บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำมันหอมระเหย

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของน้ำมันหอมระเหย

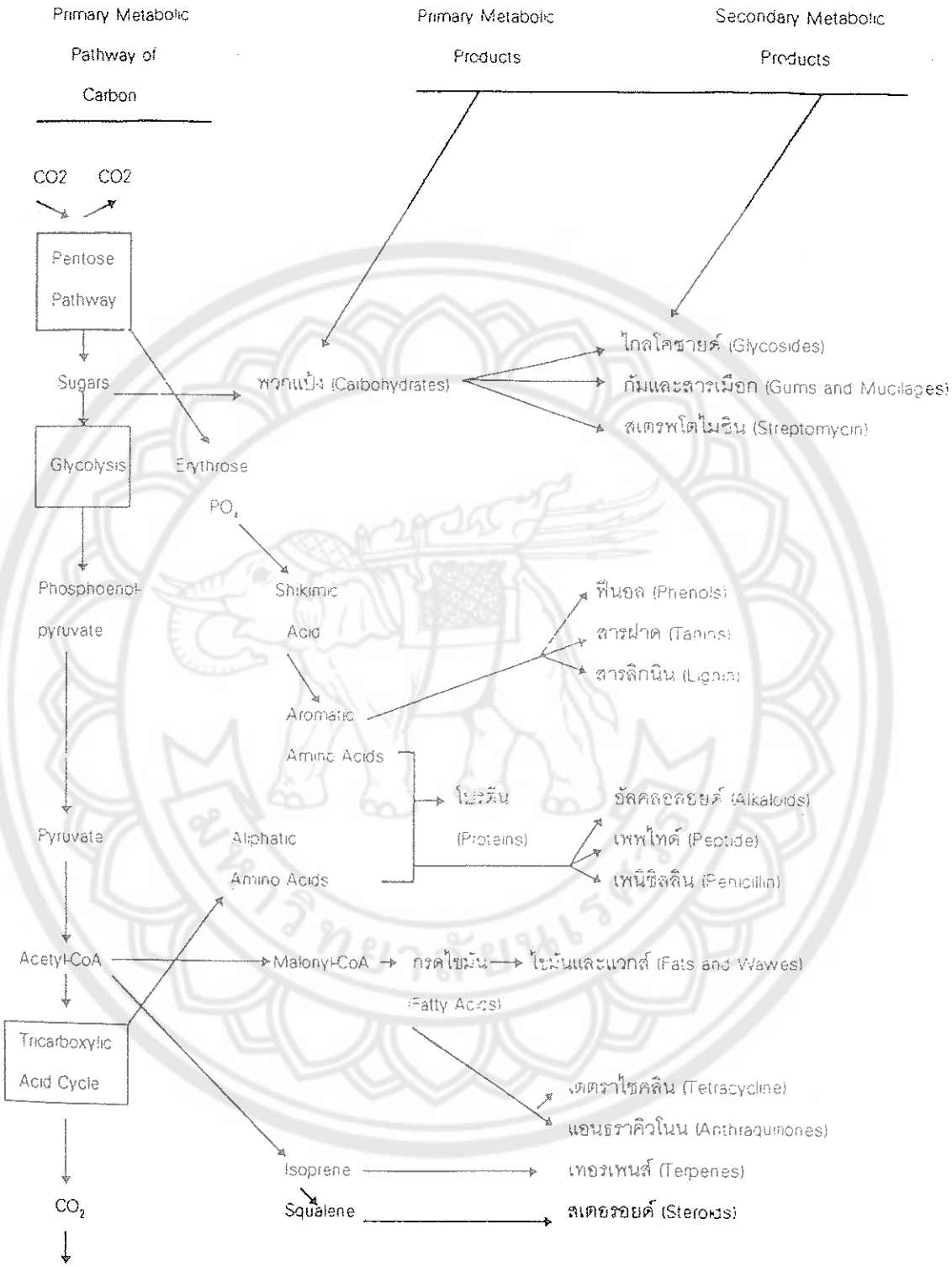
น้ำมันหอมระเหยเป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่เกิดจากสารประกอบทางเคมีพวก secondary metabolite พบแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดคาดหมายว่าเกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ (Biosynthesis) ที่มีเอนไซม์เข้าร่วมทำปฏิกิริยาเคมีด้วย ตามภาพที่ 1[131] น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติเด่นชัด คือ มีกลิ่นระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิธรรมดา มีกลิ่นรสเฉพาะตัว ซึ่งกลิ่นดังกล่าวไม่จำเป็นต้องหอมเสมอไป มีลักษณะเบากว่าน้ำ มีสภาวะเป็นทั้งของแข็ง กึ่งแข็งกึ่งเหลวและของเหลว แต่ส่วนใหญ่เป็นของเหลวมากกว่า ตามปกติน้ำมันหอมระเหยจะไม่มีสีแต่เมื่อตั้งทิ้งไว้นาน ๆ อาจจะถูกออกซิไดส์ทำให้มีสีเข้มขึ้น [84] ส่วนใหญ่จะสะสมอยู่บริเวณผนังเซลล์ช่องว่างระหว่างเซลล์ในเซลล์อิพิเดอร์มีสหรือมีโซฟีลภายในเนื้อเยื่อของใบหรือท่อภายในส่วนของลำต้นดอกและผล [70]

น้ำมันหอมระเหยประกอบส่วนประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อนซึ่งภาควิชาเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล [39] แบ่งน้ำมันหอมระเหยตามชนิดขององค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1) Hydrocarbon volatile oils ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยที่มีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ตัวอย่างของสารที่จัดเป็น Hydrocarbon monocyclic terpene ได้แก่ limonene ซึ่งพบได้ในน้ำมันจากมินต์ ส้ม กระวานและน้ำมันสน และ p - cymene ซึ่งพบในน้ำมันจากลูกผักชี อบเชย นอกจากนี้พวก dicyclic monoterpene เช่น pinene ซึ่งพบได้ในน้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันดอกส้มและน้ำมันลูกผักชีก็พบมากเช่นกัน

2) Alcohol volatile oils ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยที่มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ น้ำมันมินต์ น้ำมันจากผลผักชี ผลกระวาน ดอกส้ม ดอกกุหลาบและน้ำมันสน ตัวอย่างของน้ำมันหอมระเหยที่พบบ่อย ๆ ได้แก่ geraniol , citronellol ซึ่งเป็น acyclic alcohol ส่วน menthol และ α - terpineol เป็น monocyclic alcohol เป็นต้น

3) Aldehyde volatile oils ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกแอลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบหลัก น้ำมันหอมระเหยที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่ น้ำมันอบเชย น้ำมันจากส้ม มะนาวและตะไคร้หอม ตัวอย่างของแอลดีไฮด์ที่พบ ได้แก่ geranial , neral และ citronellal เป็นต้น



ภาพ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการชีวสังเคราะห์ขององค์ประกอบเคมีภายในพืช [54]

4) Ketone volatile oils ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกคีโตนเป็นองค์ประกอบหลัก ตัวอย่างของคีโตนที่พบได้แก่ menthone , carvone , pipertione และ pulegone ซึ่งเป็น monocyclic terpene ketone นอกจากนี้ยังพบ camphor , fenchone และ thujone dicyclic ketones น้ำมันหอมระเหยที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ การบูรและมินต์

5) Phenol volatile oils มีสารจำพวกฟีนอลเป็นองค์ประกอบหลัก ฟีนอลที่พบ ได้แก่ eugenol , thymol , carvacrol เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำมันกานพลู , thyme oil , creosate , pine tar และ juniper tar

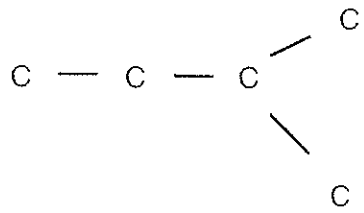
6) Phenolic ether volatile oils มีสารจำพวก phenolic ether เป็นองค์ประกอบหลัก ตัวอย่างของน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ ได้แก่ น้ำมันโป๊ยกั๊กซึ่งพบสาร anethole

7) Oxide volatile oils มีสารจำพวกออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก ตัวอย่างของสารออกไซด์ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ cineoie (eucalyptol) ซึ่งพบในน้ำมันยูคาลิปตัส

8) Ester volatile oils มีสารจำพวกเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก ตัวอย่างของสารจำพวกเอสเทอร์ที่พบ ได้แก่ allyl isothiocyanate พบในน้ำมันมัสตาด (mustard oil) และ methyl salicylate พบได้ใน wintergreen oil

จากการศึกษาพบว่า ส่วนประกอบทางเคมีภายในน้ำมันหอมระเหยมีปริมาณและชนิดของสารประกอบเคมีแตกต่างกันไปมีตั้งแต่ 1 ถึง 100 ชนิด อาจมีในพืชบางชนิดมากกว่า 100 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารหลักภายใน 2 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มเทอร์ปีนส์ (Terpenes) เป็นสารจำพวกไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) สามารถจำแนกได้เป็นหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มเฮมิเทอร์ปีนส์ กลุ่มโมโนเทอร์ปีนส์ กลุ่มไตรเทอร์ปีนส์ เป็นต้น[81] ซึ่งกลุ่มที่มีความเกี่ยวข้องกับน้ำมันหอมระเหยจะมีเพียง 2 กลุ่มเท่านั้น คือ กลุ่มโมโน-เทอร์ปีนส์ (monoterpenes) มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก 10 ตัว และกลุ่มเสสควิเทอร์ปีนส์ (sesquiterpenes) มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 15 ตัว[82] ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากขิงจะมีส่วนประกอบอยู่ในกลุ่มไดเทอร์ปีนส์ (diterpenes) มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 20 ตัว[84] โดยทั่วไปแล้วกลุ่มเทอร์ปีนส์จะสร้างจากคาร์บอน 5 ตัวซึ่งเปรียบเสมือนเป็นหน่วยไอโซปรีน (isoprene unit) จับเรียงกันอยู่ ตามภาพที่ 2



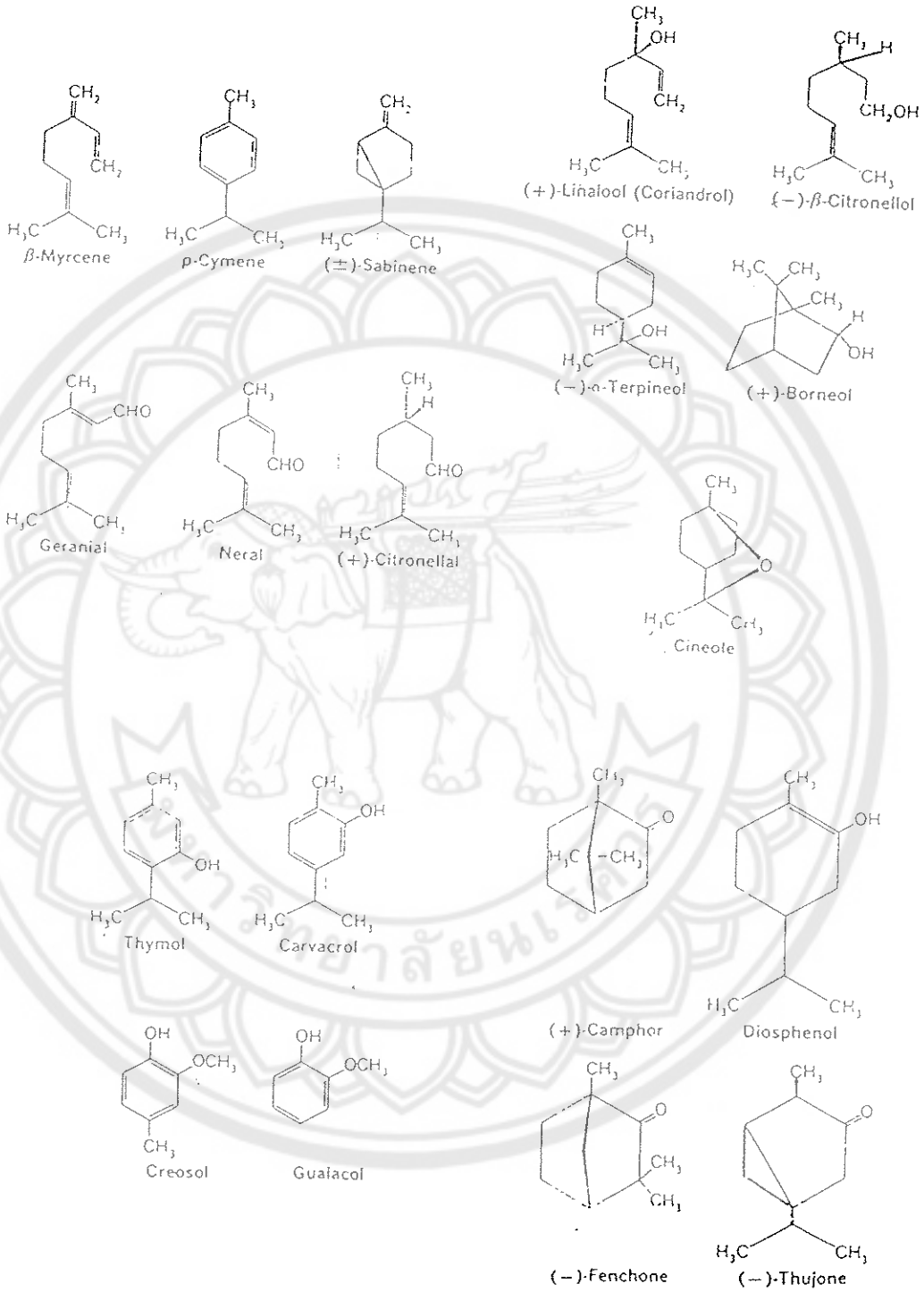
ภาพ 2 การเรียงตัวของไอโซปรีน (isoprene) [84]

