Extraction the essential oil of clove plant Dianthus caryophyllus and studying its chemical composition

Dr. Nizar Mualla[*]
Dr. Divana Youssef[**]
Aya Kozayez[***]

(Received 8 / 11 / 2023. Accepted 14 / 2 /2024)

□ ABSTRACT □

The flower buds of dianthus caryophyllus carnation plant were collected from the nursery of the Faculty of Agricultural Engineering at Tishreen University in Latakia during 2022/2023, the essential oil was isolated from samples taken using the Clevenger device, and the chemical content of the components of the essential oil of dianthus caryophyllus carnation plant was studied using a gas chromatography - mass spectrometer (GC-MS) device. Extraction using the Clevenger apparatus for the flower buds of the chervil plant gave an aromatic oil of light yellow color. The analysis of the essential oil using the GC\MS device showed the quantitative diversity of chemical compounds, which accounted for 99.9% of the total essential oil. The results of the (GC/MS) analysis showed the presence of 13 peaks within the chart, which indicates the presence of 13 chemical compounds ranging in percentage from 1.75% to 46.76 %, and the main compounds were as follows :

Butylated hydroxytoluene, oleic acid, 3,4-hexandiol, 2,5-dimethyl , Propanamide, 1,2-Ethanediamine,N-(2-aminoethyl), 1,6:3,4-Dianhydro-2-deoxy-β-d-lyxo-hexopyranose, Octadecane, 1-(ethenyloxy , Glycinamide, N(2)-methyl - , (2S,3S)-(-)-3-Propyloxiranemethanol

. Where the compound Butylated Hydroxytoluene was the main component of the essential oil with 46.76%, followed by the compound (2S,3S)-(-)-3-Propyloxiranemethanol with 33.75%, followed by the compound1,2-Ethanediamine,N-(2-aminoethyl)- - with 28.01%.

Keywords: carnation, Dianthus caryophyllus, Caryophyllaceae, chemical content, GC-MS.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*] **Associate Professor. Field crops department -Faculty of Agricultural Engineerring-Tishreen University-Lattakia-Syria.**
**** Assisstant Professor - Field crops department -Faculty of Agricultural Engineerring -Tishreen University-Lattakia-Syria.**
*****Postgraduate Student. Field crops department -Faculty of Agricultural Engineerring –Tishreen University - lattakia- syria**

استخلاص الزيت العطري لنبات القرنفل *Dianthus caryophyllus* ودراسة تركيبه الكيميائي

د. نزار معلا*

د. ديفانا يوسف**

آية قزيز***

(تاريخ الإيداع 8 / 11 / 2023. قبل للنشر في 14 / 2 / 2024)

□ ملخّص □

جُمِعت براعم أزهار نبات القرنفل *Dianthus caryophyllus* من مشتل كلية الهندسة الزراعية في جامعة تشرين في مدينة اللاذقية خلال عام 2022/2023 م، تم عزل الزيت العطري من العينات المأخوذة باستخدام جهاز كليفنجر، و تمت دراسة المحتوى الكيميائي لمكونات الزيت العطري لنبات القرنفل *Dianthus caryophyllus* باستخدام جهاز كروماتوغرافيا الغاز– مطياف الكتلة (GC–MS). أعطى الاستخلاص باستخدام جهاز كليفنجر لبراعم الأزهار لنبات القرنفل زيتاً عطرياً بلون الأصفر الفاتح. وأظهر تحليل الزيت العطري باستخدام جهاز GC\MS التنوع الكمي للمركبات الكيميائية والتي شكلت نسبة 99.9% من إجمالي الزيت العطري. حيث بينت نتائج تحليل (GC/MS) وجود 13 قمة ضمن المخطط البياني الذي يشير الى وجود 13 مركب كيميائي تراوحت نسبه المئوية ما بين 1.75% الى 46.76 %، وكانت المركبات الرئيسية على الشكل التالي :

Butylated hydroxytoluene, oleic acid, 3,4–hexandiol, 2,5–dimethyl , Propanamide,1,2–Ethanediamine, N–(2–aminoethyl), 1,6:3,4–Dianhydro–2–deoxy–β–d–lyxo–hexopyranose, (2S,3S)–(–)–3––Octadecane, 1–(ethenyloxy , Glycinamide, N(2)–methyl Propyloxiranemethanol حيث كان المركب Butylated Hydroxytoluene هو المكون الرئيسي للزيت العطري بنسبة 46.76% يليه المركب (2S,3S)–(–)–3–Propyloxiranemethanol بنسبة 33.75% والمركب 1,2–Ethanediamine,N–(2–aminoethyl)– بنسبة 28.01% .

