

บทความวิชาการ

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชและการประยุกต์ใช้เป็นสารต่อต้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหาร Essential Oils from Plant Extracts and Theirs Application as Antimicrobial Agents in Food Products

พนิดา รัตนปิติกรณ์

Panida Rattanapitigorn

Received: April 5, 2018

Accepted: May 9, 2018

บทคัดย่อ

น้ำมันหอมระเหย (essential oils) ที่สกัดได้จากพืช สมุนไพร และเครื่องเทศหลายชนิด มีสมบัติและส่วนประกอบทางเคมีที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการต่อต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial agents) และได้รับความสนใจในการนำมาใช้เป็นวัตถุกันเสียที่สกัดได้จากวัตถุดิบตามธรรมชาติ (natural preservative) ในผลิตภัณฑ์อาหาร มีรายงานงานวิจัยมากมายที่เสนอผลการศึกษาค้นคว้าประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการออกฤทธิ์ในการต่อต้านจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสีย จุลินทรีย์ที่ก่อโรคในอาหารและราที่ทำให้เกิดการเน่าเสียและความสูญเสียทางเศรษฐกิจให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และจากขีดจำกัดในการใช้งานของน้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นออกฤทธิ์ได้ไม่นานเนื่องจากเกิดการสูญเสียความเข้มข้นของสารออกไปจากการระเหยกลายเป็นไอและขีดจำกัดด้านการมีกลิ่นรสเฉพาะที่แรงของน้ำมันหอมระเหย ทำให้มีการพัฒนาวิธีการและเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน ทำให้น้ำมันหอมระเหยมีศักยภาพเพิ่มมากขึ้นที่จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ประโยชน์ได้ในระดับอุตสาหกรรมกับผลิตภัณฑ์อาหารที่เน้นความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นสำคัญ

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย สารต่อต้านจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร พืชสมุนไพร

Abstract

Essential oils are natural aroma compounds from plants, herbs, and spices, with biological activity as antimicrobial agents and have been exploited as natural preservatives in food products. There are many reports which highlighted the efficiency of essential oils against food spoilage, food pathogen, and molds. The latter is considered as the pathogen responsible for postharvest decay of agricultural products and causes severe economic losses. The usage limit of essential oils in food products is caused by rapidly evaporating and strong flavor of essential oils. The above-mentioned limitation of essential oils are pleading for the application of methods and technology in order to improve the efficiency of essential oils and have led to an interest in the use of essential oils as potential alternative natural antimicrobial agents in food products for ensuring food safety as the consumer concerns.

Keywords: essential oils, antimicrobial agents, food pathogen, herbs

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University

1. บทนำ

โจทย์ที่ทำนายสำหรับผู้ผลิตและโรงงานแปรรูปอาหารในปัจจุบันคือ การเพิ่มขึ้นของความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ มีคุณประโยชน์และมีความปลอดภัยในการบริโภค นอกจากนี้ต้องเป็นอาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปให้น้อยที่สุด (minimally process) ง่ายต่อการเตรียม และผลิตภัณฑ์ที่เน้นการผลิตจากธรรมชาติ ปราศจากสารเคมี (clean label) ทำให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ ที่ไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพอาหารอย่างรุนแรง ลดการใช้ความร้อนสูงในการแปรรูป ทั้งนี้เนื่องจากเป็นที่เข้าใจกันดีว่า การใช้ความร้อนสูงในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารโดยทั่วไปนั้นจะทำให้คุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้อยลง อย่างไรก็ตามการใช้วิธีที่ไม่รุนแรงแต่ละวิธีมักจะไม่เพียงพอในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียและจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีแบบผสมผสาน (multiple-hurdle technology) เช่น การใช้วัตถุกันเสีย ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ เพื่อยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่ต้องแช่เย็น เป็นต้น [1]