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มโมโนเทอร์ปีนส์มีจะมีหน่วยไอโซปรีนเพียง 2 ตัว ส่วนในกลุ่มเสสควิเทอร์ปีนส์จะมีหน่วยไอโซปรีน 3 ตัว [100] และกลุ่มโมโนเทอร์ปีนส์ยังสามารถแบ่งย่อยได้อีกเป็น 3 กลุ่ม คือ acyclic systems , monocyclic และ bicyclic บางทีจะมีออกซิเจนพวก $C_{10}H_{16}O$ หรือ $C_{10}H_{13}O$ เป็นองค์ประกอบซึ่งเรียกว่าแคมเฟอร์ (camphors) ได้แก่ เมนทอล (menthol) และไทมอล (thymol) [71] ส่วนกลุ่มเสสควิเทอร์ปีนส์นั้นเนื่องจากมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมากกว่า 5 ตัว ซึ่งมากกว่ากลุ่มโมโนเทอร์ปีนส์จึงทำให้มีโครงสร้างที่ใหญ่มากและมีความแตกต่างกันในส่วนของ sterochemical[123] ซึ่งโดยลักษณะทั่วไปแล้วจะพบอยู่ในส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยน้อยมาก แต่ก็ยังถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสร้างกลิ่นหอม [84]

2) กลุ่มฟีนิลโปรพีนส์ (Phenylpropenes) ประกอบขึ้นด้วยโครงสร้างวงแหวนที่มีคาร์บอน 6 ตัว กับคาร์บอน 3 ตัว ต่อกันเป็นโซ่อยู่ข้างใดข้างหนึ่งซึ่งมักจะจับกันด้วยพันธะคู่ แต่ต้องเป็นกลุ่มออกซิเจนเท่านั้น [83] เช่น สารซินนามัลดีไฮด์ (cinnamaldehyde) ในน้ำมันหอมระเหยของ cinnamon [80]

น้ำมันหอมระเหยสามารถพบในพืชหลายตระกูลทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของโลก เช่น ในพืชใบเลี้ยงคู่ตระกูล Chenopodiaceae , Compositae , Geraniaceae , Hypericaceae, Lauraceae , Myricaceae , Myristicaceae , Oleaceae , Rosacaea [86] Santalaceae , Umbelliferae , Verbenaceae และพืชในเลี้ยงเดี่ยว เช่น ตระกูล Araceae , Cyperaceae , Gramineae และ Zingiberaceae ซึ่งในแต่ละตระกูลจะมีทั้งกลุ่มของสารเทอร์ปีนส์และกลุ่มของสารอินทรีย์เคมีอื่นเป็นส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกันตามลักษณะทางพันธุกรรมของพืชนั้น [129] เช่น พืชในตระกูล Compositae ชนิด *Tagetes erecta* Linn. พบสารที่เป็นส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยถึง 27 ชนิด มีส่วนประกอบหลักเป็นสารพวก terpinolene 12.4 % beta – ocimene 13.1 % , piperitone 20.0 % และ limonene 11.0 % ในพืชชนิด *Hedera helix* มีปริมาณของสาร germacrene D เป็นส่วนประกอบหลัก [127] *Aristolochia ovalitalia*

Duchr พบสาร 32 ชนิด มีพวก lectol เป็นส่วนประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหย [110] ในพืชตระกูลส้มชนิด *Cistus incanus* Subsp. Creticus (Linn.) Heywood พบสารประกอบถึง 55 ชนิด มีส่วนประกอบหลักอยู่ในกลุ่ม sesquiterpene hydrocarbon เป็นส่วนประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหย [74] ในพืชชนิด *Ageratum conyzoides* พบส่วนประกอบหลักของสารในน้ำมันหอมระเหยถึง 47 ชนิด สารประกอบหลักเป็นสารพวก 6 – demethoxya geratochromene และ beta – caryopyhllene [102] ในพืชตระกูล Myrtaceae ชนิด *Psidium guajava* Linn. พบสารที่เป็นส่วนประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหย 5 ชนิด คือ d – limonenes , dl – limonenes , beta – caryophyllene , bicyclic sesquiterpene alcohol และ tertiary sesquiterpene alcohol [25] *Ocimum basilicum* พบสารในน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด คือ linalool , methyl chavical และ eugenol [120] *Valeriana officinalis* พบสารที่เป็นองค์ประกอบหลัก 3 ชนิด คือ valeranone , valeranal และ cryptofauronol [64] *Salvia officinalis* พบสารหลัก 2 ชนิด คือ thujone – free และ cineole [126 ; 122] และ *Pimpinella saxifraga* พบสารหลัก 2 ชนิด คือ epoxi – pseudo – iso eugenol – methylesters และ dimethyl azulene [92]



ภาพ 3 สูตรโครงสร้างขององค์ประกอบบางชนิดในน้ำมันหอมระเหย [84]

2.1.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหย

มนุษย์รู้จักการสกัดหรือแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืชมาเป็นเวลานานแล้ว เริ่มจากการนำไม้หอมหรือดอกไม้หอมไปแช่น้ำแล้วจึงนำไปดื่มหรืออาบ ต่อมาก็วิวัฒนาการเป็นการใช้ไฟย่างท่อนไม้หอมจนคายน้ำมันหอมระเหยออกมาหรือการหีบแบบที่ใช้หีบอ้อย วิธีนี้เหมาะกับส่วนที่เป็นใบ กิ่งก้านและลำต้น โดยน้ำเลี้ยงและน้ำมันหอมระเหยจะถูกบีบอัดออกมารวมกัน [46]

นอกจากนี้ก็ยังมีการต้มด้วยความร้อนโดยเคี่ยวน้ำมันให้ร้อนแล้วใส่ดอกไม้ลงไปน้ำมันหอมระเหยก็จะละลายออกมากับน้ำมัน เมื่อหมดความหอมแล้วก็เปลี่ยนเอาดอกไม้ชุดใหม่ลงไปทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนกว่าน้ำมันที่ใช้เคี่ยวจะมีความหอมเข้มข้นพอ แล้วจึงทิ้งเอาไว้ให้เย็นเก็บไว้ในรูปของไขมันหอมเข้มข้นหรือที่เรียกว่า *ปอมเมด* (pomade) ทั้งนี้ก็เพื่อการสกัดน้ำมันหอมระเหยให้ได้มากที่สุดและมีคุณภาพดีที่สุด[46]

การที่จะสกัดน้ำมันหอมระเหยให้ได้ประสิทธิภาพดีที่สุดนั้นจำเป็นต้องศึกษาธรรมชาติและสรีระของพรรณไม้ชนิดนั้น ๆ เสียก่อน เช่น ให้กลิ่นในเวลาใด บางชนิดเด็ดจากต้นแล้วกลิ่นลดลงเป็นต้น ปัจจุบันกระบวนการที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชวัตถุดิบต่าง ๆ สามารถแบ่งได้ 8 กระบวนการ ธีระพล ประมวลกิจจา [24] ได้อธิบายขั้นการสกัดน้ำมันหอมระเหยในแต่ละวิธีดังนี้

1. การสกัดด้วยการกลั่น (extraction by distillation)

การสกัดด้วยการกลั่นอาศัยหลักการ คือ ไอน้ำจะเป็นตัวทำให้น้ำมันหอมระเหยที่อยู่ภายในผนังเซลล์พืชระเหยรวมตัวออกมากับไอน้ำ[60] และกลั่นตัวเป็นหยดน้ำซึ่งเป็นกระบวนการของการ hydrodistillation การสกัดด้วยการกลั่นสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1.1 **การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ** (Water and steam distillation) ใช้กับพืชสดหรือพืชแห้งซึ่งอาจจะถูกทำลายได้ด้วยความร้อน เช่น การกลั่นน้ำมันอบเชย กานพลู โดยการหมักพืชในน้ำแล้วผ่านไอน้ำเข้าไป น้ำและน้ำมันจะถูกกลั่นออกมาด้วยกัน

1.2 **การกลั่นด้วยไอน้ำ** (Steam distillatino) ใช้กับพืชสด เช่น การกลั่นน้ำมันมินต์ ในระหว่างการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่อุณหภูมิสูง ๆ องค์ประกอบบางชนิดในน้ำมันหอมระเหยจะถูกย่อยให้เกิดการสลายตัวได้ การกลั่นที่ดีควรกลั่นให้ไอน้ำกระจายตัวแทรกเข้าไปในพืชมากที่สุดแต่ทำให้เกิดการสลายตัวของสารต่าง ๆ น้อยที่สุด

หลักของการกลั่น คือ ใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำร้อนเป็นตัวแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืชโดยการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อพืช ความร้อนจะทำให้สารละลายออกมากลายเป็นไอปนออกมากับไอน้ำแล้วปล่อยให้ไปกระทบกับความเย็นในทันที ไอน้ำก็จะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการกลั่น ได้แก่ หม้อกลั่น เครื่องควบแน่นและภาชนะรองรับ [46]

หม้อกลั่น

เป็นภาชนะที่บรรจุวัตถุดิบ เป็นถังทรงกระบอกทำด้วยเหล็กหรือทองแดง ด้านบนมีท่อต่อสายรัดให้ไอน้ำพาน้ำมันหอมระเหยไปสู่เครื่องควบแน่น [46]

เครื่องควบแน่น

ทำหน้าที่เปลี่ยนไอน้ำและน้ำมันหอมระเหยให้เป็นของเหลว โดยอาจมีคอยล์ที่ม้วนอยู่ใต้ถังที่มีไอน้ำเย็นไหลผ่านด้านล่างสวนทางกับไอน้ำและน้ำมันหอมระเหย หรือให้ไอน้ำและน้ำมันหอมระเหยผ่านในท่อโดยให้น้ำเย็นไหลเวียนรอบ ๆ ท่อ เครื่องควบแน่นควรจะมีขนาดใหญ่พอที่จะให้ไอน้ำกลั่นตัวได้อย่างรวดเร็วและท่อที่ต่อไปยังภาชนะไม่ควรเป็นสายยางเพราะสายยางจะละลายไปติดกับน้ำมันหอมระเหยทำให้กลิ่นที่ได้ผิดเพี้ยนไป [46]

ภาชนะรองรับ

ทำหน้าที่รองรับน้ำที่กลั่นตัวออกมา เมื่อน้ำเย็นลงแล้วจะแยกตัวออกเป็นสองชั้น คือ ชั้นน้ำและน้ำมันหอมระเหย แล้วจึงแยกเอาน้ำมันหอมระเหยที่ลอยอยู่ชั้นบนไปใช้ประโยชน์ต่อไป [46]

