

การกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับเทคโนโลยีไอโอที

Essential Oil Distillation System Using Solar Cells and Internet of Things Technology

พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ¹ ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย² และณัฐพงศ์ เมืองจันทร์¹
Pongsawat Kotchapoom¹, Prapaporn Kullimratchai² and Nuttapong Muangchan¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹School of Engineering, Eastern Asia University

²คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

²School of Information Technology, Eastern Asia University

Received: November 30, 2025

Revised: February 25, 2026

Accepted: March 5, 2026

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนจากเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับเทคโนโลยี Internet of Things: IoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนพลังงาน และยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้สม่ำเสมอ กระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบดั้งเดิมต้องใช้พลังงานความร้อนในปริมาณสูง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเมื่อใช้เตาไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน การนำระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย (on-grid) มาใช้งานจึงมีบทบาทสำคัญในการลดภาระค่าไฟฟ้า พร้อมทั้งช่วยลดการพึ่งพาพลังงานฟอสซิลและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับแนวคิดการผลิตอย่างยั่งยืน จากการศึกษาพบว่าระบบกลั่นที่ผสานพลังงานทดแทนและ IoT สามารถลดเวลาในการกลั่นได้ประมาณ 32% และลดความต้องการแรงงานได้มากกว่า 66.7% เมื่อเทียบกับกระบวนการควบคุมแบบดั้งเดิม อีกทั้งการใช้พลังงานทดแทนจากเซลล์แสงอาทิตย์ช่วยลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากระบบหลัก ทำให้ต้นทุนพลังงานลดลงและกระบวนการผลิตมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

คำสำคัญ: การกลั่นน้ำมันหอมระเหย เซลล์แสงอาทิตย์ ไอโอที

Abstract

The development of an essential oil distillation system that integrates renewable energy from solar cells with Internet of Things: IoT technology aims to enhance production efficiency, reduce energy costs, and improve the consistency of product quality. Traditional essential oil distillation requires a high amount of thermal energy, resulting in continuously rising production expenses, particularly when electric stoves are used as the primary heat source. Implementing an on-grid solar power generation system therefore plays a crucial role in reducing electricity consumption, decreasing dependence on fossil fuels, and minimizing environmental impacts, aligning with the principles of sustainable production. The study found that the distillation system integrating renewable energy and IoT was able to reduce distillation time by approximately 32% and decrease labor requirements by more than 66.7% compared with conventional control processes. In addition, the use of solar renewable energy reduced dependence on grid electricity, resulting in lower energy costs and a more environmentally friendly production process.

Keywords: essential oil distillation, solar cells, Internet of Things



บทนำ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเสนอแนวทางการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยร่วมกับเทคโนโลยี IoT ในการควบคุมกระบวนการกลั่น โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความดัน ระดับของเหลว และการใช้พลังงานแบบเรียลไทม์

น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในเซลล์ของพืช ลักษณะเด่นของมันก็คือน้ำมันหอมระเหยได้ง่ายแม้ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งกลั่นดังกล่าวไม่จำเป็นต้องต้มเสมอไป น้ำมันหอมระเหยจะสะสมอยู่ในผนังเซลล์ เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ทำหน้าที่เป็นระบบป้องกันตัวเอง รักษาผลหรือป้องกันการระเหยของน้ำ รวมทั้งใช้ไล่แมลงที่เป็นศัตรู และล่อแมลงเพื่อช่วยในการผสมพันธุ์ น้ำมันหอมระเหยอาจจะอยู่ภายในส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช ไม่ว่าจะเป็นราก ใบ ดอก เปลือก หรือเมล็ดก็ได้ ซึ่งน้ำมันที่ได้ส่วนใหญ่จะใส มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ไม่ละลายน้ำ น้ำมันหอมระเหยจากพืชเหล่านี้มีประโยชน์มากในอุตสาหกรรม น้ำหอม สารแต่งกลิ่น เพื่อให้เกิดความพึง

พอใจแก่ผู้บริโภค น้ำมันและกลิ่นหอมเหล่านี้เราเรียกรวมกันว่า เครื่องหอม (Kritsadee et al., 2023; Sittirirkawin et al., 2023)

น้ำมันหอมระเหยมีประโยชน์ในการ ช่วยผ่อนคลาย ลดความเครียด ปรับอารมณ์ และส่งเสริมคุณภาพการนอน โดยมีงานวิจัยหลายฉบับยืนยันผลด้านจิตใจและอารมณ์ เช่น Lavender essential oil ช่วยปรับคุณภาพการนอนและลดความวิตกกังวล และยังมีฤทธิ์ต้านจุลชีพต้านอนุมูลอิสระ สามารถประยุกต์ใช้ในอาหาร เครื่องสำอาง หรือผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพได้ โดยไม่มีรายงานผลข้างเคียงรุนแรงจากการใช้งาน และการสูดดมน้ำมันหอมระเหยบางชนิด ทำให้ผู้ใช้รู้สึกกระปรี้กระเปร่า สดชื่น คลื่นสมอง (EEG) เปลี่ยนแปลงไปในทางที่สะท้อนความตื่นตัว ผ่อนคลาย โดยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันหอมระเหย (Phasithpakakul & Somwong, 2022; Nuiden, 2019)

ฤทธิ์แบบทางชีวภาพ ต้านอนุมูลอิสระ ฆ่าเชื้อ ต้านจุลชีพ มีงานศึกษาจากประเทศไทยพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรหลายชนิด เช่น กานพลู ต้นชา กระชาย และยูคาลิปตัส มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านเชื้อจุลชีพ เช่น Clove essential oil หรือ Tea Tree essential oil

หรือน้ำมันจากพืชไทยอื่น ๆ รวมถึง Eucalyptus essential oil ฯลฯ พบว่า มีความสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อราบางชนิด และแสดงฤทธิ์ antioxidant ด้วย ซึ่งอาจมีศักยภาพทางสารชีวภาพที่นำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพ สุขอนามัย อาหาร และเครื่องสำอางได้ (Srifuengfung et al., 2019)

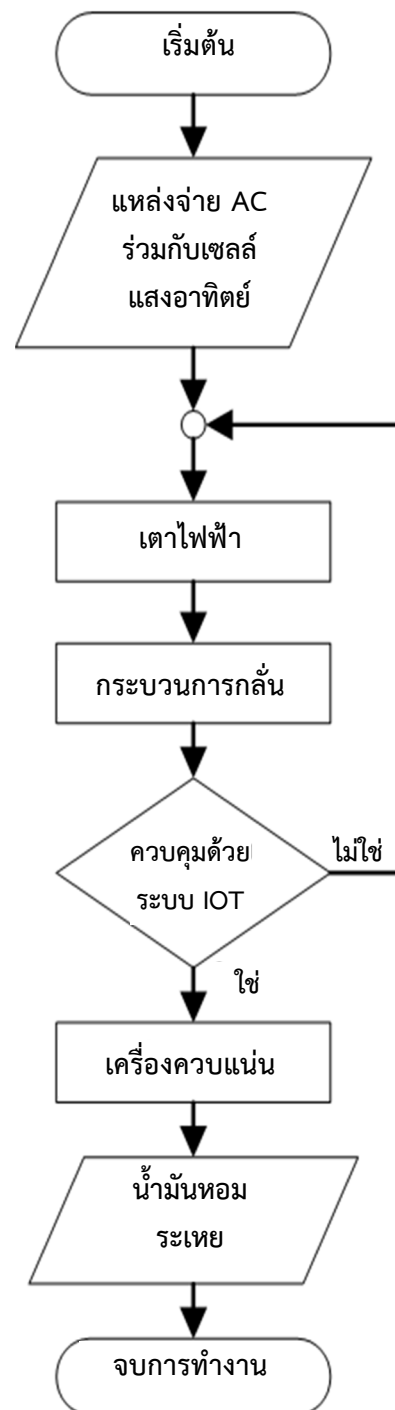
ใช้ในบริบทเชิงบำบัดเสริม น้ำมันหอมระเหยหรือการ aromatherapy กำลังได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในฐานะ การบำบัดเสริม (complementary) ควบคู่กับการแพทย์แผนปัจจุบัน กลิ่นหอมจากน้ำมันหอมระเหยและ therapy ซึ่งหมายถึงการบำบัด ดังนั้นจึงหมายความว่าศาสตร์ของการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชเพื่อส่งเสริมให้สุขภาพจิตและสุขภาพกายให้ดีขึ้น และมีชื่อเป็นทางการคือ คันธบำบัด จัดได้ว่าเป็นศาสตร์เก่าแก่ของโลก (Vora et al., 2024)