الكلمات المفتاحية: نبات القرنفل *Dianthus caryopyllus* ، الفصيلة القرنفلية Caryophyllacea، محتوى كيميائي ، GC–MS.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

*أستاذ مساعد_ قسم المحاصيل الحقلية _كلية الهندسة الزراعية _جامعة تشرين_ اللاذقية _سورية

**مدرسة_ قسم المحاصيل الحقلية _ كلية الهندسة الزراعية _جامعة تشرين_ اللاذقية _سورية

***طالبة (ماجستير) قسم المحاصيل الحقلية _ كلية الهندسة الزراعية– جامعة تشرين_ اللاذقية _سورية

مقدمة:

تمتلك النباتات الطبية العطرية خصائص عطرية بالإضافة إلى خصائص طبية وهي "مناجم الذهب الكيميائية" بسبب المجموعة المتنوعة من المستقلبات الثانوية التي تمتلكها والمجموعة الواسعة من الأنشطة الدوائية التي تظهرها (1). يتزايد استخدام النباتات الطبية العطرية بشكل مطرد مع الاستخدام الملحوظ في الصناعات الدوائية والتجميلية والغذائية (2).

النباتات العطرية هي تلك التي تحتوي على مركبات عطرية وهي في الأساس زيوت أساسية متطايرة في درجة حرارة الغرفة. هذه الزيوت العطرية مركبات عطرية ، متطايرة ، كارهة للماء ومركّبات عالية التركيز. يمكن الحصول عليها من الزهور والبراعم والبذور والأوراق والأغصان واللحاء والخشب والفواكه والجذور(3). الزيوت الأساسية عبارة عن مخاليط معقدة من المستقلبات الثانوية التي تشتمل على فينيل بروبين ونقطة غليان منخفضة (4). تتكون هذه الزيوت عادة من حوالي عشرات إلى مئات من التربينويدات منخفضة الوزن الجزيئي. حتى المكونات النادرة غير المحددة قد تكون مسؤولة عن تغيير الرائحة والنكهة والنشاط الحيوي للزيت إلى حد كبير. تتميز الزيوت العطرية بنكهة وخصائص عطرية مميزة ، ولها أنشطة بيولوجية ويتم استخدامها على نطاق واسع في العلاج بالروائح والرعاية الصحية بالإضافة إلى العديد من الصناعات مثل مستحضرات التجميل والنكهات والعطور والتوابل والمبيدات الحشرية والمواد الطاردة للحشرات وكذلك المشروبات العشبية(5).

تم استكشاف الأنشطة المضادة للأكسدة والميكروبات للنباتات العطرية على نطاق واسع ووجد أن لها تطبيقات صحية في الوقاية والحد من مخاطر الأمراض مثل الالتهاب وتصلب الشرايين والقلب والأوعية الدموية والسرطان (7،6).

القرنفل (*Dianthus caryophyllus*) هي واحدة من أهم الأزهار في العالم وتنتمي إلى عائلة Caryophyllaceae كاريوفيلاسيا. الموطن الأصلي للقرنفل هو منطقة البحر الأبيض المتوسط (8). يزرع نبات القرنفل للأغراض الطبية لعلاج العديد من مسببات الأمراض ، مثل الالتهابات في الغشاء المخاطي في الفم والبلعوم وله تأثير مسكن لآلام الأسنان ومفيد في تنقية الدم وغيرها بالإضافة إلى استخدامه كنباتات زخرفية وهذه هي الاستخدامات الأكثر انتشارا (9).

