

Received: February 20, 2023; Revised: April 18, 2023; Accepted: April 19, 2023

การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจาก ผักแขยง ข่าป่า มะแขว่น และเปราะหอม
เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอม

Essential oils distillations from *Limnophila aromatica* (Lam.) Merr.,
Alpinia malaccensis, *Zanthoxylum limonella* Alston
and *Kaempferia galanga* for use as ingredients in the perfumery industry

นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์^{1*} นิรุต อ่อนสลุง¹ สมพร หงษ์ก่ง¹ สุริยาโชค เพิ่มพูน¹

วัชรายุทธ ลำดวน¹ และสุรเชษฐ์ สีขำนานู¹

Namphon Pipatpaiboon^{1*}, Nirut Onsalung¹, Somporn Hongkong¹,

Suriya Chokphoemphun¹, Watcharayut Lumdoun¹ and Surachet Srichamnan¹

¹คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร

¹Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon Province

*Corresponding Author E-mail Address: Namphon.ph@muti.ac.th

บทคัดย่อ

จากการทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหยจาก ผักแขยง ข่าป่า มะแขว่น และเปราะหอม เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอม โดยน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบ 4 ชนิด ถูกนำมาเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ ลักษณะของสี กลิ่น ความหนาแน่น เพื่อใช้เป็นแนวทางนำไปสู่การผลิตหรือการใช้ น้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอม ซึ่งจำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลเหล่านี้ จากการทดลองพบว่าวัตถุดิบที่มีร้อยละของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดได้แก่ มะแขว่น ที่ค่าสูงถึง 1.34 %v/w ลำดับถัดมาได้แก่ ผักแขยง เปราะหอม และข่าป่า ที่มีค่า 0.67, 0.46 และ 0.45 %v/w ตามลำดับ โดยลักษณะของสีของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ทั้งหมดมีลักษณะสีเหลืองจางไปจนถึงสีเหลืองเข้มและมีความใส ไม่ขุ่น กลิ่นมีความชัดเจนโดดเด่นตามลักษณะวัตถุดิบที่นำมาสกัดและเมื่อสัมผัสร่างกาย กลิ่นยังคงติดทนอยู่ได้เป็นเวลานานหลายชั่วโมง เมื่อพิจารณาผลการศึกษาความหนาแน่นน้ำมันหอมระเหยโดยเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและการวัด พบว่า ความหนาแน่นที่ได้จากการคำนวณและการวัดนั้นมีค่าใกล้เคียงกันหรือเท่ากันในวัตถุดิบทั้งหมดที่ทำการทดลอง สุดท้ายเมื่อพิจารณาเรื่องกลิ่นหรือ Note ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด พบว่ามี Note ของน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกันไปตามลักษณะของกลิ่นที่สัมผัสได้ในแต่ละช่วงเวลา โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหย มะแขว่น และข่าป่า มีลักษณะของกลิ่นอยู่ในกลุ่ม Top note น้ำมันหอมระเหยผักแขยง ลักษณะของกลิ่นจัดอยู่ในกลุ่มของ Middle note และสุดท้าย น้ำมันหอมระเหยเปราะหอม จะมีลักษณะของกลิ่นอยู่ในกลุ่ม Base note โดยจากข้อมูลการทดลองครั้งนี้พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด มีความคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้เป็นส่วนผสมต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมน้ำหอมได้

คำสำคัญ: น้ำหอม น้ำมันหอมระเหย กลิ่น ความหนาแน่น การกลั่น

Abstract

From the experimental distillation of essential oils from *Limnophila aromatica* (Lam.) Merr., *Alpinia malaccensis*, *Zanthoxylum limonella* Alston and *Kaempferia galanga* for use as ingredients in the perfume industry. Essential oils from 4 types of raw materials were compared in the quantity of distilled essential oils, color characteristics, scent, and density to be used as a guideline leading to the production or use of essential oils as ingredients in the perfume industry. It is necessary to know this information. From the experiments, it was found that the raw material with the highest percentage of essential oil was *Zanthoxylum limonella* at 1.34 %v/w. Next was from *Limnophila aromatica* (Lam.) Merr., *Kaempferia galanga* and *Alpinia malaccensis* with values of 0.67, 0.46 and 0.45%v/w respectively. The color characteristics of all distilled essential oils are pale yellow to dark yellow and are clear, not cloudy. The scent has a clear, distinctive scent according to the nature of the raw materials that are extracted and when it touches the body. The scent still lasts for several hours. When considering the results of the study of essential oil density by comparing the calculated and measured values. It was found that the calculated and measured densities were similar or equal in all the experimental materials. Finally, when considering the scent or note of each essential oil, it was found that each type of essential oil had different notes according to the nature of the scent that could be sensed at each time. It was found that *Zanthoxylum limonella* Alston essential oils and *Alpinia malaccensis* had characteristic scent in the top note group. *Limnophila aromatica* (Lam.) Merr. essential oil the nature of the scent will be classified in the Middle note group. *Kaempferia galanga* essential oil there will be a characteristic of the scent in the base note group. From the data of this experiment, it was found that essential oils from all 4 raw materials were suitable for use as ingredients in the fragrance industry.

