เข้าไปจับกับอิเล็คตรอน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสในการวัด

Recorder, Integrator คือ ระบบบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์



ภาพที่ 6 ส่วนประกอบของเครื่อง gas chromatography
ที่มา: ศูนย์บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ม.ป.ป.)

หลักการของการวิเคราะห์โดยวิธี gas chromatography

Gas Chromatography (GC) เป็นเทคนิคในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอ (Volatile organic compounds) ได้เมื่อถูกความร้อน เทคนิคโครมาโตกราฟีทุกประเภทจะมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน นั่นคือ ทำการแยกองค์ประกอบของสารที่กระจายอยู่ระหว่างเฟสที่ไม่ผสมกันสองเฟสคือเฟสอยู่กับที (stationaryphase) และ เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase)

องค์ประกอบของสารตัวอย่างซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างจากเฟสทั้งสองจะเคลื่อนที่ผ่านด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน เมื่อองค์ประกอบของสารเคลื่อนที่ผ่านออกมาจากระบบจะถูกชะแล้วผ่านไปยังเครื่องตรวจวัดซึ่งจะทำการรายงานผลออกมาในรูปแบบของโครมาโตแกรม

เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไปสิ่งที่ทำให้เทคนิคโครมาโตกราฟีแต่ละเทคนิคมีความแตกต่างกันคือ เฟสเคลื่อนที่ สำหรับแก๊สโครมาโตกราฟีจะมีเฟสเคลื่อนที่เป็นแก๊ส การวิเคราะห์สารด้วยเทคนิค gas chromatography ว่าเป็นสารอะไร มักใช้การเปรียบเทียบค่า retention time ของสารตัวอย่างกับสารมาตรฐาน

retention time หมายถึง เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ผ่านคอลัมน์จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสูงสุดของ peak โดย retention time เป็นคุณสมบัติเฉพาะของสาร และขนาดของ peak อาจเป็นพื้นที่หรือความสูงของ peak สามารถนำไปใช้คำนวณหาปริมาณของสารได้

ในส่วนขององค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืชสกุล Curcuma บางชนิดได้มีการนำเอาน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้นำไปหาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันโดยใช้วิธี gas chromatography (GC) ดังเช่น การทดลองของ Neetiyath et al. (2002) ได้ทำการทดลองในขมิ้นชัน พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากส่วนต่างๆ ของขมิ้นชัน จะก็มีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกันในปริมาณที่ต่างกันด้วย โดยพบว่า มีสารประกอบทางเคมีที่สำคัญอยู่ 32 ชนิด ซึ่งใน ใบ ดอก ราก และเหง้า (rhizome) จะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไป

ข้อดี-ข้อจำกัดของการวิเคราะห์สารด้วยเทคนิค gas chromatography (พรรณทิพย์, 2008)

ข้อดี

แก๊สโครมาโตกราฟีให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สูงความหลากหลายในการเลือกใช้เฟสอยู่กับที่ทำให้มีคุณสมบัติการหน่วงเหนี่ยวสารที่แตกต่างกันส่งผลให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้เป็นจำนวนมาก เครื่องตรวจวัดที่ใช้ในแก๊สโครมาโตกราฟีมีความไวสูง สามารถตรวจวัดสารประกอบได้อย่างถูกต้อง แม่นยำเนื่องจากเฟสเคลื่อนที่เป็น แก๊ส จึงสามารถ ต่อเข้ากับ mass spectrometer ทำให้แก๊สโครมาโตกราฟีกลายเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มสูงมากขึ้น นอกจากนี้แก๊สโครมาโตกราฟียังสามารถใช้ในการวิเคราะห์สารอินทรีย์ปนเปื้อนได้หลายชนิด

ข้อจำกัด

สารตัวอย่างต้องเป็นสารที่ระเหยง่ายเมื่อฉีดเข้าไปในเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ต้องมีความเสถียรไม่เกิดการสลายตัวเมื่อถึงอุณหภูมิที่ทำการระเหย นอกจากนี้แก๊สโครมาโตกราฟียังมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์สารโมเลกุลไม่มีขั้วหรือสารที่มีความเป็นขั้วเพียงเล็กน้อย สามารถแยกแยะโมเลกุลของสารอินทรีย์ได้เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ แต่สามารถทำให้วิเคราะห์สารต่างๆ ได้เพิ่มขึ้นด้วยการทำอนุพันธ์เทคโนโลยีในปัจจุบันปัจจุบันเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีได้รับการพัฒนาทุกๆ ส่วนของ

องค์ประกอบ รวมไปถึงการพัฒนาโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน การวิเคราะห์และการรายงานผลของเครื่องมือ

การประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับด้านการเกษตร (พรรณทิพย์, 2008)

1. การวิเคราะห์สารพวกน้ำมันหอมระเหย

การวิเคราะห์สารประเภทนี้สามารถทำได้หลายเทคนิคแต่แก๊สโครมาโตกราฟีให้ผลที่ดีสะดวกและรวดเร็ว ตัวอย่างของสารที่วิเคราะห์ได้โดยใช้แก๊สโครมาโตกราฟี ได้แก่ น้ำมันจากสะระแหน่ น้ำมันจากมะนาว น้ำมันมะกอก น้ำมันจากพืชวงศ์ขิง เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ยาฆ่าแมลง

การวิเคราะห์และแยกสารพวกยาฆ่าแมลงนิยมใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟีเพราะให้ผลการวิเคราะห์ที่ดี มีความถูกต้องสูงโดยเฉพาะยาฆ่าแมลงที่มีสารประกอบพวก halogenated, chlorinated และ organophosphate เป็นส่วนประกอบ