ความหลากหลายของการใช้จากสุขภาพถึงอุตสาหกรรม น้ำมันหอมระเหยนอกจากจะใช้ใน aromatherapy หรือสปาแล้วยังถูกใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลาย เช่น อาหารและเครื่องดื่ม (เป็นสารแต่งกลิ่น รส) เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดดูแลบ้าน สินค้าอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับกลิ่น และแม้แต่ผลิตภัณฑ์สัตว์เลี้ยงอาหารสัตว์ (Reddy et al., 2025)

ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์กับการกลั่นแบบทั่วไปได้รับการประเมินจากปริมาณผลผลิต คุณภาพทางเคมีของสารประกอบ การใช้พลังงาน และความคุ้มค่า พบว่า ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ให้ผลผลิตน้ำมันและองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับระบบทั่วไป สามารถลดต้นทุนด้านพลังงาน ส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลง ระบบดังกล่าวจึงเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพสำหรับการผลิตในระดับเกษตรกรและขนาดเล็ก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์สูง ระบบกลั่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นสามารถเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าในการสกัดน้ำมันหอมระเหย อีกทั้งยังช่วยลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Afzal et al., 2017; Singh et al., 2020)

โดยสรุปน้ำมันหอมระเหยมีศักยภาพที่จะช่วยส่งเสริมสุขภาพจิต ผ่อนคลาย ลดความเครียดความกังวล และอาจมีฤทธิ์ทางชีวภาพ (ต้านเชื้อ ต้านอนุมูลอิสระ) และเนื่องจากการขยายตัวทางตลาดและความต้องการใน

ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ จึงมีโอกาสดิบโตอีกมากในอนาคต ทั้งในสินค้าประเภท wellness เครื่องสำอาง สปา ผลิตภัณฑ์สุขภาพ และอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม หากพัฒนากระบวนการกลั่นให้มีคุณภาพและมีระบบควบคุมที่ทันสมัย จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตและลดต้นทุนในการผลิตได้ ดังนั้นผู้เขียนจึงออกแบบการกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับเทคโนโลยีไอโอที ดังภาพ 1



ภาพ 1 ผังกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

การสกัดน้ำมันหอมระเหย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยเป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้ดึงเอาสารหอมระเหยตามธรรมชาติจากพืช เช่น ดอกไม้ ใบ เปลือก หรือผลไม้ เพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมหลายด้าน รวมถึงการบำบัดด้วยกลิ่น (aromatherapy) เครื่องสำอาง และอาหาร ความแตกต่างของวิธีสกัดมีผลต่อกลิ่น คุณภาพ และปริมาณน้ำมันที่ได้อย่างมาก จึงมีการพัฒนาวิธีสกัดหลายรูปแบบเพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย

เทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยครอบคลุมทั้งวิธีดั้งเดิม เช่น steam distillation และ hydro-distillation รวมถึงเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น microwave-assisted และ supercritical fluid extraction ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตและลดเวลาในการสกัด งานวิจัยได้ประเมินสมรรถนะของแต่ละเทคนิคในด้านประสิทธิภาพ พลังงาน และคุณภาพของน้ำมัน พร้อมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในมุมมองเชิงเศรษฐศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการกล่าวถึงการสร้างแบบจำลองจลนพลศาสตร์และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการต่าง ๆ โดยสรุปพบว่า เทคนิคสมัยใหม่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูง ใช้พลังงานน้อย และเหมาะสมกับการพัฒนาเชิงอุตสาหกรรมมากกว่าวิธีแบบดั้งเดิม

การสกัดน้ำมันหอมระเหยมีหลายวิธีการ ดังต่อไปนี้
Ministry of Public Health (2005)

1. การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation)

น้ำมันหอมระเหยเกือบทั้งหมดมักจะสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยในระหว่างการกลั่นส่วนของพืชจะสัมผัสไอน้ำจนกระทั่งน้ำมันหอมระเหยจะระเหยไปเพราะถูกความร้อน น้ำมันหอมระเหยที่ระเหยไปพร้อมกับไอน้ำ เมื่อผ่านไปยังท่อหล่อเย็น จะทำให้ทั้งน้ำมันและไอน้ำ กลั่นตัวกลายเป็นของเหลว และหยดตกลงมาในภาชนะรองรับโดยน้ำมันจะลอยเป็นชั้นอยู่ด้านบน ส่วนชั้นล่างเป็นน้ำ ทำให้สามารถแยกเอาน้ำมันออกได้ อย่างไรก็ตามการกลั่นด้วยไอน้ำควร

จะทราบ ความดัน อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการกลั่นที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด

2. การบีบเย็น (cold pressed)

การบีบเย็นเป็นกระบวนการสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดี เพราะไม่ถูกความร้อน เช่น ในกรณีของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม จะทำได้โดยผ่านเอาผิวส้มมาบีบ จากนั้นจึงกรองหรืออาจจะเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกเอาน้ำมันซึ่งอยู่ส่วนบนออกมา ต้องระวังในการเลือกวัตถุดิบเนื่องจากปัจจุบันมีการฉีดยาฆ่าแมลงที่ผลส้มอาจจะติดอยู่ได้ ดังนั้นต้องหลีกเลี่ยงวัตถุดิบแบบนี้ ควรหันมาใช้ส้มที่ไม่มีการใช้ยาฆ่าแมลง

3. การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว (supercritical CO₂ extraction)

มีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวในการสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจาก สมุนไพรแห้ง เช่น ขิง และ ผักชี โดยการสกัดจะทำภายใต้ความดัน

4. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction/ absolutes)

การสกัดแบบนี้จะสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เหมาะกับดอกไม้ที่บอบบางและไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง ยกตัวอย่างเช่น มะลิ และกุหลาบ โดยการนำดอกไม้ใส่ลงในตัวสารละลายอินทรีย์ เช่น เฮกเซน และทิ้งไว้ระยะหนึ่ง จากนั้นจึงนำมารองแยกเอาชั้นเฮกเซนออกมาและระเหยทิ้งไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาละลายด้วยแอลกอฮอล์ เพื่อแยกส่วนของไข (wax) ออกไป นำส่วนแอลกอฮอล์ที่ได้ระเหยแอลกอฮอล์ออกไปก็จะได้น้ำมันหอมระเหย ซึ่งอาจจะมีแอลกอฮอล์ปนอยู่เล็กน้อย

ซึ่งได้แสดงการเปรียบเทียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของวิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยแต่ละวิธี ดังตาราง 1

ตาราง 1

เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการสกัดน้ำมันหอมระเหย ด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ การบีบเย็น การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว และการสกัดด้วยตัวทำละลาย

วิธีสกัด	ข้อดี	ข้อเสีย
1. การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation)	- ได้น้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ ไม่มีสารตัวทำละลายตกค้าง - ใช้กับพืชส่วนใหญ่ได้ดี - ต้นทุนการผลิตไม่สูง	- ความร้อนอาจทำให้สารบางชนิดเสื่อมสภาพ - บางพืชให้น้ำมันน้อย หรือกลั่นเพี้ยนเมื่อโดนความร้อน
2. การบีบเย็น (cold pressed)	- ได้กลิ่นธรรมชาติครบถ้วน สดใกล้เคียงวัตถุดิบ - ไม่มีความร้อน จึงรักษาสารสำคัญได้ดี	- ใช้ได้กับผลไม้เปลือกหนาเท่านั้น (เช่น ส้ม มะนาว) - ออกซิไดส์ง่าย เก็บรักษายากกว่า
3. การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว (supercritical CO ₂ extraction)	- ได้สารหอมและองค์ประกอบใกล้เคียงพืชจริงที่สุด - คุณภาพสูงกว่า steam distillation ไม่มีสารตัวทำละลายตกค้าง	- ต้นทุนสูง ใช้อุปกรณ์ความดันสูง - ทำให้ราคาน้ำมันสูงตาม
4. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction/absolutes)	- ให้กลิ่นเข้มข้นและใกล้เคียงดอกไม้จริงมากที่สุด - เหมาะสำหรับดอกไม้ที่กลั่นไม่ได้ เช่น มะลิ กุหลาบบางพันธุ์	- อาจมีสารทำละลายตกค้าง เช่น Hexane - ไม่เหมาะกับงานบำบัด (aromatherapy) ในบางกรณี - ราคาแพง

