Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 523-527 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 523-527 (2555)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันหอมระเหยในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่ได้จากสารละลายปักแจกันของกุหลาบตัดดอก

Efficiency of Essential Oils Application on Controlling Microorganism from the Vase Solution of Cut Rose

กาญจนา วรราษฎร์[1] กฤษณ์ สงวนพวก[2] ผ่องเพ็ญ จิตรอารีย์รัตน์[1,2] เฉลิมชัย วงษ์อารี[1,2] และ มัณฑนา บัวหนอง[1,2]
Kanjana Worarad[1] , Krish Sanguanpuag[2], Pongphen Jitareerat [1,2] , Chalermchai Wongs-Aree[1,2] and Mantana Buanong[1,2]

Abstract

The study of controlling microorganisms from vase solution of cut rose cv. “Grand Gala” was investigated by applications of essential oils from 9 herbs of Bergamot, Citronella, Cinnamon, Kaffir lime, Lime, Lemongrass, Peppermint, Sweet basil and Tea tree oils at 1,000,000 ppm (100%) by using Disc Diffusion Method. The results showed that the type of essential oils significantly affected the growth of microorganisms on the culture media ($P \leq 0.01$). Tea tree oil was the best in inhibition of microbial growth, showing inhibition zone (IZ) of 13.75 mm followed by cinnamon oil (13.29 mm) as compared to only 6 mm IZ of the control (Water + Tween 80). The lowest concentration of essential oils to inhibit the growth of microorganism (Minimal Inhibitory Concentration, MIC) for cinnamon and peppermint oils was 5,000 ppm having inhibition zone at 9.25 and 8.19 mm, respectively, while the lowest of concentration for tea tree oil was 10,000 ppm. Regarding to the microbial inhibition at 5,000 ppm, peppermint oil was less effective than cinnamon oil as 1.3 times of the microbial inhibition, while cinnamon oil reduced the microbial to 1.5 times. Moreover, inhibitory test of microbial growth was monitored by mixing 0, 2,500, 5,000, 7,500 and 10,000 ppm cinnamon oils into the bacteria suspension (10^8 CFU/ml) incubated at 37 °C for 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 12 h. It was founded that cinnamon oil at 7,500 and 10,000 ppm reduced microorganism from 9.63 log CFU/ml in the control (Nutrient broth) to 7.33 and 6.74 log CFU/ml respectively, at 6 h. of culture. The optical density (OD) of the suspension were 0.608 and 0.317 as compared to 1.661 of the control.

Keywords: essential oils, microorganism, vase solution

บทคัดย่อ

ศึกษาการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่ได้จากสารละลายปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์ “Grand Gala” โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 9 ชนิด คือ มะกรูดฝรั่ง (Bergamot), ตะไคร้หอม (Citronella), อบเชยเทศ (Cinnamon), มะกรูดไทย (Kaffir lime), มะนาว (Lime), ตะไคร้บ้าน (Lemongrass), สาระแหน่ (Peppermint), โหระพา (Sweet basil) และ Tea tree ที่ความเข้มข้น 1,000,000 ppm (100%) มาทดสอบด้วยวิธี Disc Diffusion Method พบว่า ชนิดของน้ำมันหอมระเหยมีผลต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) โดยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จาก Tea tree สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด และมี inhibition zone เท่ากับ 13.75 mm รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากอบเชยเทศมี Inhibition zone เท่ากับ 13.29 mm เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น + Tween 80 (ชุดควบคุม)ที่ มี Inhibition zone เท่ากับ 6 mm โดยสามารถยับยั้งเชื้อได้ประมาณ 2.29 และ 2.21 เท่า ตามลำดับเมื่อเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Minimal Inhibitory Concentration, MIC) ของน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศและสาระแหน่ คือ ที่ระดับ 5,000 ppm โดยมี inhibition zone เท่ากับ 9.25 และ 8.19 mm ตามลำดับ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย tea tree คือ 10,000 ppm จากการทดลอง เมื่อพิจารณาการยับยั้งเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm พบว่า น้ำมันหอมระเหยสาระแหน่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศ โดยยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้เพียง 1.3 เท่า ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ 1.5 เท่า ดังนั้น การศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันในหลอดทดลองจึงใช้น้ำมันหอม

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[1] Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi,Bangkok 10140
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission of Higher Education, Bangkok, 10400.