ข้อดีของการกลั่นด้วยวิธีนี้ คือ น้ำมันหอมระเหยจะถูกทำให้กลายเป็นไออย่างรวดเร็วด้วยไอน้ำและทำได้ที่อุณหภูมิสูง แต่มีข้อเสียตรงที่อุณหภูมิสูงจะทำให้สารประกอบบางอย่างกลายเป็นกรดและแอลกอฮอล์ได้ง่าย ดังนั้น เพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีที่สุดควรจะกลั่นที่อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ หากได้น้ำมันน้อยควรใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและใช้เวลาให้สั้นลง ซึ่งควรทำการทดลองและจดบันทึกเอาไว้เพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด [46]

1.3 **การกลั่นด้วยน้ำ** (Water distillation) วิธีนี้มักใช้กับพืชแห้งละสารในพืชไม่สลายตัวเมื่อได้รับความร้อน เช่น การกลั่นน้ำมันสน

การสกัดด้วยการกลั่นมีหลักการและขั้นตอนการทำงานที่คล้ายคลึงกันทั้ง 3 แบบ ดังภาพที่ 4

นอกจากนี้ การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยการกลั่นยังรวมเอากรรมวิธีทางเคมีฟิสิกส์เข้าไปในกระบวนการผลิตด้วย ซึ่งกรรมวิธีทางเคมีฟิสิกส์มีความสำคัญต่อคุณสมบัติและคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดออกมาได้

2. **การสกัดด้วยสารละลายระเหย** (extraction by volatile solvent)

ปัจจุบันอุตสาหกรรมน้ำมันหอมระเหยจะใช้วิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent) ที่เหมาะสม เช่น ซีนหรือปิโตรเลียมอีเทอร์ โดยวิธีนี้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จะมีกลิ่นคงเดิม เพราะไม่เกิดการสลายตัว เนื่องจากใช้อุณหภูมิต่ำ ข้อเสียของการสกัดด้วยวิธีนี้คือราคาแพง ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 5

3. **การสกัดด้วยสารละลายที่ไม่ระเหย** (extraction by non - volatile solvent)

วิธีนี้เคยใช้มากในอุตสาหกรรมการทำน้ำหอม เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยในกลีบดอกไม้มักมีปริมาณน้อยจึงใช้การบีบไม่ได้ผล วิธีนี้ทำได้โดยใช้น้ำมันไม่ระเหยหรือไขมันชนิดที่ไม่มีกลิ่น นำมาเป็นฟิล์มบาง ๆ บนกระจก นำกลีบดอกไม้มาโปรยบนฟิล์มนี้ตั้งทิ้งไว้ 2 – 3 ชั่วโมง แล้วเก็บกลีบดอกไม้ออก โปรยกลีบกลีบดอกไม้ชุดใหม่ลงไปแทน เพื่อให้ไขมันดูดซับน้ำมันหอมระเหยจากกลีบดอกไม้ไว้ จากนั้นนำไขมันที่ได้มาสกัดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยออกมา

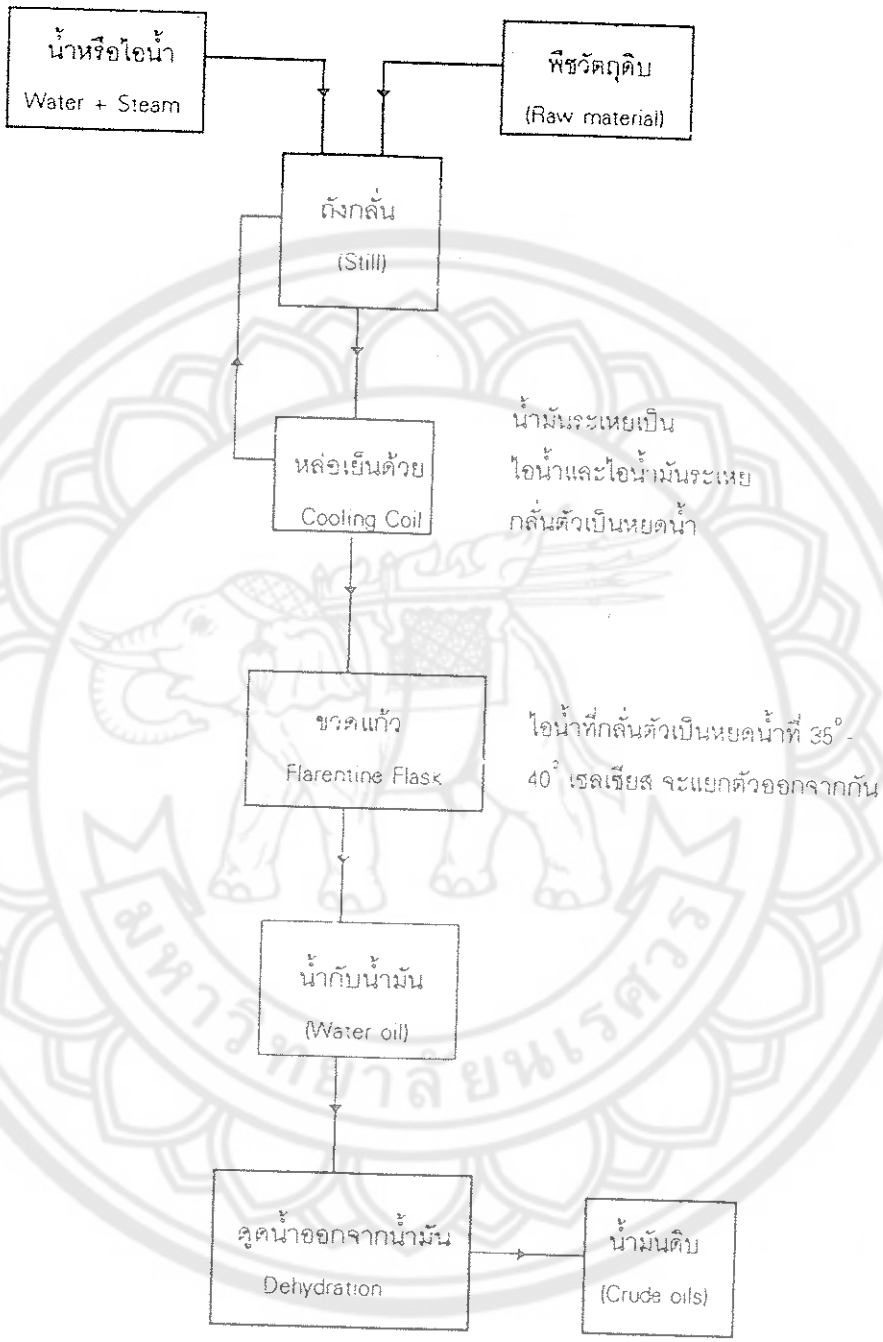
หลักการ คือ ใช้ไขมันมาดูดกลิ่นหอมของดอกไม้ที่ส่งกลิ่นหอมมาก ๆ และมีกลิ่นหอมตลอดเวลา เช่น มะลิ ซ่อนกลิ่น โดยเตรียมไขมันที่ปราศจากกลิ่นและผ่านการทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วมาอัดและเคลือบแผ่นแก้วที่เตรียมไว้ทั้งสองด้าน จากนั้นจึงนำดอกไม้มาวาง เก็บทิ้งไว้นาน 2 - 4 ชั่วโมง หรือดอกไม้เริ่มเหี่ยวหรือเริ่มจะหมดกลิ่น แล้วจึงเปลี่ยนเอาดอกไม้ชุดใหม่ไปวางแทนจนกว่าไขมันจะอิ่มตัวด้วยกลิ่นหอม แล้วจึงจะนำไปสกัดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยออกมา [46]

การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยการใช้สารละลายที่ไม่ระเหยนี้ น้ำมันที่ได้จะเป็นพวกครีมน้ำมัน (pomade) ซึ่งมีกระบวนการในการสกัด 2 วิธีคือ การเตรียมครีมน้ำมัน (pomade) โดยการใช้ความร้อนช่วย กระบวนการนี้มีขั้นตอน ดังภาพที่ 6 และการเตรียมครีมน้ำมัน (pomade) โดยใช้วิธี enfleurage process ซึ่งมีขั้นตอน ดังภาพที่ 7

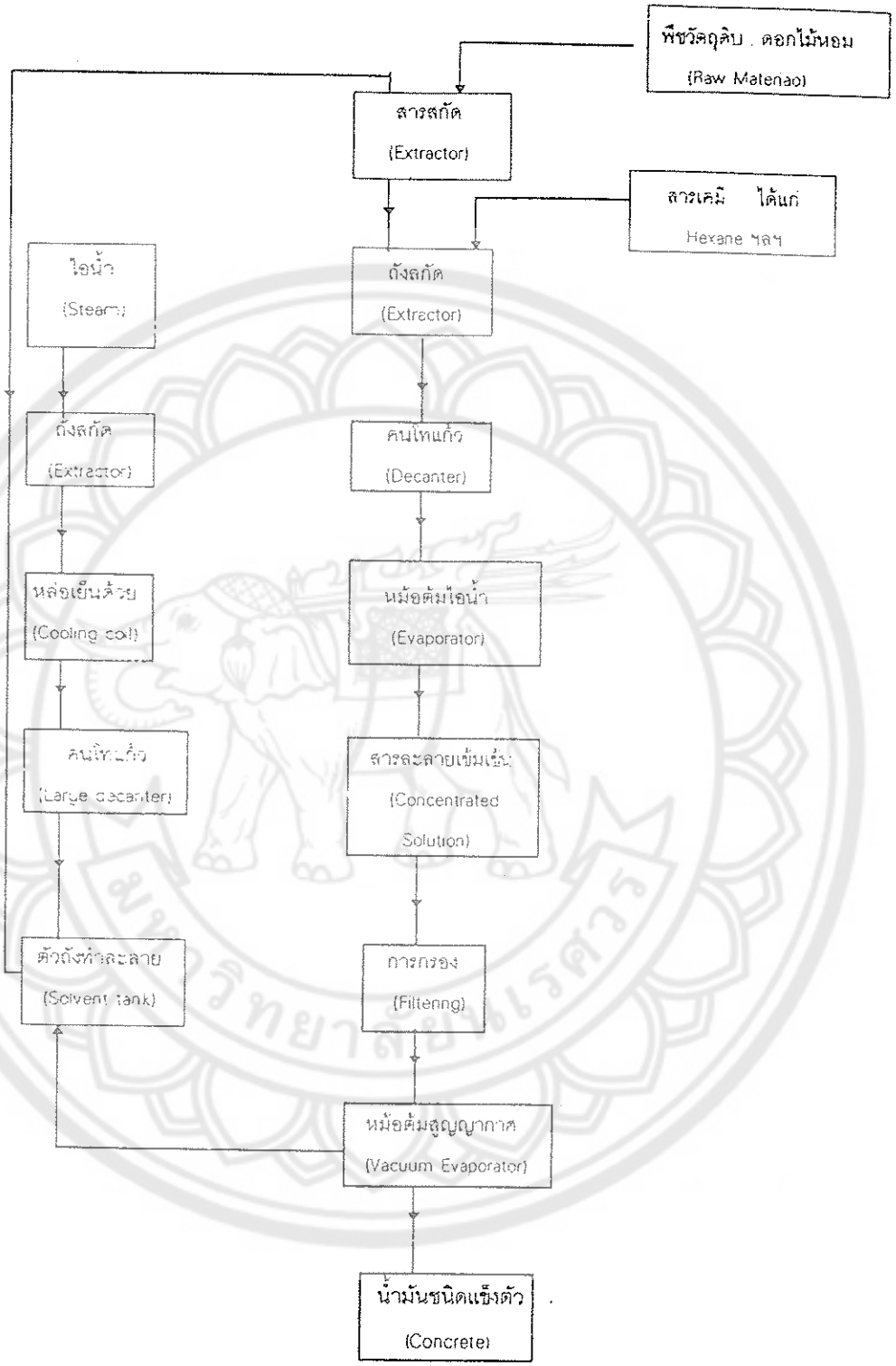
4. **การสกัดเป็นหัวน้ำหอม** (extraction in to absolote) มีขั้นตอนตามทำงานดังภาพที่ 8

5. **การสกัดด้วยไขมันร้อน**

วิธีนี้เหมาะสำหรับดอกไม้บางชนิด เช่น ดอกกุหลาบ ดอกส้ม ที่เด็ดจากต้นมาแล้วกลิ่นหอมจะหมดไปทันที วิธีสกัดด้วยไขมันร้อนคล้ายกับการสกัดด้วยไขมันเย็น เพียงแต่อุ่นไขมันให้ร้อนขึ้นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แช่ดอกไม้ลงไปประมาณครึ่งชั่วโมงแล้วจึงทำให้เย็น สุดท้ายอุ่นให้ร้อนอีกครั้งเพื่อหลอมไขมันที่ติดมาด้วยน้ำอุ่น ชั้นของน้ำและไขมันจะแยกตัวออกจากกันได้ง่ายขึ้นแล้วจึงใช้ตัวทำละลายแยกสารสกัดบริสุทธิ์ในขั้นตอนสุดท้าย [46]

