บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

กระแสความนิยมผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรธรรมชาติทั้งในและต่างประเทศเพิ่มขึ้น อีกทั้งการให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพ และทราบถึงอันตรายของสารเคมีสังเคราะห์ที่ใช้กันมานานของผู้บริโภค ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรธรรมชาติได้รับผลตอบรับที่ดีจากผู้บริโภค ปัจจุบันรัฐบาลได้ให้ความสำคัญเรื่องสมุนไพรไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการนำมาผลิตเป็นยารักษาโรค ผลิตภัณฑ์อาหารเสริม และเครื่องสำอาง ได้มีนโยบายส่งเสริมการใช้สมุนไพรไทยและสนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรธรรมชาติ ทำให้ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรธรรมชาติยิ่งได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เช่นเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมสารสกัดธรรมชาติ หรือน้ำมันหอมระเหย รวมทั้งสบู่ที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยเพื่อเพิ่มจุดขายทางการตลาด และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค (กฤษณา ภูตะคาม และดวงสมร ลิมปิติ, 2553 : หน้า 1) อีกธุรกิจหนึ่งที่ใช้น้ำมันหอมระเหย คือธุรกิจสปา ได้รับความนิยมทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นสารสกัดที่ได้จากธรรมชาติ เกิดผลข้างเคียงต่อผู้ใช้น้อย (สุวิณี พึ่งกัน, 2554 : หน้า 1) แต่เนื่องจากสินค้าประเภทนี้ยังมีราคาสูง ประเทศไทยต้องสั่งซื้อยาและสารสังเคราะห์จากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งเข้ามาในรูปของวัตถุดิบและสำเร็จรูป การใช้ทรัพยากรในประเทศยังมีน้อย ทั้งๆที่ประเทศไทยมีสมุนไพรอยู่มากมายหลายชนิดที่สามารถพัฒนาเป็นยาได้ ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นสินค้าที่น่าทำรายได้ให้กับประเทศ น้ำมันหอมระเหยเป็นสารประกอบที่ได้จากการสกัดน้ำมันที่พืชสร้างขึ้น ลักษณะทั่วไปเป็นของเหลวใสหรือสีเหลืองอ่อน ๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยมีลักษณะที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในพืชแต่ละชนิด (ธีรศิลป์ ชมแก้ว, 2551: หน้า 8) เนื่องจากในอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันหอมระเหยทั่วไปนั้น ใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่มีขนาดใหญ่ ต้องใช้พื้นที่สำหรับติดตั้งมากและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพง (ธีรศิลป์, 2551) ทำให้ต้นทุนในการประกอบกิจการสูง ส่งผลให้อุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันหอมระเหยทำได้เฉพาะในกลุ่มผู้ประกอบการที่มีเงินทุนสูง ส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมครัวเรือนหรือในอุตสาหกรรมระดับกลางสามารถผลิตได้ในปริมาณจำกัด เนื่องจากขาดเงินทุนในการซื้อเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่มีราคาแพง จึงไม่มีศักยภาพเพียงพอในการแข่งขันในตลาดได้ (พิเชษฐ์ เทบำรุง และสมศักดิ์ ระยัน, 2550 : หน้า 6)

2.2 น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหย เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนได้จากการสกัดน้ำมันที่พืชสร้างขึ้น โดยสามารถพบได้ตามส่วนต่างๆ ของพืชหอม ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอกผล เมล็ด เป็นต้น โดยลักษณะทั่วไปเป็นของเหลวใสหรือสีเหลืองอ่อน ๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ เมื่อได้รับความร้อนน้ำมันหอมจะระเหยได้ดีขึ้น กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยมีลักษณะที่แตกต่างกันไป

ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในพืชแต่ละชนิด ตัวอย่างส่วนของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย เช่น (กองพัฒนาพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545 : หน้า 5)

ดอก	กานพลู, ส้ม, แก้ว, กระดังงา
ผลและเมล็ด	ผักชี, ยี่หร่า, กระวาน, จันทร์เทศ
เปลือกผลไม้	มะกรูด, ส้ม, มะนาว
ใบ	ตะไคร้หอม, สะระแหน่, มินต์, ตะไคร้, พลู
เนื้อไม้และเปลือกไม้	อบเชย
ราก	แฝกหอม, กระชาย

ตารางที่ 2.1 ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย

พืช	ส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหย
ตะไคร้ ตะไคร้หอม	กาบใบ
ยูคาลิปตัส กระเพรา โหระพา	ใบ
กุหลาบ, มะลิ การะเวก จำปา	ดอก
จันทร์เทศ	ผล
มะกรูด มะนาว ส้ม	เปลือกผล
กระวาน กานพลู	เมล็ด
จันทร์ สน กฤษณา	เนื้อไม้
อบเชย	เปลือกไม้
แฝกหอม	ราก
ขิง ข่า ไพล	เหง้า

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันหอมระเหยในไทยของพืชแต่ละชนิด

น้ำมันหอมระเหย	คุณสมบัติ
กระชาย	บรรเทาอาการเมารถ เมาเรือ อาการหวัด ขับลม
โหระพา	บรรเทาอาการปวดศีรษะ หลับสบาย
กระเพรา	บรรเทาอาการหวัด คัดจมูก
ข่า	บรรเทาอาการคลื่นไส้ กลากเกลื้อน
ตะไคร้บ้าน	บรรเทาปวดศีรษะ อ่อนเพลีย สลายเซลลูไลท์
มะกรูดไทย	คลายเครียด สดชื่น บรรเทารังแค ไล่ยุง
ใบฝรั่ง	ช่วยกระตุ้นให้สดชื่น ระงับกลิ่นปาก ขับลม
ไพล	บรรเทาอาการปวดเมื่อย ช่วยผ่อนคลาย
ขมิ้น	บรรเทาอาการผิวหนังอักเสบ บำรุงผิว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

2.2.1 คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละวงศ์

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยพืชที่มีคุณสมบัติในการให้น้ำมันหอมระเหยมีหลากหลายวงศ์ ตัวอย่างเช่น

1. พืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae/Labiatae) เป็นวงศ์ที่ให้น้ำมันหอมระเหยมากที่สุด พืชในวงศ์นี้ได้แก่ กะเพรา โหระพา ลาเวนเดอร์เปเปอร์มินท์โรสแมรี่ ไธม์ พิมเสน เป็นต้น น้ำมันที่ได้ส่วนใหญ่มักมาจากใบ มีคุณสมบัติในการระงับเชื้อ ลดอาการปวดเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ พืชวงศ์นี้เป็นพืชที่มีความปลอดภัยสูง ยกเว้นน้ำมันเสจ (Sage oil) และน้ำมันฮิสสอพ (Hyssop oil) เพราะมีองค์ประกอบพวกคีโตนหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เป็นพิษต่อระบบประสาท

2. พืชวงศ์หญ้า (Poaceae/Gramineae) ได้แก่ ตะไคร้ ตะไคร้หอม แฝกหอม เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์นี้มีคุณสมบัติต้านการอักเสบและบำรุงกำลัง มีรายงานว่า แฝกหอมช่วยกระตุ้นระบบประสาทและระบบภูมิคุ้มกัน

3. พืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) ได้แก่ ขิง ข่า ขมิ้นชัน ขมิ้นขาว ไพล ไพลดำ กระวานฯลฯ พืชในวงศ์นี้มีลักษณะพิเศษตรงที่ทุกส่วนของต้นจะมีกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยอยู่ บางชนิดมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

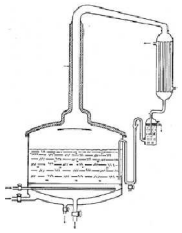
2.2.2 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย (Methods of Extraction)

1. การกลั่น (Distillation)

วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นวิธีที่ประหยัดและสามารถใช้แยกน้ำมันหอมระเหยได้เกือบทุกชนิด สิ่งที่สำคัญที่ต้องควบคุมในการกลั่น คือ ระยะเวลาและอุณหภูมิ เพราะจะส่งผลถึงคุณภาพและกลิ่นของน้ำมันที่ได้ การกลั่นแบ่งออกได้ 3 วิธี คือ (ธีรศิลป์ ชมแก้ว, 2551: หน้า 12-16; มนิษา เส็งประชา, 2546 : หน้า 23-42)

