Agric. Sci. Innov. J. 55 : 1 (Suppl.) : 172 - 175 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 1 (พิเศษ) : 172 - 175 (2567)

การกระจายตัวของน้ำมันหอมระเหยกานพลูในสภาพปิดเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการโรคหลังการเก็บเกี่ยว

Volatile Emission of Clove Oil under Closing Condition for Postharvest Disease Management

พิสุทธิ์ เขียวมณี[1,2] ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล[1,2] รัติยา พงศ์พิสุทธา[1,2] และสัณฐิติ บินคาเดอร์[3]
Pisut Keawmanee[1,2], Chainarong Rattanakreetakul[1,2], Ratiya Pongpisutta[1,2] and Santiti Bincader[3]

Abstract

Clove oil is a potent essential oil for controlling postharvest diseases through contact and fumigation. This study aims to provide supportive data for applying clove oil in warehouse storage and transportation. The emission of clove oil in a closed condition was designed at a concentration of 20 microliters per 1,000 cubic centimeters at 30 degrees Celsius for 5, 15, 30 minutes, and 24 hours. The clove oil emission was collected using the HS-SPME technique and analyzed with GC-MS. The result revealed that clove oil major substances consist of benzyl alcohol (75.44%) and the active substance for plant disease control as eugenol (22.38%). The emission of clove oil as observed eugenol after 5 and 15 minutes was increasing. After 30 minutes of fumigation, eugenol was 8.64 times compared with 5 minutes of fumigation. Lastly, after 24 hours fumigation showed that eugenol was 6.03 times compared with 5 minutes. The fumigation was tested with a 1.5% opening surface area leak at 30 degrees Celsius for 3 and 6 hours. After 3 and 6 hours of incubation, Clove oil showed 11.75 and 3.10 times compared with 5 minutes of fumigation. These findings suggest that fumigation should be carried out for 30 minutes, and after 24 hours, there still have eugenol present for postharvest disease management.

Keywords: clove oil, fumigation, GC-MS

บทคัดย่อ

น้ำมันกานพลูเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ในรูปแบบการสัมผัสและการรม ซึ่งสามารถพัฒนาวิธีการใช้งานเพื่อควบคุมเชื้อโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว การศึกษานี้ต้องการหาข้อมูลสนับสนุนการใช้งานน้ำมันหอมระเหยกานพลูในสภาพรมคลังสินค้าและการขนส่ง ทำการจำลองการกระจายตัวในสภาพปิดโดยใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลูอัตรา 20 ไมโครลิตรต่อปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 15, 30 นาที และ 24 ชั่วโมง ตรวจจับการระเหยด้วยเทคนิค HS-SPME และตรวจสอบด้วยเครื่อง GC-MS พบ benzyl alcohol (75.44%) และสารที่ออกฤทธิ์ควบคุมเชื้อโรคพืช eugenol (22.38%) เป็นองค์ประกอบหลัก การกระจายตัวของน้ำมันหอมระเหยกานพลูหลังการรมที่ 5 และ 15 นาที พบ eugenol มีการกระจายตัวเพิ่มขึ้น และพบมากที่สุดหลังการรม 30 นาที คิดเป็น 8.64 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณสารที่พบเมื่อระยะเวลา 5 นาที และเมื่อผ่านไป 24 ชั่วโมง ปริมาณ eugenol ในน้ำมันหอมระเหยคิดเป็น 6.03 เท่าเทียบกับหลังการรม 5 นาที เมื่อทดสอบน้ำมันหอมระเหยกานพลูในสภาพเปิดที่มีช่องเปิดคิดเป็น 1.5% ของพื้นที่ผิว บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง พบสารออกฤทธิ์ eugenol ที่ระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง มีอัตราการ 11.75 และ 3.10 เท่าเทียบกับหลังการรมที่ระยะเวลา 5 นาที ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าควรใช้วิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลูอย่างน้อย 30 นาที หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง ยังมีปริมาณ eugenol คงเหลือเพื่อออกฤทธิ์ควบคุมโรค

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหยกานพลู การรม GC-MS

[1] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[1] Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation 10400, Thailand
[3] สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000
[3] Program Plant Science, Faculty of Agricultural Technology and Agro-industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya, 13000

คำนำ

การเสื่อมสภาพของผลผลิตทางการเกษตรในระบบห่วงโซ่อุปทาน เป็นปัญหาที่สำคัญในระบบการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตประเภทผักและผลไม้ในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา (Prusky, 2011) โดยเฉพาะการเน่าเสียของผลผลิตที่เกิดจากโรคที่เกิดจากการเข้าทำลายแฝง (quiescent infections) เช่น โรคแอนแทรคโนสในมะม่วง มะละกอ และกล้วย โรคขั้วผลเน่าในกล้วย (Snowden, 1990) และการเน่าเสียจากโรคที่เกิดจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในโรงเก็บ เช่น *Penicillum* spp. และ *Aspergillus* spp. รวมไปจนถึงแบคทีเรียที่เข้าทำลายผลผลิตทำให้เกิดความเสียหาย (Neri *et al*., 2010).