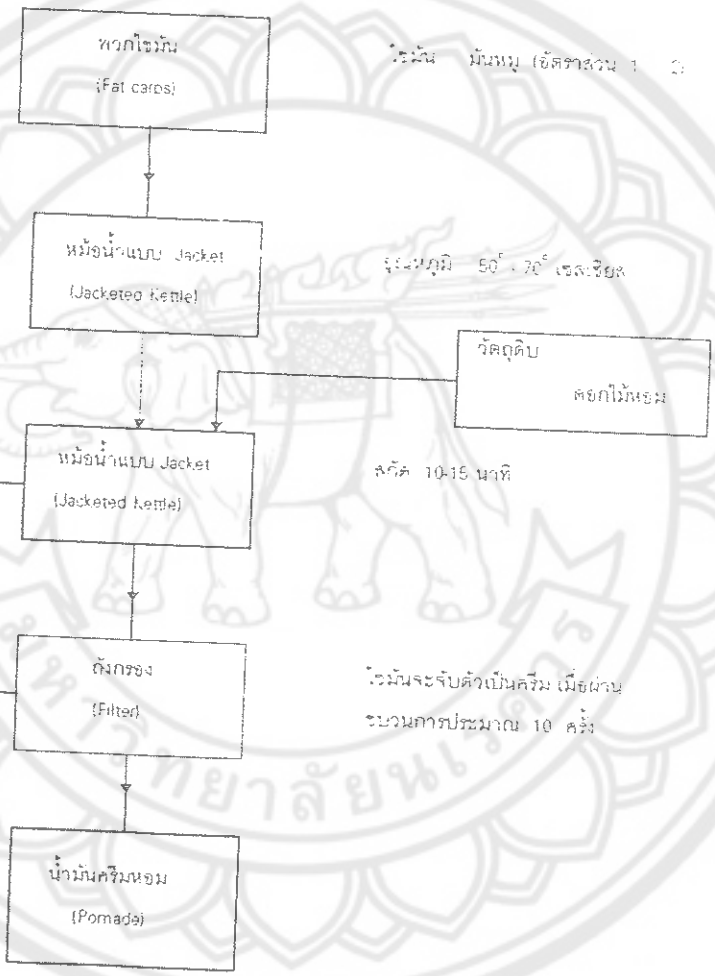


ภาพ 4 การสกัดด้วยการกลั่น [24]

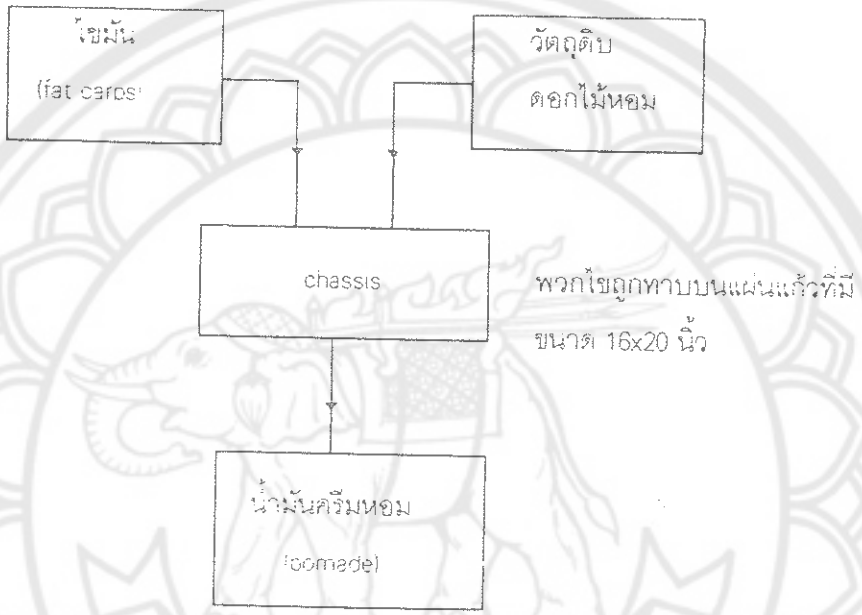


ภาพ 5 แสดงกระบวนการในการสกัดโดยใช้สารระเหย [24]

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพ 6 กระบวนการสกัดน้ำมันครีมหอมโดยใช้ non – volatile solvent [24]



ภาพ 7 กระบวนการสกัดน้ำมันครีมหอมจากกรรมวิธี enfleurage [24]

ภาพ 8 กรรมวิธีสกัดหัวน้ำหอม absolute จากไขมัน [24]

6. การสกัดด้วยตัวทำละลาย

วิธีนี้จะใช้ตัวทำละลายที่สามารถละลายน้ำมันหอมระเหยได้และระเหยได้เร็วมาเป็นตัวสกัด เช่น แอลกอฮอล์ อะซีโตน เฮกเซน ซึ่งสารละลายแต่ละชนิดก็มีความสามารถในการสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมาได้แตกต่างกันตามแต่ชนิดของพืช เมื่อละลายน้ำมันหอมระเหยออกมาแล้วจึงนำไปแยกสารละลายออกจากน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นที่อุณหภูมิเหมาะสมซึ่งจะมีแต่น้ำมันหอมระเหยเท่านั้นที่จะแยกตัวออกมา

7. การสกัดโดยการบีบหรือการอัด (expression)

วิธีนี้เหมาะกับการผลิตน้ำมันหอมระเหยจำนวนมาก ๆ โดยเฉพาะจากพืชตระกูลส้ม เช่น น้ำมันจากผิวส้ม (orange oil) น้ำมันจากผิวมะนาว (lemon oil) ซึ่งน้ำมันเหล่านี้จะสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนจึงใช้วิธีการบีบน้ำมันแทนการกลั่นทำได้โดยนำเอาเปลือกที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เข้าเครื่องบีบหรืออัดก็จะได้น้ำมันหอมระเหยออกมา แต่เนื่องจากความร้อน แสง อากาศและความชื้นมีผลต่อน้ำมันหอมระเหย จึงควรเก็บเอาไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทในที่เย็น แห้งและทึบแสง [46]

8. การสกัดด้วยวิธี Destructive disstillation

ใช้กับการกลั่นน้ำมันจากต้นไม้ในวงศ์ PINACEAE และ CUPRESSACEAE โดยนำมาเผาในที่ที่อากาศไม่เพียงพอ จะเกิดการสลายตัวได้สารระเหยออกมาซึ่งจะแยกได้เป็น 2 ชั้น คือ ชั้นน้ำ ซึ่งประกอบด้วย methyl alcohol และ crude acetic acid กับชั้นของน้ำมันดิบ (tarry liquid) เช่น pine tar หรือ juniper tar ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้

จากกระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่ามีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน การที่จะเลือกวิธีใดในการสกัดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของกระบวนการที่จะทำให้ได้ น้ำมันหอมระเหยออกมาปริมาณมากที่สุด รวมทั้งคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ ซึ่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยในพืชชนิดต่าง ๆ จะมีความแตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณ คุณภาพและสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหย เช่น ในพืชตระกูล VALERIANACEAE ชนิด *Valeriana officinalis* สกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยไอน้ำจะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 150 – 200 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม [124 ; 64] มินต์ (*Mentha arvensis* var.) สกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ส่วนของใบ ดอกและต้น ด้วยวิธีการกลั่นโดยใช้น้ำและใช้ทั้งน้ำและไอน้ำ ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 0.8 % มะนาว (*Citrus aurantifolia* Swingle.) สกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ส่วนของผลโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 0.56 % [24] พริกไทยดำ (*Piper nigrum* Linn.) เมื่อนำมากลั่นด้วยไอน้ำจะได้น้ำมันหอมระเหย จะได้น้ำมันหอมระเหย 2 – 4 % มะกรูด สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 1.29 % [34] พืชชนิด *Acvillea millefolium* S.L พบสารประกอบในน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิดที่เป็นตัว

หลัก คือ (pro -) azulene , caryophyllene และ farnesene [107] *Acorus calamus* พบสารหลัก 3 ชนิดเช่นกันแต่ต่างชนิดกัน คือ beta – asarone , methyl isoeugenol และ shoybunones [90 ; 98] *Artemisia draeunculus* พบสาร methyl chavical และ sabinene [125] *Artemisia herba* alba พบสาร beta – thujone , camphor , 1,8 – cineole และ chrysanthenone [63] จะเห็นได้ว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นในการผลิตน้ำมันหอมระเหยภายในต้นพืชนั้นเนื่องมากปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน [76] เช่น ลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะทางสภาพแวดล้อมและการปฏิบัติดูแลรักษา [79]

2.2 การใช้ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ [45]

น้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่าง ๆ มีประโยชน์ทั้งทางด้านโภชนาการ การบำบัดรักษาโรคทางกายและทางจิต ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งสามารถสรุปการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้

น้ำมันดอกโหระพา (Basil)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ยอดดอกและใบ มีประโยชน์ดังนี้

1. มีกลิ่นหอมหวานและมีกลิ่นเครื่องเทศเจือจางใช้ในเครื่องหอม
2. ป้องกันการติดเชื้อ ไล่แมลง บรรเทาอาการปวด รวมทั้งโรคเก๊าท์
3. ช่วยในการรวบรวมสมาธิ ทำให้เกิดแรงบันดาลใจ ช่วยลดอาการเครียด กระวนกระวายจิตใจ อ่อนเพลียจากความกดดัน ช่วยปรุงแต่งอารมณ์ให้สดชื่นจากความเหนื่อยล้า

น้ำมันเบอร์กาม็อท (Bergamot)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ผิวเบอร์กาม็อท มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นสดชื่น เปรี้ยว หวานในขณะเดียวกัน
2. ช่วยเสริมการเจริญเติบโตของเส้นผม
3. ช่วยบำบัดอาการจากแมลงสัตว์กัดต่อย
4. ป้องกันการติดเชื้อและการกระจายตัวของเชื้อโรค ใช้กับโรคผิวหนังได้ทุกชนิด
5. ช่วยบรรเทาอาการหดหู่ เครียด นอนไม่หลับจากความเครียด อาการโกรธ กระวนกระวายใจ ช่วยให้สดชื่น ผ่อนคลาย แจ่มใส เบิกบาน

น้ำมันแครอทซีด (Carrot seed)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ เมล็ดต้นแครอท มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมแบบใบไม้แห้ง
2. ช่วยผ่อนคลาย ทำให้สงบ เหมาะสำหรับทำสมาธิ

น้ำมันแคลรี่ ซาจ (Clary Sage)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ยอดดอกและใบต้นแคลรี่ ซาจ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นสมุนไพร
2. ช่วยให้ความรู้สึกสดชื่น กระชุ่มกระชวย

น้ำมันยูคาลิปตัส (Eucalyptus)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ใบต้นยูคาลิปตัส มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมสดชื่น
2. ช่วยดับอารมณ์ที่พลุ่งพล่าน สูดดมช่วยให้จมูกโล่ง รักษาอาการหวัดคัดจมูก
3. ไล่แมลง

น้ำมันเฟนเนล (Fennel)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ เมล็ดต้นเฟนเนล มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นคล้ายเครื่องเทศจาง ๆ และดอกไม้
2. เป็นยาสมุนไพร

น้ำมันแฟรงคินเซนส์ (Frankincense)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ เปลือกต้นแฟรงคินเซนส์ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นเครื่องเทศให้ความหอมสดชื่น
2. ช่วยผ่อนคลายจิตใจ

น้ำมันเจอราเนี่ยม (Geranium)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ใบและดอกเจอราเนี่ยม มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมหวาน มักใช้ในน้ำหอมและสบู่
2. ช่วยคืนความสมดุลของผิวหนัง
3. ขจัดความวิตกกังวล
4. ไล่ยุง

น้ำมันเยอรมันคาโมไมล์ (German Chamomile)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ดอกคาโมไมล์แห้ง มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นผลไม้
2. ช่วยผ่อนคลายให้จิตใจสงบ บรรเทาอาการปวดหัว นอนไม่หลับ ใช้นวดบำรุงผิวพรรณ