วัตถุกันเสียที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร มักเป็นสารเคมีชนิดสังเคราะห์ เช่น ไนเตรท เบนโซเอต ซัลไฟต์ หรือซอร์เบต เป็นต้น สารเคมีเหล่านี้บางชนิดจะก่อให้เกิดผลเสียข้างเคียงที่รุนแรงต่อสุขภาพ ยกตัวอย่างการใช้ซัลไฟต์ในผลิตภัณฑ์อาหาร จะกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ต่อกลุ่มคนที่มีความไวต่อซัลไฟต์ (sulphite hypersensitive) ทำให้เกิดอาการหอบหืด มีผื่นคัน ปวดช่องท้อง คลื่นไส้ ท้องเสียอย่างรุนแรง อาจทำให้เกิดลมชักหรือช็อคจากการแพ้อย่างรุนแรง (anaphylactic shock) เนื่องจากเกิดการหลั่งของสารฮิสตามีน (histamine) ทำให้ร่างกายเกิดอาการบวม หายใจขัด หมดสติ หัวใจล้มเหลว และอาจถึงตายได้ขึ้นกับสุขภาพของแต่ละคน [1] ดังนั้นทำให้ผู้ผลิตและนักวิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาหาสารสกัดจากชีวภาพที่มีสมบัติในการเป็นวัตถุกันเสียได้ (biopreservative) ซึ่งหนึ่งในนั้นที่เป็นที่

สนใจมาอย่างต่อเนื่องคือ น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชสมุนไพรหรือเครื่องเทศ

2. น้ำมันหอมระเหย

พืชที่มีกลิ่นหอม (aromatic plants) จะมีน้ำมันหอมระเหยซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของสารหอมระเหยหลายสิบจนถึงหลายร้อยชนิดผสมกัน สารหอมระเหยต่างๆ เหล่านี้จะอยู่ในกลุ่มของไฮโดรคาร์บอนเทอร์ปีน (hydrocarbon terpenes) เซสควิเทอร์ปีน (sesquiterpenes) พอลิเทอร์ปีน (polyterpenes) และอนุพันธ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (oxygenated derivatives) [2] สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารเหล่านี้บางส่วนแสดงใน Figure 1

ส่วนประกอบอื่นๆ ในน้ำมันหอมระเหยจะมีแอลกอฮอล์ กรดชนิดต่างๆ เอสเทอร์ (esters) อีพอกไซด์ (epoxides) อัลดีไฮด์ (aldehydes) คีโตน (ketones) เอมีน (amines) และซัลไฟด์ (sulfides) หน่วยย่อยของโครงสร้างทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย คือ ไอโซพรีน (isoprene) มีสูตรโครงสร้างเป็น C_5H_8 สารโมโนเทอร์ปีน (monoterpene) มีสูตรโครงสร้างคือ $C_{10}H_{16}$ ซึ่งประกอบด้วยไอโซพรีนจำนวน 2 หน่วย สารเซสควิเทอร์ปีนจะประกอบด้วยคาร์บอน 15 อะตอม (C_{15}) ทำให้สารเซสควิเทอร์ปีนจะมีจุดเดือดสูงกว่าสารโมโนเทอร์ปีน โดยมีจุดเดือดสูงถึง 250 องศาเซลเซียส สารที่ให้กลิ่นหอมในกลุ่มของเทอร์ปีนมักจะเป็นสารพวกโมโนเทอร์ปีนและเซสควิ-เทอร์ปีน และสามารถเกิดเป็นอนุพันธ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ (oxygenated derivatives) สารโมโนเทอร์ปีนมีหลากหลายชนิด เช่น กลุ่มที่เป็นแอลกอฮอล์จะมีสารซิโทรเนลลอล (citronellol) เจอรานีออล (geraniol) และเมนทอล (mentol) กลุ่มที่เป็นสารฟีนอล (phenols) จะมีสารไทมอล (thymol) และยูจีนอล (eugenol) กลุ่มที่เป็นสารออกไซด์จะมีสารซินีออล (cineole) เป็นต้น ทั้งนี้ความสามารถในการระเหยได้ของสารชนิดต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหยจะลดลงถ้าขนาดโมเลกุลของสารเพิ่มขึ้น ดังนั้นสารในกลุ่มเซสควิเทอร์ปีนจะระเหยได้น้อยกว่าสารในกลุ่มโมโนเทอร์ปีน และสารที่อยู่ในกลุ่มอนุพันธ์ที่ทำ

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University

ปฏิกิริยากับออกซิเจนจะระเหยได้น้อยกว่าสารพวกไฮโดรคาร์บอน ด้วยเหตุผลนี้ทำให้สารในกลุ่มเสสควิเทอร์ปีนและกลุ่มอนุพันธ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่มีจุดเดือดสูงจึงมีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมสารให้กลิ่นรสในอาหาร (food flavoring) ในระหว่างการเคี้ยวอาหารในปาก กลิ่นและรสชาติของอาหารจะผ่านการรับรู้ของร่างกายโดยใช้อวัยวะในการรับรู้ด้านกลิ่น (olfactory organ) เพื่อให้ได้กลิ่นที่ชัดเจน อาหารที่มีเครื่องเทศเป็นส่วนผสมมักจะต้องรับประทานขณะร้อนๆ เนื่องจากความร้อนจะทำให้ส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยในอาหารนั้นเกิดการระเหยได้มากขึ้น ดังนั้นในการตกลงราคาซื้อขายน้ำมันหอมระเหยจะใช้ปริมาณสารประกอบในกลุ่มของเสสควิเทอร์ปีนและกลุ่ม