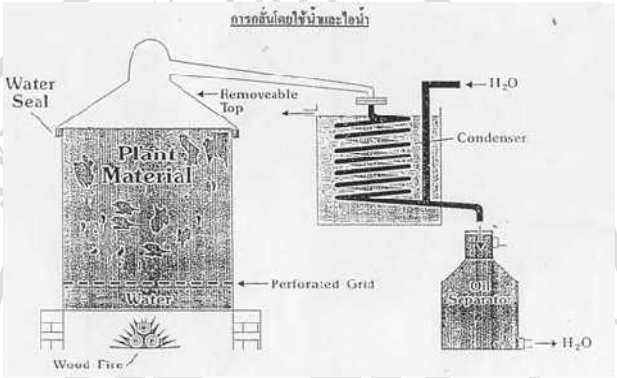
1.1 การกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation/Hydro distillation) นิยมใช้กับพืชที่มีองค์ประกอบทางเคมีไม่สลายตัวเมื่อถูกความร้อน โดยการนำพืชที่ต้องการกลั่นมาใส่ในหม้อกลั่น แล้วเติมน้ำจนท่วมพืช ต้มจนน้ำเดือด เมื่อน้ำเดือดระเหยเป็นไอ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในเนื้อเยื่อพืชออกมา เมื่อผ่านเครื่องควบแน่น ไอน้ำและไอของน้ำมันหอมระเหยจะควบแน่นเป็นของเหลว ได้เป็นน้ำและน้ำมันหอมระเหยแยกออกจากกัน ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ในกรณีที่ต้องกลั่นพืชปริมาณมากๆ ความร้อนที่ให้สู่หม้อกลั่นจะไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งหม้อกลั่น ก่อให้เกิดการไหม้หรือการสลายตัวขององค์ประกอบบางชนิดทำให้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยเปลี่ยนไป หรืออาจมีกลิ่นของภาชนะติดมาด้วย

สถาบันวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์



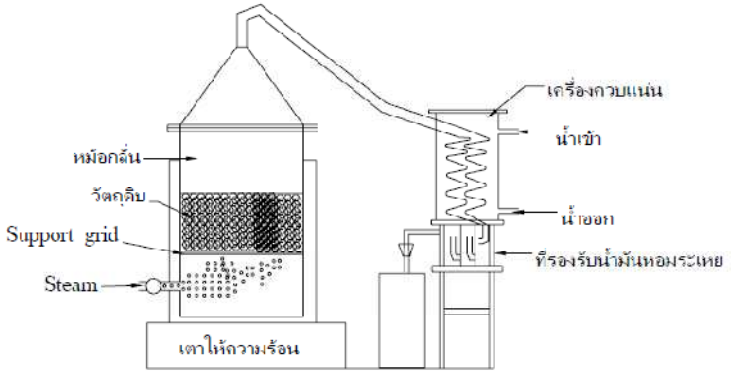
ภาพที่ 2.1 การกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยการต้มกับน้ำ (มนิษา เส็งประชา, 2546)

1.2 การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation) นิยมใช้กับพืชที่มีองค์ประกอบทางเคมีสลายตัวเมื่อถูกความร้อนโดยตรง ทำโดยนำพืชที่ต้องการกลั่นมาวางบนตะแกรงที่อยู่เหนือหม้อต้มน้ำ ให้ความร้อนจนน้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยแล้วควบแน่นกลับมาเป็นน้ำกับน้ำมันหอมระเหย ดังภาพที่ 2.2 การกลั่นโดยวิธีนี้ อาจเรียกว่า Wet steam พืชที่ใช้กลั่นโดยวิธีนี้จะมีคุณภาพดีกว่าวิธีแรก



ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของเครื่องกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (มนิษา เส็งประชา, 2546)

1.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation) วิธีนี้เหมาะกับพืชที่เก็บสะสมน้ำมันหอมระเหยไว้ในขนต่อมน้ำมัน (Glandular Trichome) เช่น โหระพา เป็ปเปอร์มินต์ เป็นต้น หรือต่อมน้ำมัน (Oil reservoir) เช่น เปลือกผลส้ม ใบมะกรูด เป็นต้น ทำได้โดยนำพืชมาวางบนตะแกรงซึ่งวางอยู่เหนือน้ำในภาชนะปิดที่ต่อกับเครื่องควบแน่น เมื่อต้มน้ำจนเดือด ไอน้ำจะผ่านขึ้นไปสัมผัสกับพืชโดยตรงและทำให้ต่อมน้ำมันแตกออก น้ำมันจะระเหยไปพร้อมกับไอน้ำแล้วควบแน่นเป็นหยดน้ำออกมาด้วยกัน สามารถแยกชั้นน้ำกับน้ำมันออกจากกันได้ วิธีนี้จัดเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายน้อยดังรูปที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะของเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ (นิตินัย จรรยายงค์, 2548)

2. การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent extraction) วิธีนี้จะทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นสูงโดยตัวทำละลายที่นิยมใช้ ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เบนซีนหรือเฮกเซน ซึ่งจะสกัดสารหอมจากพืชออกมา ซึ่งจะมีไข สารสีและแอลบูมินออกมาด้วย วิธีนี้ไม่นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอาหาร เนื่องจากยังมีสารละลายที่เป็นพิษตกค้างอยู่

3. การบีบหรือการบีบเย็น (Expression/Cold expression) วิธีนี้มักใช้กับพืชตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว มะกรูด ส้มโอ โดยการบีบเปลือกของผลไม้ทำให้เซลล์ของพืชแตกออกแล้วปล่อยน้ำมันออกมา เนื่องจากการสกัดด้วยวิธีนี้ไม่ใช้ความร้อนจึงทำให้น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีกลิ่นใกล้เคียงกับพืชสด แต่มีข้อเสียคือ น้ำมันที่ได้จะมีปริมาณน้อยและไม่บริสุทธิ์

4. การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage) วิธีนี้มักใช้กับดอกไม้กลีบบางจำพวก เช่น กุหลาบ และดอกมะลิ โดยการนำดอกไม้มาวางทับถาดกระจกที่เกลี่ยด้วยไขมันสัตว์บางๆ เพื่อให้ไขมันดูดซับสารหอมจากดอกไม้ โดยใช้เวลาประมาณ 1-3 วัน กระบวนการนี้จะทำซ้ำๆกันจนกระทั่งไขมันดูดสารหอมอย่างเพียงพอ ไขมันที่ดูดสารหอมนี้เรียกว่าpommade นำ pommade ไปละลายในแอลกอฮอล์ก็จะได้น้ำมันหอมระเหยออกมา การผลิตน้ำมันหอมระเหยมักจะสกัดด้วยวิธีนี้มากกว่า 10%

5. การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (Super-critical carbon dioxide extraction) วิธีนี้เป็นวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยแบบใหม่ โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของเหลวและแก๊สภายใต้ความดันและอุณหภูมิที่สูงโดยใช้ความดันประมาณ 200 atm ที่อุณหภูมิประมาณ 30°C น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีคุณภาพดีและมีความบริสุทธิ์สูง ถือเป็นวิธีการสกัดที่ดีที่สุดที่จะได้สารระเหยบริสุทธิ์สูง มีความคงตัวสูง สามารถที่จะเก็บไว้ได้นานกว่าวิธีอื่นๆ แต่มีข้อเสียคือ ต้นทุนการผลิตสูงกว่าวิธีอื่นๆ เครื่องมือมีราคาแพงมาก ในปัจจุบันมีการนำมาใช้ในงาน Aroma theraphy และอุตสาหกรรมน้ำหอมมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากสารสกัดที่ได้มีความบริสุทธิ์และไม่ผ่านความร้อนสูง

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียในการสกัดน้ำมันหอมระเหยแต่ละวิธี

วิธีการสกัด	ข้อดี	ข้อเสีย
การสกัดด้วยการกลั่น	ประหยัด, ใช้อุปกรณ์ที่เรียบง่าย ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมาก, ใช้แรงงานน้อย	ใช้เวลามาก
การบีบเย็น	ใช้อุปกรณ์ที่เรียบง่าย ,ไม่ต้องใช้ความร้อน	สกัดได้เฉพาะพืชที่เป็นเปลือก เช่น มะนาว มะ,กรูด เกิดออกซิไดซ์รวดเร็ว
การสกัดด้วยไขมัน	ใช้อุณหภูมิที่ต่ำ, ไม่มีตัวทำลายที่ตกค้าง	ใช้เวลานาน, ใช้แรงงานมาก
การสกัดด้วย CO_2	ได้น้ำมันที่บริสุทธิ์, อายุการใช้งานน้ำมันยาวนาน	ต้นทุนการผลิตแพงกว่าวิธีอื่น
การสกัดด้วยตัวทำละลาย	น้ำมันที่สกัดได้ต่อเนื่อง	ตัวทำละลายตกค้าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหอมระเหย (ธีรศิลป์ ชมแก้ว, 2551: หน้า 17-18)

1. ขนาดหรือปริมาณของวัตถุดิบ
2. ปริมาณความชื้นของวัตถุดิบ
3. เวลาที่ใช้ในการสกัด
4. อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น
5. อัตราส่วนของวัตถุดิบต่อสารที่ใช้สกัด
6. วิธีการสกัด

2.2.4 การควบคุมคุณภาพของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีหลากหลาย มีสูตรโครงสร้างที่แตกต่างกัน หรือมีสารที่ความคล้ายคลึงกันในปริมาณที่น้อยมาก ทำให้การวิเคราะห์ค่อนข้างยุ่งยาก มีการจัดทำด้านระบบมาตรฐานด้านคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยโดยหน่วยงาน หรือองค์กรต่างๆ เพื่อช่วยในการรับรองความปลอดภัยและคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด ระบบมาตรฐานด้านคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สำคัญ และเป็นที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่

1. The International Organization for Standardization (ISO)
2. The Essential Oil Association of the United State (EOA)
3. The International Fragrance Research Association (IFRA)
4. The Food and Drug Administration of the United State (FDA)
5. The Flavor and Extracts Manufacturers Association of the USA (FEMA)
6. The International Federation of Essential Oils and Aroma Trade (IFEAT)

ในประเทศไทยมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำมันหอมระเหย มาตรฐานเลขที่ มผช. 668/2548 สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยครอบคลุมเฉพาะน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากส่วนต่างๆ ของสมุนไพร ไม่ครอบคลุมถึงน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสังเคราะห์ มีการตรวจสอบดังนี้ (ธีรศิลป์ ชมแก้ว, 2551: หน้า 18)

1. การตรวจสอบคุณสมบัติทั่วไป เช่น กลิ่น สี รส เป็นต้น
2. การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความหนาแน่น (Density) หรือความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ดัชนีหักเหของแสง (Refractive index) การละลาย (Solubility) เป็นต้น
3. การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี เช่นการวิเคราะห์สานปลอมปน วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย วิธีวิเคราะห์ที่นิยมใช้ได้แก่ โครมาโทกราฟี (Chromatography) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2.5 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหย

การใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ จากน้ำมันหอมระเหยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติและมีความปลอดภัยมากกว่าสารสังเคราะห์ อีกทั้งยังมีกลิ่นหอมให้เลือกใช้ได้อย่างหลากหลาย ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยที่ใช้กันอย่างแพร่หลายปัจจุบัน มีดังนี้ (กองพัฒนาพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545 : หน้า 16-27)

1. น้ำมันไพล มีคุณสมบัติสำคัญ ช่วยแก้อาการฟกช้ำ เคล็ดขัดยอก ข้อเท้าแพลงสกัดได้จากเหง้าของไพล โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ α-pinene, sabinene α-terpinene γ -perpineneและ terpinene-4-ol

2. น้ำมันตะไคร้ มีคุณสมบัติสำคัญ ช่วยในการขับลม แก้จุกเสียด ลดการตึงเครียดของระบบประสาท ใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารและเครื่องดื่ม สกัดได้จากส่วนเหนือดินของต้นตะไคร้ โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ มีกลิ่นเฉพาะตัว

3. น้ำมันตะไคร้หอม มีคุณสมบัติสำคัญ ช่วยในการแต่งกลิ่นรสอาหาร เป็นส่วนประกอบเครื่องสำอาง ใช้ไล่แมลง สกัดได้จากใบตะไคร้หอมสดที่ทำให้แห้งหมาด โดยการกลั่นด้วยไอน้ำมีกลิ่นเฉพาะตัว น้ำมันตะไคร้หอมแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ น้ำมันตะไคร้หอมชวา และน้ำมันตะไคร้หอมซีลอน องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ Geraniolและ Citronella

4.สบู่สมุนไพร มีการนำส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจากตระไคร้หรือไพร มาเป็นส่วนผสมของสบู่เหลวหรือก้อนที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย หรือเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น

2.2.6 กระวาน (Cardamom)

กระวานมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Amomumtestaceum* Ridl, *Amomumkrevanh* Pierre, *Amomumcardamomum* L. เป็นพืชเมืองร้อน วงศ์เดียวกับขิง ข่า จัดเป็น พืชล้มลุก มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้า ส่วนที่อยู่เหนือดินมีลำต้นสูง ได้ถึง 3 เมตร ก้านใบเป็นกาบยาว ใบเรียงสลับกัน แผ่นใบรูปขอบ ขนาน หรือขอบขนานแกมรูปไข่ ปลายใบและโคนใบแหลม ขอบ ใบเรียบ ดอกออกจากเหง้าเป็นช่อรูปกระบอง กลีบดอกสีเหลือง อ่อน ต่อมาจะกลายเป็นผล แต่ละช่อจะมีผลกลมติดเป็นพวงราว 10-20 ผล ผลมีลักษณะเปลือกเกลี้ยงเป็นพู 3 พู มีสีนวล ผลอ่อน มีขน ผลแก่จะแตก มีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก เมล็ดอ่อนมีสี ขาวมีเยื่อหุ้ม เมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ทั้งผลและเมล็ดของกระวานมีกลิ่นหอมคล้ายการบูร (ประยูร, 2544) กระวานแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

กระวานแท้หรือกระวานเทศ (*Elettariacardamomum*) ผลมีลักษณะแบนรี ปลูกมากในอินเดีย กัวเตมาลา ศรีลังกาและ แทนซาเนีย

กระวานไทย (*Amomumkrevanh*) ผลมีลักษณะกลม ปลูกมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ อินโดนีเซีย และในหมู่เกาะอินเดียตะวันตก

แหล่งผลิตสำคัญของกระวานไทยอยู่ที่จังหวัดจันทบุรี บริเวณเขาสอยดาว เรียกว่า กระวานจันทบุรี ซึ่งเป็นกระวานที่มี คุณภาพดีที่สุด เป็นที่ต้องการของตลาด กระวานไทยสามารถใช้ แทนกระวานเทศได้ การใช้ประโยชน์จากกระวาน ใช้ประโยชน์ได้ทั้งในด้านอาหารและด้านยารักษาโรค (ประยูร สมฤทธิ์, 2544) ด้านอาหาร แต่งกลิ่นขนมปัง ขนมเค้ก คุกกี้ ดับกลิ่นคาว และแต่งกลิ่นอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่นไส้กรอก แฮม ตับบด และอาหารหมักดอง ในประเทศไทยใส่ในแกง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กะหรี่ แกงมัสมั่น และเป็นส่วนผสมในเครื่องแกง ต่างๆ ด้านยารักษาโรค กระวานเป็นสมุนไพรที่มีฤทธิ์ขับลมในกระเพาะอาหาร ใช้แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด นอกจากการใช้ประโยชน์จากผลกระวานโดยตรงแล้ว ยังมีการแปรรูป ผลกระวานเป็นน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ น้ำมันกระวานสามารถ นำไปแต่งกลิ่นเหล้า เครื่องดื่มต่างๆ รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม

2.2.8 รูปแบบการใช้น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่สกัดจากพืชมีความเข้มข้นสูง การนำไปใช้โดยตรงกับผิวทำให้เกิดผื่นแดง ผิวหนังระคายเคือง ผู้ใช้ต้องหยดน้ำมันหอมระเหยผ่านอุปกรณ์กระจายกลิ่น หรือผสมของเหลวที่น้ำมันละลายได้ รูปแบบการใช้น้ำมันหอมระเหยมีดังนี้ (กองพัฒนาพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545 : หน้า 13-14)

การสูดดม (Inhalation) การสูดดมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วที่สุด เหมาะสำหรับการบำบัดโรคหวัดหรือโรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ แต่ไม่ควรใช้กับผู้ที่เป็นโรคหอบหืด วิธีใช้โดยการหยดน้ำมันหอมระเหย 5-10 หยด ลงในภาชนะที่มีน้ำร้อนที่มีไอ โดยใช้ภาชนะขนหนูคลุมศีรษะก้มหน้าเหนือภาชนะ สูดดมไอระเหย โดยการหายใจลึกๆ การสูดดมไอน้ำจะช่วยทำให้เยื่อบุทางเดินหายใจชุ่มชื่น ทำให้ช่องทางเดินหายใจเปิดและผ่อนคลาย

การนวดตัว (Aromatherapy massage) เป็นวิธีที่นิยมกันมาก โดยใช้น้ำมันหอมระเหยผสมลงในน้ำมันที่ใช้นวดตัว เป็นการช่วยกระตุ้นกล้ามเนื้อ ระบบประสาท เนื้อเยื่อและผิวหนัง ลดอาการปวดเมื่อย ช่วยให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น วิธีนี้ทำโดยหยดน้ำมันหอมระเหยประมาณ 10-15 หยด ผสมน้ำมันพืชที่ใช้นวดตัว 30 มิลลิลิตร สำหรับน้ำมันพืชที่ใช้นวดตัว นอกจากจะเป็นตัวพาน้ำมันหอมระเหยเข้าสู่ผิวแล้ว ตัวพาเองยังมีคุณสมบัติในการบำรุงผิวพรรณ ในการใช้ควรเลือกน้ำมันให้เหมาะสมกับผิวผู้ถูกนวดด้วย