น้ำมันจัสมิน (Jasmine)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ดอกมะลิ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมหวานแบบดอกไม้
2. ให้ความรู้สึกที่อ่อนหวานละมุนละไม

น้ำมันลาเวนเดอร์ (Lavender)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ดอกลาเวนเดอร์ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมสดชื่นของดอกไม้
2. ผ่อนคลายความวิตกกังวล ลดความตึงเครียดก่อนมีรอบเดือนในสตรี
3. ใช้เป็นสารแต่งกลิ่น ช่วยไล่ยุงและแมลงรบกวน

น้ำมันเลมอน (Lemon)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ผิวมะนาว มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นมะนาวหอมสดชื่น
2. ใช้ความรู้สึกสดชื่น ช่วยถนอมผิว

น้ำมันเลมอนกราส (Lemongrass)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ใบตะไคร้ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหวานอมเปรี้ยว
2. คืนความสดชื่นและพลังงานให้กับผู้เหน็ดเหนื่อยและอ่อนเพลีย

น้ำมันไลม์ (Lime)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ผิวไลม์ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นสดชื่น
2. ช่วยกระตุ้นสภาพร่างกายและจิตใจให้แจ่มใสเบิกบาน

น้ำมันมาร์โจแรม (Marjoram)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ดอกและใบต้นมาร์โจแรม มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นรุนแรง แต่อบอุ่นคล้ายเครื่องเทศ
2. ให้ความรู้สึกสงบ ผ่อนคลาย

น้ำมันเนโรลี่ (Neroli)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ดอกส้ม มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมหวานของส้ม
2. ให้ความรู้สึกอิ่มเอิบและเคลิบเคลิ้ม

น้ำมันออเรนจ์ (Orange)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ผิวส้ม มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมสดชื่น
2. ช่วยผ่อนคลายความตึงเครียด ช่วยให้การสื่อสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

น้ำมันแพทชูลี่ (Patchouli)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ใบอ่อนต้นแพทชูลี่ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นรุนแรง มักใช้เป็นส่วนผสมในการทำน้ำหอม
2. ทำให้สมองปลอดโปร่ง

น้ำมันเปปเปอร์มิ้นท์ (Peppermint)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ยอดดอกและใบต้นเปปเปอร์มิ้นท์ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมเย็นซ่า
2. ทำให้รู้สึกสดชื่น กระปี้กระเปร่า

น้ำมันเวทเวอร์ท (Vetvert)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ รากแห้ง มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นอบอุ่น
2. ปรับสภาพสมดุลในจิตใจ ทำให้จิตใจสงบ

น้ำมันกระดังงาไทย (Ylang Ylang)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ดอกต้นกระดังงา มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมของพฤกษา ใช้ในเครื่องหอม
2. ช่วยเสริมการเติบโตของเส้นผม
3. ช่วยบำบัดอาการจากแมลงสัตว์กัดต่อย
4. ป้องกันการติดเชื้อ ใช้กับผิวหนังได้ทุกชนิด
5. ช่วยผ่อนคลายความตึงเครียด บรรเทาอาการหดหู่ นอนไม่หลับจากความเครียด อาการโกรธ กระวนกระวายใจ ช่วยให้สดชื่น

น้ำมันโรมัน คาโมไมล์ (Roman Chamomile)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ดอกแห้ง มีประโยชน์ดังนี้

1. **กลิ่นรุนแรงคล้ายผลไม้**
2. **ช่วยทำให้ผ่อนคลาย บรรเทาอาการปวดหัว นอนไม่หลับ ใช้นวดบำรุงผิวพรรณ**

น้ำมันกุหลาบ (Rose)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ดอกกุหลาบ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมหวานละมุนละไม
2. ให้ความรู้สึกถึงความเป็นผู้หญิงและความรัก

น้ำมันโรสแมรี่ (Rosemary)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ยอดดอกและใบต้นโรสแมรี่ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นสมุนไพร หอมสดชื่น ติดทนนาน
2. ทำให้รู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า

น้ำมันทีทรี (Tea Tree)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ใบต้นชา มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นเครื่องเทศหอมสดชื่น
2. บรรเทาอาการอักเสบ

น้ำมันไทม์ (Thyme)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ ใบและยอดดอกต้นไทม์ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นสดชื่นของสมุนไพร
2. ดีต่อระบบหายใจและช่วยกระตุ้นระบบการย่อยอาหาร

น้ำมันขิง (Ginger)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ เหง้าขิง มีประโยชน์ดังนี้

1. บรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ โดยทำเป็นน้ำมันนวดหรือประคบ
2. บรรเทาอาการเครียด กระวนกระวาย เหนื่อยล้า ช่วยให้เกิดอาการตื่นตัว ตื่นใจและอบอุ่น

น้ำมันพริกไทยดำ (Black Pepper)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ เมล็ดพริกไทย มีประโยชน์ดังนี้

1. **ช่วยบำบัดอาการเมื่อยหล้า ปวดตามข้อ ข้อเคล็ด ขยับไม่ถนัด**
2. **ช่วยให้จิตใจสดชื่น เสริมพลังใจ**

น้ำมันจันทน์ (Sendalwood)

ส่วนที่ให้น้ำมันหอมระเหย คือ แก่นไม้ มีประโยชน์ดังนี้

1. กลิ่นหอมหวาน
2. ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังที่แห้งและผมเสีย
3. บรรเทาอาการอักเสบ
4. ช่วยผ่อนคลาย ทำให้จิตใจสงบ ส่งเสริมการทำสมาธิ ช่วยปรุงแต่งอารมณ์ที่หดหู่ให้สดชื่น ทำให้มีความสุข ช่วยให้นอนหลับ

2.3 พรรณไม้วงศ์ขิง (ZINGIBERACEAE)

2.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พรรณไม้วงศ์ขิงเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ไม้ล้มลุกเนื้ออ่อน (Herb) เจริญบนดิน พบน้อยที่เป็นพืชอิงอาศัย (Epiphyte) และมีอายุได้หลายปี (Perennial) [108 ; 85 ; 91 ; 73] ทุกส่วนของพืชมีกลิ่นหอมโดยส่วนเหง้ามีกลิ่นหอมมากที่สุด

ลักษณะวิสัย (Habit)

ราก (Root)

เป็นรากฝอย แตกออกจากข้อส่วนโคนของเหง้า อาจมีการสะสมอาหาร เช่น สกุล *Boesenbergia* O.Kuntze [115] และ *Globba* Linn. โดยพองออกเป็นหัวรูปรียาว [32] นอกจากนี้บริเวณปลายของรากฝอยมีการสะสมอาหารโดยพองออกรูปรีสั้นหรือรูปไข่ เช่น สกุล *Boesenbergia* O.Kuntze [115] สกุล *Curcuma* Linn. [112] สกุล *Globba* Linn. [32] และสกุล *Kaempferia* Linn. [114]

ลำต้น (Stem)

มี 2 ชนิด คือ ลำต้นใต้ดิน (Underground stem) และลำต้นเหนือดิน (Aerial stem)

ลำต้นใต้ดินหรือเหง้า (Rhizome) เจริญที่ผิวดิน ในบางสกุล เช่น สกุล *Etlingera* Giseke มีเหง้าฝังอยู่ใต้ผิวดิน สำหรับสกุล *Hornstedtia* Retz และ *Geostachys* Ridl. มีเหง้าอยู่เหนือผิวดินทำหน้าที่ค้ำจุนลำต้นเหนือดิน เหง้ามีการเจริญเติบโตในแนวระนาบแบบเจริญทางข้าง (Sympodial) เหง้าแตกแขนงได้ที่ปลายของทุกแขนง มีตาที่เจริญเป็นลำต้นเหนือดินหรือช่อดอกหรือทั้งลำต้นเหนือดินและช่อดอก เหง้าสามารถเจริญใหม่ได้จากตาที่หุ้มด้วยเกล็ดใบ ซึ่งอยู่ใกล้กับโคนลำต้นเหนือดินแล้วเหง้าก็เจริญแบบนี้ต่อกันไปเรื่อย ๆ ขนาดของเหง้าอาจจะสั้นหรือยาว หนาหรือบาง แปรผันไปตามแต่ละชนิด[87] พืชหลายชนิดในวงศ์นี้จะพักตัวใน

ฤดูแล้งโดยลำต้นเหนือดินเหี่ยวแห้งตายเหลือเฉพาะเหง้าพักตัวอยู่ใต้ผิวดิน พอถึงฤดูฝนลำต้นเหนือดินและช่อดอกก็จะเกิดขึ้นจากตาเหง้าอีกครั้งหนึ่ง [87 ; 99]

ลำต้นเหนือดิน เป็นกาบใบที่โอบซ้อนกันเป็นลำต้นเทียม (Pseudostem) ไม่แตกสาขา บางชนิดกาบใบสั้นและมีใบ 1 – 2 ใบ จึงมักเห็นเพียงแผ่นใบแบนราบติดกับผิวดิน เช่น สกุล *Kaempferia* และ *Scaphochlamys* Bak. สำหรับพืชในวงศ์นี้ที่มีลำต้นเหนือดินสูงสุด ได้แก่ สกุล *Etlingera* ซึ่งลำต้นอาจสูงได้ถึง 5 เมตร [36 ; 65] เมื่อมีสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมลำต้นเหนือดินจะเหี่ยวเฉาลง จนกระทั่งถึงฤดูฝนของปีถัดมาจะเจริญขึ้นมาใหม่ในระยะเวลาใกล้เคียงกันทุกปี รวมทั้งการสร้างช่อดอก ดอก ผลและเมล็ด ก่อนที่จะเหี่ยวไปอีกครั้ง

พืชสกุล *Alpinia* Roxb. และสกุล *Etlingera* มีลำต้นภายในลำต้นเหนือดินที่แท้จริง โดยสกุล *Alpinia* มีลำต้นที่แท้จริงจนถึงปลายยอด ส่วนสกุล *Etlingera* มีลำต้นที่แท้จริงอยู่ที่ระยะที่ 3 ใน 4 ของความสูงทั้งหมด ลำต้นที่แท้จริงเป็นเนื้อเยื่ออ่อนและมีกาบใบหุ้มอยู่รอบ ที่ส่วนโคนมีข้อปล้องสั้น สูงขึ้นไปปล้องจะยาวขึ้น สำหรับสกุลอื่น ๆ มีกาบใบอัดแน่นทำให้คล้ายลำต้นจริง [32 ; 36]

ใบ (Leaf)

เป็นใบเดี่ยว (Simple leaf) เรียงสลับในระนาบเดียวกัน แนวการเรียงของใบขนานกับเหง้า เช่น เผ่า Hedychieae , Globbeae และ Zingibereae ส่วนเผ่า Alpineae แนวการเรียงของใบตั้งฉากกับเหง้า ดังภาพที่ 9 มีจำนวนใบตั้งแต่ 2 ใบ ยกเว้นพืชในสกุล *Kaempferia* ที่บางชนิดมี 1 ใบ [36 ; 114] ใบล่างสุดพบที่ระยะ 1 ใน 3 ของความสูงลำต้น โดยที่ใบบริเวณนี้มีขนาดสั้นและแคบกว่าใบที่อยู่สูงขึ้นไป [87] ใบมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ แผ่นใบ (Blade) ลิ้นใบ (Ligule) ก้านใบ (Petiole) และกาบใบ (Leaf sheath) ดังนี้

ภาพ 9 แนวการเรียงของใบกับเหง้า [118]

ก. แนวการเรียงของใบขนานกับเหง้า ข. แนวการเรียงของใบตั้งฉากกับเหง้า

1. **แผ่นใบ** มีลักษณะเป็นรูปรี รูปหอกกลับ รูปขอบขนานหรือรูปกลมมน ปลายใบแหลมถึงเรียวแหลม ฐานใบแหลม มนหรือเว้า เนื้อใบบางหรือค่อนข้างบาง ขอบใบเรียบ ผิวใบเกลี้ยง ยกเว้นบางชนิดมีขนสั้น สีเขียว บางชนิดพบสีม่วงมากกว่าสีอื่น ๆ หรือพบสีม่วงทั้งแผ่นใบ [108 ; 87] ขนาดของแผ่นใบมีความแตกต่างกันตามชนิด บางชนิดมีขนาดใหญ่ ยาวประมาณ 1 เมตร แต่ไม่พบว่ามีความยาวมากกว่า 1 เมตร และใบที่อยู่บนลำต้นเดียวกันมีขนาดแตกต่างกันไป [87 : 114]