Keywords: Perfume, Essentials oil, Scent, Density, Distillation

บทนำ

ปัจจุบันน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรและพืชในท้องถิ่น กำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากความโดดเด่นในด้านกลิ่นที่หอม แปลกใหม่ เอกลักษณ์ของกลิ่น และคุณสมบัติทางยาที่ดี ซึ่งในอดีตน้ำมันหอมระเหยจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในครัวเรือนทั่วไป เช่น น้ำยาล้างจาน สบู่ ยาสระผม โลชั่น น้ำยาปรับอากาศ สเปรย์ไล่แมลง หรือโลชั่นทาผิว เป็นต้น จวบจนปัจจุบันก็มีการพัฒนารูปแบบการใช้งานสู่การใช้งานในส่วนของการสปา อโรมา หรือการรักษาบรรเทาอาการต่าง ๆ เช่น ใช้ในการให้กลิ่นหอมเพื่อสร้างบรรยากาศต่าง ๆ โดยการใช้สารสกัดจากใบเตยผลิตเป็นเจลปรับอากาศ (น้องนุช, 2545) การนำน้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพามาใช้ในการดับกลิ่นทุเรียน (ภาณุพงศ์, 2562) การใช้น้ำมันหอมระเหยและกลิ่นมาช่วยบรรเทาอาการนอนไม่หลับ (ปรธมมาศ, 2565) หรือการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการนวดสปาต่าง ๆ เช่น การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากเศษรากไม้เทพทาโรมาผลิตน้ำมันเพื่อใช้ในการนวดสปา (จิตตานันท์, 2553) การใช้น้ำมันหอมระเหยมะเขว่น นวดเพื่อบรรเทาฤทธิ์การปวดกล้ามเนื้อบริเวณน่อง (จรีภรณ์, 2564) การนวดด้วยน้ำมันไพลเพื่อลดการปวดคอ บ่า ไหล่ ซึ่งการนวดด้วยน้ำมันไพลทำให้อาการปวดลดลงได้ (อำพน, 2561) ซึ่งตัวอย่างการใช้งานน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทยที่กล่าวมาเป็นที่รู้จัก

และใช้อย่างแพร่หลายมาช้านานจากอดีตจนถึงปัจจุบัน แต่ที่น่าสนใจมากกว่านั้น ปัจจุบันได้มีการนำน้ำมันหอมระเหยไทยมาใช้ในการปรุงน้ำหอมในกลุ่มนักปรุงน้ำหอม หรือ Perfumer โดยการผสมน้ำหอมไทยเพิ่มเติมในน้ำหอมต่างๆ เพื่อให้เกิดกลิ่นใหม่สำหรับเป็นน้ำหอมใช้ทั่วไป แล้วยังนำไปสร้างกลิ่นใหม่ให้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ เพื่อให้เกิดความโดดเด่นเรื่องกลิ่นที่ไม่ซ้ำกับกลิ่นอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป จึงจำเป็นต้องมีการผสมหรือปรุงกลิ่นใหม่ขึ้นมาโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยหลากหลายชนิดมาผสมกัน และในจำนวนนั้นที่กำลังได้รับความสนใจในการนำมาใช้ปรุงกลิ่นน้ำหอมเพิ่มมากขึ้น คือ น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทย โดยเมื่อได้น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทยมาแล้วก็จะถูกนำไปผสมกับน้ำมันหอมระเหยที่มาจากต่างประเทศ หรือน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ต่าง ๆ โดยมุ่งเน้นเพื่อให้เกิดกลิ่นใหม่ที่หอมโดดเด่น มีเอกลักษณ์ ตามที่นักปรุงกลิ่นต้องการ และสามารถนำกลิ่นเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในทางการค้าได้ในอนาคตต่อไป โดยงานวิจัยนี้จะนำเสนอการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทย 4 ชนิดได้แก่ ผักแขยง ข่าป่า มะแขว่น และเปราะหอม เพื่อศึกษาถึงร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ ในรูปแบบ %v/w และ %w/w ลักษณะของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ได้ Note ของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการนำน้ำมันหอมระเหยทั้ง 4 ชนิดไปใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอมต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัตถุดิบในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยเพื่อทำการศึกษาแนวทางการผลิตน้ำมันหอมระเหยเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอม ครั้งนี้สนใจพืชสมุนไพรไทย 4 ชนิดได้แก่ ผักแขยง ข่าป่า มะแขว่น และเปราะหอม โดยพืชที่กล่าวมานี้มีความน่าสนใจในเรื่องของลักษณะและกลิ่นหอมที่มีความเฉพาะตัว เช่น ผักแขยง เป็นพืชล้มลุกอายุ 1 ปี จะมีกลิ่นหอมฉุนเป็นเอกลักษณ์ มีความคล้ายน้ำมันสนแต่มีลักษณะของกลิ่นที่ฉุนรุนแรงกว่า จากงานวิจัยในอดีตยังพบว่าสารสกัดจากผักแขยงสามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในอาหารได้เป็นอย่างดี (กานดา, 2551) และการสูดดมน้ำมันหอมระเหยผักแขยงยังมีผลต่อความจำ และอารมณ์ของผู้ที่สูดดม (ธัญญลักษณ์, 2565) โดยการทดลองในครั้งนี้ผักแขยงที่นำมาทดลองกลั่นเป็นผักแขยงที่ปลูกเพื่อทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยเฉพาะ มีอายุการปลูก 10 เดือน ในพื้นที่ปลูกอำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ข่าป่า เป็นพืชล้มลุกสามารถมีอายุได้หลายปี มีกลิ่นที่หอมฉุนและเผ็ดร้อน เมื่อสูดดมจะรู้สึกเย็นโล่งจะมูก และที่สำคัญที่พบในพืชตระกูลข่าจะกระตุ้นการทำงานของกระเพาะ ลดเชื้อแบคทีเรีย ข่าเชื้อราในพืช เป็นต้น (บงกช, 2545) ข่าป่าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นข่าป่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ในพื้นที่สวนป่าส่วนบุคคล อายุประมาณ 2 ปี จากพื้นที่อำเภอคำตากล้า จังหวัดสกลนคร มะแขว่น เป็นไม้ยืนต้นมีอายุได้หลายสิบปี มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ เมื่อดมแล้วรู้สึกผ่อนคลาย ในอดีตยังมีการศึกษาและทดลองนำสารสกัดจากมะแขว่นมาใช้เป็นส่วนผสมในการพัฒนาโลชั่นนวดมะแขว่น (สิริภา, 2562) โดยวัตถุดิบมะแขว่นที่ใช้ในการทดลองสำหรับงานวิจัยนี้ เป็นมะแขว่นที่ปลูกไว้เก็บผลผลิตเพื่อจำหน่ายสำหรับปรุงอาหาร โดยจัดซื้อมาจากเขตพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และเปราะหอม เป็นพืชล้มลุก ตระกูลห้วสามารถมีอายุได้หลายปี มีกลิ่นหอมละมุนอ่อนๆ ในอดีตมีการนำเปราะหอมไปใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นส่วนผสมในลูกประคบเพื่อลดอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อ (จิตรลดา, 2552) โดยเปราะหอมที่นำมากลั่นมีอายุ 2 ปี ปลูกในพื้นที่ อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย ซึ่งเมื่อพิจารณาเบื้องต้นจากวัตถุดิบ 4 ชนิดที่กล่าวมาแล้วมีความน่าสนใจในแง่ของลักษณะของพืช และกลิ่น ซึ่งเมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่นแล้วจะมีความแตกต่างในด้านของกลิ่นที่สามารถนำไปเปรียบเทียบและพัฒนาต่อยอดเป็นส่วนผสมของน้ำมันหอมได้เป็นอย่างดี โดยตัวอย่างพืชทั้ง 4 ชนิด แสดงในรูปที่ 1 โดยวัตถุดิบจากพืชทั้ง 4 ชนิด ก่อนทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจะถูกล้าง ทำความสะอาด ก่อนทำการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยเสมอ และมีการสุ่มตัวอย่างจากวัตถุดิบไปทำการอบแห้ง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยในลำดับต่อไป