บทความนี้จะกล่าวถึงกระบวนการกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำมันหอมระเหยเชิงพาณิชย์และเชิงอุตสาหกรรม ความโดดเด่นของวิธีนี้คือสามารถสกัดน้ำมันได้อย่างบริสุทธิ์ ปลอดภัย และคงคุณภาพของสารสำคัญในพืชได้ดี โดยไม่ต้องใช้ตัวทำละลายเคมีใด ๆ จึงไม่ก่อให้เกิดสารตกค้างที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือทำให้คุณภาพน้ำมันลดลง นอกจากนี้ ไอน้ำยังช่วยลดจุดเดือดของน้ำมันหอมระเหย ทำให้สารหอมที่ไวต่อความร้อนไม่ถูกทำลายเหมือนการต้มด้วยน้ำเดือดตามปกติ สามารถใช้ได้กับพืชหลากหลายชนิด ตั้งแต่ใบ ดอก เปลือก ไปจนถึงรากและเมล็ดของสมุนไพร ทำให้เป็นวิธีที่ยืดหยุ่นและเหมาะสมกับการผลิตในทุกระดับ ทั้งงานวิจัย งานหัตถกรรม และอุตสาหกรรมใหญ่ ขณะเดียวกัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่นก็มีต้นทุนไม่สูง และสามารถควบคุมกระบวนการได้ง่าย เมื่อเทียบกับการสกัดด้วยวิธีการอื่น

กระบวนการกลั่นด้วยไอน้ำ

Klinboon (2018) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นการแยกของเหลวผสมที่มีองค์ประกอบสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป โดยใช้หลัก

การที่ว่าสารแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการระเหยเป็นไอได้ไม่เท่ากัน ณ อุณหภูมิและความดันเดียวกัน เมื่อให้ความร้อนจนของเหลวผสมกลายเป็นไอบางส่วน แล้วนำไอนั้นไปควบแน่นกลับให้เป็นของเหลว จะได้ของเหลวผสมหลังควบแน่นที่มีส่วนผสมแตกต่างจากของเหลวก่อนการกลั่น ด้วยเหตุนี้การกลั่นจึงสามารถใช้ในการทำของเหลวที่มีความบริสุทธิ์ขึ้น หรือใช้แยกของเหลวผสมออกเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ได้การกลั่นน้ำมันหอมระเหยปัจจุบันมีการยอมรับใช้งาน 3 วิธี คือ

1. การกลั่นด้วยน้ำร้อน (water distillation และ hydro-distillation)

เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดของการกลั่นน้ำมันหอมระเหย การกลั่นโดยวิธีนี้พืชที่ใช้กลั่นต้องจุ่มอยู่ในน้ำเดือดทั้งหมด อาจพบพืชบางชนิดเบา อาจจะลอยได้แล้วแต่ความถ่วงจำเพาะของพืชนั้น ข้อควรระวังในการกลั่นโดยวิธีนี้คือ โดยมากพืชจะได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอตรงกลางจะได้มากกว่าด้านข้าง จะทำให้เกิดการไหม้ของพืชซึ่งส่งผลให้เกิดกลิ่นไหม้ปนมากับน้ำมันหอมระเหยและมีสารไม่พึงประสงค์ติดมาในน้ำมันหอมได้

2. การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation)

การกลั่นโดยวิธีนี้ ใช้ตะแกรงกรองที่จะกลั่น ให้เหนือระดับน้ำในหม้อกลั่น ต้มให้เดือด ไอน้ำจะลอยตัวขึ้นไปผ่านพืชหรือตัวอย่างที่จะกลั่น ส่วนน้ำจะไม่ถูกกับตัวอย่างเลย ไอน้ำจากน้ำเดือดเป็นไอน้ำที่อ้อมตัว หรือเรียกว่า ไอน้ำร้อนจัด เป็นการกลั่นที่สะดวกที่สุด คุณภาพของน้ำมันออกมาดีกว่าวิธีแรก การกลั่นแบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันหอมระเหยทางการค้า (Neelapong et al., 2018)

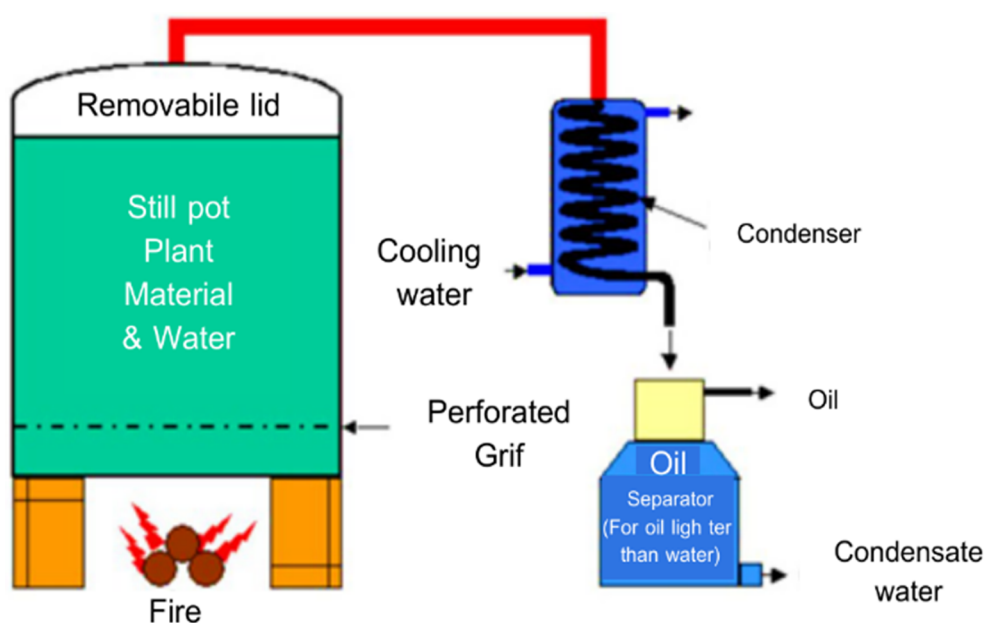
3. การกลั่นด้วยไอน้ำ (direct steam distillation)

วิธีนี้วางของอยู่บนตะแกรงในหม้อกลั่น ซึ่งไม่มีน้ำอยู่เลย ไอน้ำภายนอกที่อาจจะเป็นไอน้ำเปือก หรือไอน้ำร้อนจัดแต่ความดันสูงกว่าบรรยากาศ ส่งไปตามท่อได้ตะแกรงให้ไอน้ำผ่านขึ้นไปถูกกับของบนตะแกรงไอน้ำต้องมีปริมาณเพียงพอที่จะช่วยให้ น้ำมันแพร่ระเหยออกมาจากพืชของการกลั่น วิธีนี้คือ สามารถกลั่นได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเอาพืชใส่หม้อกลั่นไม่ต้องเสียเวลารอให้ร้อน ปล่อยไอน้ำเข้าไปได้เลย ปริมาณ

ของสารที่ใช้ น้ำกลั่นก็ได้มาก ปริมาณทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยมาก (Sittirirkawin et al., 2023)