بناء على الأمم المتحدة ووفقًا لبياناتComtrade ، كان القرنفل هو ثالث أكثر الزهور تداولًا (سواء الاستيراد أو التصدير) خلال فترة الخمس سنوات من 2014 إلى 2018، بعد الورد والأقحوان.تعد كولومبيا أكبر مصدر للقرنفل، تليها هولندا وإسبانيا وتركيا والصين. وتتركز الصادرات بشكل كبير في عدد قليل من البلدان .لكن الاستيراد منتشر بشكل أكبر ،وتعد أكبر الدول المستوردة من حيث الحجم هي هولندا والولايات المتحدة الأمريكية، تليها دولة الإمارات العربية المتحدة والمملكة المتحدة واليابان وألمانيا(10).

أجرى Al–Snafi (2017)دراسة معمقة حول الأهمية الطبية لنبات القرنفل وتوصل الى إمكانية استخدام نبات القرنفل كمضاد للسرطان، مضاد للجراثيم، مضاد للفطريات ، مضاد للفيروسات، اضافة الى تأثيره المسكن والمخدر(11) .

كما درس Sartoratto *et al* (2004) قدرة نبات القرنفل على تثبيط أنواع مختلفة من البكتيريا بسبب احتوائه على نوع من المركبات الفينولية ، وهي مادة الأوجينول ، التي لها نشاط مثبط ضد البكتيريا المعزولة حيث تعمل على تثبيط آليات عمل غشاء البلازما ، مما يؤدي إلى فقدان الكائن الدقيق قدرته على النمو (12).

وفي دراسة اخرى اجريت من قبل ogata *et al* (2000) تم فيها تحليل زيت القرنفل و توصل فيها الباحثون الى ان الأوجينول هو المكون الرئيسي لزيت القرنفل ، وهو حمضي قليلا ، ويذوب في الماء والمذيبات العضوية ، ويبدو كسائل أصفر باهت برائحة مميزة ، والقرنفل له طعم حار لاذع. أثبتت العديد من الدراسات أن المادة لها خصائص

دوائية بسبب تأثيرها القوي المضاد للأكسدة بسبب وجود مجموعات الفينول ، حيث يتداخل الأوجينول مع إنتاج بيروكسيد الدهون ، وهذا التأثير يساعد في التخلص من الجذور الحرة(13).

وحول تأثير هذه المادة بين الباحث Marchese *et al* (2017) ان هذه المادة لها تأثيرات ممتازة على الكائنات الحية الدقيقة (مثل الكائنات الحية الدقيقة) التي تسبب التسمم الغذائي والالتهابات وأمراض الفم مثل تسوس الأسنان(14).

بينما بينت دراسة لل Al–Bayati *et al* (2009) أجريت على براعم زهرة القرنفل أن الأوجينول المعزول من براعم هذه الزهور كان له نشاط مضاد للجراثيم ضد المكورات العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus)* ، الإشريكية القولونية (*Escherichia coli)* ، والزائفة الزنجارية (*Pseudomonas aeruginosa*)(15).

كما قام كلا من Castillo *et al* (2009) باستخلاص الاجزاء الهوائية لنبات القرنفل واستخدام المستخلصات المائية والميثانولية كمضاد للبكتيريا ضد هيليكوباكتر بيلوري (*Helicobacter pylori)* (16).

وفي دراسة أخرى على النباتات الطبية في ايران أجراها الباحث Bonjar *et al* (2004) تبين انه من الممكن أن يستخدم القرنفل كمضاد للجراثيم ضد المكورات العنقودية البشروية (*Staphylococcus epidermidis)* ، الكلبسيلة الرئوية (*Klebsiella pneumoniae*) ، والبورديتيلا القصبي (*Bordetella bronchiseptica*) (17).

وجد Zhou *et al* (2023)أن مستقلبات زهرة القرنفل تتباين بشكل كبير مع تغير لون الزهرة. يتم تحديد تنوع المستقلبات إلى حد كبير عن طريق التركيب الوراثي.

تتمتع الزهور ذات القرنفل الأرجواني بفعالية أفضل في مكافحة الأكسدة ومضادة للسرطان مقارنة بالزهور ذات الألوان الأخرى. وبالتالي فإن الخصائص البيولوجية لزهور القرنفل ترتبط في المقام الأول بمحتوى مركبات الفلافونويد والأحماض العضوية والأحماض الفينولية والنيوكليوتيدات ومشتقاتها(18).