น้ำมันหอมระเหยได้ถูกนำมาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมและลดความเสียหายในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเนื่องจากมีความปลอดภัย สามารถสลายตัวได้เองไม่มีสารเคมีตกค้างที่จะส่งผลต่อผู้บริโภค และสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวได้ (Sivakumar and Bautista-Baños 2014) โดยน้ำมันหอมระเหยกานพลู มีสารสำคัญในการควบคุมโรคพืช คือ eugenol เป็นน้ำมันหอมเหยที่มีรายงานการใช้ในการควบคุมโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวหลายชนิด เช่น โรคแอนแทรคโนส ที่เกิดจากการเข้าทำลายของรา *Colletotrichum* spp. โรคขั้วผลเน่าจากการเข้าทำลายของรา *Lasiodiplodia theobromae* ราในโรงเก็บ เช่น *Penicillium* spp. และแบคทีเรีย เช่น *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Haro-González *et al*., 2021; Rangsuwan *et al*., 2021) การจัดการระบบของคลังสินค้าและการขนส่งมีความสำคัญในระบบของการจัดการผลผลิตเพื่อลดการสูญเสียและควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่จะเกิดขึ้น การใช้น้ำมันหอมระเหยเพื่อการรมในคลังสินค้าและการขนส่งจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้งานเพื่อลดการสูญเสียที่จะเกิดขึ้น การศึกษานี้ต้องการหาข้อมูลสนับสนุนการใช้งานน้ำมันหอมระเหยกานพลูในสภาพรมคลังสินค้าและการขนส่งเพื่อการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การกระจายตัวของน้ำมันหอมระเหยกานพลูในสภาพปิด

ทำการตรวจสอบการกระจายตัวของน้ำมันหอมระเหยกานพลูด้วยวิธี headspace solid phase microextraction (HS-SPME) จำลองการกระจายตัวในสภาพปิดโดยใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลูอัตรา 20 ไมโครลิตรต่อปริมาตร ในขวด headspace bottle ขนาด 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำการปิดฝาและบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 15, 30 นาที และ 24 ชั่วโมง พร้อมดูดซับสารระเหยด้วย SPME fiber 80 µm divinylbenzene/carbon wide range/polydimethylsiloxane (DVB/C-WR/PDMS) เป็นระยะเวลา 5 นาที หลังจากนั้นวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารระเหยง่ายด้วยเครื่อง Gas chromatography mass spectrometry (GC/MS) GC รุ่น 7890B (Agilent Technology, USA) ซึ่งต่อกับ MS รุ่น 7000D Triple Quadrupole detector (Agilent Technology, USA) ใช้คอลัมน์ชนิด HP 5 MS ความยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร (Agilent Technology, USA) ปรับสภาวะของเครื่อง GC ให้ injection port มีอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ด้วยระบบการฉีด splitless 50 มิลลิลิตรต่อนาที ก๊าซฮีเลียมไหลเข้าคอลัมน์ 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์โปรแกรมเริ่มต้นที่ 60 องศาเซลเซียส คงไว้ 2 นาที เพิ่มขึ้นอัตรา 10 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส คงไว้ 10 นาที และตั้งค่าอุณหภูมิ ion source เป็น 230 องศาเซลเซียส ในระบบ electron ionization (EI) electron energy 70 eV ตรวจผลการแยกองค์ประกอบเป็น total ion chromatogram (TIC) ในระบบ scan mode ใช้ช่วงของ Mass 50 ถึง 450 AMU (Atomic Mass Unit) ประมวลผลด้วย Agilent MassHunter Unknowns Analysis เทียบกับฐานข้อมูล The NIST Mass Spectrometry Data Center

2. การกระจายตัวของน้ำมันหอมระเหยกานพลูในสภาพรั่วไหล

ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยกานพลูในสภาพเปิดที่มีช่องเปิดคิดเป็น 1.5% ของพื้นที่ผิว โดยใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลูอัตรา 20 ไมโครลิตรต่อปริมาตร ในขวด headspace bottle ขนาด 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำการเปิดฝาเพื่อจำลองสภาวะการขนส่งที่มีโอกาสพบการรั่วไหลของระบบ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 5 นาที 3 และ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นดูดซับสารระเหยด้วย SPME fiber เป็นระยะเวลา 5 นาที และทำการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารระเหยง่ายด้วยเครื่อง GC/MS ตามวิธีการในข้อ 1