เตาระเหย (Fragrancers) วิธีนี้ทำโดยหยดน้ำมันหอมระเหย 3-6 หยดลงไปในน้ำที่อยู่ในฝาหรือถ้วยเหนือเตาหรือตะเกียงเผาความร้อนจากเทียนประมาณ 60 $^{\circ}$C น้ำมันหอมระเหยจะค่อยๆ ระเหยทำให้เกิดกลิ่นหอม ช่วยสร้างบรรยากาศทำให้เกิดการผ่อนคลาย ช่วยบำบัดอารมณ์และจิตใจ

ผสมน้ำอาบ (Bathing) วิธีการนี้ทำโดยการหยดน้ำมันหอมระเหย 5-15 หยดลงในอ่างอาบน้ำ ควรปิดประตูหรือผ้าม่านเพื่อป้องกันกลิ่นระเหยออกไป แช่ตัวลงนาน 10-15 นาที วิธีการนี้ทำให้ได้ทั้งการสูดดมและสัมผัสทางผิวหนัง หากเป็นคนแพ้สารเคมีง่ายควรผสมน้ำมันหอมระเหยกับน้ำมันตัวพาเสียก่อน สำหรับการอาบน้ำด้วยวิธีการตักหรือใช้ฝักบัว หลังการอาบน้ำเสร็จให้หยดน้ำมันหอมระเหยที่เจือจางแล้วลงบนผ้าหรือฟองน้ำแล้วใช้ถูตัวด้วยน้ำหมาดๆ จากนั้นใช้น้ำล้างตัวอีกครั้งหนึ่ง

การแช่มือ แช่เท้า (Hand and Foot Bath) วิธีการนี้ทำโดยหยดน้ำมันหอมระเหย 4-5 หยด ลงในน้ำอุ่นในอ่างหรือภาชนะอื่น แล้วแช่มือหรือเท้านาน 10 นาที จะช่วยให้เกิดการผ่อนคลายความเมื่อยล้าที่มือและเท้าได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดอาการตึงเครียด ปวดศีรษะหรือปวดไมเกรนอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ฉีดพ่นละอองฝอย (Room Spray) วิธีการนี้ทำโดยนำน้ำมันหอมระเหย 10 หยดผสมกับน้ำ 10 ช้อนโต๊ะหรืออาจผสมแอลกอฮอล์ 95 % 1 ช้อนโต๊ะ ใส่ลงในขวดที่มีหัวฉีดเป็นสเปรย์หรือละอองฝอย เขย่าให้ส่วนผสมเข้ากัน ใช้ฉีดในห้องนั่งเล่น ห้องทำงาน หรือห้องอาหาร

การประคบ (Compresses) วิธีการทำโดยใช้ผ้าขนหนูหรือผ้าเช็ดหน้าจุ่มแช่ลงในน้ำอุ่นที่ผสมกับน้ำมันหอมระเหย (หยดน้ำมันหอมระเหย 5-10 หยด ต่อน้ำ 160 มิลลิลิตร) บิดพอหมาดประคบบริเวณที่มีอาการนาน 20-30 นาที

น้ำมันบำรุงผิว (Body and Facial Oils) สามารถใช้น้ำมันหอมระเหยผสมกับน้ำมันที่ใช้บำรุงผิวพรรณทั้งใบหน้าและผิวกาย โดยใช้น้ำมันหอมระเหย 1 % กับน้ำมันบำรุงผิวหน้าและใช้น้ำมันหอมระเหย 3 % กับน้ำมันบำรุงผิวกาย

เทียนหอม (Scented Candles) สามารถที่จะผสมน้ำมันหอมระเหยลงไปในการทำเทียนได้ เมื่อเวลาจุดเทียนกลิ่นหอมก็จะระเหยออกมาคล้ายกับการใช้เตาระเหย หรืออาจผสมน้ำมันหอมระเหย 2-3 หยด ลงในตะเกียงก็ได้ ซึ่งมีลักษณะเดียวกัน

กลั้วคอหรอบ้วนปาก วิธีนี้ทำได้โดยหยดน้ำมันหอมระเหย 2-3 หยดลงในน้ำ ¼ แก้ว คนให้เข้ากัน ใช้กลั้วคอหรือบ้วนปาก ช่วยบำบัดโรคในช่องปากหรือคอ ช่วยฆ่าเชื้อโรค ลดกลิ่นปาก

การหยดลงบนหมอน (Pillow Talk) วิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ที่นอนยาก ให้ลองใช้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติผ่อนคลายพวก กระดังงา กุหลาบ มะลิ หยดลงบนหมอน 2-3 หยด จะช่วยหลับง่ายและผ่อนคลาย

2.3 เตาแก๊สชีวมวล

2.3.1 เชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass fuel)

เชื้อเพลิงชีวมวล หมายถึง เชื้อเพลิงทั้งที่อยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ที่ผลิตหรือแปรรูปมาจากวัตถุดิบอินทรีย์ได้โดยตรงจากสิ่งมีชีวิต โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความร้อนเคมี หรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีโดยอาศัยจุลินทรีย์ เชื้อเพลิงชีวมวลประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน กำมะถัน และไนโตรเจน ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ พลังงานชีวมวลจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนประเภทหนึ่ง (วรนุช แจ้งสว่าง, 2554 : หน้า 6) ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมในชนบทจะมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมาก เช่น ชานอ้อย ซังข้าวโพด ขี้เลื่อย แกลบและฟางข้าว เป็นต้น จากการศึกษาศักยภาพสามารถนำวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มาใช้เป็นพลังงานได้ไม่น้อยกว่า 30 ล้านตัน/ปี (ราชันย์ วงษ์ทวี และคนอื่นๆ, 2556 : หน้า 1) อย่างไรก็ตามชีวมวลอื่นๆ ก็สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตแก๊สได้เช่นเดียวกัน ถ้ามีปริมาณมาก ราคาถูกและสม่ำเสมอ ข้อจำกัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุดิบที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตแก๊สชีวมวลมีดังนี้ (สุรงค์กร เพชรรักษ์, 2551 : หน้า 13)

1 ความชื้นควรต่ำกว่า 20%

2 ปริมาณขี้เถ้าควรต่ำกว่า 6%

3 ปริมาณซิลิกาควรต่ำกว่า 2%

4 อุณหภูมิการหลอมตัวของขี้เถ้าควรสูงกว่า 1150 $^{\circ}$C

แนวทางการผลิตและการนำไปใช้ประโยชน์ของเชื้อเพลิงชีวมวล แสดงตารางที่ 2.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ตารางที่ 2.4 แสดงเชื้อเพลิงชีวมวลและการนำไปใช้ประโยชน์

กลุ่ม	รายละเอียดชนิดชีวมวล
ลิกโนเซลลูโลส	- เศษไม้จากป่าไม้ หรือฟืน - เศษไม้จากโรงเลื่อย หรืออุตสาหกรรมการผลิตเครื่องเรือนจากไม้ - วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ชานอ้อย ยอดอ้อยใบ อ้อย แกลบ ฟางข้าว ทะลายปาล์ม เส้นใยปาล์ม กะลา ปาล์ม กะลามะพร้าว ทะลายมะพร้าว ลำต้นมัน สำปะหลัง ซังข้าวโพด เปลือกถั่วลิสง ลำต้นฝ้าย ลำต้น ใบและเปลือกถั่วเหลือง ใบและต้นข้าวฟ่าง - ต้นหญ้า - ไม้เชื้อเพลิง เช่น ยูคาลิปตัสยางพารา - ขยะชุมชน
พืชจำพวกผลิตแป้ง	- หัวมันสำปะหลัง - เมล็ดข้าวโพด
พืชจำพวกผลิตน้ำตาล	- อ้อย
พืชน้ำมัน	- ปาล์ม - มะพร้าว - ถั่วลิสง
ขยะฝั่งกลบ	- ขยะชุมชน
มูลสัตว์	- มูลสุกร - มูลเป็ด มูลไก่ - มูลช้าง
ขยะเปียก/น้ำเสีย/กากตะกอน	- น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (โรงฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม โรงงานผลิตแป้งมัน) - น้ำเสียจากโรงงานบำบัดน้ำเสีย

(วิชชุดา ศิริวงศ์, 2549)

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงแบบแยกธาตุของชีวมวลที่ได้จากผลิตผลทางการเกษตร