ระเหยอบเชยเทศ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 2,500, 5,000, 7,500 และ 10,000 ppm ผสมกับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความเข้มข้นของเชื้อ 10^8 CFU/ml และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่า ในชั่วโมงที่ 6 น้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศที่ระดับความเข้มข้น 750 และ 10,000 ppm มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จาก 9.63 log CFU/ml ลงมาเหลือ 7.33 และ 6.74 log CFU/ml ตามลำดับ และเมื่อนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 625 nm พบการลดลงของค่า optical density (OD) จาก 1.661 ลงมาเหลือ 0.608 และ 0.317 ตามลำดับ

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย เชื้อจุลินทรีย์ น้ำปักแจกัน

คำนำ

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่พืชผลิตขึ้นตามธรรมชาติ (พิมพร, 2545) เป็นสารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เช่น สารจำพวกฟีนอล สารจำพวกอัลดีไฮด์ (Beuchat and Golden, 1989) เป็นต้น กลไกการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหย พบว่า สารประกอบจำพวกอะโรมาติกและฟีนอลิก มีผลทำให้โครงสร้างของเชื้อจุลินทรีย์เกิดการเปลี่ยนแปลง (Sikkema *et al*., 1995) เช่น เกิดการรั่วไหลของโพแทสเซียมไอออน (Walsh *et al*., 2003) เกิดการสูญเสียคุณสมบัติความเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ รบกวนการทำงานของ proton motive force และระบบการสร้างพลังงานภายในเซลล์ (Helander *et al*., 1998; Lambert *et al*., 2001; Ultee *et al*., 2002) การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ที่ปนเปื้อนอยู่ในสารละลายที่แช่ดอกไม้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ไปขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำในก้านดอก ส่งผลให้ดอกไม้สูญเสียคุณภาพและมีอายุการใช้งานสั้นลง (สายชล, 2531) โดยจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่พบนั้นเป็นแบคทีเรียในกลุ่มของ *Bacillus, Enterobacter* และ *Pseudomonas* (De Witte and Van Doorn, 1988; Put, 1990) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์ “Grand Gala” เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการยืดอายุการปักแจกันและรักษาคุณภาพไม้ตัดดอกหลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมเซลล์แขวนลอยของเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันของดอกกุหลาบเตรียมโดยนำน้ำปักแจกันปริมาตร 0.1ml ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) แล้วเกลี่ย (spread) ให้ทั่วผิวหน้าอาหาร และบ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการเก็บเชื้อจุลินทรีย์ในกลีเซอรอลความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปเก็บในตู้แช่แข็ง –20 °C เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป โดยการเจือจางด้วย Nutrient broth (NB) เทียบความขุ่นกับ McFarland standard No. 0.5 และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 625 nm ให้มีค่า Optical Density (OD) อยู่ในช่วง 0.08-0.1 การทดลองแรกคือ การศึกษาประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันบนอาหารเลี้ยงด้วยวิธี Disc Diffusion Method (Kumar *et al*., 2001; Gulluce *et al*., 2003) โดยใช้น้ำมันหอมระเหยมะกรูดฝรั่ง (Bergamot) ตะไคร้หอม (Citronella) อบเชยเทศ (Cinnamon) มะกรูดไทย (Kaffir lime) มะนาว (Lime) ตะไคร้บ้าน (Lemongrass) สาระแหน่ (Peppermint) โหระพา (Sweet basil)- (บริษัท Unifect International PTY) ทีทรี (Tea tree, บริษัท Limited., Australia) ที่มีจำหน่ายทางการค้าที่ระดับความเข้มข้น 1,000,000 ppm (100%) บันทึกผลโดยวัด Inhibition zone ในหน่วยมิลลิเมตร แต่ละชุดการทดลองทำ10 ซ้ำ การทดลองที่สอง การศึกษาหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันดอกกุหลาบ (Minimal Inhibitory Concentration, MIC) โดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่กล่าวมาข้างต้นที่ระดับความเข้มข้น 1,250, 2,500, 5,000, 10,000, 25,000, 50,000, 75,000 และ 100,000 ppm ตามลำดับ โดยใช้ Tween 80 เป็นตัวทำละลาย และการทดลองที่สาม การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ดีที่สุด ในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันในหลอดทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0, 2,500, 5,000, 7,500 และ 10,000 ppm บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 12 ชั่วโมง ชุดควบคุมคือ NB รายงานผลเป็นหน่วย log CFU/ml และบันทึกค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 625 nm วิเคราะห์ค่าทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SAS 1997 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Rang Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันบนอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Disc Diffusion Method ที่ระดับความเข้มข้น 1,000,000 ppm (100%) พบว่า ชนิดของน้ำมันหอมระเหยมีผลต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) (Table 1, Figure 1) โดยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จาก Tea tree สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด และมี inhibition zone (IZ) เท่ากับ 13.75 mm รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากอบเชยเทศมี IZ เท่ากับ 13.29 mm เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น + Tween 80 (ชุดควบคุม) ที่มี IZ เท่ากับ 6 mm โดยสามารถยับยั้งเชื้อได้ประมาณ 2.29 และ 2.21 เท่า ตามลำดับเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Cox *et al*., (2000) ที่รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยทีทรี มีสารออกฤทธิ์หลัก คือ Terpinen-4-ol โดยมีคุณสมบัติไปยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และยีสต์ได้ ทำให้โครงสร้างของเซลล์เมมเบรนเกิดความเสียหายจนไม่สามารถทำงานได้ และจากการศึกษาหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันดอกกุหลาบ (MIC) พบว่า ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (MIC) ของน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศและสาระแหน่ คือ ที่ระดับ 5,000 ppm โดยมี IZ เท่ากับ 9.25 และ 8.19 mm ตามลำดับ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย tea tree คือ 10,000 ppm จากการทดลอง เมื่อพิจารณาการยับยั้งเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm พบว่า น้ำมันหอมระเหยสาระแหน่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศ โดยยับยั้งเชื้อได้เพียง 1.3 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm ของน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศคือ 1.5 เท่า (Table 2) ดังนั้น การศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันในหลอดทดลองจึงใช้น้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 2,500, 5,000, 7,500 และ 10,000 ppm ผสมกับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความเข้มข้นของเชื้อ 10^8 CFUl/ml และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่า ในชั่วโมงที่ 6 น้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศความเข้มข้น 7,500 และ 10,000 ppm มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จาก 9.63 log CFU/ml ลงมาเหลือ 7.33 และ 6.74 log CFU/ml ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) (Figure 2A) Hegazi *et al*., (2009) รายงานว่า การใช้น้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศ ความเข้มข้น 500 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกันของดอก Gladiolus hybrid ได้ 68.18% เนื่องจากสารออกฤทธิ์หลักในน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศ คือ cinnamaldehyde, eugnol, cariophyllene และ alfar-curbebene นั้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้ (Hsu *et al*., 2007) การหาค่า OD เป็นการวัดความขุ่นของสารละลายด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 625 nm หากมีความหนาแน่นของเซลล์แบคทีเรียสูง แสดงว่าแบคทีเรียมีการเจริญเติบโต สารละลายจึงมีความขุ่นมากขึ้น พบว่า ค่า OD ทุกความเข้มข้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) โดยน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศที่ระดับความเข้มข้น 7,500 และ 10,000 ppm พบการลดลงของค่า Optical density (OD) จาก 1.661 ลงมาเหลือ 0.608 และ 0.317 ตามลำดับ (Figure 2B)

สรุปผล

ชนิดของน้ำมันหอมระเหยมีผลต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกันโดยน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำปักแจกันได้ดีที่สุด เนื่องจากมีความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 5,000 ppm และน้ำมันหอมระเหยอบเชยเทศความเข้มข้น 10,000 ppm มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุดที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2545. สุคนธบำบัด (Aromatherapy). คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 175 หน้า.

สายชล เกตุษา . 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 73 หน้า.

Beuchat, L.R. and D.A. Golden. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. Journal of Food Technology 45: 134-142.

Cox, S.D., C.M. Mann, J.L. Markham, H.C.Bell, J.E. Gustafson, T.R. Warmington, S.G. Wyllie. 2000. The mode ofantimicrobia action ofthe essential oil of Melaleuca alternafolia (tea tree oil). Journal of Applied Microbiology 88: 170–175.

De Witte, Y. and W.G. Van Doom. 1988. Identification of bacteria in the vase water of roses, and the effect of the isolated strains on water uptake. Horticultural Science 35: 285-291.

Helander, I.M., H.L. Alakomi, K. Latva-Kala, T. Mattila-Sandholm, I. Pol, E.J. Smid, L.G.M. Gorris, A.V Wright. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46: 3590–3595.

Hsu, C.T., Y.D. Lee and C.S. Chen. 2007. Adaptive governor control and load shedding scheme for an incinerator plant. Power plants and Power Systems Control : 413-418.

Hegazi, M. A. and G. El-Kot. 2009. Influences of Some Essential Oils on Vase-Life of *Gladiolus hybrida*, I. Spikes. International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences 3: 19-24

Lambert, R.J.W., P. N. Skandamis, P.J. Coote, G.J.E. Nychas. 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. Journal of Applied Microbiology 91: 453–462.

Put, H. 1990. Micro-organisms from freshly harvested cut flower stems and developing during the vase life of chrysanthemum, gerbera and rose cultivars. Horticultural Science 43: 129-144.

Sikkema, J., J.A.M. De Bont, B. Poolman. 1995. Mechanism of membrane toxicity of hydrocarbons. Journal microbiology reviews 59: 201–222.

Ultee, A., M.H.J. Bennik and R. Moezelaar. 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen Bacillus cereus. Applied and Environmental Microbiology 68: 1561–1568.

Walsh, S.E., J.Y. Maillard, A.D. Russell, C.E. Catrenich, D.L. Char-bonneau and R.G. Bartolo. 2003. Activity and mechanism of action of selective biocidal agents on Gram-positive and –negative bacteria. Journal of Applied Microbiology 94: 240–247.

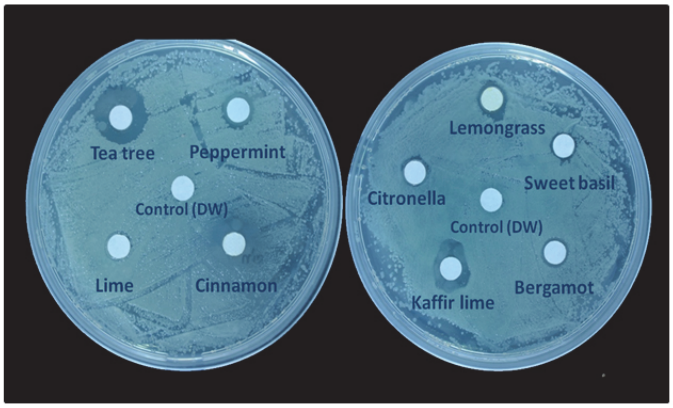

Figure 1 Antibacterial activity of essential oils at concentration 1,000,000 ppm (100%) on reducing microorganism in the vase solution of cut rose flowers by disc diffusion method.

Table 1 Antibacterial activity of essential oils at 1,000,000 ppm (100%) on reducing microorganism in the vase solution of cut rose flowers by Disc Diffusion Method.

Essential oils	Diameter of Inhibition Zone (mm.)[1/]
Bergamot (*Citrus bergamia*)	10.29[b]
Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*)	13.29[a]
Citronella (*Cymbopogon -rdus*)	6.37[e]
Kaffir lime (*Citrus hystrix* DC.)	10.75[b]
Lime *(Citrus limetta)*	6.00[e]
Lemongrass (*Cymbopogon citrates*)	9.79[d]
Peppermint *(Mentha piperita Huds.)*	10.75[b]
Sweet basil (*Ocimum basilicum Linn.*)	9.21[d]
Tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*)	13.75[a]
F-test	**
C.V. (%)	9.84

Table 2 Minimum Inhibitory Concentration (MIC) of essential oils on reducing microorganism in the vase solution of cut rose flowers by Disc Diffusion Method.

Essential oils	Minimum Inhibitory Concentration (mm.)[1/]							
	Concentrations (ppm)							
	1,250	2,500	5,000	10,000	25,000	50,000	75,000	100,000
Bergamot	-	-	-	-	8.50^{bcB}	9.13^{bcB}	8.88^{cdB}	10.25^{abA}
Cinnamon	-	-	9.25^{aA}	8.50^{aA}	8.83^{abA}	9.00^{bcA}	9.00^{cdA}	9.67^{abA}
Kaffir lime	-	-	-	-	7.75^{cC}	8.13^{cBC}	8.44^{dB}	9.25^{bA}
Lemongrass	-	-	-	9.13^{aB}	9.00^{abB}	9.69^{abA}	10.00^{abA}	9.63^{abA}
Peppermint	-	-	8.19^{bC}	8.75^{aC}	9.63^{aB}	10.38^{aA}	10.38^{aA}	10.63^{aA}
Sweet basil	-	-	-	-	8.75^{bA}	8.75^{bcA}	9.25^{bcA}	9.25^{bA}
Tea tree	-	-	-	8.31^{aC}	8.38^{bcC}	9.00^{bcBC}	9.50^{bcB}	10.63^{aA}
F-test	-	-	**	**	**	**	**	ns
C.V. (%)	-	-	4.16	7.38	6.06	7.16	5.30	7.65

[1/] Inhibition zone = the diameter of the filter disc (6 mm) with 8 µl of essential oil.
Mean with different letters within the same column are significantly difference on vertical comparison.
Mean with different capital letters within the same column are significantly difference on horizontal comparison.
NS = no significant, ** = significant difference at $P \leq 0.01$

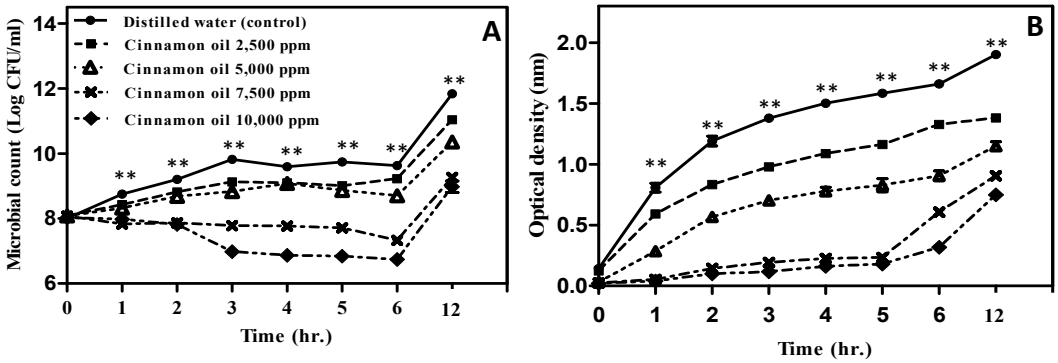

Figure 2 Antibacterial activity (A) and Optical Density (B) of cinnamon oil on reducing microorganism in the vase solution of cut rose flowers in vitro at concentrations of 0, 2,500, 5,000, 7,500 and 10,000 ppm, incubated for 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 12 h.