2. **ลิ้นใบ** มีลักษณะเป็นเยื่อบางหรือเป็นขนสั้น เรียงเป็นแถวอยู่ที่รอยต่อระหว่างกาบใบกับแผ่นใบด้านบน [87 ; 85]

3. **ก้านใบ** ส่วนใหญ่มีก้านใบสั้นหรือไม่มีก้านใบ แต่บางสกุล เช่น *Curcuma* [87 ; 112] และ *Cenolophon* Blume มีก้านใบยาวเชื่อมติดกับแผ่นใบและกาบใบ [87 : 118]

4. **กาบใบ** แยกออกจากกัน กาบใบสกุล *Alpinia* และ *Etlingera* มีความยาวมากและโอบหุ้มแน่น [87 ; 85]

ช่อดอก (Inflorescence)

การเกิดของช่อดอกมี 2 แบบ คือ ออกจากปลายยอดของลำต้นเหนือดินและจากตาของเหง้าบริเวณโคนของลำต้นเหนือดิน ก้านช่อดอกมีกาบใบโอบหุ้มรอบ ชูตั้งตรง บางชนิดโค้งงอทอดราบไปกับพื้นดิน [87 : 85] ช่อดอกมีแขนงช่อดอกขนาดสั้น ๆ แตกออกมาด้านข้างและเรียงวนเป็นเกลียวรอบแกนกลางช่อดอกจำนวนหลายแขนง แต่ละแขนงมีดอกจำนวนมาก บางชนิดลดรูปเหลือเพียงดอกเดียว แขนงช่อดอกแต่ละอันมีใบประดับย่อย (Bracteole) รองรับ แต่ในสกุล *Boesenbergia* มีใบประดับ (Bract) เรียงสองแถว [115] พรรณไม้ที่มีแขนงช่อดอกเป็นพรรณไม้ที่มีลักษณะโบราณ ดอกในแขนงช่อดอกแต่ละอันมีใบประดับย่อยรองรับ [87] ลักษณะของใบประดับย่อยที่เชื่อมเป็นหลอดพบได้ในเผ่า Alpineae และรูปถ้วยมีรูเปิดแยกพบในเผ่า Hedychieae [117] ในสกุลที่มีการพัฒนาของแขนงช่อดอกดีพบว่ามีใบประดับย่อยเชื่อมเป็นหลอดหรือเป็นรูปถ้วยทุกแขนงช่อดอก [87]

ช่อดอกมีหลายรูปแบบ โดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปและมีความแตกต่างกันไปตามเผ่าและสกุล เช่น มีการลดรูปและขนาดของใบประดับ พบในสกุล *Alpinia* ในหลายสกุลแขนงช่อดอกลดรูปเหลือดอกเพียงดอกเดียว บางสกุลมีจำนวนดอกในแขนงช่อดอกมากแต่ความยาวของแกนแขนงช่อดอกสั้นลงและมีดอกอัดแน่นที่ส่วนโคนของใบประดับ โดยดอกยื่นออกมานอกใบประดับ เช่น สกุล *Curcuma* , *Camptandra* และ *Scaphochlamys* [87 : 93 : 97]

ดอก

มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ กลีบเลี้ยง (Calyx) กลีบดอก (Corolla) เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน (Staminode) เกสรเพศผู้ (Stamen) และเกสรเพศเมีย (Pistil)

กลีบเลี้ยง โคนเชื่อมกันเป็นหลอด (Calyx tube) ปลายแยกเป็น 1 – 3 แฉก (Lobes) โดยแฉกด้านใดด้านหนึ่งเว้าลึกมากที่สุด

กลีบดอก โคนเชื่อมกันเป็นหลอด (Corolla tube) ปลายแยกเป็น 3 แฉก โดย 1 แฉก เป็นแฉกบน มีขนาดใหญ่กว่าแฉกข้าง 2 แฉก

เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน มี 5 อัน โดย 3 อัน เชื่อมติดกันและแผ่เป็นแผ่นบางกว้าง เปลี่ยนหน้าที่ไปล่อแมลงเนื่องจากมีขนาดใหญ่และสีสวยงาม เรียกว่า กลีบปาก (Labellum) สำหรับกลีบปากนี้มีขนาดใหญ่ที่สุดในดอกและเด่นชัด ส่วนขนาดและรูปร่างแปรผันไปตามชนิด [65] อีก 2 อัน อยู่ที่บริเวณโคนของกลีบปาก เรียกว่า เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน (Staminode) ซึ่งมีขนาดใหญ่ เล็กหรือลดรูปไป [87] พบว่า ในเผ่า Hedychieae มีการพัฒนาของเกสรเพศผู้ที่เป็นหมันดี ส่วนเผ่า Alpineae และ Zingibereae ลดรูปไปหรือเชื่อมติดกับกลีบปาก [66] ในสกุล

Caulokaempferia K.Larsen มีเกสรเพศผู้ที่เป็นหมันและกลีบปากขนาดใหญ่ชัดเจน [96] ส่วนสกุล *Zingiber* มีเกสรเพศผู้ที่เป็นหมันเชื่อมติดกับกลีบปาก

เกสรเพศผู้ มีก้านเกสรสั้น (Filament) แต่ในบางสกุล เช่น สกุล *Globba* มีก้านเกสรยาว อับเรณู (Anther) มี 2 อัน เรียงตามแนวยาวขนานกัน เมื่อแก่แตกออกตามยาว มีสันเหนือเกสรเพศผู้ (Anther – crest) แผ่เป็นแผ่นแบนหรือรูปร่างเรียวยาว [87 ; 94]

เกสรเพศเมีย มีรังไข่ฝังอยู่ใต้ฐานรองดอก (Inferior ovary) พรรณไม้ส่วนใหญ่ในเผ่า Alpineae , Hedychieae และ Zingibereae รังไข่มี 3 ห้อง (Locules) และออวุล (Ovule) ติดแบบ พลาเซนตารอบแกนร่วม (Axile placenta) บางชนิดมี 1 ห้อง และออวุลติดแบบพลาเซนตาที่ฐาน (Basal placenta) สำหรับเผ่า Globbeae รังไข่มีช่องเดียวและออวุลติดแบบพลาเซนตาตามแนวตะเข็บ (Parietal placenta) มีออวุลจำนวนมาก ในสกุล *Alpinia* มีออวุลน้อย ส่วนสกุล *Scaphochlamys* มีเพียงออวุลเดียว [72] ก้านเกสรเพศเมียเรียวยาวแนบติดกับก้านเกสรเพศผู้และแทรกผ่านอับเรณู ปลายเกสรเพศเมียอยู่ที่ปลายของอับเรณูหรือบนเดือยของเกสรเพศผู้ [87] ที่โคนของก้านเกสรเพศเมียมีต่อมน้ำต้อย (Nectary) บางชนิดลดรูปไปเป็นแอ่งหรือบางชนิดไม่มีต่อมน้ำต้อย [65]

ผล (Fruit)

มีผล 2 แบบ คือ แบบแคปซูล (Capsule) และแบบที่มีเนื้อนุ่มเปลือกบางเหนียว [96] บางชนิดเมื่อแก่แตกออก บางชนิดไม่แตก ผลแก่แล้วแตกพบเป็นจำนวนน้อยกว่า พบในสกุล *Globba* , *Hedychium* Koenig , *Roscoea* Smith และ *Zingiber* [67] ผลของสกุล *Alpinia* พบว่า ผลจะแตกออกเมื่อบีบเบา ๆ แต่จะไม่แตกเอง [65]

เมล็ด (Seed)

รูปรี (Elliptic) หรือรูปไข่ (Ovate) มีมุมที่ค่อนข้างแข็ง มีเยื่อหุ้มบาง ๆ ภายในเมล็ดประกอบด้วยนิวเซลลัส (Nucellus) สีขาว มีการสะสมแป้ง เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) อยู่ล้อม ออวุล บริเวณโคนของเมล็ดมีเนื้อเยื่อ (Plug) อุดอยู่แน่นและเมื่อเมล็ดงอกรากแรกเกิด (Radicle) จะดันเนื้อเยื่อนี้ให้หลุดไป [95]

2.3.2 การแพร่กระจายพันธุ์ของพรรณไม้วงศ์ขิง

พรรณไม้วงศ์ขิงขึ้นทั่วไปในเขตร้อนชื้น มีศูนย์กลางแพร่กระจายพันธุ์อยู่ในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบหนาแน่นในแถบมาเลเซีย สุมาตรา ชวา บอร์เนียว อินโดจีน ไทยและแพร่กระจายพันธุ์ทั่วไปในเอเชียเขตร้อน จีนตอนใต้ อินเดียและพม่า ทั่วโลกมีประมาณ 50 สกุล 1,300 ชนิด สำหรับประเทศไทยอาจพบได้ประมาณ 27 สกุล 250 ชนิด [95]

ตาราง 1 พันธุ์ไม้วงศ์ขิงที่พบในประเทศแถบทวีปเอเชีย [36]

พื้นที่	สกุล	ชนิด
ทั่วโลก	50	1,500
เอเชีย	45	1,300
ไทย	27	250
มาเลเซีย	22	340
จีน	21	200
อินเดีย	22	165
ฟิลิปปินส์	15	103
เนปาล	11	35

2.3.3 **ประโยชน์ของพรรณไม้วงศ์ขิง**

ตัวอย่างของการนำพรรณไม้วงศ์ขิงมาใช้ประโยชน์ ได้แก่

1. ใช้เป็นอาหาร เช่น นำขิงมาผัดหรือรับประทานสด
2. ใช้เป็นเครื่องเทศแต่งกลิ่น รสของอาหารและเครื่องดื่ม
3. เป็นพืชสมุนไพร เช่น ขิงแก้ลมใน ท้องอืดแน่น ขมิ้นแก้โรคปวดท้องจากโรคกระเพาะ
4. ปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับ เช่น มหาหงส์ ดาหลา ขิงแดง
5. ปลูกเพื่อจำหน่าย เช่น ขิง ขมิ้น กระวาน ข่า

2.3.4 **การจำแนกหมวดหมู่ของพรรณไม้วงศ์ขิง**

2.3.4.1 **การศึกษาพรรณไม้วงศ์ขิงในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้** มีการศึกษารวบรวมดังนี้

Gagnepain [78] ศึกษาพรรณไม้ในอินโดจีนและจำแนกสกุลต่าง ๆ โดยอาศัยลักษณะตามจำนวนห้องของรังไข่ ดังนี้ รังไข่มี 1 ห้อง ได้แก่ สกุล *Globba* , *Gagnepainia* K.Schum. และรังไข่มี 3 ห้อง ได้แก่ สกุล *Alpinia* , *Amomum* , *Costus* , *Curcuma* , *Gastrochilus* (*Boesenbergia*) , *Geostachys* , *Hedychium* , *Kaempferia* , *Siliquamomum* H.Baillon. *Stahlianthus* O.Kuntze และ *Zingiber*

Valeton [128] ศึกษาพรรณไม้วงศ์ขิงในแถบชวาและมาลายา จำแนกพืช ได้ 4 สกุล ดังนี้ สกุล *Curcuma* , *Gastrochilus* , *Kaempferia* และ *Zingiber*

Engler [75] ศึกษาและบรรยายลักษณะสัณฐานวิทยาพร้อมทั้งวาดลายเส้นของดอก สามารถจำแนกได้ 2 วงศ์ย่อยโดยอาศัยการมีกลิ่น ได้แก่ วงศ์ย่อย Zingibereideae มีกลิ่นหอม มี 3 เผ่า คือ (1) Globbeae มีสกุลเดียว คือ *Globba* (2) เผ่า Hedychieae มี 3 สกุล ดังนี้ *Curcuma* , *Hedychium* และ *Kaempferia* (3) เผ่า Zingibereae มี 5 สกุล ดังนี้ *Aframomum* K.Schum , *Alpinia* , *Amomum* , *Elettaria* และ *Zingiber* ส่วนวงศ์ย่อย Costoideae มี 1 สกุล คือ *Costus*