(ก) ผักขมิ้น



(ข) ข่าป่า



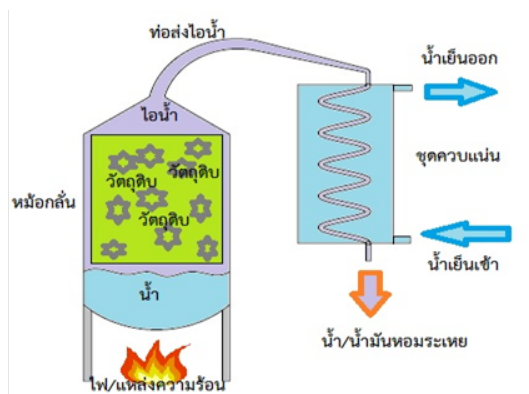
(ค) มะแขว่น



(ง) เปราะหอม

รูปที่ 1 แสดงรูปพืชที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 ชนิด

สำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิด ใช้สถานที่ในการทดลองคือ โรงงานกลั่นน้ำมันหอมระเหยเชิงพาณิชย์ ต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร โดยอุปกรณ์สำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยในครั้งนี้ ใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย ขนาดความจุหม้อกลั่น 500 ลิตร ใช้อุณหภูมิในการกลั่น 100 องศาเซลเซียส และใช้น้ำเย็น อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อัตราการไหล 32 ลิตร/นาที่ ในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับชุดควบแน่น เพื่อให้ไอน้ำจากหม้อกลั่น ควบแน่นกลับเป็นของเหลว ใช้วิธีการกลั่นแบบกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation) เป็นลักษณะการกลั่นที่ให้วัตถุดิบบรรจุอยู่ในตะแกรงลอยเหนือน้ำในหม้อกลั่นลักษณะคล้ายการนึ่ง จากนั้นนำไอน้ำจากหม้อกลั่นส่งไปยังชุดควบแน่นเพื่อทำการควบแน่นไอน้ำทั้งหมดกลับเป็นของเหลว แล้วจึงดำเนินการแยกน้ำมันหอมระเหยมาทำการ วัดปริมาณ ชั่งน้ำหนัก เพื่อเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์ในลำดับถัดไป โดยวัสดุที่ใช้ประกอบเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยทั้งหมดทำจากสแตนเลส 304 หนา 3 มิลลิเมตร ชุดหม้อกลั่นเป็นผนังสองชั้นระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนเซรามิกไฟเบอร์ หนา 50 มิลลิเมตร เพื่อช่วยให้รักษาความร้อนในหม้อกลั่นและป้องกันอันตรายจากการสัมผัสความร้อนขณะใช้งาน ให้ความร้อนด้วยหัวแก๊สแอลพีจี kb10 อัตราการป้อนแก๊สแอลพีจี 0.22 กิโลกรัม/นาที่ ควบคุมการป้อนแก๊สด้วยชุดปรับแรงดันแก๊ส (LPG Regulator) เพื่อควบคุมการป้อนแก๊สให้คงที่ตลอดการใช้งาน โดยลักษณะพื้นที่โรงงานกลั่นน้ำมันหอมระเหยเชิงพาณิชย์ ต้นแบบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ที่ใช้เป็นพื้นที่ในการทดลองและเก็บข้อมูล ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 โรงงานกลั่นน้ำมันหอมระเหยเชิงพาณิชย์ต้นแบบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