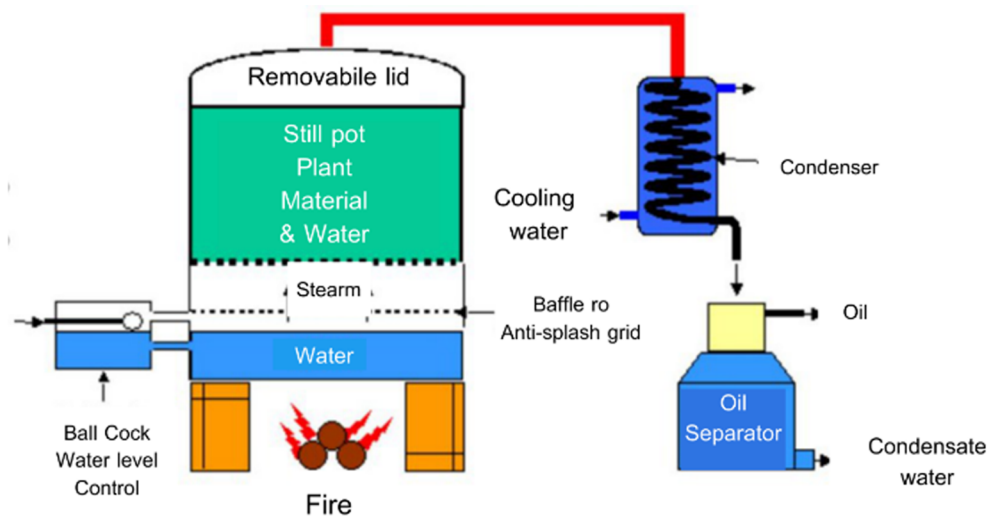
แผนภาพจำลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ดังแสดงในภาพ 2-4 และการเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของแต่ละวิธี ดังตาราง 2

บทความนี้จะกล่าวถึงการกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรง (direct steam distillation) เป็นวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ให้คุณภาพดีที่สุดในเมื่อเทียบกับวิธีการกลั่นรูปแบบอื่น เนื่องจากพืชไม่สัมผัสกับน้ำเดือดโดยตรง แต่ใช้ไอน้ำที่ผลิตจากหม้อต้มภายนอกส่งผ่านเข้ามาถึงบรรจุวัตถุดิบ ไอน้ำจะพาสารหอมระเหยออกไปสู่ระบบควบแน่น ทำให้ได้กลิ่นและองค์ประกอบของน้ำมันที่ใกล้เคียงกับพืชจริงมากที่สุด อีกทั้งยังช่วยป้องกันการไหม้ การสุก หรือการเสื่อมสภาพของสารสำคัญที่ไวต่อความร้อน จึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับพืชประเภทใบ ดอก เปลือก และสมุนไพรหลากหลายชนิด การกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรงเป็นวิธีมาตรฐานที่โรงงานผลิตน้ำมันหอมระเหยนิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรม เพราะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและสม่ำเสมอสูงกว่าวิธีอื่น



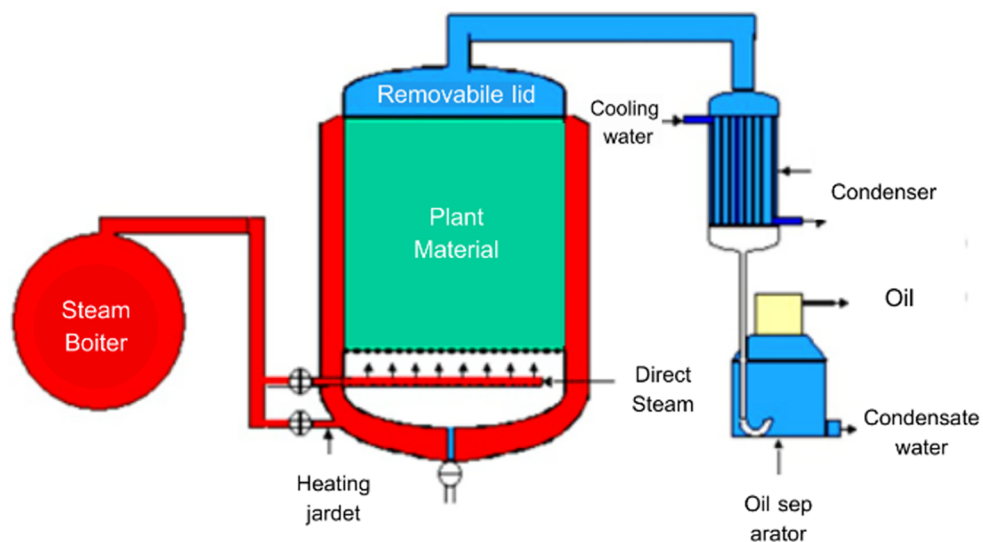
ภาพ 2 แผนภาพจำลองการกลั่นด้วยน้ำร้อน (water distillation)

Note. From “Water distillation, water and steam distillation and Direct steam distillation,” by AYUB R & D, 2006 (<https://ayublab.com/extraction>). Copyright 2006 by AYUB R & D.



ภาพ 3 แผนภาพจำลองขั้นตอนการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation)

Note. From “Water distillation, water and steam distillation and Direct steam distillation,” by AYUB R & D, 2006 (<https://ayublab.com/extraction>). Copyright 2006 by AYUB R & D.



ภาพ 4 แผนภาพจำลองการกลั่นด้วยไอน้ำ (direct steam distillation)

Note. From “Water distillation, water and steam distillation and Direct steam distillation,” by AYUB R & D, 2006 (<https://ayublab.com/extraction>). Copyright 2006 by AYUB R & D.

ตาราง 2

เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำร้อน การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรง

วิธีการกลั่น	ข้อดี	ข้อเสีย
1. การกลั่นด้วยน้ำร้อน (water distillation และ hydro-distillation)	- อุปกรณ์ง่าย ใช้ต้นทุนต่ำ - เหมาะกับพืชแห้งหรือแข็ง เช่น ราก เปลือก - ให้กลิ่นเข้มข้น	- ความร้อนสูงทำลายสารสำคัญได้ง่าย - พืชสัมผัสน้ำ ทำให้เกิดการไหม้ หรือสุก หรือกลิ่นเพี้ยน - บางชนิดให้ผลผลิตต่ำ
2. การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water & steam distillation)	- ลดการไหม้ของพืชเมื่อเทียบกับแบบต้ม - ได้คุณภาพดีขึ้นกว่าวิธี hydro-distillation - เหมาะกับพืชที่ไวต่อความร้อนปานกลาง	- คุณภาพยังสู้ direct steam ไม่ได้ - บางส่วนของพืชยังสัมผัสน้ำ อาจเกิดกลิ่นสุก - การกลั่นช้าและใช้พลังงานมากกว่าวิธีที่ 3
3. การกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรง (direct steam distillation)	- คุณภาพน้ำมันดีที่สุดใน 3 วิธี - รักษากลิ่นและสารสำคัญได้ดี เพราะพืชไม่สัมผัสน้ำเดือด - เหมาะกับพืชหลายชนิด ทั้งดอก ใบ และสมุนไพร - เป็นวิธีที่ใช้อุตสาหกรรมมากที่สุด	- อุปกรณ์ซับซ้อนกว่าแบบต้ม - ต้นทุนสูงกว่าวิธี 1 และ 2 - ต้องควบคุมแรงดันและอุณหภูมิอย่างเหมาะสม

เครื่องควบแน่น (condenser)

เครื่องควบแน่นเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่น เพราะทำหน้าที่เปลี่ยนไอของน้ำและสารระเหยที่ถูกพาออกมาจากวัตถุดิบให้กลับมาอยู่ในรูปของเหลวอีกครั้ง เมื่อไอน้ำที่พาสารหอมลอยออกจากหม้อต้มเข้าสู่เครื่องควบแน่น ไอน้ำจะถูกทำให้เย็นลงด้วยระบบหล่อเย็น เช่น น้ำเย็นที่ไหลผ่านผนังท่อ ทำให้เกิดการควบแน่นและไหลออกมาเป็นของเหลวผสมระหว่างน้ำมันหอมระเหยและน้ำกลั่นสมุนไพร (hydrosol) บทบาทของเครื่องควบแน่นมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะหากการระบายความร้อนไม่ดีหรือไม่สามารถทำให้ไอควบแน่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจทำให้สารหอมบางส่วนสูญหายไปกับไอร้อน ทำให้ผลผลิตลดลงและส่งผลต่อคุณภาพน้ำมัน เครื่องควบแน่นจึงถูกออกแบบให้มีพื้นที่สัมผัสระหว่างไอและผนังเย็นมากที่สุด เพื่อเพิ่มอัตราการเปลี่ยนไอน้ำเป็นของเหลว และช่วยรักษากลิ่นและสารสำคัญของพืชได้อย่างครบถ้วน (Inuwa et al., 2024)

การกลั่นด้วยเตาไฟฟ้า

1. เตาไฟฟ้าเพลทร้อน (hot plate)

Kitchenform Intertrade Co., Ltd. (2022) กล่าวว่า เตาชนิดนี้มีลักษณะที่เห็นได้เด่นชัดคือตัวเตาจะมี