أهمية البحث وأهدافه:

استخدمت النباتات الطبية العطرية منذ القدم في العلاجات التقليدية، وفي الوقت الحالي ازداد الاهتمام بالمركبات العضوية ذات الأصل الطبيعي بشكل كبير بسبب اثارها الإيجابية مقارنة بالمواد الصناعية، ونظرا لأهمية القرنفل الطبية والاقتصادية وقلة وجود أبحاث علمية محلية تناولت المركبات الرئيسية للزيت العطري للقرنفل ، كان من الضروري التعرف على التركيب الكيميائي للزيت العطري المستخلص من هذا النبات.

يهدف هذا البحث الى:

استخلاص الزيت العطري من البراعم الزهرية لنبات القرنفل ، وتحديد التركيب الكيميائي للزيت العطري المستخلص.

طرائق البحث ومواده:

– جمع العينات النباتية وتحضيرها للاستخلاص:

تم جمع العينات لبراعم أزهار نبات القرنفل في منتصف الشهر الثامن (اب) لعام 2022 بعد أن تمت زراعتها في مشتل جامعة تشرين منتصف الشهر الثاني (شباط).

تم تجفيف العينات في الظل لمدة (14) يوم وبدرجة حرارة الغرفة (28 درجة مئوية)، ثم تم طحنها جيدا ووضعت ضمن أكياس بلاستيكية مفرغة من الهواء، وتم حفظها ضمن مجمدة بدرجة حرارة ملائمة لتكون جاهزة للاستخلاص.

– استخلاص الزيت العطري:

تم استخلاص الزيت لعطري من عينات براعم الأزهار المجففة، باستخدام جهاز كليفنجر، حيث وضع g60 من الأزهار في حوجلة ml100 وأضيف اليها 500 ml ماء، واستمر الاستخلاص 5 ساعات، ثم فصل الزيت العطري من المستخلص المائي باستخدام ml200هكسان على 3 دفعات، ركزت الخلاصة الهكسانية باستخدام المبخر الدوار عند درجة الحرارة 40درجة مئوية حتى ml10 لتجف بعدها باستخدام كبريتات الصوديوم اللامائية للتخلص من اثار الماء فيها.

حفظت الزيوت العطرية المستخلصة في أنبوبة عاتمة ومحكمة الإغلاق بدرجة حرارة 4 درجة مئوية ليتم بعد ذلك تحليلها بجهاز GC\MS.

– تحديد المكونات الأساسية للزيت العطري المستخلص من براعم أزهار نبات القرنفل بطريقة كليفنجر:

تم تحديد التركيب الكيميائي للزيت العطري المستخلص باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC نوع 6890 المزود بطيافية الكتلة MS من طراز (Hewlett Packard–5975) ، واستخدم عمود شعري من نوع HP–5MS phenyl Methyl Silox 5% أبعاده: (30m *0.25mm*0.25µm)

الغاز الحامل هو غاز الهيليوم وبسرعة تدفق 1.2 ml\min، ونسبة التقسيم (1:10)، ضبطت درجة حرارة الحاقن والكاشف على 280^0C.

بدأ البرنامج الحراري من الدرجة 45^0C مدة 2min، ثم ازدادت بمقدار $4^0C\min$ حتى درجة الحرارة 160^0C، ثم رفعت درجة الحرارة من 160^0C بمقدار $35^0C\min$ الى درجة الحرارة 280^0C.

بعد ذلك تم التعرف على المكونات الكيميائية للزيت العطري المستخلص من العينات بمقارنة أطياف الكتلة الناتجة لكل قمة من الكروماتوغرام مع أطياف الكتلة الموجودة في المكتبات المتوفرة في الجهاز.

النتائج والمناقشة:

أعطى الاستخلاص باستخدام جهاز كليفنجر لعينات براعم الأزهار زيت عطري بلون أصفر فاتح.

تم التعرف بعد تحليل الزيت العطري المستخلص من براعم نبات القرنفل باستخدام جهاز GC\MS على 13 مركباً والتي شكلت نسبة (99.9%) من إجمالي الزيت العطري، كما هو موضح في الجدول (1).

الجدول (1): النسب المئوية لمكونات الزيت العطري المستخلص من براعم الأزهار لنبات القرنفل.