ชนิด	ความชื้น (%)	สารระเหย (%)	คาร์บอนคงตัว (%)	เศษขี้เถ้า (%)	ค่าความร้อน (kJ/kg)
แกลบ	8.2	58.9	19.7	13.2	14,200
ฟางข้าว	8.1	61.1	15.5	15.3	13,000
ต้นข้าวโพด	8.4	70.3	16.0	5.3	12,900
ซังข้าวโพด	-	-	-	2.4	16,300
ชานอ้อย	7.9	71.2	13.1	7.7	13,400

ต้นปาล์ม	48.8	38.7	11.7	1.2	7,500
เส้นใยปาล์ม	31.8	48.6	13.2	6.4	11,800
ไม้ฟืน	20-40	70-80	10	0.5	16,000
ขี้เลื่อย	12.3	70.5	16.4	0.8	18,000

(ราชันย์ วงษ์ทวี และคณะ, 2556)

2.3.2 ทฤษฎีการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง

การแปรรูปชีวมวลเพื่อผลิตพลังงาน คือ กระบวนการที่จะนำพลังงานจากชีวมวลมาใช้ประโยชน์ เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานแบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการแปรรูปทางเคมีความร้อน และกระบวนการแปรรูปทางชีวเคมี ซึ่งแต่ละกระบวนการจะมีวิธีการหลายรูปแบบ และให้ผลิตภัณฑ์ออกมาในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ กระบวนการแปรรูปทางเคมีความร้อน การย่อยสลายชีวมวลด้วยความร้อนหรือเรียกว่ากระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) และกระบวนการแปรรูปชีวมวลเป็นแก๊สชีวมวล หรือเรียกว่ากระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) (วรนุช สว่างแจ้ง, 2554 : หน้า 1) ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะกระบวนการแปรรูปชีวมวลเป็นแก๊สชีวมวล ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยการสลายคาร์บอนในเชื้อเพลิง โดยการเผาชีวมวลในอุปกรณ์ที่ควบคุมปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ แก๊สที่ได้จากกระบวนการนี้เรียกว่า แก๊สชีวมวล แก๊สที่ได้ประกอบไปด้วย แก๊สไฮโดรเจน (H_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และแก๊สมีเทน (CH_4) เป็นส่วนใหญ่ จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์สันดาปภายในหรือเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในการหุงต้มอาหาร นอกจากนี้การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลก่อให้ปัญหาด้านมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมลพิษทางอากาศที่เกิดการปลดปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งก่อให้เกิดฝนกรดเป็นต้น ในทางกลับกันเชื้อเพลิงชีวมวล เป็นสารที่มีองค์ประกอบของซัลเฟอร์น้อยและมีสารระเหยอยู่มาก ซึ่งจะช่วยในการลดการปลดปล่อย SO_2 และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ดังกล่าว (วรนุช แจ้งสว่าง, 2554 : หน้า 7-8; สุพิน จอดนอก, 2553 : หน้า 8)

การผลิตแก๊สชีวมวลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในแต่ละชั้นของเตาเผาโดยทั่ว ไปกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเตาผลิตแก๊สแบ่งออกเป็นชั้นต่างๆ ได้ 4 ชั้น โดยขึ้นกับอุณหภูมิ ปฏิกิริยา และผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละชั้นดังนี้ (วาทินทร์ ทองแก้ว, 2554 : หน้า 10-13; วรนุช แจ้งสว่าง, 2554 : หน้า 7-8 ; รัตนะ เลหวนิช, 2550 : หน้า 15-18)

1. ชั้นเผาไหม้ (Combustion zone) ในชั้นนี้คาร์บอนจะเผาไหม้กับออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศดังปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

ปฏิกิริยาในชั้นเผาไหม้นี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน อุณหภูมิในชั้นนี้จะอยู่ระหว่าง 900-1,200 °C ความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นนี้จะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาแบบดูดความร้อนในชั้นรีดักชัน และชั้นกลั่น สลาย ผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาในชั้นนี้คือ ความร้อนและเถ้าถ่าน

2. ชั้นรีดักชั่น (Reduction zone) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาไหม้ในชั้นเผาไหม้จะไหลเข้าสู่ชั้นรีดักชั่น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในชั้นนี้เป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ โดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะไหลผ่านคาร์บอนที่ร้อน และเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับชั้นนี้จะอยู่ในช่วง 500-1,000 °C

Boudouard reaction:

$$C + CO_2 \longrightarrow 2CO - 172.6kJ/mol$$

Water gas reaction:

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2 - 131.4kJ/mol$$

$$C + 2\,H_2O \longrightarrow CO_2 + 2H_2 - 88.0kJ/mol$$

Water shift reaction:

$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2 + 41.2kJ/mol$$

Methane reaction:

$$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4 + 75.0kJ/mol$$

3. ชั้นกลั่นสลาย (Pyrolysis zone) ในชั้นนี้เชื้อเพลิงได้รับความร้อนจากชั้นเผาไหม้เพื่อสลายอินทรีย์สารในเชื้อเพลิงชีวมวล ทำให้ได้สารระเหยต่าง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย เมททานอลกรดน้ำส้ม น้ำมันดิน แก๊สที่เผาไหม้ได้ และเผาไหม้ไม่ได้ อุณหภูมิในชั้นนี้ประมาณ 200-500 °C ของแข็งที่เหลืออยู่ในกระบวนการนี้คือ คาร์บอนในรูปของถ่าน ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยาต่อในโซนรีดักชั่น และโซนการเผาไหม้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในโซนนี้สามารถเขียนได้ดังนี้

ชีวมวล + ความร้อน $\longrightarrow$ถ่าน + CO +CO_2 + H_2O +CH_4 + C_2H_6 + Pyro ligneous +น้ำมันดิน

4. ชั้นลดความชื้น (Drying zone) ในชั้นนี้อุณหภูมิจะลดลงมาก การสลายตัวของสารระเหยต่าง ๆ จะไม่เกิดในบริเวณนี้ความร้อนที่ได้รับจากชั้นกลั่นสลายจะระเหยความชื้นที่มีอยู่ในชีวมวลให้ออกมาในรูปของไอน้ำ อุณหภูมิในชั้นนี้ประมาณ 100 - 200 °C

ชีวมวล + ความร้อน $\longrightarrow$ชีวมวลแห้ง + น้ำ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การหาค่าความร้อนที่ผลิตได้จะใช้ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาผลิตแก๊ส ซึ่งโดยปกติจะมีประสิทธิภาพประมาณ 70-85 % คูณกับค่าความร้อนของเชื้อเพลิงดังสมการ

$$Q_{heat,gas} = HV_{fuel} \times \eta_{th}$$

2.3.3 สารตั้งต้นในการผลิตแก๊สชีวมวล

เนื่องจากในการผลิต แก๊สชีวมวลต้องใช้สารตั้งต้นเพื่อช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงแข็ง และเปลี่ยนเป็นแก๊สชีวมวล โดยส่วนใหญ่สารต้นต้นที่ใช้มี 4 ประเภทคือ อากาศ ออกซิเจน ไอน้ำและไฮโดรเจน (วรนุช แจ้งสว่าง, 2554 : หน้า 8-9; รัตนะ เลหวนิช, 2550 : หน้า 19-21)

1. ผลิตแก๊สชีวมวลโดยใช้อากาศ (Air blown gasification) โดยเป็นกระบวนการผลิตแก๊สชีวมวลโดยใช้อากาศเป็นตัวทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงในชั้นเผาไหม้ แก๊สที่ได้จากกระบวนการนี้จะมีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงต่ำ เพราะอากาศมีแก๊สไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักถึงร้อยละ 78

2. ผลิตแก๊สชีวมวลโดยใช้ออกซิเจน (Oxidative gasification) เป็นกระบวนการที่ใช้แก๊สออกซิเจนแทนอากาศ จะได้แก๊สชีวมวลที่มีค่าความร้อนสูงขึ้นเพราะไม่มีแก๊สไนโตรเจนปะปนออกมา อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงกว่า และเร็วกว่าแบบใช้อากาศ ในกระบวนการนี้จะต้องใช้ออกซิเจน 1/3 ตัน ในการผลิตแก๊สชีวมวล 1 ตัน แต่ในทางปฏิบัติไม่นิยมใช้เพราะออกซิเจนบริสุทธิ์ราคาแพง

3. ผลิตแก๊สชีวมวลโดยใช้ไอน้ำ (Steam gasification) เป็นกระบวนการที่ใช้ ไอน้ำทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิง วิธีการนี้จะช่วยเพิ่มปริมาณของแก๊สชีวมวล เพราะในไอน้ำ มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ แต่ในกระบวนการนี้อุณหภูมิในเตาต้องสูงกว่า 800 $^{\circ}$C