แผ่นเพลทกลมทำจากแผ่นโลหะ และด้านบนจะมีขดลวดสำหรับให้ความร้อนติดตั้งอยู่โดยหลักการทำงานให้ความร้อนจะต้องผ่านตัวให้ความร้อนคือขดลวด ผ่านเพลทร้อนจนมาถึงตัวภาชนะที่อยู่บนเตา ลักษณะเตา เมื่อเลิกใช้งานและปิดเตาแล้วจะยังมีความร้อนหลงเหลืออยู่ที่หัวเตา ต้องระมัดระวังไม่ให้ผิวเนื้อสัมผัสโดนเตา เตาไฟฟ้ารุ่นแรก ๆ มีขดลวดทำความร้อนอยู่ใต้แผ่นสีดำ ให้ความร้อนค่อนข้างช้า กินไฟมาก การปรับระดับความร้อนขึ้นลงค่อนข้างช้า เพราะความร้อนต้องผ่านตัวกลางหลายตัว ตั้งแต่ขดลวด แผ่นเซรามิก กันหม้อ แล้วจึงถึงอาหาร แสดงดังภาพ 5

2. เตาแม่เหล็กไฟฟ้า (induction)

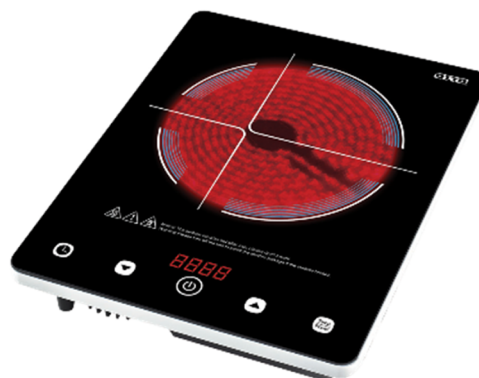
Kitchenform Intertrade Co., Ltd. (2022) กล่าวว่า เตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าหรือเตาแม่เหล็กไฟฟ้าอาศัยความร้อนจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่ภาชนะที่เหนี่ยวนำไฟฟ้าได้ เช่น เหล็ก หรือเหล็กสแตนเลสบางชนิด อุปกรณ์ที่ไม่เหนี่ยวนำแม่เหล็ก จะไม่สามารถทำให้เกิดความร้อนได้ เช่น อลูมิเนียม แก้ว เซรามิก หรือเหล็กสแตนเลสหลายชนิด เตาแม่เหล็กไฟฟ้าให้พลังงานความร้อนได้รวดเร็วกว่าเตาแบบธรรมดาและสูญเสียพลังงานน้อยกว่า เช่น ไม่มีความร้อนที่แผ่ไปในอากาศเหมือนเตาความร้อนทั่วไป แต่พลังงานนั้นจะถ่ายทอดไปที่ตัวภาชนะโดยตรง ที่สำคัญคือความปลอดภัยหรืออันตรายจากการไหม้ติดไฟ ยังลดลงเพราะเตาได้ความร้อนจริง ๆ จากตัวภาชนะอีกที แสดงดังภาพ 6

แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานจากเตาไฟฟ้า
2 ชนิด ดังตาราง 3



ภาพ 5 เตาไฟฟ้าเพลทร้อน (hot plate)

Note. From “Electric stove,” by Kitchenform Intertrade Co., Ltd., 2022 (<https://www.kitchenform.com/portfolio>). Copyright 2022 by Kitchenform Intertrade Co., Ltd.



ภาพ 6 เตาแม่เหล็กไฟฟ้า (induction)

Note. From “Electric stove,” by Kitchenform Intertrade Co., Ltd., 2022 (<https://www.kitchenform.com/portfolio>). Copyright 2022 by Kitchenform Intertrade Co., Ltd.

ตาราง 3

การเปรียบเทียบค่าพลังงานจากเตาไฟฟ้า 2 ชนิด

แหล่งกำเนิด พลังงานความร้อน	ปริมาณการใช้ พลังงานเฉลี่ย	พลังงานความ ร้อนเฉลี่ย (MJ)	ต้นทุน ค่าพลังงาน (Baht)	ประสิทธิภาพ การกลั่น (mL/MJ)	ต้นทุนเชื้อเพลิงของ น้ำมันหอมระเหย (Baht/mL)
เตาไฟฟ้าแบบขดลวด	2.54 kWh	9.14	10.72	1.53	0.77
เตาแม่เหล็กไฟฟ้า	2.96 kWh	10.67	12.50	1.28	0.91

จากตาราง 3 การเปรียบเทียบพลังงานจากเตาไฟฟ้า
ทั้ง 2 ชนิด เตาไฟฟ้าแบบขดลวด และเตาแม่เหล็กไฟฟ้าจะเห็น
ได้ว่า เตาไฟฟ้าแบบขดลวดใช้พลังงานไฟฟ้าในการกลั่น
น้ำมันหอมระเหยน้อยกว่าเตาแม่เหล็กไฟฟ้า และมี
ประสิทธิภาพในการกลั่นสูงกว่าเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ผู้เขียนจึง
เกิดแนวคิดในการใช้พลังงานทดแทนมาลดต้นทุนค่าพลังงาน
ไฟฟ้าในกระบวนการกลั่น (Duangaram et al., 2025)

การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

การกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบดั้งเดิมมักพึ่งพา
แหล่งพลังงานที่ไม่ยั่งยืน เช่น เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งมีผลต่อ
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความ
ต้องการใช้พลังงานทดแทนในการกลั่นจึงมีความเร่งด่วน
มากขึ้น เพื่อเสริมความยั่งยืนในการผลิตและลดการปล่อย

ก๊าซเรือนกระจก บทความนี้จึงกล่าวถึงการนำพลังงาน
ทดแทนมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการสกัดและกลั่นน้ำมัน
หอมระเหย เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับวิธี
ดั้งเดิมในขณะที่ลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล (Ministry
of Energy, 2025)

ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ระบบ ดังนี้

1. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ
(stand alone system) หรือระบบออฟกริด (Off-GRID
system) คือ ระบบที่ไม่เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของการ
ไฟฟ้า เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าจากภาครัฐเข้าถึง
เช่น บนป่าเขา หรือไร่นา(ชุมชนอนนา) ระบบนี้จะมีอุปกรณ์
ประกอบมากกว่าระบบออนกริด (On-GRID system) และ

มีราคาสูงกว่า อีกทั้งมีเสถียรภาพต่ำกว่า แต่ดีที่ขณะไฟฟ้าดับก็มีไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้ประโยชน์ได้ แต่ต้องติดตั้งขนาดแบตเตอรี่ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และระบบนี้ไม่ต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้าเพราะไม่ได้ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้า โดยมีส่วนประกอบหลักดังนี้

1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือแผง PV

1.2 อุปกรณ์ควบคุมการประจุ (charge controller)

1.3 แบตเตอรี่ (battery)