ผล

จากการจำลองการกระจายตัวในสภาพปิดโดยใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลูอัตรา 20 ไมโครลิตรต่อปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 15, 30 นาที และ 24 ชั่วโมง ตรวจจับการระเหยด้วยเทคนิค HS-

SPME และตรวจสอบด้วยเครื่อง GC-MS พบ benzyl alcohol (75.44%) และสารที่ออกฤทธิ์ควบคุมเชื้อโรคพืช eugenol (22.38%) เป็นองค์ประกอบหลัก โดยการกระจายตัวของน้ำมันหอมระเหยกานพลูหลังการรมที่ 5 และ 15 นาที พบ eugenol มีการกระจายตัวเพิ่มขึ้น และพบมากที่สุดหลังการรม 30 นาที คิดเป็น 8.64 เท่าเมื่อเทียบกับปริมาณสารที่พบเมื่อระยะเวลา 5 นาที และเมื่อผ่านไป 24 ชั่วโมง ปริมาณ eugenol ในน้ำมันหอมระเหยคิดเป็น 6.03 เท่าเมื่อเทียบกับหลังการรม 5 นาที (Table 1)

เมื่อทดสอบน้ำมันหอมระเหยกานพลูในสภาพเปิดที่มีช่องเปิดคิดเป็น 1.5% ของพื้นที่ผิว บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง พบสารออกฤทธิ์ eugenol ที่ระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง มีอัตรา 11.75 และ 3.10 เท่าเทียบกับหลังการรมที่ระยะเวลา 5 นาทีตามลำดับ

Table 1 Peak area of clove oil diffused under closing conditions for 5, 15, 30 minutes and 24 hours.

Volatile compound	Average peak area (x 10^8)				Ratio of tested peak area compared with peak area at 5 min		
	5 min	15 min	30 min	24 h	15 min	30 min	24 h
benzyl alcohol	20.29	119.91	175.33	122.40	5.91	8.64	6.03
eugenol	8.57	28.45	35.29	25.87	3.32	4.12	3.02

Table 2 Peak area of clove oil diffused under 1.5% opening surface conditions for 3 and 6 hours.

Volatile compound	Average peak area (x 10^8)			Ratio of tested peak area compared with peak area at 5 min	
	5 min	3 h	6 h	3 h	6 h
benzyl alcohol	18.48	75.58	6.92	4.09	0.37
eugenol	7.45	87.60	23.13	11.75	3.10

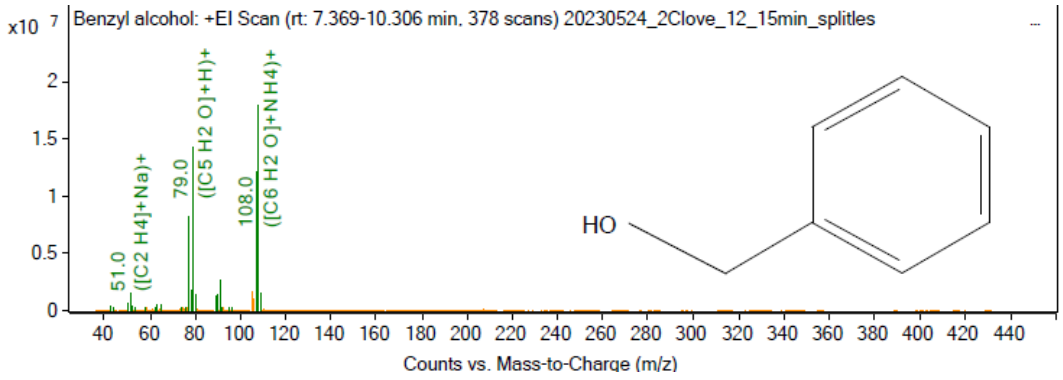

Figure 1 Mass spectra and structure of benzyl alcohol from clove oil.

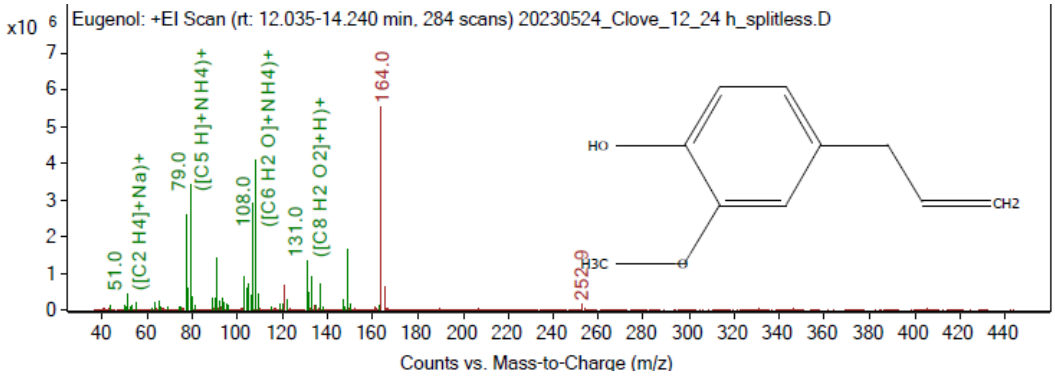

Figure 2 Mass spectra and structure of eugenol from clove oil.