4. ผลิตชีวมวลโดยใช้ไฮโดรเจน (Hydrogen gasification) เป็นกระบวนการที่ใช้แก๊สไฮโดรเจนไปทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงโดยไม่ใช้ออกซิเจนหรืออากาศ กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงประมาณ 750 $^{\circ}$C และต้องใช้ความดันช่วยซึ่งอาจสูงมากถึง 20 Mpa แก๊สชีวมวลที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นแก๊สมีเทน

2.3.4 เตาผลิตแก๊สชีวมวล

เตาผลิตแก๊สชีวมวลจำแนกตามลักษณะการไหลของอากาศผ่านเตา ได้เป็น 5 แบบคือ (รัตนะ เลหวนิช, 2550 : หน้า 21-25; สุพิน จอดนอก, 2553 : หน้า 11-16)

1. เตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น (Up draft Gasifier) เป็นเตาผลิตแก๊สชีวมวลที่ใช้ตั้งแต่เริ่มแรก เชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าส่วนบนของเตา อากาศที่จะเข้าสู่ภายในเตาด้านล่างและไหลออกด้านบน เตาชนิดนี้ แก๊สที่ผลิตได้จะมีอุณหภูมิต่ำเมื่อเทียบกับเตาผลิตแก๊สชีวมวลชนิดอื่นๆ ก๊าซที่ผลิตได้จะมีประมาณน้ำมันดินสูง แก๊สที่ผลิตได้จากเตาชนิดนี้จึงมีคุณภาพต่ำแสดงดังภาพที่ 2.4(a)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

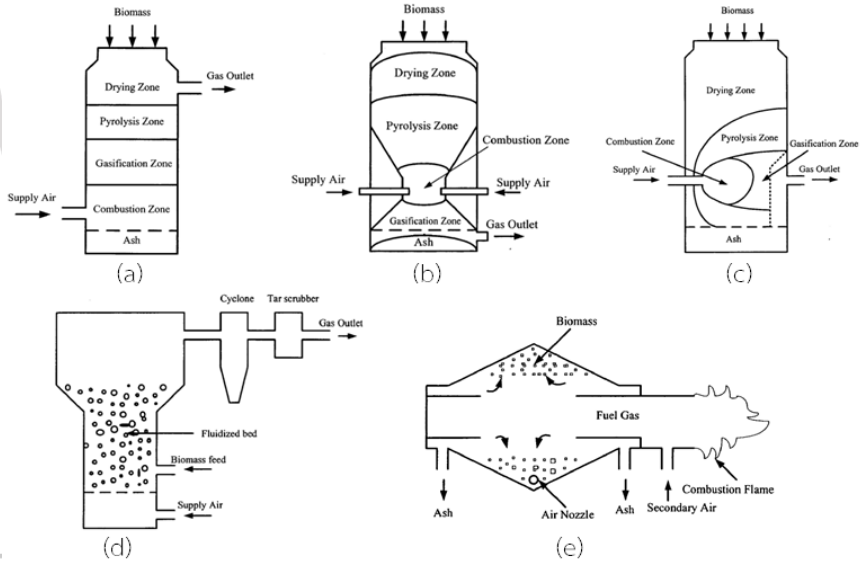
2. เตาชีวมวลแบบอากาศไหลลง (Down draft gasifier) เตาชนิดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อขจัดปัญหาน้ำมันดินที่เจือปนมากับแก๊สที่ผลิตได้จากเตาชีวมวลแบบอากาศไหลลง จะมีปริมาณน้ำมันดินน้อยกว่าแก๊สที่ผลิตได้จากเตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้นประมาณ 10 % เตาชีวมวลแบบอากาศไหลลงจะไม่เหมาะกับเชื้อเพลิงที่มีสัดส่วนความชื้นสูง ขี้เถ้าสูง จะเกิดการอุดตันหรือขวางทาง ทำให้แก๊สชีวมวลไหลออกได้ไม่สะดวก แสดงดังภาพที่ 2.4(b)

3. เตาชีวมวลแบบอากาศไหลตามขวาง (Cross draft Gasifier) ลักษณะการเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชั่นของเตาชนิดนี้ อากาศจะถูกดูดผ่านหัวฉีดซึ่งอยู่ในแนวราบ โซนการเผาไหม้จะอยู่ถัดจากหัวฉีดซึ่งห้องเผาไหม้มีบริเวณไม่กว้างมาก ทำให้มีอุณหภูมิสูงถึง 2,000 $^{\circ}$C ถัด

ออกไปจากโซนการเผาไหม้จะเป็นโซนแก๊สซิฟิเคชั่น น้ำมันดินที่ได้จากโซนการกลั่นสลายจะผ่านโซนแก๊สซิฟิเคชั่นก่อน ทำให้น้ำมันดินเกิดการแตกตัวเป็นแก๊ส ทำให้แก๊สที่ได้มีปริมาณน้ำมันและน้ำมันดินต่ำแสดงดังภาพที่ 2.4(c)

4. เตาชีวมวลแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized bed Gasifier) เตาชนิดนี้อากาศจะถูกดูดผ่านชั้นของเชื้อเพลิง เมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศขึ้น เชื้อเพลิงที่วางอยู่จะเริ่มลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายของไหล ข้อดีของเตาชนิดนี้ คือ การควบคุมอุณหภูมิในเตาผลิตก๊าซทำได้ง่าย สามารถใช้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณขี้เถ้ามากได้ ข้อเสียของเตาชนิดนี้คือ ในแก๊สมีขี้เถ้าและฝุ่นเจือปนอยู่มาก ต้องแยกออกโดยใช้เครื่องดักฝุ่น (Cyclone) และไม่สามารถปรับตัวให้ตอบสนองกับภาระ ที่เปลี่ยนไปได้ดีนัก การควบคุมการทำงานของเตาค่อนข้างลำบาก ระบบการทำงานยุ่งยากซับซ้อน อีกทั้งยังราคาแพง จึงเหมาะสมที่จะใช้ระบบขนาดใหญ่เท่านั้นแสดงดังภาพที่ 2.4(d)

5. เตาชีวมวลแบบ Suspended การเผาไหม้ในเตาแบบนี้จะมีลักษณะแขวนลอย โดยที่จะใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตแก๊ส ภายในเตาเผาจะใช้หลักการหมุนเวียนของอากาศในลักษณะแขวนลอยเพื่อที่จะให้แก๊สและเชื้อเพลิงแข็งมีโอกาสสัมผัสให้มากที่สุด เพื่อทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์มากขึ้น เชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็ก เช่น ขี้เลื่อย แกลบ สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาชีวมวลชนิดนี้ได้ แสดงดังภาพที่ 2.4(e)



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.4 ลักษณะเตาชีวมวล (a) แบบไหลขึ้น (b) แบบอากาศไหลลง (c) แบบไหลตามขวาง (d) แบบฟลูอิดไดซ์เบด (e) แบบSuspended (สุพิน จอดนอก, 2553)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย

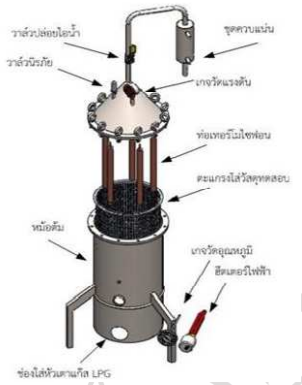
เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในอุตสาหกรรม เป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาแพง ต้องใช้ต้นทุนสูงในการประกอบกิจการ จึงทำให้อุตสาหกรรมการผลิต

น้ำมันหอมระเหยทำได้เฉพาะในกลุ่มผู้ประกอบการที่มีเงินทุน (พิเชษฐ์ เทบำรุง และสมศักดิ์ ระยัน, 2550 : หน้า 6) ในกลุ่มเกษตรกรหรือผู้ประกอบการรายย่อยไม่สามารถผลิตได้ เนื่องจากขาดเงินทุนในการซื้อเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย มีนักวิจัยหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนผลิตที่พยายามประดิษฐ์และพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็ก เพื่อกลุ่มเกษตรกรหรือผู้ประกอบการรายย่อยออกมาหลายรูปแบบ มีความแตกต่างทั้งขนาด รูปร่าง และระบบการกลั่น ซึ่งแต่ละแบบมีความเหมาะสมต่อชนิดพืชแตกต่างกันไป การผลิตน้ำมันหอมระเหยส่วนมากนิยมผลิตโดยใช้การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำเพื่อกลั่นน้ำมันหอมระเหย ส่วนประกอบหลักประกอบไปด้วยโดยโครงสร้างของเครื่องแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ 1.ชุดหม้อต้มน้ำ, 2.ท่อทางเดินไอระเหย 3. ชุดควบแน่น ชุดควบแน่นซึ่งมีด้วยกัน 5 แบบ คือ 1. ชุดควบแน่นแบบใช้น้ำไหลเวียน 2. ชุดควบแน่นแบบใช้ท่อความร้อน, 3. ชุดควบแน่นแบบใช้ชุดทำน้ำเย็น, 4. ชุดควบแน่นแบบท่อความร้อนกับชุดน้ำไหลเวียน และ 5. ชุดควบแน่นแบบท่อความร้อนกับชุดทำน้ำเย็น ซึ่งในการประดิษฐ์เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็กได้มีการและการประยุกต์พัฒนาในส่วนต่างๆ ได้แก่