อนุพันธ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันหอมระเหย ยกตัวอย่างเช่น การใช้ปริมาณสารซิงจีเบอร์ิน (zingiberine) และสารอาร์-คูรูมิน (ar-cureumene) ซึ่งอยู่ในกลุ่มเสสควิเทอร์ปีนเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากขิง เป็นต้น ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยบางชนิดต้องถูกกำจัดออกจากน้ำมันหอมระเหย เช่น ลิโมนิน (limonene) เป็นสารโมโนเทอร์ปีน ไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชตระกูลส้ม เมื่อเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจน จะเกิดกลิ่นเหม็นของการบูร นอกจากนี้ถ้ามีในปริมาณมากสารไฮโดรคาร์บอนยังทำให้สารให้กลิ่นรสเจือจางลงและการกระจายตัวได้ในน้ำลดลง [2]

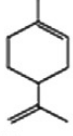
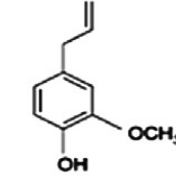

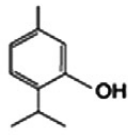
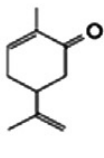
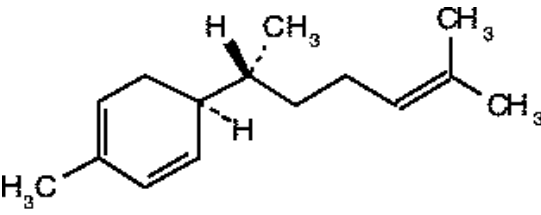
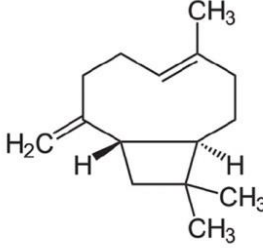
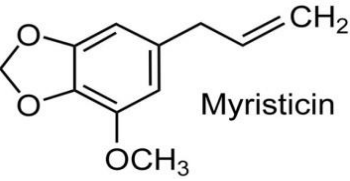
1. Monoterpenes				
 limonene	 eugenol	 1,8-cineole	 thymol	 carvone
2. Sesquiterpenes				
 zingiberene		 β-Caryophyllene		
3. Oxygenated derivatives				
 Myristicin				

Figure 1 Chemical structures of some major components of essential oils. [2] [3]

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University

น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่รับประทานได้ ประมาณ 160 ชนิด ได้รับการพิจารณาว่ามีความปลอดภัยให้ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารได้ โดยมีรายชื่อในบัญชีรายชื่อสารที่ได้รับการยอมรับว่ามีความปลอดภัยในการบริโภค หรือ Generally Recognized as Safe (GRAS) ของคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาที่มีการกำหนดไว้ใน Code of Federal Regulations Title 21 Volume 3: 21 CFR 182.20 (Revised as of April 1, 2017) สำหรับประเทศไทยพืชที่มีรายงานการ

สกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อนำมาใช้ ได้แก่ ตะไคร้หอม (citronella) เปปเปอร์มินท์ (peppermint) โรสแมรี่ (rosemary) ลาเวนเดอร์ (lavender) คาโมมายล์ (chamomile) ไทม์ (thyme) ขิง (ginger) จันทน์เทศ (nutmeg) กานพลู (clove) อบเชย (cinnamon) โป๊ยกั๊ก (star anise) เม็ดยี่หระ (cumin seeds) ใบโหระพาฝรั่ง (sweet basil) ใบสะระแหน่ (mint) ผิวมะกรูด (bergamot) และเปลือกของพืชตระกูลส้ม (citrus peels) [4] [5] [6] ชื่อทางพฤกษศาสตร์ของพืชเหล่านี้แสดงใน Table 1

Table 1 Botanical name of selected essential oils plant source. [7]