วิธีการทดลอง เริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบจากพืชทั้ง 4 ชนิด ไว้ให้เพียงพอสำหรับการกลั่นและเก็บข้อมูล โดยการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิดนี้ จะทำการแยกกลั่นพืชทั้งหมดและพืชแต่ละชนิดจะทำการทดลองกลั่นแยกทั้งหมด 3 การทดลอง รวมเป็นการทดลองทั้งหมด 12 การทดลอง การทดลองหนึ่งครั้งใช้เวลากลั่นน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด 6 ชั่วโมง เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นเพื่อทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยวัตถุดิบประเภท ผักแขยง และมะแขว่น ไม่ต้องทำการบดหรือสับสามารถทำความสะอาดแล้วนำเข้าเครื่องกลั่นได้เลย ในส่วนของ ข่าป่า และเปราะหอม จะต้องทำการสับก่อนทำการกลั่น เพื่อให้สามารถกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากวัตถุดิบได้ดียิ่งขึ้น ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยสามารถทำได้ทั้งจากวัตถุดิบสดและแห้ง และสามารถทำการกลั่นได้จากวัตถุดิบที่ปริมาณในการกลั่นต่อรอบไม่เท่ากันได้เช่นกัน แต่สุดท้ายการเก็บข้อมูลก็จะสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ด้วยการวิเคราะห์ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ในรูปแบบ %v/w และ %w/w ซึ่งมีงานวิจัยในอดีตที่มีการนำเสนอในรูปแบบเดียวกันยกตัวอย่างเช่น การทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพร 10 ชนิดด้วยเครื่องกลั่นแก้วมาตรฐานและเครื่องกลั่นระดับชุมชน (พงษ์ศักดิ์, 2555) และการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรด้วยวิธีการกลั่น (วรณี, 2549) ในส่วนน้ำหนักวัตถุดิบที่นำมาคำนวณ ถึงแม้ตอนกลั่นจะใช้วัตถุดิบสดแต่ในขั้นตอนคำนวณจะใช้การคำนวณเป็นน้ำหนักแห้ง ซึ่งอาศัยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างทำการอบแห้งไว้ก่อนแล้ว และในส่วนของวัตถุดิบแห้งหรือมะแขว่นนั้น สามารถนำเข้ากลั่นได้ทันที โดยใช้น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบในการคำนวณได้โดยตรง ซึ่งเมื่อใช้วิธีการนี้ก็จะทำให้สามารถเปรียบเทียบร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้กับงานวิจัยอื่น ๆ หรือวัตถุดิบอื่น ๆ ได้สะดวกและเป็นสากลยิ่งขึ้น สำหรับการทดลองนี้ก่อนทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยวัตถุดิบทุกชนิดสำหรับการทดลองครั้งนี้จะต้องล้างหรือทำความสะอาดเพื่อแยกเศษดิน และสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ปะปนมาออกก่อนทำการกลั่นเสมอเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ โดยยกตัวอย่างการเตรียมตัวอย่างจากวัตถุดิบประเภทข่าป่า ก่อนทำการกลั่นจะต้องล้างทำความสะอาด และทำการสับด้วยเครื่องสับ ก่อนชั่งน้ำหนักเพื่อบรรจุเข้าเครื่องกลั่นต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3 การเตรียมวัตถุดิบประเภทข่าป่า



(ก) ข่าป่าชุดใหม่



(ข) ข่าป่าตัดราก



(ก) ข่าปาล้างทำความสะอาด



(ข) ข่าป่าสับ

รูปที่ 3 ตัวอย่างการเตรียมวัตถุดิบประเภทข่าป่าสำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

ในกรณีวัตถุดิบในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยเป็นวัตถุดิบสด วิธีการคำนวณปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ จะเริ่มจากการคำนวณหาน้ำหนักแห้งของวัตถุดิบที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบบางส่วนไปอบแห้ง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบต่าง โดยสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (1) และ (2)

$$\%dry = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

$$W_{dry} = \frac{\%dry \times W_{wet}}{100} \quad (2)$$

เมื่อ	%dry	คือ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งวัตถุดิบ (%)
	W_1	คือ น้ำหนักตัวอย่างวัตถุดิบก่อนอบ (กรัม)
	W_2	คือ น้ำหนักตัวอย่างวัตถุดิบหลังอบ (กรัม)
	W_{dry}	คือ น้ำหนักแห้งวัตถุดิบที่ใช้กลั่น (กิโลกรัม)
	W_{wet}	คือ น้ำหนักวัตถุดิบที่ใช้การกลั่น (กิโลกรัม)

โดยสมการ (1) เป็นสมการที่ใช้ในการคำนวณหา %dry หรือเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบ โดยการนำตัวอย่างวัตถุดิบที่จะใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยไปทำการอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบความร้อน Drying Oven sov 140B (Temperature Range 10- 300°C , $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$) ในการอบแห้งเพื่อเก็บข้อมูล เมื่อได้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบแล้ว นำมาใช้เป็นค่ามาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณหาน้ำหนักแห้งของวัตถุดิบ และใช้ข้อมูลน้ำหนักแห้งจากการคำนวณที่ได้จากสมการที่ (2) ไปใช้ในการคำนวณร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ใน 2 รูปแบบ เพื่อใช้ในการนำเสนอ ดังแสดงวิธีการคำนวณตามสมการที่ (3) และ (4)

$$\%v/w = \frac{V_{oil}}{W_{dry}} \times 100 \quad (3)$$

$$\%w/w = \frac{W_{oil}}{W_{dry}} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ $\%v_{oil}/w_{dry}$ คือ ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้
เมื่อเปรียบเทียบปริมาตรน้ำมันหอมระเหยต่อน้ำหนักแห้งวัตถุดิบ
 V_{oil} คือ ปริมาตรน้ำมันหอมระเหยวัตถุดิบ (มิลลิลิตร)
 $\%w_{oil}/w_{dry}$ คือ ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้
เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักน้ำมันหอมระเหยต่อน้ำหนักแห้งวัตถุดิบ
 W_{oil} คือ น้ำหนักของน้ำมันหอมระเหยวัตถุดิบ (กรัม)

โดยการศึกษาในงานวิจัยนี้ได้ทำการอบแห้งหาน้ำหนักแห้งวัตถุดิบ ผักแขยง ข่าป่า และเปราะหอม จำนวนอย่างละ 5 ตัวอย่าง เพื่อคำนวณหาน้ำหนักแห้ง ในส่วนของมะแขว่นเป็นวัตถุดิบที่แห้งอยู่แล้วสามารถใช้น้ำหนักวัตถุดิบแห้งในการคำนวณเปรียบเทียบได้จึงไม่ได้นำมาอบแห้งและคำนวณ จากนั้นนำข้อมูลน้ำหนักก่อนและหลังการอบแห้งมาคำนวณตามสมการที่ (1) และ (2) เพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบ เพื่อใช้ในการคำนวณ ตามสมการ (3) และ (4) ต่อไป

น้ำหอม (Perfume) หมายถึง สิ่งที่มีกลิ่นหรือได้กลิ่นแล้วรู้สึกพึงใจซึ่งเป็นความหมายโดยทั่วไป และในความเข้าใจของคนทั่วไปมักมีความหมายถึง น้ำที่มีกลิ่นหอมที่ใช้พรมร่างกายแต่ในความเป็นจริงแล้วนั้น น้ำหอมยังมีความหมายครอบคลุมไปถึงกลิ่นของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ด้วย ซึ่งการที่จะได้มาซึ่งน้ำหอมนั้นจะได้มาจากวัตถุดิบ 3 แหล่งคือ น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) ที่สกัดได้จากธรรมชาติโดยตรง น้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ (Aroma chemicals) และ น้ำมันสัตว์ (Animal product) ซึ่งทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมามีราคา กลิ่น และคุณสมบัติแตกต่างกันมาก (วรพล และอรธกร, 2545)

น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) หมายถึง สิ่งของต่าง ๆ ที่ระเหยในอุณหภูมิห้องหรือระเหยเมื่อถูกความร้อน และให้กลิ่นที่เป็นที่พึงพอใจแก่มนุษย์ (คู่มือน้ำหอมและการประยุกต์ใช้ในการสอน และการวิจัยเครื่องสำอาง, 2562) ซึ่งถูกแบ่งระดับของกลิ่นออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ Top note เป็นกลิ่นที่ส่งกลิ่นออกมาเป็นตัวแรกสุดที่สัมผัส จะอยู่ได้ประมาณช่วง 15-20 นาที Middle note เป็นกลิ่นของน้ำหอมหลักในน้ำหอมชนิดนั้นจะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 15 นาที - 5 ชั่วโมง หลังจากใส่น้ำหอม Base note หรือ Lasting note เป็นกลิ่นของน้ำหอมในช่วงที่น้ำหอมส่วนมากกลิ่นกลืนไปแล้ว Base note จึงเป็นกลิ่นท้ายสุดของน้ำหอมที่จะได้กลิ่นและสามารถอยู่ได้นานถึง 5 ชั่วโมง - 24 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้น ดังนั้นการผลิตน้ำมันหอมระเหยนอกจากสนใจเรื่องคุณสมบัติทางยา สารสำคัญต่าง ๆ แล้ว ควรทำการศึกษาเรื่องกลิ่นเพื่อให้สามารถนำไปสู่การใช้งานในอุตสาหกรรมน้ำหอมได้ดียิ่งขึ้น

ผลการวิจัย

จากสมการที่ (1) และ (2) ได้นำตัวอย่างวัตถุดิบ ถ้าเป็นประเภทวัตถุดิบสดจะถูกสุ่มตัวอย่างมาอบแห้ง จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อนำมาอบแห้งตามอุณหภูมิ และเวลาที่กำหนดไว้แล้ว นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง พบว่า ผักแขยง ข้าป่า เปราะหอม มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 16.88% , 24.30% และ 12.85% ตามลำดับ ในส่วนของมะแขว่นเป็นวัตถุดิบแห้งจึงใช้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 100% ในการวิเคราะห์และคำนวณในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป โดยสรุปเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด แสดงในตารางที่ 1