นฤเบศร์ และคนอื่นๆ (2559) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี โดยเครื่องกลั่นแบบหอกลั่นทรงกรวยขนาดบรรจุ 100 ลิตร เป็นการกลั่นโดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพาน้ำมันหอมระเหย ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน โดยทำการศึกษาการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากจากใบและต้นโรสแมรี ทดสอบที่อุณหภูมิภายในถังเฉลี่ย 4 ระดับดังนี้คือ 80, 85, 90, 95 $^{\circ}$C และอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นที่หอกลั่น 4 ระดับคือ 400, 300, 200 และ100 ลิตรต่อชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิภายในถังกลั่น 80 $^{\circ}$C และอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น 200 ลิตรต่อชั่วโมง มีความเหมาะสมในการกลั่นโรสแมรี โดยใช้เวลาในการกลั่น 6 ชั่วโมง และเมื่อคิดจุดคุ้มทุนพบว่าสามารถคืนทุนได้ภายใน 35 ครั้งของการกลั่น

นำพน และคนอื่นๆ (2557) ออกแบบและสร้างหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำขนาดเล็กระดับห้องปฏิบัติการ ในส่วนหม้อต้มน้ำใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าและมีประยุกต์ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง LPG เป็นพลังงานสำรอง ติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนที่ทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 27 mm. ช่วยในการกระจายความร้อนจากน้ำร้อนไปยังพืชสมุนไพร ใช้เอทานอลเป็นสารทำงานอัตราการเติมสารทำงาน 50 % ของปริมาตรส่วนทำระเหย โดยทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัส 2,500 กรัม ต่อการกลั่นหนึ่งรอบ ใช้เวลากลั่นต่อเนื่อง 180 นาที เพื่อศึกษาการกระจายอุณหภูมิภายในหม้อกลั่น ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าและปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สามารถผลิตได้ จากการทดลองพบว่าเมื่อติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนเข้ากับหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหย ส่งผลโดยตรงต่อการกระจายความร้อนภายในหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้อย่างรวดเร็ว ส่วนปริมาณการใช้ไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงและปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 2.5 ชุดเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็กติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอน
(นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์ และคณะ, 2557)

สกุลตลา (2554) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็ก โดยใช้ท่อความร้อนในการควบแน่น โดยโครงสร้างของเครื่องแบ่งเป็น ส่วนหลักๆ คือ ชุดหม้อต้มมีฮีตเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวให้ความร้อน ชุดควบแน่นแบบท่อความร้อนกับชุดทำน้ำเย็น อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบคือ 80, 90 และ 100 $^{\circ}$C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อความร้อนคือ 2 มม. สารทำงานที่ใช้เติมในท่อความร้อนคือ R123 วัสดุที่ใช้ทดสอบคือผิวมะกรูด 500 กรัม ระยะเวลาในการทดสอบการกลั่นคือ 2 ชั่วโมง พบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้มากที่สุดคือ 2.2 cc โดยการใช้ชุดควบแน่นแบบท่อความร้อนร่วมกับชุดทำน้ำเย็น ที่อุณหภูมิการกลั่น 100 $^{\circ}$C

นฤเบศร์ และสิทธิชัย (2553) ได้ประดิษฐ์เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เครื่องกลั่นที่ปรับปรุงและนำมาทดสอบใช้หม้อไอน้ำที่ใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งใช้เวลาในการกลั่นเฉลี่ยเพียง 3 ชั่วโมงเท่านั้น โดยตัวถังกลั่นและหม้อต้มจะทำการหุ้มฉนวนทั้งหมด เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน ใช้แท่งความร้อนแบบจุ่มน้ำมีขนาดกำลัง 5 กิโลวัตต์ เป็นแหล่งให้ความร้อน จากการทดสอบการกลั่นกับพืชสมุนไพร 3 ชนิด คือ ตะไคร้หอม ข่า และขิง พบว่าพืชสมุนไพรทั้งสามชนิดสามารถให้น้ำมันหอมระเหยออกมาเฉลี่ย 0.5 0.4 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์โดยมวล ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์จุดคุ้มทุนพบว่าเครื่องดังกล่าวสามารถคืนทุนภายในระยะเวลาไม่เกิน 6 เดือน และอายุการใช้งานของถังกลั่นยาวนานกว่าเดิมมาก

ธีรศิลป์ (2551) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็ก เพื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยขิง หม้อต้มน้ำมีขนาด 25 ลิตร ใช้พลังงานความร้อนจากเตาแก๊สแอลพีจี สามารถสกัดได้ทั้งต้มกลั่นและกลั่นด้วยไอน้ำ ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ ขนาดของวัตถุดิบ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น อัตราส่วนของขิงต่อตัวทำละลาย จากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยสูงสุดคือ การสกัดด้วยวิธีต้มกลั่นโดยใช้ขิงปั่นละเอียด อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 15 $^{\circ}$C อัตราส่วนของขิงต่อน้ำในการสกัดคือ 0.1:1 โดยน้ำหนัก สกัดนาน 60 นาที ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก

พิเชษฐ์ และสมศักดิ์ (2550) ได้ทำการประดิษฐ์เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็ก เพื่อใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผลผลิตทางการเกษตร โดยเป็นเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย

ขนาด100 ลิตร ระบบให้ความร้อนของหม้อต้มไอน้ำจะใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงLPG หอควบแน่นไอน้ำหล่อเย็นด้วยระบบไหลเวียนน้ำหล่อเย็น ขนาด 100 ลิตร จัดวางในชั้นวางที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก จากผลการทดลองพบว่า สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยดังนี้ เปลือกผิวมะกรูด 0.67 % ใบมะกรูด 0.27 % ใบยูคาลิปตัส 0.19 % ใบตะไคร้หอม 0.15 % ดอกกุหลาบ 0.14 % ผิวส้มโอ 0.13 % กระเพรา 0.11 % เปลือกมะนาว 0.04 % และ ใบเตย 0.03 % ตามลำดับ

ภาพที่ 2.6 ชุดเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็ก (พิเชษฐ์ เทบำรุง และสมศักดิ์ ระยัน, 2550)

สุรัตน์วดี (2549) ได้ประดิษฐ์เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชโดยใช้การกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้ความร้อนหม้อต้มน้ำ สามารถกลั่นวัตถุดิบที่ไม่จำเป็นต้องมีปริมาณมากทำให้สามารถกลั่นวัตถุดิบที่สด และได้ผลผลิตน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดี นอกจากนี้ยังสามารถกลั่นติดต่อกันเป็นเวลานานโดยที่ไม่ต้องเปิดถังกลั่นเพื่อเติมน้ำ ซึ่งจะทำให้สูญเสียความดันและความร้อนในถังกลั่น ใช้กลั่นเพื่อสกัดแยกเอาน้ำมันชนิดน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) ไม่ใช่น้ำมันพืชทั่วไป (Fixed oil) จากส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหยสะสมอยู่ของพืช เช่น ใบ ราก ดอก หรือเนื้อไม้ออกแบบให้เป็นถังกลั่นชนิดเบ็ดเสร็จถังเดียวขนาดเล็ก โดยใช้ระบบการกลั่นด้วยน้ำ มีระบบควบคุมอุณหภูมิ และความดัน โดยมีส่วนที่ทำการควบแน่นแยกต่างหาก สามารถประกอบ หรือถอดชิ้นส่วนออกได้ง่าย และขนย้ายได้สะดวก