Pk	P%	RT	Compound	Area pct%
1	28.01	16.41	1,2-Ethanediamine,N-(2-aminoethyl)-	2
2	14.49	18.64	Propanamide	8.8
3	46.76	19.18	Butylated Hydroxytoluene	21.3
4	20.94	20.62	Glycinamide, N(2)-methyl-	3.1
5	12.77	21.53	Cyclohexanone, 3-butyl-	3.9
6	33.75	24.44	(2S,3S)-(-)-3-Propyloxiranemethanol	2.8
7	19.06	27.09	2-Formyl-9-{β-d-ribofuranosyl} hypoxanthine	3.8
8	23.4	27.90	1,6:3,4-Dianhydro-2-deoxy-β-d-lyxo-hexopyranose	7.7
9	1.75	28.69	Oxalic acid, allyl pentadecyl ester	6.3
10	14.92	29.43	Octadecane, 1-(ethenyloxy)-	6.5
11	19.98	30.15	3,4-Anhydro-d-galactosan	8.5
12	14.23	30.86	3,4-Hexanediol, 2,5-dimethyl-	10.5
13	11.49	32.50	Oleic Acid	14.7

أظهر التحليل أن المركب Butylated Hydroxytoluene هو المكون الرئيسي للزيت العطري بنسبة 46.76% يليه المركب (2S,3S)-(-)-3-Propyloxiranemethanol بنسبة 33.75% والمركب 1,2-Ethanediamine,N-(2-aminoethyl)- بنسبة 28.01% .

ومن خلال تحليل نتائج الكروماتوغرافيا لقمم المخطط البياني الواضحة يتضح لنا من خلال الجدول رقم (1) وجود عدد من المركبات الكيميائية والتي بلغ عددها (13) مركب كيميائي تنوعت في تركيبها الكيميائي.

تم تحديد المركبات الرئيسية للزيت العطري لنبات القرنفل على الشكل التالي:

Butylated Hydroxytoluene (46.76%) , (2S,3S)-(-)-3 Propyloxiranemethanol (33.75%) , 1,2-Ethanediamine, N-(2-aminoethyl)- (28.01) , 1,6:3,4-Dianhydro-2-deoxy-β-d-lyxo-hexopyranose (23.4%) , Glycinamide, N(2)-methyl.(%20.4)

تم فصل هذه المركبات إلى ست مجموعات :

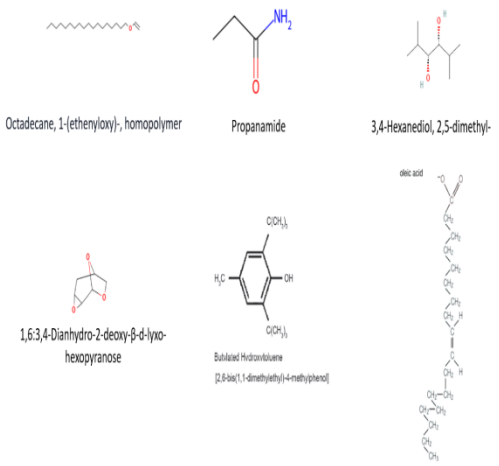
تيربينات ، كيتونات ، أميدات ، هيدروكربونات ، احماض دهنية ، كربوهيدرات ، استرات وغيرها .

وتتوافق هذه النتائج مع ما أشار إليه Durucasu*et al* (2009) في نتائج تحليل الزيت العطري لسبع أنواع تابعة لجنس القرنفل بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية حيث تبين أن الزيوت المستخلصة والتي تم تحليلها تتكون بشكل أساسي من التربين والأحماض الدهنية الأساسية والمركبات المتطايرة Durucasu *et al* (2009).

ويتضح لنا من الجدول (1) تفوق المركب (Butylated Hydroxytoluene) بأعلى نسبة مئوية (46.76%) في حين سجل المركب (Oxalic acid, allyl pentadecyl ester) النسبة الاقل بين المركبات الموجودة في الزيت العطري والتي بلغت (1.75%) .