Ridley [108] ศึกษาพรรณไม้บริเวณภาคใต้ของมาเลเซีย จำแนกได้ 20 สกุล ตามลักษณะของเกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน ดังนี้ สกุลที่มีเกสรเพศผู้ที่เป็นหมันกว้างคล้ายกลีบดอกประกอบด้วย สกุล *Camptandra* Ridl. , *Carenophila* Ridl. , *Conamomum* Ridl. , *Curcuma* , *Gastrochilus* , *Globba* , *Hedychium* , *Hitcheniopsis* Ridl. , *Kaempferia* , *Odontychium* K.Schum. ส่วนเกสรเพศผู้ที่เป็นหมันมีขนาดเล็กหรือลดรูปพบในสกุล *Alpinia* , *Costus* , *Elettariopsis* Bak. , *Geocharis* Ridl. , *Geostachys* , *Hornstedtia* , *Phaeomeria* Lindl. , *Plagiostachys* Ridl. และ *Zingiber*

Holttum [87] ศึกษาพรรณไม้บริเวณภาคใต้ของมาเลเซีย จำแนกพืชได้ 2 วงศ์ย่อยตามลักษณะการเรียงตัวของใบ ได้แก่ วงศ์ย่อย Costoideae มีการเรียงตัวของใบแบบเวียน มีสกุลเดียว คือ Costus ส่วนวงศ์ย่อย Zingiberoideae มีการเรียงตัวของใบแบบสลับระนาบเดียวมี 3 เผ่า ตามลักษณะของเกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน ได้แก่ เผ่า Alpineae เกสรเพศผู้ที่เป็นหมันมีขนาดเล็กหรือลดรูป ประกอบด้วย สกุล *Achasma* , *Alpinia* , *Amomum* , *Catimbium* , *Cenolophon* Blume , *Elettaria* , *Elettariopsis* , *Geocharis* , *Geostachys* , *Hornstedlia* , *Languas* , *Phaeomeria* และ *Plagiostachys* ส่วนอีก 2 เผ่ามีเกสรเพศผู้ที่เป็นหมันกว้างคล้ายกลีบดอก ได้แก่ เผ่า Globbeae มีสกุลเดียว คือ สกุล *Globba* เผ่า Hedychieae ประกอบด้วยสกุล *Boesenbergia* O.Kuntze , *Camptandra* , *Curcuma* , *Kaempferia* , *Haniffia* Holtt. , *Hedychium* , *Scaphochlamys* Bak. และ *Zingiber*

Henderson [85] ศึกษาพรรณไม้บริเวณมาลายา 15 สกุล ดังนี้ *Achasma* , *Alpinia* , *Amomum* , *Camptandra* , *Costus* , *Curcuma* , *Elettariopsis* , *Geostachys* , *Globba* , *Hedychium* , *Hornstedtia* , *Kaempferia* , *Phaeomeria* , *Plagiostachys* และ *Zingiber*

Larsen [93] ศึกษาทบทวนพรรณไม้สกุล *Scaphochlamys* และ *Geostachys* แถบมาลายา สกุลแรกพบ 2 ชนิด ดังนี้ *S. biloba* (Ridl.) Holtt. ซึ่งมีรายงานว้าค้นพบครั้งแรกที่ภาคใต้ของประเทศไทยและมีลักษณะใกล้เคียงกับ *S. longifolia* (Ridl.) Holtt. อีกชนิด คือ *S. malaccana* Bak. มีลักษณะใกล้เคียงกับ *Kaempferia cumingii* K. Schum. สำหรับการแพร่กระจายพันธุ์ของสกุลนี้พบในป่าดิบชื้นตามแม่น้ำในจังหวัดปัตตานี ไปจนถึงภาคใต้ของมาเลเซียเท่านั้น ส่วนสกุลที่สองพบทั่วไปตามภูเขาสูง ป่าดิบแล้ง ต่อมาในปี ค.ศ. 1964 ศึกษาพรรณไม้บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และพบสกุลใหม่ คือ *Caulokaempferia* ซึ่งแยกออกจากสกุล *Kaempferia* หมู่ Monolophus โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาและเซลล์พันธุศาสตร์ มีชุดโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 10 มีจำนวนโครโมโซม 2n = 20 และในปี ค.ศ. 1965 ได้บรรยายพรรณไม้ชนิดใหม่บริเวณอินโดจีน คือ *Hedychium boloveniorum* T.Christensen , *H. poilanii* E.Poilane และ *H. forrestii* Diels var *latebracteatum* E.Poilane ต่อมา ในปี ค.ศ. 1996 Larsen ศึกษาพรรณไม้ในมาเลเซียพบทั้งหมด 4 เผ่า 26 สกุล ดังนี้ (1) เผ่า Alpineae มี 14 สกุล คือ *Alpinia* , *Amomum* , *Burbidgia* Hook.f. , *Elettaria* , *Elettariopsis* , *Etlingera* , *Geocharis* , *Geostachys* , *Hornstedtia* , *Leptosolens* , *Plogiostachys* , *Pleuranthodium* , *Riedelia* และ *Vanoverberghia* (2) เผ่า Globbeae มี 1 สกุล คือ *Globba* (3) เผ่า Hedychieae มี 10 สกุล คือ *Boesenbergia* , *Camptandra* , *Caulokaempferia* , *Curcuma* , *Haniffia* , *Haplochorema* , *Hedychium* , *Kaempferia* , *Nanochilus* และ *Scaphochlamys* (3) เผ่า Zingibereae มี 1 สกุล คือ *Zingiber*

Larsen และ Smith [96] พบพรรณไม้ชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ *Caulokaempferia alba* และ *C. yunnanensis* (Gagnep.) R.M.Smith

Chung [69] ศึกษาอนุกรมวิธานของพรรณไม้ในบริเวณลานหินแถบมาเลเซีย 9 สกุล 16 ชนิด ตามลักษณะการเรียงตัวของใบดังนี้ การเรียงตัวของใบแบบเวียนพบในสกุล *Costus* ส่วนการเรียงตัวของใบแบบสลับระนาบเดียวประกอบด้วยสกุล *Achasma* , *Amomum* , *Boesenbergia* , *Catimbium* , *Globba* , *Kaempferia* , *Phaeomeria* และ *Zingiber*

Kam [89] ศึกษาพืชสกุล *Elettariopsis* แถบมาเลเซีย 5 ชนิด 1 พันธุ์ ดังนี้ *E. burttiana* , *E. curtisii* Bak. , *E. exserta* (Scort.) Bak. , *E. smithiae* , *E. smithiae* var. *rugosa* และ *E. triloba* (Gagnep.) Larsen พรรณไม้สกุลนี้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับสกุล *Amomum* และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ n = 24

Poulsen [105] พบพืชชนิดใหม่จากบรูไน 2 ชนิด คือ *Boesenbergia belabangensis* และ *B. urceoligena*

Ibrahim และ Larsen [88] ศึกษาและบรรยายพืชชนิดใหม่จากภาคใต้ของมาเลเซีย จำนวน 1 ชนิด คือ *Globba nawawii*

Newman [104] ศึกษาและบรรยายพืชชนิดใหม่จากเวียดนาม 1 ชนิด คือ *Hornstedtia sanhan*

Madulid [101] ศึกษาพืชในประเทศฟิลิปปินส์ พบ 12 สกุล 99 ชนิด และชนิดที่พบเฉพาะในประเทศฟิลิปปินส์มี 85 ชนิด ประกอบด้วย *Alipinia* , *Amomum* , *Boesenbergia* , *Curcuma* , *Etlingera* , *Globba* , *Hedychium* , *Kaempferia* , *Leptosolena* , *Plagiostachys* , *Vanoverberghia* และ *Zingiber*

Agoo [61] ศึกษาพรรณไม้สกุล *Alpinia* จำนวน 40 ชนิด ในจำนวนนี้มี 37 ชนิดพบเฉพาะในประเทศฟิลิปปินส์ จำแนกตามลักษณะและขนาดของปาก การมีใบประดับและใบประดับย่อย แบ่งได้ 2 สกุลย่อย คือ สกุลย่อย *Alpinia* (มี 2 หมู่ คือ หมู่ Kolowratia และ Alpinia) และสกุลย่อย *Dieramalpinia* (มี 3 หมู่ คือ Eubractea , Myrriobractea และ Dieramalpinia)

Poulsen et al. [106] ศึกษาวงศ์ขิงชนิดใหม่ของโลกจากทางตอนเหนือของเกาะบอร์เนียว จำนวน 3 ชนิด สกุล *Etlingera* ได้แก่ *E. rubromarginata* A.D.Poulsen & J.Mood , *E. belalongensis* และ *E.corrugata* A.D.Poulsen & J.Mood

2.3.4.2 การศึกษาพรรณไม้วงศ์ขิงในประเทศไทย มีการศึกษารวบรวมดังนี้

เต็ม สมิตินันท์ [20] บันทึกพรรณไม้ป่าประเทศไทยมีพืช 2 ชนิด คือ *Curcuma aeruginosa* Roxb. และ *Hedychium ellipticum* Ham. ในปี พ.ศ. 2523 ได้รวบรวมชื่อพรรณไม้ในประเทศไทยพบพรรณไม้วงศ์ขิง 15 สกุล 84 ชนิด ได้แก่ *Achasma* 3 ชนิด *Alpinia* 9 ชนิด *Amomum* 7 ชนิด *Boesenbergia* 4 ชนิด *Catimbium* 2 ชนิด *Caulokaempferia* 6 ชนิด *Costus* 2 ชนิด *Curcuma* 13 ชนิด *Elettaria* 1 ชนิด *Globba* 9 ชนิด *Hedychium* 8 ชนิด *Kaempferia* 7 ชนิด *Languas* 1 ชนิด *Nicolaia* 3 ชนิด และ *Zingiber* 9 ชนิด ต่อมาในปี พ.ศ. 2526 ศึกษาป่าพรุในประเทศไทยพบพืชวงศ์ขิง 2 ชนิด คือ *Boesenbergia prainiana* K.Schum. และ *Hedychium longicornutum* Bak.

Smitinand [119] ศึกษาและรวบรวมพรรณไม้ในประเทศไทย พบพืชวงศ์ขิง 7 สกุล 5 ชนิด ได้แก่ *Amomum ovoideum* Pierre ex Gagnep. , *Boesenbergia parvula* (Wall.) Smitinand (ย้ายมาจาก *Gastrochilys parvula* Wall.) , *Globba globulifera* Gagnep. , *G. villosula* Gagnep. , *Hedychium bousigonianum* Pierre ex Gagnep. , *H. coccineum* Ham. Ex Smith และ *Kaempferia secuda* Wall. ในปี ค.ศ. 1965 พบพืชวงศ์ขิงจากดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ 2 ชนิด คือ *Globba garrettii* Kerr และ *Alpinia sp.*

กิตติเชษฐ์ ศรีดิษฐ์ [1] ศึกษาพรรณไม้ดอกบริเวณลานหินแตกอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า พบพืชวงศ์ขิง 2 ชนิด คือ *Caulokaempferia alba* และ *Hedychium ellipticum* Ham.