Common name	Botanical name of plant source
Anise	<i>Pimpinella anisum</i> L.
Basil	<i>Ocimum basilicum</i> L.
Bergamot (bergamot orange)	<i>Citrus aurantium</i> L. subsp. <i>bergamia</i> Wright et Arn.
Chamomile flowers, Roman or English	<i>Anthemis nobilis</i> L.
Cinnamon bark, Chinese	<i>Cinnamomum cassia</i> Blume.
Citronella	<i>Cymbopogon nardus</i> Rendle.
Citrus peels	<i>Citrus</i> spp.
Clover	<i>Trifolium</i> spp.
Cumin	<i>Cuminum cyminum</i> L.
Ginger	<i>Zingiber officinale</i> Rosc.
Lavender	<i>Lavandula officinalis</i> Chaix.
Nutmeg	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.
Peppermint	<i>Mentha piperita</i> L.
Rosemary	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
Thyme	<i>Thymus vulgaris</i> L. and <i>Thymus zygis</i> var. <i>gracilis</i> Boiss.

น้ำมันหอมระเหยจะสกัดได้จากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ส่วนของดอก ส่วนของต้นและใบที่มีสีเขียว ส่วนของเปลือกไม้ ส่วนของเนื้อไม้ ส่วนของผลทั้งผล ส่วนของเมล็ด หรือเปลือกของเมล็ด หรือส่วนของราก เป็นต้น [8] ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้รวมถึงความเข้มข้นและชนิดของสารที่เป็นส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหยจะขึ้นอยู่กับวิธีในการทำแห้งวัตถุดิบ และ/หรือวิธีที่ใช้ในการสกัด

วิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยที่นิยมใช้ ได้แก่ การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation) และการใช้แรงกลในการบีบสกัด หรือเรียกว่า การบีบอัดแบบเย็น (cold pressing) วิธีหลังจะนิยมใช้ในการสกัดน้ำมันจากผิวของผลจากพืชตระกูลส้ม Fathi และ Sefidkon (2012) [9] รายงานผลงานวิจัยว่า วิธีการทำแห้งใบยูคาลิปตัส (eucalyptus) ที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำ ให้สกัดได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยและสาร 1, 8 ซีเนออล (1, 8-cineole) คือ การทำแห้งโดยใช้ลมเป่า หรือการ

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University

วางผึ่งในที่ร่ม (shade drying) โดยการทดลองเปรียบเทียบผลที่ได้กับวิธีการทำแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และการทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 30-50 องศาเซลเซียส และวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสที่เหมาะสมที่สุด คือ การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ ในประเทศไทยมีการศึกษาวิจัยและผลิตผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรหลายชนิดเพื่อจำหน่ายทางการค้า โดยมูลนิธิโครงการหลวง [4]

3. สมบัติในการเป็นสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยในผลิตภัณฑ์อาหาร

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชหลายชนิดจะมีคุณสมบัติทั้งในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และสมบัติในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนที่เป็นสาเหตุให้เกิดการหืน [10] แต่ในบทความนี้จะเน้นเฉพาะสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์ Goni และคณะ (2009) [11] รายงานว่า เนื่องจากสมบัติที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ของส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหยทำให้น้ำมันหอมระเหยสามารถแทรกตัวผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียซึ่งมีส่วนประกอบของโปรตีนและไขมันเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียได้ และออกฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของกลไกต่างๆ ภายในเซลล์ และทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์ตายในที่สุด

Calo และคณะ (2015) [8] อธิบายกลไกในการต่อต้านแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหยว่า เกิดเนื่องจากสมบัติในการไม่ชอบน้ำของน้ำมันหอมระเหยและส่วนประกอบ ทำให้น้ำมันหอมระเหยสามารถแทรกตัวเข้าไปคั่นในส่วนของไขมันที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์แบคทีเรียและไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ทำให้ผนังเซลล์ของแบคทีเรียเกิดการซึมผ่านเข้าออกระหว่างสารภายนอกกับภายในเซลล์มากขึ้น และส่งผลให้เซลล์ตาย ทั้งนี้ น้ำมันหอมระเหยจะออกฤทธิ์ในการต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวก เช่น สแตฟิโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ลิสทีเรีย โมโนไซโตเจเนส (*Listeria monocytogenes*) และบาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) ได้มากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่

เอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*) และซัลโมเนลลา (*Salmonella*) เนื่องจากมีโครงสร้างของผนังเซลล์แตกต่างกัน โดยแบคทีเรียแกรมลบจะมีโครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีของผนังเซลล์ที่ซับซ้อนกว่าแบคทีเรียแกรมบวก [12] ถึงแม้ว่าจะมีส่วนประกอบของไขมันในชั้นเมมเบรนชั้นนอก (outer membrane) มากกว่า และมีความหนาของผนังเซลล์บางกว่าแบคทีเรียแกรมบวก ทำให้แบคทีเรียแกรมลบมีความทนทานต่อการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยและส่วนประกอบได้มากกว่า Atares และ Chiralt (2016) [10] รายงานผลการตรวจเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับกลไกการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยและส่วนประกอบในการต่อต้านจุลินทรีย์ โดยทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์เกิดความไม่คงตัวและเสียหาย ยับยั้งกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เยื่อหุ้มเซลล์ ทำลายโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้แรงในการเคลื่อนที่ของโปรตอนในเซลล์ลดลง และทำให้ส่วนประกอบของไซโทพลาซึมรวมถึงสารเมแทบอลิไต้อ่อนเกิดการรั่วไหลออกนอกเซลล์ ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ทำให้เซลล์เกิดการบาดเจ็บและตายลงในที่สุด มีรายงานวิจัยว่า สมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยจะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันหอมระเหย วิธีในการสกัด วิธีในการทดสอบ และความเข้มข้นที่ใช้ ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยในการต่อต้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังแสดงใน Table 2

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University

Table 2 Antimicrobial activity of essential oils in food products.

Essential oils or theirs components	Concentration applied	Microorganisms	Observations	References
Thyme oil	0.1% thyme oil combined with modified atmosphere packaging (80% CO ₂ /20% N ₂)	Total plate count, <i>Pseudomonas</i> , Lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae	Extension the shelf life of chopped lamb meat by 14 days	[13]
Thyme oil	0.6% alone and combined with nisin (500 or 100 IU/g)	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	Inhibition of the growth of <i>E. coli</i> O157: H7 in minced beef storage at 10°C for 12 days	[14]
Thyme oil	0.5%	Total microbial count, <i>E. coli</i> and Lactic acid bacteria	Remarkable inhibition of the growth of <i>E. coli</i> and Lactic acid bacteria in chicken breast meat during storage at 4°C for 3 weeks	[15]
Rosemary oil (commercial product type)	0.02% w/w of VivOX20 (95% Rosemary extract, 5%SiO ₂) combined with vacuum-packaging	Aerobic plate count	Lower aerobic plate count in the chicken frankfurters than control after storage at 4°C for 30 days	[16]
Oregano oil	Sachets containing oregano oil 5-15%	Yeast and Mold	Lower the growth rates of yeasts and molds on sliced bread for 15 days	[17]

4. ขีดจำกัดการใช้งานและเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย

ขีดจำกัดในการใช้น้ำมันหอมระเหยในผลิตภัณฑ์อาหารคือ ถ้าใช้ชนิดเดี่ยวๆ จะใช้ที่ความเข้มข้นสูงมากๆ จึงจะสามารถออกฤทธิ์ในการทำลายหรือต่อต้านจุลินทรีย์ได้ แต่การใช้น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นสูงจะเกินขีดระดับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ดังนั้นจึงมีคำแนะนำให้ลดความ

เข้มข้นลงกว่าระดับที่ออกฤทธิ์ในการต่อต้านจุลินทรีย์ได้ (sublethal concentrations) และใช้ร่วมกับสารอื่นหรือใช้ร่วมกับวิธีอื่นแบบผสมผสาน อย่างไรก็ตามสิ่งที่ควรระวังคือ ผลกระทบที่เกิดจากการปรับตัวของจุลินทรีย์ที่ต่อต้านฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยที่มีการใช้ในปริมาณต่ำกว่าความเข้มข้นที่ให้ผลได้ในออกฤทธิ์ในการต่อต้านจุลินทรีย์ได้ เช่นเดียวกับการกลายพันธุ์ของจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีต่อยาปฏิชีวนะทำให้มีฤทธิ์ร้ายแรง

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University

ขึ้นในการทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพในร่างกายคน มีรายงานวิจัยศึกษาพบว่า เซลล์ของแบคทีเรียเมื่อเผชิญกับภาวะเครียดที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ แต่ยังไม่ถึงระดับที่สามารถต่อต้าน หรือทำลายเซลล์ได้ เช่น การอยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำๆ การสัมผัสกับความร้อน หรือรังสีแกมมา การอยู่ในภาวะที่มีเกลือ หรือกรดอินทรีย์ เป็นต้น จะทำให้จุลินทรีย์เกิดการปรับตัวให้ไวต่อภาวะนั้นลดลง เพื่อให้เซลล์เกิดการรอดชีวิตเพิ่มขึ้น [18]