2.3.5 เตาผลิตแก๊สชีวมวล

เทคโนโลยีการผลิตแก๊สชีวมวลเป็นกระบวนการที่เกิดจากการเปลี่ยน เชื้อเพลิงจากชีวมวล โดยใช้ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้จากผลผลิตทางการเกษตรเป็น วัตถุดิบ เช่น ซังข้าวโพด หรือถ่านไม้ เป็นต้น การออกแบบเตาผลิตแก๊สจากชีวมวลต้องออกแบบตามความเหมาะสมของการใช้งาน วัตถุดิบที่ใช้ และคุณสมบัติของแก๊สที่ได้การเคลื่อนตัวของวัตถุดิบ อากาศ ก๊าซ การกระจายของอุณหภูมิ ขนาดจำกัดของวัตถุดิบและความชื้นของวัตถุดิบที่เหมาะสม มีส่วนเกี่ยวข้องในการเลือกชนิดของเครื่องผลิตแก๊สเหล่านี้ เตาชีวมวลประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ 1. ส่วนผลิตแก๊สเชื้อเพลิง 2. ส่วนเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิง 3. ระบบการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ และ 4. ระบบการระบายก๊าซร้อนหลังการเผาไหม้ ในประเทศไทยได้มีนักวิจัยได้ออกแบบและสร้างเตา

แก๊สชีวมวล เพื่อพัฒนาพลังงานจากชีวมวลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และพัฒนาเตาหุงต้ม ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง จากงานวิจัยได้ศึกษาการหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มเป็นเตาที่ใช้ในครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก

ภาพที่ 2.7 เตาแก๊สชีวมวล (ราชันย์ วงษ์ทวีและคนอื่นๆ, 2556)

สมภักดิ์ (2558) ได้พัฒนาเตาชีวมวลโดยใช้เถ้าแกลบผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 1 เป็นฉนวนภายในเตาโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบข้าว และศึกษาประสิทธิภาพของเตาชีวมวล ได้รับการออกแบบเป็นแบบไหลขึ้น เตานี้ได้รับการพัฒนาด้วยการเพิ่มฉนวนรูปทรงกระบอก ความหนา 2.5 cm ภายในเตา โดยฉนวนเตรียมขึ้นจากเถ้าแกลบผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 700 $^{\circ}$C แล้วมาผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 1 ในอัตราส่วน 70 : 30 โดยปริมาตร พบว่ามีลักษณะสีของเปลวไฟเป็นสีน้ำเงิน ไม่มีควัน ให้อุณหภูมิของเปลวไฟที่ตำแหน่งสูงจากปล่องเตา 3 cm ในช่วงอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 162.8-280 $^{\circ}$C เป็นประมาณเวลา 20 นาที จากผลการวิจัยนี้ พบว่าฉนวนที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติช่วยป้องกันไม่ให้มีการส่งผ่านความร้อนออกมาภายนอกเตาส่งผลให้เตามีอุณหภูมิสูงในช่วงเวลาสั้นๆ

วาทินทร์ (2554) ได้ศึกษาประสิทธิภาพเตาผลิตแก๊สชีวมวลแบบอากาศไหลลงจากถ่านไม้โกงกาง เปรียบเทียบปริมาณอากาศ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวมวลของเตาผลิตแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก หาประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวมวลของเตาผลิตแก๊สชีวมวลขนาดเล็กของชุมชนบ้านวังจันทร์ ตำบลวังจันทร์ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี โดยเก็บข้อมูลปริมาณของแก๊สชีวมวลที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงถ่านไม้โกงกาง โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดของเชื้อเพลิงถ่านไม้และปริมาณอากาศที่เข้าในระบบ หาจุดที่มีความเหมาะสมของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของถ่านและปริมาณอากาศที่เหมาะสมในการให้แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอากาศกับแก๊สที่ได้เมื่อมีการป้อนอากาศที่เหมาะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถเปลี่ยนเป็นแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ในโซแก๊สซิฟิเคชั่น คือที่ขนาดถ่านที่ใช้ 1-2 นิ้ว อากาศออกจากเตาที่ปริมาณ 4.56 ลบ.ม./นาที จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดที่ CO = 28.48

วรนุช (2554) ทำการออกแบบและพัฒนาเตาแก๊สชีวมวลประสิทธิภาพสูง เพื่อนำไปใช้งานในด้านความร้อนในกิจการขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ในการออกแบบเตาแก๊สชีวมวลการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบอากาศไหลตามขวาง เป็นเทคโนโลยีที่ไม่ใช้พัดลมซึ่งเป็นพลังงานจากภายนอก เติมเชื้อเพลิงได้แบบต่อเนื่อง การทดสอบสมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวลนั้นใช้เชื้อเพลิงชีวมวล 3 ชนิด ได้แก่ ชิ้นไม้ยูคาลิปตัส กะลามะพร้าว และเศษกิ่งไม้ จากการศึกษาพบว่า ตัวแปรสำคัญที่บ่งชี้

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

สมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวลได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการจุดเตา อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และค่าความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิง จากผลการศึกษาเปรียบเทียบการใช้งานเตาแก๊สชีวมวล พบว่าระยะเวลาในการจุดเตาขึ้นกับชนิดของชีวมวลที่ใช้ โดยเชื้อเพลิงทั้งสามใช้เวลาในการจุดเตาอยู่ระหว่าง 10-20 นาที โดยกะลามะพร้าวใช้ระยะเวลาในการจุดเตาสั้นที่สุด อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าอยู่ระหว่าง 7.6-9.5 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง โดยชิ้นไม้ยูคาลิปตัสมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุด และสำหรับค่าความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเตาแก๊สชีวมวลมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยค่าความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนสูงที่สุด

ชาติ (2553) ได้ศึกษาเตาชีวมวลที่ใช้หุงต้มในครัวเรือน โดยใช้เศษไม้เศษวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรเป็นเชื้อเพลิง หลักการทำงานของเตาชีวมวลเป็นแบบอากาศไหลเข้าจากด้านล่างสู่ด้านบน (Up Draft Gasifier) เพื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นแก๊สชีวมวลได้แก่ มีเทน (CH_4) ไฮโดรเจน (H_2) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โครงสร้างหลักของเตาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ โครงสร้างภายนอกประกอบไปด้วย เสื้อนอกเตา ฉนวนเตา เสื้อใส่เตา ที่เขี่ยขี้เถ้าและช่องอากาศ ส่วนประกอบอีกส่วนคือ โครงสร้างภายใน ประกอบไปด้วย เตาเผาใช้เหล็กม้วนท่อเผาไหม้แก๊ส ตะแกรงเตาเผาใช้เหล็ก ฝาเตาและที่วางภาชนะบนเตา

กิจจา (2552) ได้ทำการการออกแบบและทดสอบเตาผลิตแก๊สแบบไหลขึ้น เพื่อใช้แทนเตาฟืนในกระบวนการอบปุ๋ยอินทรีย์ ผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้เตาผลิตแก๊สชีวมวลแบบไหลขึ้นโดยใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง มีศักยภาพในการลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการอบปุ๋ยได้ถึง 44.26 % เมื่อเทียบกับเตาฟืนแบบเดิม จากผลการวิจัยพบว่าไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเตาผลิตแก๊สชีวมวลแบบไหลขึ้นมากที่สุดโดยมีประสิทธิภาพทางความร้อนประมาณ 90 % โดยแก๊สชีวมวลที่ผลิตได้มีอัตราการให้ความร้อนประมาณ 82 kW มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 28 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อหนึ่งเตา

รัตนะ (2550) ได้ทำการออกแบบและทดสอบเตาผลิตแก๊สแบบไหลลงเพื่อแทนฟืนสำหรับการอบแห้งปุ๋ย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การใช้เตาแก๊สชีวมวลมีประสิทธิภาพลดการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงลงถึง 45.7 % เมื่อเทียบกับเตาฟืน คุณภาพผลิตภัณฑ์ดีขึ้นเมื่อเทียบกับเตาฟืน เตาแก๊สชีวมวลมีประสิทธิภาพทางความร้อนประมาณ 76.24 % -86.93 % โดยแก๊สชีวมวลมีอัตราการให้ความร้อนประมาณ 770.66-878.74 kW ผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สามารถคืนทุนได้ใน 120 วัน

อนันตศักดิ์ (2543) ได้ศึกษาเตาหุงต้มในอุตสาหกรรมครัวเรือน โดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในการทดลองใช้วิธีต้มน้ำ พบว่าเตาที่ใช้เชื้อเพลิงซังข้าวโพดให้ประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุดเท่ากับ 18.9 % และเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัสให้ประสิทธิภาพการใช้งานต่ำสุดเท่ากับ 14.7 % จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงความร้อน พบว่าการสูญเสียพลังงานความร้อนโดยการหาความร้อนที่ต่ำสุดประมาณ 1.5-2.5 % ขณะที่การสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนประมาณ 10-14 % และการสูญเสียพลังงานความร้อนมากที่สุดคือการสูญเสียพลังงานความร้อนในรูปแก๊สร้อนทิ้งประมาณ 25-45 % ส่วนพลังงานความร้อนที่เหลือเป็นพลังงานความร้อนสุญเสียที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ประมาณ 23-24 %

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี