Princess of Naradhiwas University Journal

การเปรียบเทียบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากลำต้นและใบของตะไคร้หอมในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส

A Comparative Study of Bioactive Compounds of Leaf and Shoot of *Citronella grass* Collected from Narathiwas Area

รักชนก ภูวพัฒน์[1], วุฒิชัย ศรีช่วย[1], มูฮัมมัดบาคอรี ยูโซ๊ะ[1]

Rugchanok Puwaphut[1], Wutthichai Srichuay[1], Muhammadbakhoree Yusuh[1]

บทคัดย่อ

ตะไคร้หอมเป็นพืชที่มีสรรพคุณทางการแพทย์ ที่ยังไม่แพร่หลาย โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดนราธิวาสที่พบพืชดังกล่าวกระจายอยู่มากมาย ส่วนของใบและลำต้นถูกนำมาสกัดด้วยเอทานอล 70% แล้วศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพด้วยเทคนิค GC-MS ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากส่วนลำต้นตะไคร้ พบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ 6 ชนิด คือ 2-Propanone, 1-Hydroxyl, Acetic Acid, a- Citronellol, Hedycaryol, Farnesol Isomer B และ a- Eudesmol โดยพบ Hedycaryol ในปริมาณสูงสุด ในขณะที่สารสกัดจากใบ พบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ 9 ชนิด ได้แก่ 2- Propanone, 1-Hydroxy, a-Citronellol, a- Eudesmol, 1-Butmolanol, 3- Methyl, Citronello, Geraniol, Endo-1-Bourbonanol และ Hedycaryol โดยพบ Geraniol ในปริมาณสูงที่สุด สารเหล่านี้มีคุณสมบัติต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ และต้านการชัก ซึ่งมีสรรพคุณที่น่าสนใจ สามารถประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ได้

คำสำคัญ: ตะไคร้หอม สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ นราธิวาส

Abstract

Citonella grass is characterized as medicinally beneficial plants but still not accepted by human being, especially in Narathiwat province which spreed in this area. Leaf and shoot were harvested to extract with 70% Ethanol and compare their bioactive compounds production by GC-MS with 3 replications. The result was shown that 6 compounds as 2- Propanone, 1-Hydroxy, Acetic Acid, a-Citronello, Hedycaryol, Farnesol Isomer B and a-Eudesmol are produced from shoot with the highest yield of Hedycarol while 9 compounds as 2-Propanone, 1-Hydroxyl, a-Citronellol, a-Eudesmol, 1-Butmolanol, 3-Methyl, Citronella, Geraniol, Endo-1-Bourbonanol and Hedycaryol are synthesized from leaf with the highest yield of Geraniol. The properties of anti- inflammatory, antioxidant and anti- epileptic as interesting characteristics are shown from these compounds. The findings of the study could be used in medical application.

Keywords: *Citonella grass*, Bioactive Compounds, Narathiwas

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[1] Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University

บทนำ

ตะไคร้หอม (*Citronella grass*) จัดเป็นพืชตระกูลเดียวกันกับตะไคร้บ้านที่ใช้ในการทำอาหาร เป็นพืชที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ ใช้ทำเครื่องสำอาง (Ekpenyong, Akpan & Daniel ,2014) และควบคุมสัตว์เลี้ยง (Avoseh, Oyedeji, Rungqu, Chungag & Oyedeji, 2015) แต่มีกลิ่นหอมฉุนที่แรงกว่า ไม่นิยมนำมาบริโภค นิยมนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย จัดเป็นพืชที่สร้างน้ำมันหอมระเหยจากเซลล์ขนขนาดเล็ก (Microhairs) ที่อยู่บริเวณเนื้อเยื่อถาวร Abaxial Epidermis ของใบ นอกจากนี้ ยังพบว่า นิยมใช้ทำธูป และใช้ในการป้องกัน และกำจัดแมลงศัตรูพืช ตะไคร้หอมเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Gramineae สายพันธุ์ *Cymbopogonnardus* Lin. หรือรู้จักกันในนาม ตะไคร้มะขูด (ภาคเหนือ) หรือตะไคร้แดง (นครศรีธรรมราช) และสายพันธุ์ *Cymbopogonwinterianus* Jowitt ปลูกมากบริเวณเกาะชวา มีชื่อพื้นเมืองว่า Mahapengiri ซึ่งต่อมาได้กระจายออกไปหลายแห่ง เช่น เกาะไต้หวัน เกาะไฮติ และเป็นชนิดที่ปลูกมากในประเทศไทย คุณประโยชน์ของตะไคร้หอมมีหลายประการตามภูมิปัญญาชาวบ้าน เช่น แก้โรคริดสีดวง ปรุงเป็นยาขับลมในลำไส้ และแก้แน่น จุกเสียด พบสาร Citronella ที่สามารถไล่ยุงและแมลง ที่สามารถไล่ยุงและฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ยังพบว่า มีความสามารถในการทำให้มดลูกบีบตัวได้อีกด้วย งานวิจัยส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับตะไคร้ทั่วไป เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น มีคุณสมบัติเป็น Antimicrobial (Ajayi, Sadimenko, & Afolayan, 2016) Antibacterial (Balakrishnan, Paramasivam & Arulkumar, 2014 ; Bassole et al., 2011) และ Antioxidant (Balakrishnan, Paramasivam & Arulkumar, 2014; Ajayi, Sadimenko & Afolayan, 2016) โดยสามารถต่อต้านเชื้อแบคทีเรียทั้ง แกรมบวกและแกรมลบ จากการศึกษา พบว่าสารสกัดจากตะไคร้เป็นพวก Geranial (48.1%), Neral (34.6%) และ Myrcene (11.0%) และในตะไคร้หอม พบสาร Limomene (42%), Tran-p-mentha-1 (7), 8-Dien-2-ol (12%), Tran-p-Mentha-2,8-Dien-1-ol (5.6%) , Cis-p-Mentha-1(7), 8-Dien-2-ol (12%), Tran-p-Mentha-2,8-Dien-1-ol (5.6%) และ Cis-p-Mentha-2,8-Dien-1-ol (5.2%) ซึ่งมีคุณสมบัติต้านแบคทีเรีย (Bassole et al., 2011) สารที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งที่พบในตะไคร้ คือสาร Polyphenol (Costa et al., 2016) ซึ่งสามารถป้องกันเซลล์บุผนังของหลอดเลือดมนุษย์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ที่เกิดจากการมีกลูโคสในระดับเลือดสูง ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่ถูกออกซิไดส์ (Campos et al., 2014) มีคุณสมบัติเป็นแอนตี้ไบโอติก (Fadli, Pages, Mezrioui, Abbad & Hassani ,2016) และต่อต้านการอักเสบ (Francisco et al., 2011; Rungqu, Oyedeji, Chungag, Songca, Oluwafemi & Oyedeji , 2016) ในส่วนของตะไคร้หอม ก็ได้มีนักวิจัยสนใจศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเช่นกัน แต่ยังไม่มากเท่าที่ควร เช่น Subramanian, Imanina, Takwa & Zubair (2015) พบว่าสารสกัดจากทั้งตะไคร้ (*Cymbopagon citratus*) และตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) พบสาร Geranial (32.4%), Beta Citral (23.8%) และ Geraniol (12%) เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งมีคุณสมบัติต่อต้านแบคทีเรียและ Antiviral (Bahtiar, Ibrahim & Ahmad, 2011) นอกจากนี้ยังพบว่า Linalool และ Citronellal เป็นองค์ประกอบหลักของสารสกัดจากตะไคร้หอม (Avoseh, Oyedeji, Rungqu, Chungag & Oyedeji, 2015) ในขณะที่ Liliwirianis, Musa, Zain, Kassim & Karim (2011) ค้นพบอัลคาลอยด์ ซาโพนิน ฟราโวนอยด์ และ เทอร์พินอยด์ ในสารสกัดจากตะไคร้หอม

ในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส พบตะไคร้หอมเป็นจำนวนมาก กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ แต่ชาวบ้านไม่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากปัจจุบัน นิยมใช้สารเคมีในการกำจัดยุงมากกว่า เพราะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า ทำให้พืชชนิดดังกล่าวไม่ได้รับการสนับสนุนในนำมาใช้ประโยชน์เท่าที่ควร ทั้งๆที่เป็นพืชที่มีสารที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรนำมาสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อตรวจสอบความสามารถในการผลิตสารระหว่างใบและลำต้น หาสารที่มีประโยชน์ประยุกต์ใช้ในวงการเภสัชกรรมและวงการแพทย์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ผลิตจากลำต้นและใบของตะไคร้หอมที่ปลูกในจังหวัดนราธิวาส

ระเบียบวิธีวิจัย

1.การเก็บตัวอย่างตะไคร้หอม

เก็บตัวอย่างใบและลำต้นของตะไคร้หอม จากพื้นที่ อ.ระแงะ จ.นราธิวาส

2. การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compound Extraction)

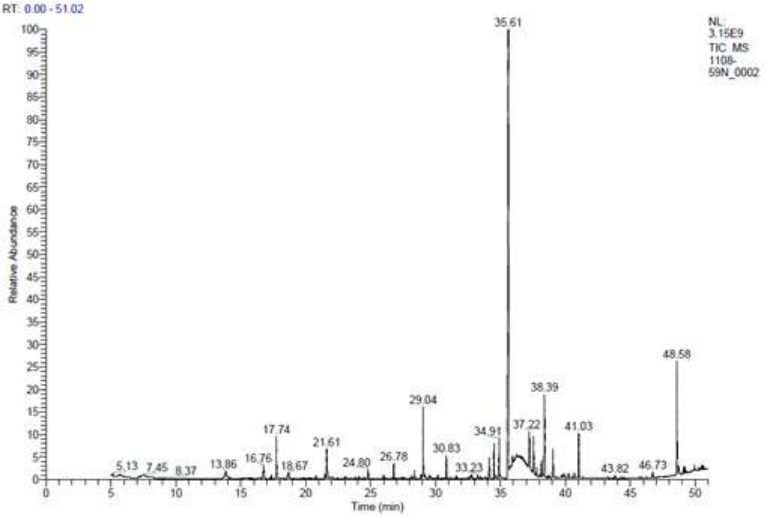
ใช้เอทานอล ความเข้มข้น 70% โดยปริมาตร มาสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากใบและลำต้นของตะไคร้หอม โดยสกัดใส่หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอุณหภูมิห้อง ปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกสารสกัดออกจากตะไคร้หอมด้วยความเร็ว 10000 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 5 นาที ย้ายสารละลายส่วนใส ไปยังหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร หลอดใหม่ แล้วนำสารไปตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

3. การตรวจสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds Detection)

ใช้เทคนิค GC-MS ในการตรวจสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยวิธีของ Bowman et al. (1977) ทำการทดลอง 3 ซ้ำจากการสกัด 1 ครั้ง ใช้ Capillary Gas Chromatography (Hewlett- Packard 5840A) ที่ประกอบด้วยคอลัมน์ Fused- Silica ขนาด 160 มม. X 0.25 มม. (Supelco SP- 2331, Bellefonte. PA) และแมสสเปกโตรมิทรี โดยมีแก๊สฮีเลียมเป็นเฟสเคลื่อนที่ (Carrier Gas) โดยฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่องครั้งละ 2 ไมโครลิตร ด้วยอัตราส่วน 100:1

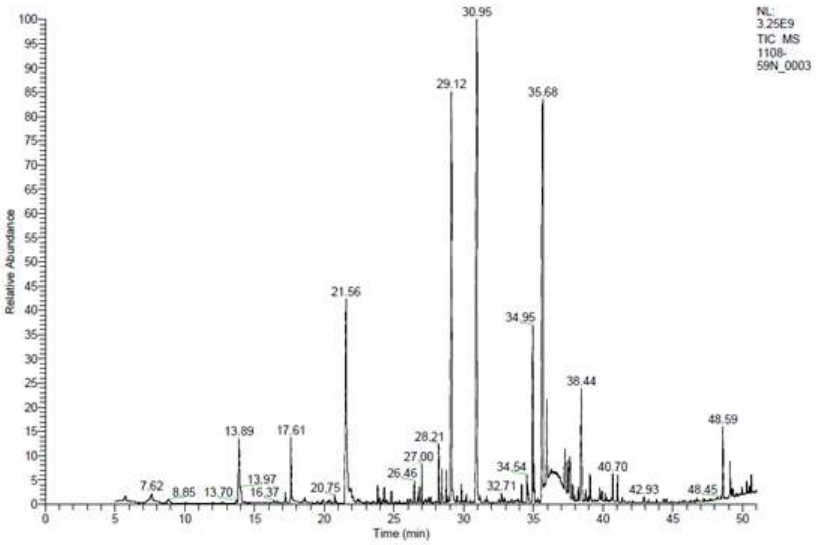
ผลการวิจัย

สารสกัดจากลำต้นของตะไคร้หอม พบสารที่เป็นองค์ประกอบหลัก 6 ชนิด ได้แก่ 2-Propanone,1- hydroxyl- (T_R= 17.74), Acetic Acid (T_R= 21.61), a-Citronellol (T_R= 29.04), Hedycaryol (T_R=35.61), Farnesol Isomer B (T_R= 41.03) และ a-Eudesmol (TR= 48.58) โดยพบว่า สารสกัดจากลำต้นสามารถผลิต Hedycaryol ได้ปริมาณสูงที่สุด (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงผลการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากลำต้นของตะไคร้หอม

ในขณะที่สารสกัดจากใบของตะไคร้หอม พบสารที่เป็นองค์ประกอบหลัก 9 ชนิด คือ 1-Butmolanol, 3-methyl- (T_R= 13.89), 2-Propanone, 1-hydroxy (T_R= 17.61), Citronella (T_R= 21.56), a-Citronellol (T_R= 29.12), Geraniol (T_R= 30.95), Endo-1-Bourbonanol (T_R= 34.95), Hedycaryol (T_R= 35.68), t-Cadinol (T_R= 38.44) และ a-Eudesmol (T_R= 48.59) โดยพบว่าสารสกัดจากใบสามารถผลิต a-Citronellol, Geraniol และ Hedycaryol ในปริมาณสูง (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงผลการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากใบของตะไคร้หอม

ลำต้นและใบสามารถผลิตสาร 2-Propanone,1-hydroxy,a-Citronellol และ a-Eudesmol ในขณะที่มีความแตกต่างของการผลิตสารบางชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงความสามารถในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของลำต้นและใบของตะไคร้หอม

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compound)	ส่วนของตะไคร้หอมที่ศึกษา	
	ลำต้น	ใบ
2-Propanone,1-hydroxyl	/	/
Acetic Acid	/	
a-Citronellol	/	/
Hedycaryol	/	
Farnesol Isomer B	/	
a-Eudesmol	/	/
1-Butmolanol,3-methyl		/
Citronella		/
Geraniol		/
Endo-1-Bourbonanol		/
Hedycaryol		/
t-Cadinol		/

สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าลำต้นและใบของตะไคร้หอม (*Citronella grass*) มีความสามารถในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพทั้งที่เป็นสารชนิดเดียวกันและแตกต่างกัน ในปริมาณที่แตกต่างกัน Hedycaryol เป็นสารที่พบในปริมาณสูงในส่วนของลำต้นตะไคร้หอม สารชนิดนี้ยังสามารถพบได้ใน *Hyssopus officinalis* (Bernotiene & Butkiene, 2010) สารชนิดนี้ถูกใช้ในการแต่งกลิ่นในน้ำหอม Acitic Acid เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอีกชนิดหนึ่งที่ลำต้นของตะไคร้หอมสามารถผลิตได้แต่ผลิตได้ในปริมาณที่ต่ำ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดนี้เป็นสารที่น่าสนใจ เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็น Anitimicrobial Agent สามารถใช้ในการรักษาบาดแผลเรื้อรัง (Chronic Wound) ที่เกิดจากเชื้อ *Psudomonas aeruginosa* (Nagoba, Wadher, Kulkarni & Kulkarni ,2008; Sloss, Cumberland & Milner, 1993) และสามารถควบคุมเชื้อ *Salmonella* ในซอสที่ใช้ในการบริโภค (Nabulsi, et al., 2014) นอกจากนี้ยังพบว่า ในพืช สาร Acetic Acid ช่วยลดสารพิษที่เกิดจากแคดเมียม ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ในสารสกัดจากใบตะไคร้ พบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจหลายชนิดที่สามารถผลิตได้ในปริมาณสูง เช่น a- Citronellol, Genaniol และ Hedycaryol โดยสามารถผลิต Genaniol ได้ในปริมาณสูงที่สุด

จากการศึกษาองค์ประกอบจากสารสกัดตะไคร้พบว่า มีสาร Citronellal และ Geraniol เป็นองค์ประกอบหลัก (Solomon, Sahle, Gebre, Asres & Neubert, 2012) ซึ่งเป็นสารที่พบจากการศึกษาครั้งนี้ โดยสารดังกล่าวมีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ (De Billerbeck, Roques, Bessiere, Fonvieille & Dargent, 2001) ต้านหนอนพยาธิ (Nirmal, Girme & Bhalke, 2007) ต้านปรสิต (George et al. 2010) ต้านการอักเสบ (Francisco et al., 2011) ต้านอนุมูลอิสระ (Khunkitti, 2010; Sinha, Biswas & Mukherjee, 2010) ต้านความเป็นพิษต่อยีน (Sinha et al., 2011) และต้านอาการชัก (Silva et al., 2010) นอกจากนี้ได้มีการศึกษาฤทธิ์ของสาร Geraniol พบว่า มีบทบาทในการซ่อมแซมเส้นเลือดในผู้ป่วยเบาหวาน กระตุ้นการเกิด Transcription ของ PPAR- และลดการอักเสบซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือด (Ibrahim, El-Denshary & Abdallah, 2015) ใช้เป็นสารประกอบในโรงงานผลิตเครื่องสำอางโดยมีความสามารถดูดซึมผ่านชั้น Stratum Corneum ของผิวหนังได้ดี นอกจากนี้ ยังใช้ในการรักษาคุณภาพของน้ำสตอเบอรี่โดยมีฤทธิ์ลดการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ (Cassani, Tomadoni, Viacava, Ponce & Moreira, 2016) จะเห็นได้ว่า พบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์หลายอย่างจากสารสกัดตะไคร้ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยา อาหาร เครื่องสำอาง เภสัชกรรม และทางการแพทย์ได้

รายการอ้างอิง

Ajayi, E.O., Sadimenko, A.P. & Afolayan, A.J. (2016). GC-MS evaluation of *Cymbopogon citratus* (DC) stapf oil obtained using modified hydrodistillation and microwave extraction methods. **Food Chemistry, 209**, 262-266.

Avoseh, O., Oyedeji, O., Rungqu, P., Chungag, B.N. & Oyedeji, A. (2015). *Cymbopogon* species, ethanopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. **Molecules, 20**, 7438- 7453.

Balakrishnan, B., Paramasivam, S. & Arulkumar A. (2014). Evaluation of the lemongrass plant (*Cymbopogon citratus*) extracted in different solvents for antioxidant and antibacterial activity against human pathogens. **Asain Pacific Journal of Tropical Disease, 4**, S134-S139.

Bahtiar, A.A., Ibrahim, N. & Ahmad, I. (2011). Antiviral activity of *Cymbopogon nardus* (L.) rendle fractions against HSV-1. **Antiviral Research, 90**, A21-A78.

Bassole, I.H.N., Meda, A.L., Bayala, B. Obame, L.C., Ilboudo, A.J., Franz, J., Nebie, R.C. & Dicko, M.H. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. **Phytomedicine, 18**, 1070-1074.

Bernotiene, G. and Butkiene, R. (2010). Essential oils of *Hyssopus officinalis* L. cultivated in East Lithuania. **Chemija, 21**, 135-138.

Bowman, J.M., Braxton, M.S., Churchill, M.A., Hellie, J.D., Starrett, S.J., Causby, G.Y. & Butcher, D.J. (1977). Extraction method for the isolation of terpenes from plant tissue and subsequent determination by gas chromatography. **Microchemical Journal, 56**, 10-18.

Campos, J., Hirschmann, G.S., Leiva,E., Guzman, L., Orrego, R., Fernandez, P., Gonzalez, M., Radojkovic, C., Zuniga, F.A., lamperti, L., Pastene, E. & Aguayo, C. (2014). Lemon grass (*Cymbopogon citratus*) (D.C.) stapf polyphenols protect human umbilical vein endothelial cell (HUVECs) from oxidative damage induced by high glucose, hydrogen peroxide and oxidized low- density liloprotein. **Food Chemistry, 151**, 175-181.

Cassani, L., Tomadoni, B., Viacava, G., Ponce, A, & Moreira, M.R. (2016). Enhancing quality attributes of fiber-enriched strawberry juice by application of vanillin or geraniol. **LWT-Food Science and Technology. 72**, 90-98.

Costa, G., Ferreira, J.P., Vitorino, C., Pina, M.G., Sousa, J.J., Figueriredo, I.V. & Batista, M.T. (2016). Polyphenols from *Cymbopogon citratus* leaves as topical anti-inflammatory agents. **Journal of Ethnopharmacology, 178**, 222-228.

De Billerbeck, V.G., Roques, C.G., Bessière, J.M., Fonvieille, J.L.& Dargent, R. (2001). Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) Watson. Essential oil on the growth and morphogenesis of Aspergillus niger. **Canadian Journal of Microbiology, 47**, 9–17.

Ekpenyoung, C.E., Akpan, E.E. & Daniel, N.E. (2014). Phytochemical constituents, therapeutic applications and toxicological profile of *Cymbopogon citratus* stapf (DC) leaf extract. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 3**(1), 133-141.

Fadli, M., Pages, J.M., Mezrioui, N.E., Abbad, A. & Hassani, L. (2016). Artemisia herba-alba Asso and *Cymbopogon citratus* (DC.) stapf essential oils and their capability to restore antibiotics efficacy. **Industrial Crops and Products, 89**, 399-404.

Francisco, V., Figueririnha, A., Neves, B.M., Rodriguez, C.G., Lopes, M.C., Cruz, M.T. & Batista, M.T. (2011). *Cymbopogon citratus* as source of new and safe anti-inflammatory drugs: Bio-guided assay using lipopolysaccharide- stimulated macrophages. **Journal of Ethnopharmacology, 133**, 818-827.

George, D.R., Sparagano, O.A.E., Port, G., Okello, E., Shiel, R.S.& Guy, J.H. (2010). Environmental interactions with the toxicity of plant essential oils to the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. **Medical and Veterinary Entomology, 24**, 1–8.

Ibrahim, S. M., El-Denshary, E. S., & Abdallah, D. M. (2015). Geraniol, alone and in combination with pioglitazone, ameliorates fructose-induced metabolic syndrome in rats via the modulation of both inflammatory and oxidative stress status. **Plos one, 10**(2), e0117516.

Khunkitti, W. (2010). In vitro antimicrobial and antioxidant activities of some *Cymbopogon* species. In: Anand, A. (Ed.), **Essential Oil-Bearing Grasses: The genus *Cymbopogon*.** USA: CRC Press Inc., pp. 167–183.

Liliwirianis, N., Musa, N.L.W., Zain, W.Z.W.M., Kassim, J. & Karim, S.A. (2011). Premilinary Studies on phytochemical screening of ulam and fruit from Malaysia. **Journal of Chemistry, 8**(S1), S285-S288.

Nabulsi, A.A., Olaimat, A.N., Osaili, T.M., Shaker, R.R., Elabedeen, N.Z., Jaradat, Z.W., Abushelaibi, A. & Holley, R.A. (2014). Use of acetic and citric acids to control *Samonella* Typhimurium in tahini (sesame paste). **Food Microbiology, 42**, 102-108.

Nagoba, B., Wadher, B., Kulkarni, P. & Kolhe, S. (2008). Acetic acid treatment of Pseudomonal wound infections. **European Journal of General Medicine, 5**(2), 104-106.

Nirmal, S.A., Girme, A.S., Bhalke, R.D. (2007). Major constituents and antihelmintic activity of volatile oils from leaves and flowers of *Cymbopogon martini* Roxb. **Natural Product Research 21**, 1217–1220.

Rungqu, P., Oyedeji, O., Chungag, B.N., Songca, S., Oluwafemi, O. & Oyedeji, A. (2016). Anti- inflammatory activity of the essential oils of Cymbopogon validus (stapf) stapf ex burtt davy from Eastern Cape, South Africa. **Asian Pacific Journal of tropical Medicine, 9**(5), 426-431.

Silva, R.M., Ximenes, R.M., Martins da Costa, J.G., Kalyne, L., Leal, A.M., de Lopes, A., de Barros Viana, G.S. (2010). Comparative anticonsulvant activities of the essential oils (Eos) from *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. in mice. Naunyn-Schmiedebergs. **Archives of Pharmacology, 381**, 415–426.

Sinha, S., Biswas, D, & Mukherjee, A. (2011). Antigenotoxic and antioxidant activities of palmarosa and citronella essential oils. **Journal of Ethanopharmacology. 137**, 1521-1527.

Sloss, M.J.M., Cumberland, L.C.N. & Milner, L.C.S.M. (1933). Acetic acid used for the elimination of *Pseudomonas aeruginosa* from burn and soft tissue wounds. **Army Medical Corps, 193**, 49-51.

Solomon, B., Sahle, F.F., Gebre-Mariam, T., Asres, K, & Neubert, R.H.H. (2012). Microencapsulation of citronella oil for mosquito-repellent application: Formulation and *in vitro* permeation studies. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 80**, 61-66.

Subramanian, P., Imanina, C.W., Takwa, C.W. & Zubair, N.E.A. (2015). Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon nardus* against *Enterococcus faecalis*. **International Journal of Bioscience, 6**(9), 9-17.