จากข้อจำกัดด้านการใช้งานของน้ำมันหอมระเหย ทำให้มีการพัฒนาวิธีการหรือเทคโนโลยีเพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวของน้ำมันหอมระเหยให้คงอยู่ได้นานขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้แม้ใช้ในปริมาณเล็กน้อย Rattanapitigorn และคณะ (2006) [19] ได้ศึกษาผลการเสริมฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย 7 ชนิดด้วยวานิลลินในการต่อต้านราสีเทา (*Botrytis cinerea*) ที่มักก่อให้เกิดการเน่าเสียในผักและผลไม้ เช่น ส้มเขียวหวาน สตรอเบอรี่ มะเขือเทศ เป็นต้น และส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ การทดลองโดยการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช 7 ชนิด ได้แก่ ลาเวนเดอร์ โรสแมรี่ เปปเปอร์มินท์ ใบโหระพาฝรั่ง กลีบกุหลาบ ชิงและไทม์ ศึกษาผลของการใช้เดี่ยวๆ ที่ความเข้มข้น 0.04-0.40 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร และร่วมกับวานิลลิน พบว่า วานิลลินช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเสริมฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยในการต่อต้านราสีเทาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการเสริมฤทธิ์กันนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันหอมระเหยหรือพืชที่นำมาสกัด ทั้งนี้ น้ำมันหอมระเหยจากไทม์และโรสแมรี่จะออกฤทธิ์ในการต่อต้านราสีเทาได้ดีที่สุดเมื่อใช้ร่วมกับวานิลลิน รองลงมา คือ ลาเวนเดอร์ เปปเปอร์มินท์ ใบโหระพาฝรั่ง และชิง ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากดอกกุหลาบในผลในการต่อต้านราสีเทาได้น้อยที่สุดถึงแม้จะเพิ่มความเข้มข้นหรือใช้ร่วมกับวานิลลิน Matan และคณะ (2011) [5] รายงานผลในการยับยั้งการเจริญของราแอสเพอจีริส ไนเจอร์ (*Aspergillus niger*) ของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากกานพลู สะระแหน่ ยี่หระและอบเชยที่มีการเคลือบลงบนผิวของกาบหมาก พบว่าสามารถต่อต้านราบนกบหมากได้เป็นเวลาอย่างน้อย

12 สัปดาห์ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 และเมื่อนำกบหมากที่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยไปห่อทุเรียนกวน พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนกวนไปได้ถึง 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ขณะที่ตัวอย่างชุดควบคุมมีอายุการเก็บเพียง 2 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาจากค่าสี ปริมาณความชื้น ปริมาณยีสต์และรา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Songsamoe และคณะ (2016) [6] รายงานผลของการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ที่ทำจากรากผักตบชวา และเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากมะกรูด ในการบรรจุข้าวเปลือกหรือข้าวกล้องในการต่อต้านราและแมลงที่ทำลายเมล็ดข้าว พบว่า สามารถยืดอายุการเก็บของตัวอย่างข้าวได้นานถึง 1 ปี

จากข้อจำกัดในการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยที่ออกฤทธิ์ได้เพียงระยะสั้นๆ เนื่องจากเกิดการระเหยได้ง่าย [20] และการที่มีกลิ่นเฉพาะที่เข้มข้นหรือฉุน จึงมีการนำเทคโนโลยีของฟิล์มและสารเคลือบบริโภคได้มาใช้โดยการเก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ในชั้นของฟิล์มเคลือบ โดยชั้นฟิล์มหรือสารเคลือบจะทำหน้าที่เป็นตัวกั้นการระเหยของน้ำมันหอมระเหยและเกิดการปลดปล่อยออกอย่างช้าๆ ทำให้ช่วยควบคุมกลไกการทำงานหรือการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยได้ การเตรียมฟิล์มเคลือบมักเตรียมในรูปแบบของฟิล์มอิมัลชันร่วมกับสารไฮโดรคอลลอยด์ในกลุ่มของโปรตีน และพอลิแซคคาไรด์ เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยมีสมบัติไม่ละลายในน้ำ ดังนั้นจะทำให้ฟิล์มเคลือบที่ได้มีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้มากขึ้น ส่งผลต่อสมบัติในด้านความต้านแรงดึงขาดของฟิล์ม ความโปร่งแสงหรือโปร่งใสและโครงสร้างฟิล์ม [10]

นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงเทคโนโลยีหนึ่งที่เป็นที่สนใจและมีการศึกษาวิจัยกัน คือ การห่อหุ้มด้วยแคปซูลระดับนาโนเมตร (nanoencapsulation) ซึ่งมีหลายวิธีได้แก่ การเตรียมในรูปแบบของนาโนอิมัลชัน (nanoemulsion) การห่อหุ้มด้วยไลโปโซม (liposome) หรือการเตรียมในรูปแบบอนุภาคไขมันระดับนาโนเมตร (solid-lipid nanoemulsion) [18] ตัวอย่างการศึกษาวิจัยรายงานโดย Pan และคณะ (2014) [21] ทดลองใช้

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University

วิธีการห่อหุ้มด้วยแคปซูลระดับนาโนเมตรกับสารไทมอล (thymol) ในตัวกลางหรือตัวตึงคือ โซเดียม เคซีนเตต (sodium caseinate) โดยใช้วิธีการโฮโมจีไนซ์ด้วยแรงเฉือนสูง (high shear homogenization) สารไทมอลเป็นส่วนประกอบหลักที่ออกฤทธิ์ในการต่อต้านจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากใบไทม์ซึ่งเป็นพืชสมุนไพร การทดลองศึกษาความเข้มข้นของไทมอลในช่วง 0-20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในส่วนผสมของโซเดียม เคซีนเตต เข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก และศึกษาการออกฤทธิ์ของสารในระดับห้องปฏิบัติการในการต่อต้านแบคทีเรียลิสทีเรีย โมโนไซโตเจเนส สายพันธุ์สก็อต เอ (*Listeria monocytogenes* Scott A) และทดลองเติมลงในผลิตภัณฑ์นมชนิดเต็มมันเนย ชนิดลดไขมันและชนิดพร่องมันเนย พบว่า ปริมาณสารไทมอลในระบบการห่อหุ้มด้วยแคปซูลระดับนาโนเมตรที่เหมาะสมในการต่อต้านจุลินทรีย์ที่ทดสอบในนมพร่องมันเนยคือ ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับนมเต็มมันเนยและนมลดไขมันคือ ที่ความเข้มข้น 4.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ภายในระยะเวลาที่ศึกษา คือ 168 ชั่วโมง ประสิทธิภาพของสารไทมอลในระบบการห่อหุ้มด้วยแคปซูลระดับนาโนเมตรจะสูงกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องจาก การห่อหุ้มสารด้วยแคปซูลจากโซเดียม เคซีนเตตจะทำให้สารไทมอลสามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำมันได้มากขึ้น มีการกระจายตัวได้มากขึ้น จึงออกฤทธิ์ในการต่อต้านจุลินทรีย์ที่ทดสอบได้มากขึ้นด้วย

5. บทสรุป

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรและเครื่องเทศหลายชนิดมีสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหาร แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดเรื่องการมีกลิ่นรสเฉพาะที่เข้มข้นหรือฉุน และสมบัติในการระเหยได้อย่างรวดเร็วทำให้ต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้ร่วมกันและเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการต่อต้านจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ให้มากขึ้น อาทิ การใช้ร่วมกับสารอื่นเช่น วานิลลิน หรือไนซิน การใช้ในชั้นของฟิล์มเคลือบบริโภคได้เพื่อช่วยควบคุมอัตราเร็วใน

การระเหย หรือการห่อหุ้มด้วยแคปซูลในระดับนาโนเมตร มีงานวิจัยมากมายที่แสดงถึงประสิทธิภาพของการใช้น้ำมันหอมระเหยทดแทนวัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ตัดแต่ง ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์และขนมปัง เป็นต้น นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยได้รับการบรรจุชื่อในบัญชีอาหารที่รู้จักกันดีว่ามีความปลอดภัยในการบริโภค (GRAS) ของคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา ทำให้น้ำมันหอมระเหยเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ผลิตและผู้บริโภคที่เน้นถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และความปลอดภัยในการบริโภคเป็นสิ่งสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

- [1] PISOCHI, A.M., POP, A., GEORGESCU, C., TURCUS, V., OLAH, N.K. and MATHE, E. (2018). Review article: An overview of natural antimicrobials role in food. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 143: 922-935.
- [2] Attokaran, M. (2011). *Natural Food Flavors and Colorants*. Wiley-Blackwell, IFT Press, USA.
- [3] Jayasena, D.D. and Jo, C. (2013). Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science and Technology*. 34(2): 96-108.
- [4] Sruamsiri, P., Srisai, K., Chaichana, P. and Pongchanta, W. (2005). Complete report of the Royal Project foundation: Development of processing herbs. The Royal Project foundation.
- [5] Matan, N., Saengkrajang, W. and Matan, N. (2011). Antifungal activities of essential oils applied by dip-treatment on area palm (*Areca catechu*) leaf sheath and persistence of potency upon storage.