พงศธร ยุกตะทัต [32] ศึกษาอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์ขิงในอุทยานแห่งชาติภูพาน เขตตำบลห้วยยาง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร พบพรรณไม้วงศ์ขิงทั้งสิ้น 7 สกุล 16 ชนิด ได้แก่ *Amomum hastilabium* Ridl. , *Boesenbergia xiphostachya* (Gagnep) Loes. , *Costus speciosus* (Koenig) Smith , *Curcuma alismatifolia* Gagnep. , *C. ecomata* Craib , *C. gracillima* Gagnep. , *C. parviflora* Wall. , *Globba annamensis* Gagnep. , *G. marantina* L. , *G. panicoides* Miq. , *G. schomburgkii* Hook.f. , *Kaempferia laotica* Gagnep. , *Zingiber junceum* Gagnep. , *Z. rubens* Roxb. , *Z. zerumber* (L.) Smith และคาดว่าเป็นพืชชนิดใหม่ 1 ชนิด คือ *Kaempferia sp.*

ธวัชชัย สันติสุข [22] ศึกษาป่าไม้และพรรณไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติภูกระดึง พบพืชวงศ์ขิง ดังนี้ *Curcuma aeruginosa* , *Caulokaempferia alba* , *Hedychium ellipticum* , *Catimbium speciosum* (Wendl.) Holtt. และ *Amomum spp.*

สุรวิช วรรณไกรโรจน์ [58] รวบรวมพรรณไม้สกุล *Curcuma* ในประเทศไทย ได้แก่ *C. alismatifolia* , *C. aurantiaca* . *C. harmandii* , *C. parviflora* , *C. roscoeana* , *C. thorelii* และ *Curcuma spp.*

สุรพล แสนสุข [56] ศึกษาพรรณไม้พื้นล่างบริเวณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี โคกภูตากา อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น พบพรรณไม้วงศ์ขิง 5 ชนิด ได้แก่ *Curcuma aeruginosa* , *C.* cf. *oligantha* , *Globba laeta* (ใบประดับสีขาวและสีม่วง) , *K. marginata* และ *Kaempferia sp.*

ประนอม จันทรโณทัยและอัจฉรา ธรรมถาวร [28] สำรวจ รวบรวมรายชื่อและตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ของพรรณไม้ในป่าบริเวณโครงการการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี โคกภูตากา อำเภอภูเวียง จังหวัด

ขอนแก่น พบพรรณไม้วงศ์ขิง 8 ชนิด ได้แก่ *Boesenbergia sp.* , *Curcuma aeruginosa* , *C.* cf. *oligantha* , *C. thorelii* , *Globba laeta* (ใบประดับสีขาวและสีม่วง) , *K. marginata* , *Kaempferia sp.* และ *Stahlianthus sp.*

Suvatti [121] รวบรวมรายชื่อพรรณไม้ในประเทศไทย พบพรรณไม้วงศ์ขิง 11 สกุล ได้แก่ *Alpinia* , *Amomum* , *Costus* , *Curcuma* , *Gastrochilus* , *Globba* , *Hedychium* , *Hornstedtia* , *Kaempferia* , *Phaeomeria* และ *Zingiber*

Sirirugsa และ Larsen [116] พบพืชชนิดใหม่จากประเทศไทย 1 ชนิด คือ *Scaphoelamys obcordata* และในปี ค.ศ. 1995 ได้ศึกษาอนุกรมวิธานของพรรณไม้สกุล *Hedychium* ในประเทศไทยพบ 17 ชนิด โดยใช้ลักษณะของผิวใบด้านล่างและลิ้นใบยาวมากกว่าหรือสั้นกว่า 3 เซนติเมตร ซึ่งในจำนวนนี้เป็นพืชชนิดใหม่ 3 ชนิด ได้แก่ *H. biflorum* , *H. samuiense* และ *H. tomentosum*

Mood และ Larsen [103] พบพืชสกุลใหม่จากประเทศไทยคือ สกุล *Cornukaemferia* มี 1 ชนิด คือ *C. aurantiflora* ต่อมาในปี ค.ศ. 1998 พบสกุลใหม่อีก 1 สกุลจากประเทศไทย คือ สกุล *Siamanthus* มี 1 ชนิด คือ *S. siliquosus*

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ศิริกุล จันทร์สว่างและคณะ [50] ได้ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากต้นตะไคร้หอมแบบพืชสดและแบบพืชแห้ง โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัดแบบต่าง ๆ เพื่อหาความเข้มข้นของสารสำคัญ คือ Citronellal Citronellol และ Geraniol พร้อมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปผลิตภัณฑ์ครีมทาป้องกันยุง พบว่า ตะไคร้หอมแบบพืชแห้งสามารถสกัดปริมาตรน้ำมันหอมระเหยและความเข้มข้นของสารสำคัญได้สูงกว่าตะไคร้หอมแบบพืชสด โดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำแบบไม่หมุนเวียน (ได้ Geraniol สูงสุด) และผลิตครีมทาป้องกันยุงจากน้ำมันตะไคร้หอม 14 % โดยน้ำหนัก สามารถป้องกันยุงได้ 3.5 ชั่วโมงต่อการทาป้องกัน 1 ครั้ง

ณัฏฐ์ สาธรและปาริญา วัฒนาดำรงค์รัตน์ [19] ได้ศึกษาการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดโดยใช้ไอน้ำ โดยใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ผลิตขึ้นเอง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความดันไอน้ำเพิ่มขึ้น ผิวมะกรูดจะให้น้ำมันหอมระเหยมากที่สุดที่ความดัน 0.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อใช้เวลา 270 นาที ให้น้ำมันหอมระเหย 18 มิลลิลิตร ในขณะที่ความดัน 0.3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อใช้เวลาเท่ากันจะให้น้ำมันหอมระเหย 7.5 มิลลิลิตร และพบว่าเมื่อระยะเวลาในการสกัดมากขึ้นจะทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยมากขึ้นด้วย ที่ความดัน 0.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงสุดที่ช่วง

เวลา 90 – 120 นาที ในขณะที่ความดัน 0.3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงสุดที่ช่วงเวลา 150 – 180 นาที ซึ่งจะแปรตามความดันด้วยเช่นกัน คือ เมื่อความดันสูงจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงสุดเร็วกว่าที่ความดันต่ำ ดังนั้น สภาวะที่เหมาะสมที่จะทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดนั้นควรเป็นสภาวะที่สามารถจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงสุดในเวลาสั้นๆ และไม่สิ้นเปลืองพลังงานในการผลิตไอน้ำ คือ ที่ความดัน 0.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

วัชนีย์ รุ่งอินทร์ [43] ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดในการป้องกันยุงลาย โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน , ขิง , มะกรูด ยูคาลิปตัสและส้มโอ โดยทำการสกัดพืชด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ น้ำมันหอมระเหยทุกชนิดในความเข้มข้นร้อยละ 100 , 50 , 25 และ 10 จะถูกทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงและศึกษาผลของสาร vanillin ปริมาณร้อยละ 2.5 และ 5 ในน้ำมันหอมระเหยทุกชนิด โดยการประเมินประสิทธิภาพในการป้องกันยุงใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ประเทศไทย จากการศึกษาพบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิดที่ยังไม่เจือจางความเข้มข้น น้ำมันขมิ้นชัน น้ำมันขิง น้ำมันใบมะกรูดและน้ำมันยูคาลิปตัสให้ระยะเวลาป้องกันยุงมากกว่า 2 ชั่วโมง ยกเว้น น้ำมันผิวเปลือกส้มโอ ป้องกันยุงได้เพียง 20 นาที การเจือจางน้ำมันหอมระเหยด้วยเอทานอล ให้เหลือความเข้มข้นร้อยละ 50 , 25 และ 10 ตามลำดับ มีผลให้ระยะเวลาป้องกันยุงลดลงตามระดับความเข้มข้น น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าร้อยละ 50 จะให้ระยะเวลาป้องกันยุงได้น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ยกเว้นน้ำมันใบมะกรูด สาร vanillin เมื่อผสมในน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิด ที่ยังไม่เจือจางความเข้มข้น ไม่มีผลต่อการยืดระยะเวลาป้องกันยุงอย่างมี นัยสำคัญ แต่เมื่อผสมในน้ำมันที่เจือจางความเข้มข้นที่ระดับร้อยละ 10 – 30 vanillin จะให้ผลต่อการยืดระยะเวลาป้องกันยุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีความเข้มข้นต่ำ ระดับร้อยละ 25 และ 10 สาร vanillin ปริมาณเท่ากันเมื่อผสมในน้ำมันหอมระเหยทุกชนิด ปรากฏว่าน้ำมันขมิ้นชัน สามารถยืดระยะเวลาป้องกันยุงได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่น จากการทดสอบน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิด น้ำมันใบมะกรูดและน้ำมันขมิ้นชันให้ผลในการป้องกันยุงดีที่สุดและเมื่อผสมสารเสริมฤทธิ์ vanillin ในน้ำมันหอมระเหยทุกชนิด น้ำมันขมิ้นชันให้ผลในการป้องกันยุงนานที่สุด

สมเกียรติ บุญญะบัญชา [53] ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดต่อยุงลาย โดยการศึกษาประสิทธิภาพทางชีววิทยาของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 7 ชนิด ได้แก่ กะเพราขาว , กะเพราะแดง , กะเพราผี , แมงลัก , สะระแหน่ , โหระพาและตะไคร้หอมต่อ

ยุงลายในสภาพห้องปฏิบัติการ สกัดน้ำมันหอมระเหยจากตัวอย่างพืชสดซึ่งปลอดสารฆ่าแมลง ผลการสกัด น้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 7 ชนิด พบว่า พืชที่ให้น้ำมันหอมระเหยจากมากไปหาน้อย ได้แก่ โหระพา , ตะไคร้หอม , แมงลัก , สะระแหน่ , กะเพราแดง , กะเพราขาวและกะเพราผี โดยได้ น้ำมันหอมระเหย 2.703 , 2.099 . 1.639 , 1.191 , 0.0860 , 0.352 และ 0.097 กรัม ต่อ ตัวอย่างพืชสด 1,000 กรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายระยะที่ 2 และ 4 จากการคำนวณค่า LC_{50} และ LC_{95} ตามวิธี probit analysis พบว่า โหระพามีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาได้แก่ กะเพราและสะระแหน่ ตามลำดับ การทดสอบประสิทธิภาพในการ knock down ยุงลายตัวเต็มวัย จากการคำนวณค่า KC_{50} และ KC_{95} พบว่า กะเพราะมีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาได้แก่ แมงลักและตะไคร้หอม ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการเป็นสารป้องกันยุงลาย จากการทดสอบด้วย olfactometer และคำนวณค่า EC_{50} และ EC_{95} พบว่า แมงลักและตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุด ตามลำดับ และจากการศึกษาการใช้เป็นสารทาป้องกันยุงของน้ำมันหอมระเหยจากแมงลักและตะไคร้หอม โดยใช้ความเข้มข้น 1 % ทาบนผิวหนังบริเวณแขน พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดให้ผลในการป้องกันยุงลายต่างจากชุดเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและค่าเฉลี่ยของจำนวนยุงที่มากัดบนผิวหนังที่ทาด้วยน้ำมันหอมระเหยจากแมงลักและตะไคร้หอม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ด้วย F – test และ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และจากการสังเกตอาการระคายเคืองต่อผิวหนังพบว่าไม่มีความผิดปกติบนผิวหนังที่ทาด้วยสารทั้งสองชนิด

ศรีชาติ บุญยรัตพันธุ์และสุทธิพงษ์ แก้วสิงห์ [51] ได้ออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช 2 ชนิด คือ ตะไคร้และยูคาลิปตัส เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช 2 ชนิดนี้ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นจะใช้ความดันไอน้ำ 0.35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 45 นาที ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด 0.1323 % เมื่อใช้ตะไคร้ 6 กิโลกรัม และยูคาลิปตัสมีสภาวะที่เหมาะสม คือ ที่ความดัน 0.35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในเวลา 60 นาที ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด 0.2029 % เมื่อใช้ยูคาลิปตัส 8 กิโลกรัม

อภิชิต สุวัฒนศิลป์และสมศักดิ์ จันทร์ชิดฟ้า [59] ได้ศึกษาการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสโดยใช้ไอน้ำจากหม้อไอน้ำที่ความดันไอน้ำ 5 บาร์ และใช้ใบยูคาลิปตัส 25 กิโลกรัม พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการกลั่น 45 นาที ถ้ากลั่นนานมากกว่านี้จะทำให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และเวลาที่ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงที่สุด คือ 15 นาที ซึ่งจะใกล้เคียงกับปริมาณ น้ำมันหอมระเหยที่ได้ที่เวลา 30 นาที ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จาก

ใบยูคาลิปตัสจะไม่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง เช่น การเก็บตัวอย่างในช่วงเช้าและช่วงบ่ายปริมาณ น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะไม่แตกต่างกัน ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของใบยูคาลิปตัส ลักษณะใบที่ให้น้ำมันหอมระเหยมากจะมีสีเขียวอมม่วง ถ้าใบแก่จัดหรือใบอ่อนจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อย

สุจิตรา อดุลเดชาและทองก้อน นุริตานนท์ [55] ได้ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย การเก็บรักษา และหาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายซึ่งสกัดโดยใช้น้ำร้อนเฉลี่ย 0.395 % การเก็บน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ดีจะต้องทำให้แห้งโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) หรือแคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_2$) ที่ปราศจากน้ำ และป้องกันไม่ให้ถูกอากาศ แสง อุณหภูมิสูง โดยใส่ขวดสีชาปิดฝาสนิทแล้วนำไปเก็บในที่เย็นจะทำให้สามารถเก็บน้ำมันหอมระเหยได้นานยิ่งขึ้น