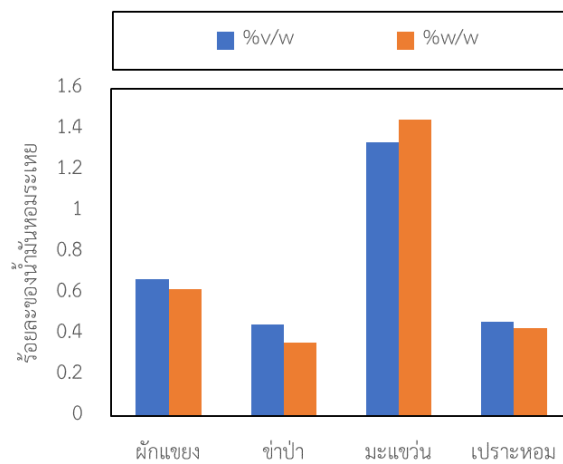
ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งวัตถุดิบของวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด

วัตถุดิบ		%dry
ชนิดวัตถุดิบ	ประเภทวัตถุดิบ (สด/แห้ง)	
ผักแขยง	สด	16.88
ข้าป่า	สด	24.30
มะแขว่น	แห้ง	100.00
เปราะหอม	สด	12.85

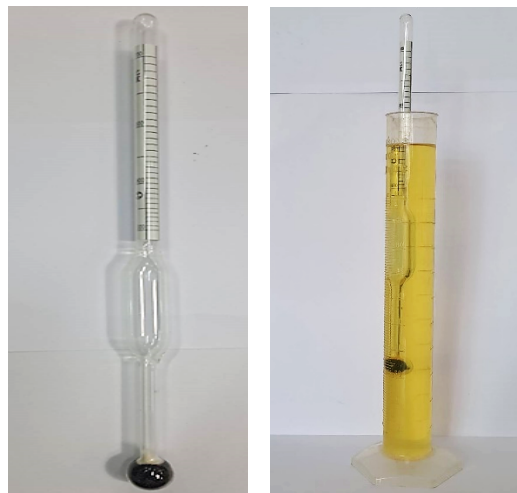
เมื่อพิจารณาผลการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ได้แสดงในตารางที่ 2 โดยเป็นการสรุปการทดลองจากวัตถุดิบ 4 ชนิด ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด โดยแต่ละชนิดทำการกลั่นเพื่อเก็บข้อมูล 3 การทดลอง รวม 12 การทดลอง แล้วนำข้อมูลมาคำนวณสรุปและนำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยการทดลองจากวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด จากการทดลองพบว่า วัตถุดิบที่มีร้อยละของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดคือ มะแขว่น มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยคิดเป็น 1.34%v/w หรือ 1.45%w/w รองลงมาได้แก่ผักแขยงที่มีร้อยละของน้ำมันหอมระเหย 0.67%v/w หรือ 0.62%w/w ลำดับถัดมาคือ เปราะหอม ที่มีร้อยละของน้ำมันหอมระเหย 0.46%v/w หรือ 0.43%w/w และสุดท้ายวัตถุดิบข้าป่า มีร้อยละของน้ำมันหอมระเหย 0.45%v/w หรือ 0.36%w/w ซึ่งจากข้อมูลร้อยละของน้ำมันหอมระเหยจะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างกันของ %v/w และ %w/w จะพบน้ำมันหอมระเหยบางชนิดมีค่าใกล้เคียงกันในส่วนของ %v/w เช่น ข้าป่า และเปราะหอม มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่เมื่อพิจารณาร้อยละของน้ำมันหอมระเหยในรูปแบบ %w/w กลับมีค่าต่างกันพอสมควร นั้นเป็นผลมาจากน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน ดังแสดงเปรียบเทียบในรูปที่ 4 งานวิจัยนี้จึงได้แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีความหนาแน่นไม่เท่ากันโดยการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยจากการคำนวณและการวัดด้วย Hydrometer ชนิดเบากว่าน้ำ ทำการวัดที่อุณหภูมิ 20°C เพื่อวัดความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ทั้งหมด โดยแสดงภาพตัวอย่างการวัดความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยและอุปกรณ์แสดงในรูปที่ 5 พบว่าจากข้อมูลการทดลองที่นำมาคำนวณความหนาแน่น จากวัตถุดิบ 4 ชนิด น้ำมันหอมระเหยผักแขยง และเปราะหอม จะมีความหนาแน่นสูง คือ 0.95 และ 0.91 g/cm³ ในส่วนของน้ำมันหอมระเหยจาก มะแขว่น และข้าป่า จะมีความหนาแน่นน้อยกว่า คือ 0.85 และ 0.81 g/cm³ ซึ่งข้อมูลจากการคำนวณและการวัดก็มีความสอดคล้องกันค่าความหนาแน่นที่ได้จากการวัดซึ่งอาจจะมีความแตกต่างบ้างเล็กน้อย ดังแสดงเปรียบเทียบข้อมูลความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 4 ชนิด ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบ 4 ชนิด

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ		น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้		ร้อยละ		ความหนาแน่น	
	ก่อนอบ	หลังอบ	W_{oil}	V_{oil}	%v/w	%w/w	g/cm^3	
	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)	(กรัม)	(มิลลิลิตร)			คำนวณ	วัด
ผักแขยง	100.00	16.88	104.13	113.33	0.67	0.62	0.91	0.89
ข่าป่า	100.00	24.30	88.47	109.00	0.45	0.36	0.81	0.81
มะแขว่น	70.00	70.00	801.17	937.00	1.34	1.45	0.85	0.84
เปราะหอม	100.00	12.85	48.20	50.60	0.46	0.43	0.95	0.94