วิจารณ์ผล

การตรวจสอบสารระเหยโดยใช้เทคนิค HS-SPME เป็นวิธีตรวจสอบสารหอมระเหยโดยไม่ใช้การสกัด แต่ใช้การดูดจับสารที่ระเหยออกมาจากแหล่งผลิตสาร วิธีการดังกล่าวทำให้สามารถทราบศักยภาพการกระจายตัวได้ จากการตรวจสอบน้ำมันหอมระเหยกานพลูเพื่อใช้ในแนวทางการรมเพื่อควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลูสามารถกระจายตัวได้เมื่อปล่อยให้ระเหยในอัตรา 20 ไมโครลิตรต่อปริมาตรภาชนะบรรจุ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ 10 ไมโครลิตรต่อปริมาตรภาชนะบรรจุ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง จากข้อมูลของ Prates *et al*. (2019) พบการระเหยของสาร eugenol ที่อัตราการรม 230 ไมโครลิตรต่อลิตรสามารถระเหยจนเต็มภาชนะภายใน 120 วินาที หรือ 2 นาที ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่พบการกระจายตัวต้องใช้เวลา 15-30 นาที แต่ทั้งนี้สภาพการรมช่วยให้สารแพร่กระจายในสภาพปิดได้ดีหากไม่มีการเกิดรอยรั่ว

ในสภาพการระเหยออกของน้ำมันหอมระเหยในสภาพอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำมันหอมระเหย 10 ไมโครลิตรต่อปริมาตรภาชนะบรรจุ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร พบว่าปริมาณสารที่ระเหยมีแนวโน้มลดลงภายหลังเกิดการรั่วไหลและมีการระเหยที่มากกว่า 3 ชั่วโมง ทั้งนี้ที่ 6 ชั่วโมงปริมาณสารลดลงอย่างมาก ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้น้ำมันหอมระเหยที่ผู้ใช้ต้องพิจารณา

สรุป

วิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลูต้องใช้เวลาในการทำให้น้ำมันหอมระเหยถึงจุดอิ่มตัวในภาชนะ ด้วยอัตราน้ำมันหอมระเหย 20 ไมโครลิตรต่อปริมาตรภาชนะบรรจุ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร อย่างน้อย 30 นาที จึงจะมีความเข้มข้นที่กระจายทั่วภาชนะ จนสามารถควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ ซึ่งสภาพดังกล่าวปริมาณ eugenol ที่พบคงเหลือหลังจาก 24 ชั่วโมง ยังสามารถออกฤทธิ์ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ และเมื่ออยู่ในสภาวะที่เกิดการรั่วไหลภายใต้อุณหภูมิสูงจะส่งผลต่อการสลายตัวของน้ำมันหอมระเหยกานพลูตามไปด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาด้านโรคพืช ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Haro-González, J.N., G.A. Castillo-Herrera, M. Martínez-Velázquez and H. Espinosa-Andrews. 2021. Clove essential oil (*Syzygium aromaticum*): extraction, chemical composition, food applications, and essential bioactivity for human health. Molecules (21): 6387.

Neri, F., I. Donati, F. Veronesi, D. Mazzoni and M. Mari. 2010. Evaluation of *Penicillium expansum* isolates for aggressiveness, growth and patulin accumulation in usual and less common fruit hosts. Int. J. Food Microbiol. 143: 109-117.

Prates, L.H.F., L.R.D.A. Faroni, F.F. Heleno, M.E.L.R. de Queiroz, A.H. de Sousa and M.V.d.A. Silva. 2019. Eugenol diffusion coefficient and its potential to control *Sitophilus zeamais* in rice. Scientific Reports 9(1): 11161.

Prusky, D. 2011. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future. Prospects Food Secur 3: 463-474.

Rangsuwan, R., C. Rattanakreetakul and R. Pongpisutta. 2021. Competency of clove and cinnamon essential oil fumigation against toxigenic and atoxigenic Aspergillus flavus isolates. J Pure Appl Microbiol 15(3): 1325-1337.

Sivakumar, D. and S. Bautista-Baños. 2014. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. Crop Protection 4: 27-37.

Snowden, A.L. 1990. A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables: general introduction and fruits. Vol. 1. CRC Press, Boca Raton, FL, 302 pp.