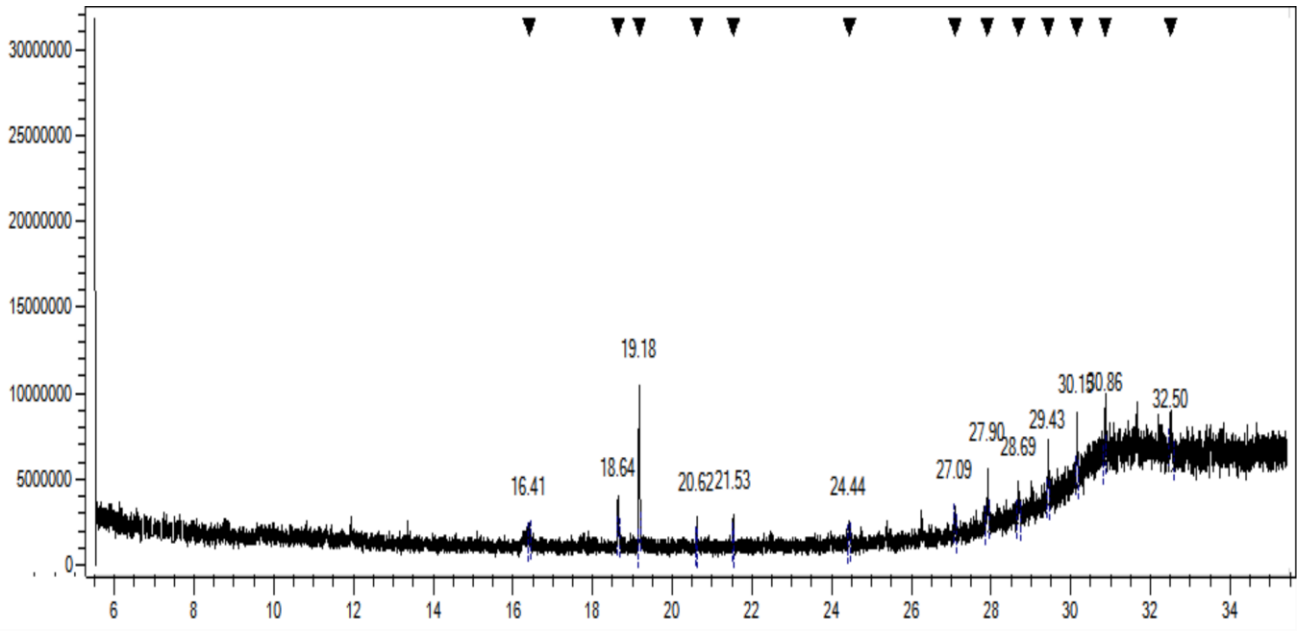
وتبين النتائج مقدرة التحليل بواسطة جهاز الكروماتوغرافيا الغازية على فصل هذه المركبات وبقوة وهذا ما اشار إليه الباحثون Mahjoob *et al* (2006) في دراستهم على نبات القرنفل. ((Mahjoob *et al* (2006).

الشكل (2) يوضح الصيغ الكيميائية لبعض المكونات الأساسية للزيت العطري المستخلص من براعم الأزهار لنبات القرنفل.



الشكل (2): صيغ بعض المركبات الرئيسية للزيت العطري المستخلص من براعم الأزهار لنبات القرنفل.

يوضح الشكل (3) الكرماتوغرام الناتج عن تحليل الزيت العطري المستخلص من براعم الأزهار لنبات القرنفل بجهاز GC\MS.



الشكل (3) : الكرماتوغرام الناتج عن تحليل الزيت العطري المستخلص من براعم الأزهار لنبات القرنفل

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

عند استخلاص الزيت العطري بجهاز كليفنجر وإجراء القياسات والتحاليل الكروماتوغرافية تمكنا من التوصل الى النتائج التالية:

1-أعطى الاستخلاص باستخدام جهاز كليفنجر لبراعم الأزهار لنبات القرنفل زيتاً عطرياً بلون الأصفر الفاتح .

2-أظهر تحليل الزيت العطري باستخدام جهاز GC\MS التنوع الكمي حيث بلغ عدد المركبات 13 مركباً في زيت براعم الأزهار لنبات القرنفل والتي شكلت نسبة 99.9% من إجمالي الزيت العطري.

3-إن المركب Butylated Hydroxytoluene هو المكون الرئيسي للزيت العطري بنسبة 46.76% يليه المركب (2S,3S)-(-)-3-Propyloxiranemethanol بنسبة 33.75% والمركب 1,2-Ethanediamine,N-(2-aminoethyl)- بنسبة 28.01% .

التوصيات:

1-نوصي بمتابعة العمل على استخلاص الزيوت العطرية من نبات القرنفل من أجزاء أخرى من النبات.

2-نوصي باستخلاص الزيت العطري بطرق استخلاص مختلفة بهدف التعرف على أغلب مكوناته الكيميائية.

3-نوصي بالعمل على استخلاص وتنقية المواد الفعالة في الزيت العطري لنبات القرنفل وذلك لتحقيق الاستفادة القصوى من الخصائص الطبية للمركبات الكيميائية الموجودة بها.

References:

1. Bakkali, F.; Averbeck, S.; Averbeck, D.; Idaomar, M., Biological effects of essential oils—A review. Food Chem- Toxicol, 2008, 46, 446–475.
2. Christaki, E.; Bonos, E.; Giannenas, I.; Paneri, P.F., Aromatic plants as a source of bioactive compounds. Agriculture, 2012, 2, 228–243.
3. Brenes, A. Roura, E., Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. Animal Feed Sci- Tech, 2010;158(1–2):1–14.
4. Greathead, H., Plants and plant extracts for improving animal productivity. Proc- Nutr. Soc, 2003,62(2):279–290.
5. Samarth,R. Samarth,M. Matsumoto,Y. , Medicinally important aromatic plants with radioprotective activity. PMC-Future Sci OA ,2017, Nov; 3(4): FSO247.
6. Gutteridge ,JMC. Halliwell, B., Antioxidants: molecules, medicines and myths. Biochemical and Biophysical Research Communications,2010, 393, 561-564. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2010.02.071.
7. Ndhlala ,AR. Moyo ,M. Van Staden, J., Natural antioxidants: fascinating or mythical biomolecules?.PUBMED- Molecules, 2010;15:6905–6930.
8. Singh, A., Response of cuttings of different carnation (Dianthus Caryophyllus L.) cultivars to rooting hormones. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2021, 10(1), 933-936.
9. Chandra, S.Rawat D.S.; Chandra D. Rastogi, J., Nativity, phytochemistry, ethnobotany and pharmacology of Dianthus caryophyllus. Research Journal of Medicinal Plant,2016, 10 (1): 1-9.
10. Al-Snafi , A. E ., Chemical contents and medical importance of Dianthus caryophyllus - A review . IOSR Journal of Pharmacy, Volume 7, Issue 3 Version.1 , PP. 61-71 . (2017).
11. < https://comtradeplus.un.org/>
12. Sartoratto, A.; Machado, A.L.M.; Delarmelina, C.; Figueira, G.M.; Duarte, M. C. T. Rehder, V.L.G., Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. J. Microbial,2004, Vol.35 no.4 São Paulo oct. /Dec.
13. Ogata, M.; Hoshi, M.; Urano, S. Endo, T., Antioxidant activity of eugenol and related monomeric and dimeric compounds. Chem Pharm Bull,2000 , 48: 1467–1469.
14. Marchese, A.; Barbieri, R.; Coppo, E.and Orhan, I. E.; Daglia, M.; Nabavi, S. F. and Ajami, M., Antimicrobial activity of eugenol and essential oils containing eugenol: A mechanistic viewpoint. Critical Reviews in Microbiology,2017, 43(6). 668–689.
15. Mohammed, M.J. Al-Bayati ,F.A., Isolation and identification of antibacterial compounds from Thymus kotschyanus aerial parts and Dianthus caryophyllus flower buds. Phytomedicine, 2009, 16: 632-637.
16. Castillo-Juarez, I. Gonzalez, V. Jaime-Aguilar, H. Martinez, G. Linares ,E. Bye, R. Romero, I., Anti-Helicobacter pylori activity of plants used in mexican traditional medicine for gastrointestinal disorders. Ethnopharmacol, 2009, 122: 402-405.
17. Bonjar ,S., Evaluation of antibacterial properties of some medicinal plants used in Iran.J Ethnopharmacol, 2004,94:301–305.
18. Zhou,X. Wang,M. Li,H. Ye,S. Tang,W., Widely targeted metabolomics reveals the antioxidant and anticancer activities of different colors of Dianthus caryophyllus. Food Chemistry,2023, Volume 10.