รูปที่ 4 เปรียบร้อยละของน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบแต่ละชนิด



รูปที่ 5 ตัวอย่างการวัดความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยด้วย Hydrometer

ตารางที่ 3 ลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากวัตถุดิบ 4 ชนิด

วัตถุดิบ	ลักษณะของน้ำมันหอมระเหย	ลักษณะ สี และ กลิ่น	Note ของ น้ำมันหอมระเหย
ผักแขยง		ลักษณะใส สีเหลืองเข้ม มีกลิ่นหอมเด่นของผักแขยง มีความหอมละมุน นุ่มนวล กลิ่นติดทน เมื่อสัมผัสผิวหนัง	Middle Note
ข้าป่า		ลักษณะใส สีเหลืองอ่อน กลิ่นหอมของข้าป่า และให้ความรู้สึกเย็น โล่งจมูก และมีความเผ็ดร้อน ให้ความรู้สึกของ Herb กลิ่นจะเด่นในช่วงแรกและค่อย ๆ จางหายไป	Top Note
มะแขว่น		ลักษณะใส สีเหลืองจาง กลิ่นหอมสดชื่น แนว Citrus กลิ่นมีความเด่นชัดในช่วงแรก และค่อยจางหายไป มีความบางและเบาของกลิ่น	Top Note
เปราะหอม		ลักษณะใส สีเหลืองเข้ม ให้ความรู้สึกหอมกลิ่นว่าน กลิ่นมีความหวาน ละมุน อบอวน รู้สึกผ่อนคลาย กลิ่นติดทนและหอมนาน เมื่อสัมผัสผิวหนัง	Base Note

ลักษณะทางกายภาพ กลิ่น และ Note ของน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิดได้แก่ ผักแขยง ข้าป่า มะแขว่น และเปราะหอม เบื้องต้นพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างในเรื่องของ สีของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งสีจะมีลักษณะเป็นสีเหลืองโทนสีจาง อ่อน และเข้มต่างกัน โดยผักแขยง เปราะหอม จะมีลักษณะเป็นสีเหลืองเข้ม รองลงมา ข้าป่า จะมีเหลืองอ่อนลงเล็กน้อยจากสองชนิดแรก และสุดท้ายมะแขว่น จะมีลักษณะเป็นสีเหลืองที่ค่อนข้างไปทางสีเหลืองจาง และทั้งสี่ชนิดมีความใส ไม่ขุ่นมัว เมื่อพิจารณาลักษณะของกลิ่นแล้วน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดจะมีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ชัดเจนตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมากลั่นน้ำมันหอมระเหย และมีลักษณะความหนาความบางที่มักใช้เรียกกับน้ำมันหอมระเหย แต่จริงแล้วสามารถอธิบายด้วยค่าความหนาแน่นในตารางที่ 2 คือ ค่าความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่และเบา หรือน้ำคือจะมีค่าน้อยกว่า 1 g/cm^3 และน้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความหนาแน่นสูงก็จะมีค่าความหนาหรือให้ความรู้สึกถึงความหนืดของน้ำมันหอมระเหยมากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความหนาแน่นต่ำซึ่งจะให้ความรู้สึกบางหรือเบาว่า

สรุป

จากทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจาก ผักแขยง ข้าป่า มะแขว่น และเปราะหอม เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอม พบว่า จากวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิดมีความแตกต่างในด้าน ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ ความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหย ลักษณะของสีและกลิ่น และ Note ของน้ำมันหอมระเหยที่มีความแตกต่างและหลากหลาย สามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอมได้ จากการทดลองพบว่า วัตถุดิบที่มีร้อยละของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดได้แก่ มะแขว่น ที่ค่าร้อยละของน้ำมันหอมระเหยสูงถึง 1.34%v/w ลำดับถัดมาได้แก่ ผักแขยง เปราะหอม และ ข้าป่า ที่มีค่า 0.67, 0.46 และ 0.45%v/w โดยลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการทดลอง จะมีสีแตกต่างกันออกไปตามชนิดวัตถุดิบ