1.4 อินเวอร์เตอร์ (inverter) ถ้าใช้กระแสตรงก็ไม่ต้องมีอินเวอร์เตอร์ แสดงดังภาพ 7

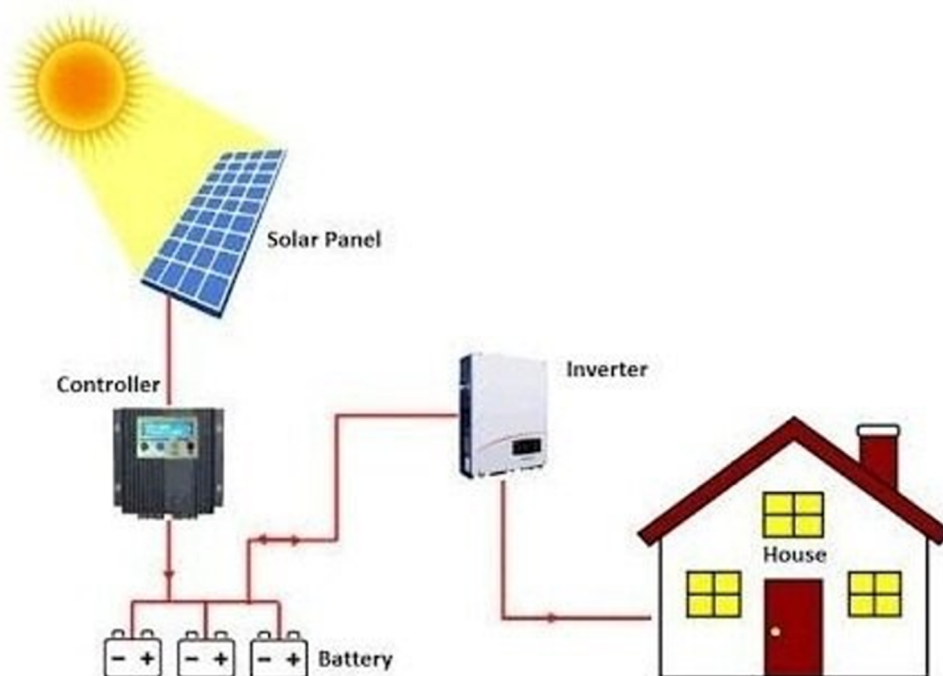
2. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย (grid connected system) หรือระบบออนกริด (On-GRID system) คือ ระบบที่เชื่อมขนานกับระบบไฟฟ้าภาครัฐ ซึ่งต่างจากระบบ (Off-GRID) ที่ไม่มีแบตเตอรี่เพื่อเก็บไฟฟ้าส่วนเกิน ทำให้ราคาถูกกว่าระบบออฟกริด (Off-GRID system) มีการใช้และบำรุงรักษาง่ายกว่า และมีเสถียรภาพดีเนื่องจากการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าร่วมด้วย แต่เมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าดับผู้ใช้ก็จะดับด้วยเพราะไม่มีแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า เหมาะกับการใช้ไฟฟ้าในช่วงกลางวัน ไฟฟ้าที่ผลิตได้จะนำมาใช้

ในบ้าน และหากผลิตได้มากกว่าที่ใช้ ก็จะส่งขายคืนให้การไฟฟ้าได้ หากผลิตไฟไม่พอ ก็จะดึงไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้ โดยมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือแผง PV

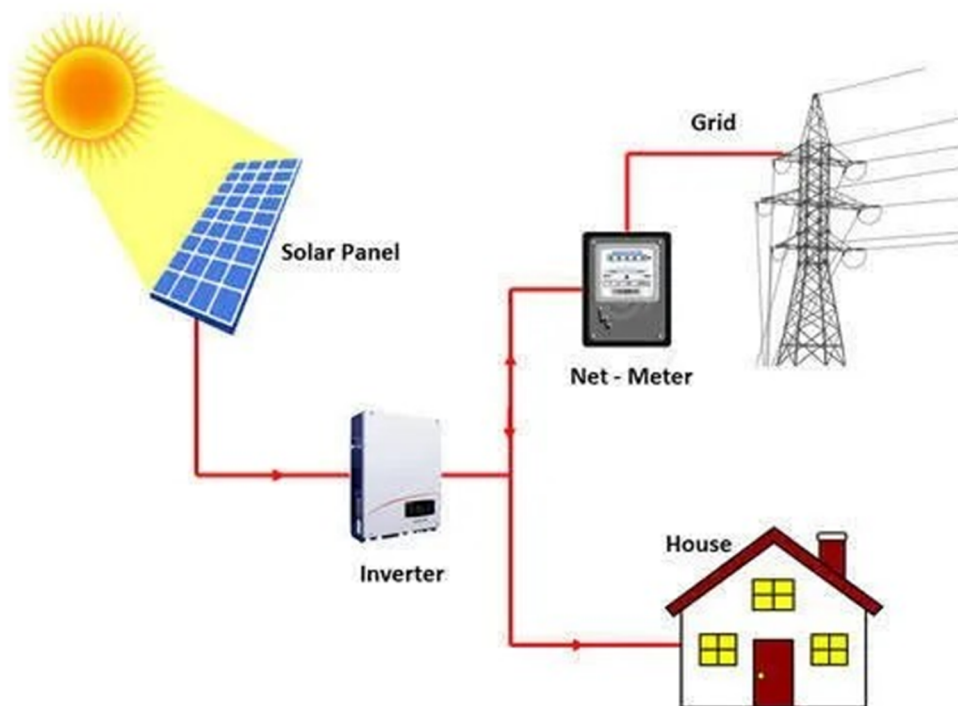
1.2 อินเวอร์เตอร์ (inverter) ต้องได้รับการรับรองจากการไฟฟ้า แสดงดังภาพ 8

3. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน หรือระบบไฮบริด (Hybrid system) คือ การผสมกันระหว่าง On-GRID และ Off-GRID โดยระบบนี้จะมีการเชื่อมต่อการไฟฟ้าสำหรับช่วงที่ไม่มีแดดและมีการใช้แบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานส่วนที่ผลิตเหลือในตอนกลางวันไปใช้งานในตอนกลางคืน ทำให้มีส่วนประกอบมาก ราคาสูง ระยะเวลาคืนทุนนาน แต่เสถียรภาพในการใช้ดี ถ้ามีการใช้ไฟฟ้าในช่วงกลางวันน้อยกว่ากลางคืน เหมาะกับการใช้ไฟฟ้าทั้งกลางวันและกลางคืน โดยจะต้องออกแบบขนาดให้มีไฟฟ้าเหลือเก็บไว้ในแบตเตอรี่ให้เพียงพอกับการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางคืน ถ้าไม่มีไฟฟ้าเหลือในแบตเตอรี่ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ระบบนี้ นอกจากนั้นถ้าไม่ใช้แบตเตอรี่ก็สามารถต่อร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าจากลมหรือน้ำหรือ Generator ก็ได้ แสดงดังภาพ 9



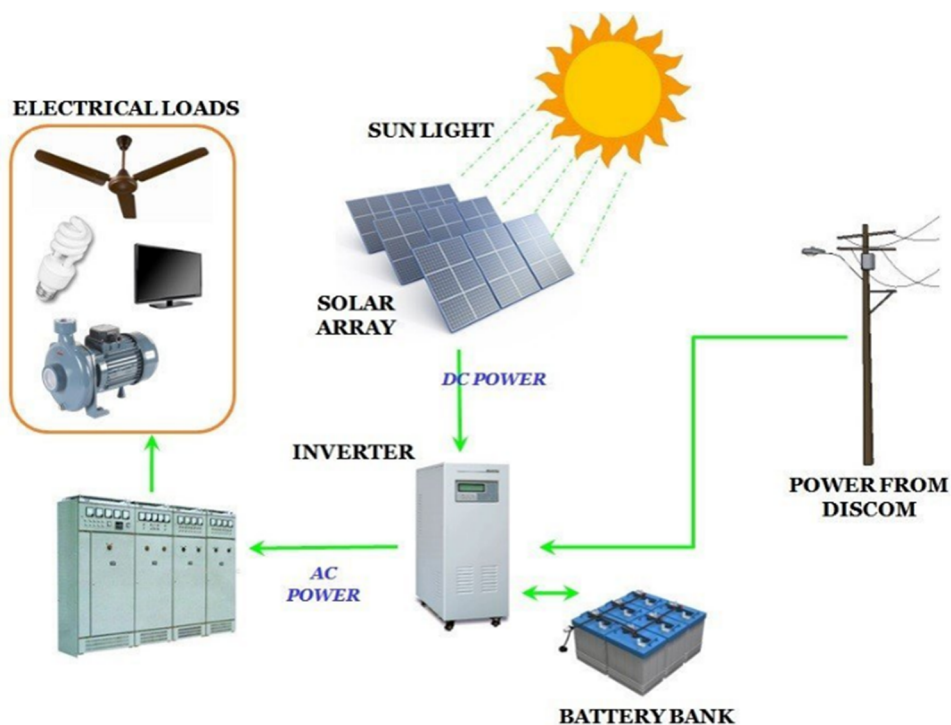
ภาพ 7 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

Note. From “Pre manual,” by Energy Conservation Technology, 2023 (<https://www.energy-conservationtech.com/manual>). Copyright 2023 by Energy Conservation Technology.



ภาพ 8 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย

Note. From “Pre manual,” by Energy Conservation Technology, 2023 (<https://www.energy-conservationtech.com/manual>). Copyright 2023 by Energy Conservation Technology.



ภาพ 9 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน หรือระบบไฮบริด

Note. From “Pre manual,” by Energy Conservation Technology, 2023 (<https://www.energy-conservationtech.com/manual>). Copyright 2023 by Energy Conservation Technology.

ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในบทความนี้ถูกมองว่าเป็นแหล่งพลังงานหลักที่มีความเป็นไปได้สูง เนื่องจากแสงอาทิตย์เป็นทรัพยากรที่ไม่มีวันหมด และเทคโนโลยีการแปลงพลังงานแสงเป็นไฟฟ้ากำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้นทุนการติดตั้งและการบำรุงรักษาลดลง เหนือสิ่งอื่นใด การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสร้างระบบการผลิตที่เข้ากับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนได้

อย่างไรก็ดี ความท้าทายหลักในการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในกระบวนการกลั่นรวมถึงความไม่แน่นอนของปริมาณพลังงานจากแสงอาทิตย์ตามฤดูกาลและสภาพอากาศ ความคงที่ของอุณหภูมิในการกลั่น ผู้เขียนจึงเกิดแนวคิดในการเลือกใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย (grid connected system) หรือระบบออนกริด (On-GRID system) เพื่อให้กระบวนการกลั่นสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพแม้แสงอาทิตย์ตามฤดูกาลและสภาพอากาศก็ตาม จำเป็นต้องมีการศึกษาเปรียบเทียบเชิงระบบระหว่างการผลิตด้วยโซลาร์เซลล์กับวิธีมาตรฐาน เพื่อประเมินประสิทธิภาพความปลอดภัย และความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things เพื่อควบคุมการกลั่น

Internet of Things หรือ IoT คือ การที่อุปกรณ์อัจฉริยะต่าง ๆ สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างคนกับอุปกรณ์และระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ ทำให้นักวิจัยสามารถสั่งการและควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ได้จากระยะไกล (Kullimratchai, 2016) การเลือกแพลตฟอร์ม IoT สำหรับพัฒนาระบบ ควรเลือกแพลตฟอร์มที่ใช้งานง่าย รองรับโปรแกรมภาษาที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีหน้าอินเทอร์เน็ตเพชที่ใช้งานง่าย รองรับโปรโตคอล MQTT มีแดชบอร์ดสำหรับแสดงผลข้อมูล มีฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์ได้แบบเรียลไทม์ และเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ จะทำให้สามารถพัฒนาระบบได้อย่างรวดเร็ว (Tinapron & Onboonuea,

2025) จากงานวิจัยเกี่ยวกับระบบควบคุมและบริหารจัดการพลังงานแสงอาทิตย์ภายในไมโครกริด (microgrid) ด้วยการใช้ IoT ในการเก็บข้อมูลและควบคุมการทำงานของระบบ ส่งผลให้สามารถจัดการพลังงานที่เก็บจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและมีความทนทานต่อข้อผิดพลาดของระบบได้เป็นอย่างดี (Phung et al., 2017) กระบวนการกลั่น (distillation) ไม่ว่าจะเป็นการกลั่นในระดับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี หรือการกลั่นน้ำมันหอมระเหยในระดับชุมชน ล้วนเป็นหัวใจสำคัญในการแยกสารประกอบเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์ตามต้องการ ความท้าทายหลักของกระบวนการกลั่นคือการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ให้คงที่ เพื่อให้ได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพด้านพลังงานสูงสุด เนื่องจากหอกลั่นมักมีการใช้พลังงานความร้อนในปริมาณสูงมาก จากงานวิจัยเกี่ยวกับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (Duangaram et al., 2025) พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ต้องควบคุมอย่างแม่นยำ คือ อุณหภูมิในการกลั่น (90-102°C) และระยะเวลาในการกลั่น (2 ชั่วโมง) นอกจากนี้การศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่าด้านพลังงาน ระหว่างแหล่งพลังงานความร้อนต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางลดต้นทุน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนการควบคุมแบบเดิมไปสู่ระบบอัตโนมัติอัจฉริยะ (smart control) ที่สามารถมอนิเตอร์และปรับปรุงประสิทธิภาพได้แบบเรียลไทม์

องค์ประกอบหลักของระบบ IoT สำหรับการกลั่น

การประยุกต์ใช้ IoT ในการควบคุมการกลั่นประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1. ชั้นการรับรู้ (perception layer) เซนเซอร์และอุปกรณ์ตรวจวัด ทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรทางกายภาพที่สำคัญในกระบวนการกลั่น มีตัวแปรที่สำคัญได้แก่ (1) อุณหภูมิ (temperature) วัดอุณหภูมิภายในหม้อกลั่นหรืออุณหภูมิไอน้ำ เพื่อควบคุมให้อยู่ในช่วงที่กำหนด (2) ความดัน (pressure) ควบคุมความดันภายในหอกลั่น ซึ่งส่งผลต่อจุดเดือดและสมดุลของกระบวนการ (3) ระดับ

ของเหลว (liquid level) ใช้เซนเซอร์ เช่น Ultrasonic Sensor เพื่อตรวจจับระดับน้ำมันและน้ำสำหรับการแยกน้ำมันออกจากน้ำอัตโนมัติ และ (4) การใช้พลังงาน (energy consumption) มอนิเตอร์การใช้พลังงานความร้อนเพื่อการวิเคราะห์ต้นทุนอย่างละเอียด

2. ชั้นเครือข่ายและประมวลผล (network and platform layer) ตัวกลางและการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์จะถูกส่งผ่านโมดูลไร้สาย เช่น Wi-Fi ไปยังแพลตฟอร์ม IoT ซึ่งแพลตฟอร์มเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล จัดเก็บ ประมวลผล และจัดการอุปกรณ์ ตัวอย่างแพลตฟอร์ม เช่น NETPIE ThingSpeak Blynk ซึ่งมีทั้งแบบ Cloud-based หรือ On-premises แพลตฟอร์มจะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงข้อมูลและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกลั่นได้จากทุกที่มีอินเทอร์เน็ต เช่น ค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำมันที่ได้

3. ชั้นการควบคุม (application and control layer) การสั่งการและปรับปรุง ประกอบด้วย Microcontroller Unit เช่น Arduino และ ESP32 ทำหน้าที่ประมวลผลและส่งคำสั่งไปยัง Actuators โดยมี Actuators ที่สำคัญคือ (1) Relay หรือ Solid State Switch เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด หรือปรับระดับกำลังของแหล่งกำเนิดความร้อน เช่น เตาไฟฟ้า และ (2) Solenoid Valve เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์ว สำหรับการเติมน้ำ (feed rate) การควบคุมการไหลกลับ (reflux rate) หรือการแยกน้ำมันออกจากน้ำอัตโนมัติเมื่อตรวจพบระดับของเหลวที่ต้องการ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าและควบคุมระบบผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้จากระยะไกล

จากแนวคิดที่นำเสนอ สามารถวางระบบ IoT เพื่อควบคุมการกลั่นได้ดังภาพ 10

ประโยชน์ของการใช้ IoT ในการควบคุมการกลั่น

การนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในกระบวนการกลั่นก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในมิติของประสิทธิภาพและคุณภาพ ดังนี้

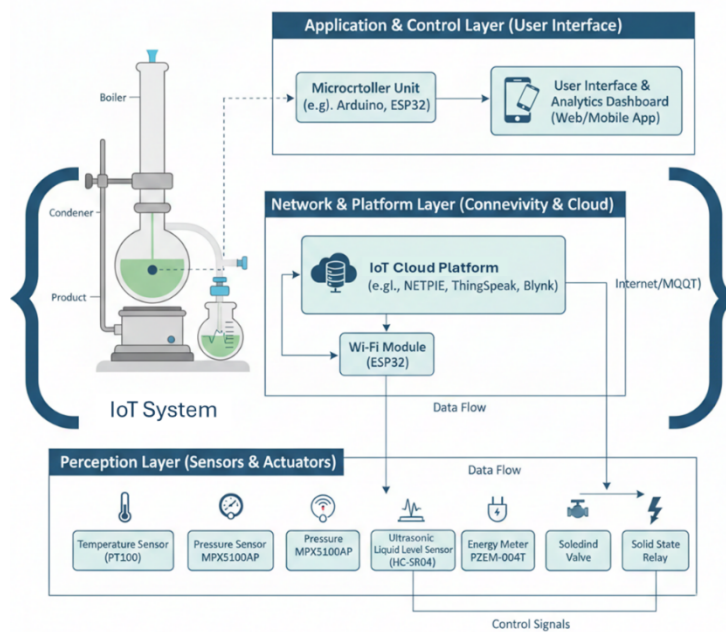
1. คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอ ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความดันให้คงที่ตามค่าที่กำหนดได้ตลอดเวลา ทำให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพตามมาตรฐาน

2. เพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนพลังงาน การมอนิเตอร์การใช้พลังงานแบบเรียลไทม์ช่วยให้สามารถปรับปรุงกระบวนการและลดการสูญเสียพลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญ

3. การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (predictive maintenance) เซนเซอร์ของระบบ IoT สามารถตรวจวัดข้อมูล เช่น การสั่นสะเทือน หรือความร้อนที่ผิดปกติของอุปกรณ์ ทำให้สามารถคาดการณ์และดำเนินการบำรุงรักษาก่อนที่อุปกรณ์จะเสียหายได้ ซึ่งช่วยลดการหยุดชะงักของกระบวนการผลิต

4. ลดระยะเวลาและแรงงาน จากงานวิจัยเรื่องการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูโดยใช้เทคโนโลยี IoT ร่วมกับเซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ihwana et al., 2025) พบว่า การใช้ระบบอัตโนมัติสามารถช่วยลดเวลาในการกลั่นทั้งหมดลงได้ถึง 32% และลดความต้องการแรงงานลง 66.7%

ดังนั้น การนำเทคโนโลยี Internet of Things เข้ามาช่วยทำงานระบบอัตโนมัติถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพและความแม่นยำของกระบวนการกลั่น ด้วยการผสานรวมระหว่าง เซนเซอร์ตรวจวัด พารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน และระดับของเหลว เข้ากับแพลตฟอร์มคลาวด์ และระบบควบคุมอัตโนมัติ การประยุกต์ใช้ IoT จึงไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้นเท่านั้น แต่ยังช่วยประหยัดพลังงาน ลดต้นทุนแรงงานและเวลาในการผลิต ซึ่งนำไปสู่ความยั่งยืนและความสามารถในการแข่งขันในตลาดได้ในที่สุด



ภาพ 10 องค์ประกอบหลักของระบบ IoT สำหรับควบคุมการกลั่น

สรุป

บทความนี้นำเสนอแนวคิดการออกแบบระบบกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับเทคโนโลยี IoT โดยการนำองค์ความรู้ด้านพลังงานทดแทนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ถือเป็นแนวทางที่ช่วยยกระดับกระบวนการผลิตให้มีความคุ้มค่าและยั่งยืนมากขึ้น การเลือกใช้ระบบออนกริดยังช่วยให้การกลั่นทำงานได้ต่อเนื่องและมีเสถียรภาพ แม้ในวันที่แสงแดดไม่เพียงพอ ทำให้ระบบพลังงานมีความน่าเชื่อถือและไม่กระทบต่อคุณภาพของน้ำมันที่ผลิตได้ และเมื่อทำงานร่วมกับเทคโนโลยี IoT เพื่อติดตามสถานะการทำงานได้อย่างสะดวกและแม่นยำ สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ช่วย

ลดความสูญเสียของสารหอมระเหย ป้องกันการไหม้ของวัตถุดิบ และทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ ลดการใช้พลังงาน ลดเวลาและแรงงานที่ต้องใช้ในกระบวนการลงอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการกลั่นและสามารถเพิ่มรอบการผลิตได้มากขึ้น

ในอนาคตผู้ประกอบการทั้งในระดับชุมชนและอุตสาหกรรม สามารถนำแนวทางที่นำเสนอจากบทความนี้ไปประยุกต์ใช้จะสามารถช่วยลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพน้ำมันหอมระเหย และยังสามารถสนับสนุนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ยกระดับกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหย และสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการ

References

- Afzal, A., Anjum Munir, A., Abdul Ghafoor, A., & Alvarado, J. L. (2017). Development of hybrid solar distillation system for essential oil extraction. *Renewable Energy*, 113, 22-29.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.027>
- AYUB R & D. (2006). *Water distillation, water and steam distillation and direct steam distillation*.
<https://ayublab.com/extraction>

- Duangaram, C., Sonnin, P., & Kotchapoom, P. (2025). A study of energy consumption for essential oil distillation: A case study of citronella [In Thai]. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*, 19(1), 225-236. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/275121/186731>
- Energy Conservation Technology. (2023). *Pre manual*. <https://www.energy-conservationtech.com/manual>
- Ihwana, A., Rahmatullah, A., Abdullah, S., Fahmi, F., Pakka, H., & Andiyan. (2025). Smart clove oil distillation system using IoT and ultrasonic sensors. *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, 14(5), 2341-2349. <https://sistemasi.ftik.unisi.ac.id/index.php/stmsi/article/view/5232/1064>
- Inuwa, L. S., Alhassan, A. U., & Lawal, K. (2024). Design and fabrication of a small-scale dual-purpose essential oil extractor. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(10), 4596–4602. <https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE10/IJRPR34380.pdf>
- Kitchenform Intertrade Co., Ltd. (2022). *Electric stove* [In Thai]. <https://www.kitchen-form.com/portfolio>.
- Klinboon, J. (2018). *Study on the efficiency of distillation of essential oil from lemongrass by solar energy.using the foaming technique* [In Thai]. <https://repository.rmutr.ac.th/bitstream/handle/123456789/1209/fulltext.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kritsadee, S., Assavapanyaporn, S., & Kunsilarak, S. (2023). The effects of essential oil from roots of *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash Inhalation on emotional states autonomic nervous system [In Thai]. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 17(3), 95–103. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/262099>
- Kullimratchai, P. (2016). Internet of Things: Current technology trends for future [In Thai]. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 10(1), 29–36. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/48908>
- Ministry of Energy. (2025). *Solar photovoltaic power generation system* [In Thai]. http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/home/home_photovoltaic.html
- Ministry of Public Health. (2005). *Aromatherapy* [In Thai]. <https://bit.ly/4a4hLSK>
- Neelapong, W., Phonyotin, B., & Sittikijyothin, W. (2018). Extraction of active compounds from Thai herbs: Steam distillation and solvent extraction [In Thai]. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 28(4), 901-910. <https://doi.org/10.14416/j.kmutnb.2018.10.001>
- Nuiden, N. (2019). *Effects of selected volatile oils in Thailand on physiological activities and emotions* [In Thai] [Research report]. Thaksin University.
- Phasithpakakul, P., & Somwong, S. (2022). The status of research on indigenous knowledge regarding the use of essential oils to alleviate insomnia [In Thai]. *Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Journal of Liberal Arts*, 2(1), 1–12. <https://so07.tci-thaijo.org/index.php/LiberaUJ/article/view/1514>

- Phung, M. D., De La Villefromoy, M., & Ha, Q. (2017). Management of solar energy in microgrids using IoT-based dependable control. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1710.03422>
- Reddy, B. H. V., Hussain, S. M. S., Hussain, M. S., Kumar, R. N., & Gupta, J. (2025). Essential oils in cosmetics: Antioxidant properties and advancements through nanoformulations. *Pharmacological Research – Natural Products*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.prenap.2025.100192>
- Singh, R., Kumar, S., & Singh, B. (2020). Design and performance evaluation of a decentralized solar distillation unit for essential oil extraction from aromatic crops. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123456>
- Sittiritkawin, P., Pitiphumisukan, C., Yotkat, P., & Kittit, T. (2023). Transferring Citronella Oil Refining Technology to the Elderly in San Sai Subdistrict, Mueang District, Chiang Rai Province [In Thai]. *Journal for Community Development and Life Quality*, 12(1), 59–69. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JCDLQ/article/view/265310>
- Srifuengfung, S., Tribuddharat, C., Chongtrakool, P., & Thuncharoon, H. (2019). *A study of antimicrobial activity, antioxidant activity and chemical composition of essential oils from Thai medicinal plants* [In Thai] [Research report]. Siam University.
- Tinapron, S., & Onboonuea, T. (2025). Study of a Platform for Internet of Things Developers [In Thai]. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 19(1), 17–28. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/275566>
- Vora, L. K., Gholap, A. D., Hatvate, N. T., Naren, P., Khan, S., Chavda, V. P., Balar, P. C., Gandhi, J., & Khatri, D. K. (2024). Essential oils for clinical aromatherapy: A comprehensive review. *Journal of Ethnopharmacology*, 330, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2024.118180>