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

- International Biodeterioration and Biodegradation. 65(1): 212-216.
- [6] Songsamoe, S., Matan, N. and Matan, N. (2016). Effect of UV-C radiation and vapor released from a water hyacinth root absorbent containing bergamot oil to control mold on storage of brown rice. *Journal of Food Science and Technology*. 53(3): 1445-1453.
- [7] USDA. (2017). Code of Federal Regulations Title 21 Volume 3: 21 CFR 182.20 Essential oils, oleoresins (solvent-free), and natural extractives (including distillates). Revised as of April 1, 2017. U.S. Food and Drug Administration.
- [8] Calo, J.R., Crandall, P., O'Bryan, C.A. and Ricke, S.C. (2015). Essential oils as antimicrobials in food system: A review. *Food Control*. 54: 111-119.
- [9] Fathi, E. and Sefidkon, F. (2012). Influence of drying and extraction methods on yield and chemical composition of the essential oil of *Eucalyptus sargentii*. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 14(5): 1035-1042.
- [10] Atares, L. and Chiralt, A. (2016). Review: Essential oil as additives in biodegradable films and coating for active food packaging. *Trends in Food Science and Technology*. 48: 51-62.
- [11] Goni, P. Lopez, P. Sanchez, C., Gomez-Lus, R., Beorri, R. and Nerine, C. (2009). Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food Chemistry*. 116(4): 982-989.
- [12] Ouattara, R.E.S., Holley, R.A., Piette, G.J.P. and Begin, A. (1997). Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. *International Journal of Food Microbiology*. 37(2-3): 155-162.
- [13] Karabagias, I., Badeka, A. and Kontominas, M.G. (2011). Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging. *Meat Science*. 88(1): 109-116.
- [14] Solomakos, N., Govaris, A., Koidis, P. and Botsoglou, N. (2008). The antimicrobial effect of thyme essential oil, nisin and their combination against *Escherichia coli* O157: H7 in minced beef during refrigerated storage. *Meat Science*. 80(2): 159-166.
- [15] Fratianni, F. Martino, L.D., Melone, A., Feo, V.D., Coppola, R. and Nazzaro, F. (2010). Preservation of chicken breast meat treated with thyme and balm essential oils. *Journal of Food Science*. 75(8): 528-535.
- [16] Riznar, K., Celan, S., Knez, Z., Skerget, M., Bauman, D. and Glaser, R. (2006). Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary extract in chicken frankfurters. *Journal of Food Science*. 71(7): C425-C429.
- [17] Passarinho, A.T.P., Dias, N.F., Camilloto, G.P., Cruz, R.S., Otoni, C.G., Moraes, A.R.F. and Soares, N. De F.F. (2014). Sliced bread preservation through oregano essential oil-containing sachet. *Journal of Food Process Engineering*. 37(1): 53-62.

* Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th, panidad@yahoo.com

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University

- [18] Prakash, B. Kujur, A., Yadav, A., Kumar, A., Singh, P.P. and Dubey, N.K. (2018). Nanoencapsulation: An efficient technology to boost the antimicrobial potential of plant essential oils in food system. *Food Control*. 89: 1-11.
- [19] Rattanapitigorn, P., Arakawa, M. and Tseuro, M. (2006). Vanillin enhances the antifungal effect of plant essential oils against *Botrytis cinerea*. *The International Journal of Aromatherapy*. 16(3): 193-198.
- [20] Cassella, S. Cassella, J. and Smith, I. (2002). Synergistic antifungal activity of tea tree (*Melaleuca alternifolia*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oil against dermatophyte infection. *International Journal of Aromatherapy*. 12(1): 2-15.
- [21] Pan, K., Chen, H., Davidson, P.M. and Zhong, Q. (2014). Thymol nanoencapsulated by sodium caseinate: Physical and antilisterial properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62(7): 1649-1657.