โดยมีลักษณะเป็นสีเหลืองจางไปจนสีเหลืองเข้มและมีลักษณะใส ในส่วนของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบแต่ละชนิดจะมีความเด่นชัดของกลิ่นเพิ่มมากขึ้นจากเดิมและโดดเด่นกว่าตอนที่เป็วัตถุดิบจากวัตถุดิบโดยตรงมาก ความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยจะสัมพันธ์กับความหนา บาง ของการสัมผัสน้ำมันหอมระเหยโดยตรง เช่นน้ำมันหอมระเหยเปราะหอม มีความหนาแน่นวัดได้ 0.94 g/cm^3 ก็จะทำให้ความรู้สึกหนาหรือหนืดกว่า น้ำมันชาปา ที่มีความหนาแน่น 0.81 g/cm^3 เป็นต้น ซึ่งจากการทดลองพบว่า ความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยจากการคำนวณและจากการวัดมีค่าใกล้เคียงกันสามารถ จนใช้ข้อมูลจากการคำนวณแทนได้ ในกรณีที่ไม่ม่เครื่องมือวัดความหนาแน่น สุดท้าย Note ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดพบว่า น้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมี Note ของน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกันไปตามลักษณะของกลิ่นที่ได้สัมผัสในแต่ละช่วงเวลา โดยพบว่า น้ำมันหอมระเหย มะแขว่น และ ชาปา มีลักษณะของกลิ่นอยู่ในกลุ่ม Top Note ส่วนน้ำมันหอมระเหยผักแขยง ลักษณะของกลิ่นจะจัดให้อยู่ในกลุ่มของ Middle Note และสุดท้าย น้ำมันหอมระเหยเปราะหอม จะมีลักษณะของกลิ่นอยู่ในกลุ่ม Base Note ซึ่งจากทั้งหมดที่กล่าวมานับเป็นข้อมูลสำคัญที่จะนำไปสู่การใช้งานน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดที่สามารถใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอมและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โรงงานกลั่นน้ำมันหอมระเหยเชิงพาณิชย์ต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ในการทดลอง คณาจารย์สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ให้คำปรึกษาดำเนินการดำเนินงานวิจัยจนแล้วเสร็จ และ หจก.เจ.เอส.ดี. แมชชีนเนอร์รี่ ที่เอื้อเฟื้อและสนับสนุนชุดอุปกรณ์การทดลองเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- กานดา ล้อแก้วมณี, วราพร หนันแดง, ภาณุวัฒน์ คัมภีราวัฒน์ และชินจิต จันทจรูณพงษ์. (2551). การศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากผักแขยงและผักกระโดนน้ำในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Escherichia coli*. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5 วันที่ 8-9 ธันวาคม 2551: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 1321-1328.
- คณะกรรมการจัดการความรู้. (2562). คู่มือน้ำหอมและการประยุกต์ใช้ในการสอนและการวิจัยเครื่องสำอาง. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. เชียงราย. 1-15.
- จิตตานันท์ สรวายเอี่ยม และบงกชรัตน์ ปิตียนต์. (2553). การใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยจากเศษรากวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันนวดสำหรับสปา. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 140-147.
- จิตรลดา ปัญญากุล, ภาณุดา วามนตรี และศิริกุล กล้ากุล. (2552). การใช้ลูกประคบกระชายดำ เปราะหอม และไพลเพื่อบรรเทาอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อขา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. เชียงราย.
- จรีภรณ์ อัมพพันธ์ และ นันทกานต์ วุฒิสิลป์. (2564). การพัฒนาน้ำมันนวดที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจากผลมะแขว่นและฤทธิ์บรรเทาปวดที่มีต่อกล้ามเนื้อในผู้เข้าร่วมวิจัยสุขภาพดี. วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. 19(1): 147-160.

- ธัญญลักษณ์ อุทาทอง, ดุชนันท์ ศรีธาตุ, พงศธร ทองกระสี และนำพน พิพัฒน์ไพบูลย์. (2565). ประสิทธิภาพของการสูดดมน้ำมันหอมระเหยสมุนไพรพื้นบ้านที่มีผลต่อความจำและอารมณ์ในนักศึกษา. วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. 20(1): 29-40.
- น้องนุช เจริญกุล, ณัฏฐา เล่ากุลจิตต์ และดุชนันท์ อุดภาพ. (2545). การผลิตเจลปรับอากาศโดยใช้สารหอมที่สกัดได้จากใบเตยหอม. วารสารวิจัย มจร. 2(2): 185-201.
- บงกช นพผล. (2545). การใช้สมุนไพรในการผลิตสัตว์: ข่า. วารสารสัตวแพทย์ มข. 12(2): 28-34.
- ปรรฐมาศ พลธิษฐ์ภคกุล และสุพรรณษา สมวงษ์. (2565). สถานภาพงานวิจัยภูมิปัญญาการใช้น้ำมันหอมระเหยในการบรรเทาอาการนอนไม่หลับ. วารสารศิลปศาสตร์ (วังนางเลิ้ง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2(1): 1-12.
- พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, ยุทธนา บรรจง และลักขณา ต่างใจ. (2555). การทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพร 10 ชนิดด้วยเครื่องกลั่นแก้วมาตรฐาน และเครื่องกลั่นระดับชุมชน. งานสวนพฤกษศาสตร์ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ฉะเชิงเทรา.
- ภานุพงศ์ โฉมจันทรี และยุวรัตน์ เงินเย็น. (2562). ก้อนหอมดับกลิ่นทุเรียนจากน้ำมันหอมระเหยใบโหระพา. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา). 19(4): 80-85.
- วรรณิ์ ตันกิตติยานนท์. (2549). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรด้วยวิธีการกลั่น. รายงานการวิจัย. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.
- วรพล วังฆานนท์ และอรรถกร เก่งพล. (2545). ระบบเชี่ยวชาญในการเลือกกลิ่นน้ำหอมเพื่อผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเลือกแนวกลิ่นที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภค. ปรินญาวิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร.
- สิริภา ธวัชคำ. (2562). การเตรียมสารสกัดจากมะแขว่นเพื่อประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง. ปรินญาวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย.
- อำพล บุญเพียร, วรินทร์ เชิดชูธีรกุล และ สายฝน ตันตะโยธิน. (2561). ประสิทธิภาพของการนวดน้ำมันไพล และน้ำมันปาล์มต่อการปวดกล้ามเนื้อ คอ บ่า ไหล่ ในนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุข กาญจนภิเษก. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 18(1): 17-30.