LIFE Science Hub
JOURNAL OF SCIENCE
EXPANDING KNOWLEDGE ABOUT NUTRITION AND HEALTH

ORIGINAL RESEARCH
Band 1, Ausgabe 4, November 2026

Ätherisches Öl aus Syzygium aromaticum: Studie zur Rolle von Eugenol

Dr.ssa M. Bitonti[1]

1 Ernährungsbiologin, Italy

1. ABSTRACT

Die Forschung verglich das aus den Blütenknospen von *Syzygium aromaticum* gewonnene ätherische Öl mit isoliertem Eugenol. Untersucht wurden die chemische Zusammensetzung, die Fähigkeit zur Neutralisierung von Radikalen im Reagenzglas sowie die Aktivität gegen Mikroorganismen und Insekten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Eugenol zwar eine wichtige Rolle spielt, jedoch nicht alle Eigenschaften der pflanzlichen Mischung abdeckt.Die Zusammenfassung der Autoren beschreibt eine experimentelle Laborstudie zum ätherischen Öl von *Syzygium aromaticum*, das durch Wasserdampfdestillation aus 50 Gramm pulverisierten Blütenknospen gewonnen wurde. Die Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung, kurz GC-MS (ein Verfahren zur Trennung und Identifizierung von Molekülen in einem Gemisch), wies 18 Verbindungen nach. Eugenol war mit 79,21 % am stärksten vertreten, gefolgt von Beta-Caryophyllen, Eugenylacetat und Humulen. Im DPPH-Test, der im Reagenzglas die Fähigkeit zur Reaktion mit einem stabilen Radikal misst, wies Eugenol einen niedrigeren IC50-Wert auf als das Öl: 5,60 gegenüber 15,07 Mikrogramm/mL. Ein niedrigerer IC50-Wert bedeutet, dass eine geringere Substanzmenge erforderlich war, um das Testsignal um 50 % zu reduzieren; dies ist kein Beleg für eine krankheitsvorbeugende Wirkung beim Menschen. Gegen auf Platten kultivierte Bakterien und Pilze erzeugte das Öl hingegen größere Hemmhöfe als Eugenol. In Tests am Linsenkäfer *Bruchus lentis* zeigten beide Substanzen dosis- und zeitabhängige Wirkungen; Eugenol erwies sich bei niedrigen Dosierungen als schneller wirksam. Computergestützte Berechnungen schlugen zudem mögliche Mechanismen vor, wie Eugenol mit Radikalen in wässrigen oder lipidhaltigen Medien reagiert. Hierbei handelt es sich um molekulare Vorhersagen, nicht um klinische Nachweise.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Published: November 10, 2026
Updated: November 10, 2026

DOI 10.5281/zenodo.24115111

KEYWORDS

eugenolo principale composto dell'olio di chiodi di garofano
olio essenziale di chiodi di garofano e eugenolo
attività biologica dell'eugenolo
profilo fitochimico dell'olio di garofano
eugenolo attività antimicrobica in vitro
eugenolo attività antiossidante DPPH

MISSION

LIFE Science Hub – Journal of Science entstand mit dem Ziel, wissenschaftliches Wissen zugänglich zu machen, ohne auf methodische Strenge, Qualität der Quellen und Verlässlichkeit der Inhalte zu verzichten. Die Zeitschrift fördert die Verbreitung von Wissen in den Gesundheits-, Ernährungs-, Medizin- und Langlebigkeitswissenschaften und schlägt so eine Brücke zwischen der Welt der Forschung und der Gesellschaft.

Durch Artikel, Übersichtsarbeiten, vertiefende Beiträge und Expertenbeiträge stärkt das Journal die evidenzbasierte Medizin und Wissenschaft, fördert eine korrekte Interpretation wissenschaftlicher Daten und tritt Fehlinformationen entgegen. Jeder Inhalt wird mit dem Ziel entwickelt, die Komplexität der Forschung in verständliche, nützliche und anwendbare Informationen zu übersetzen, wobei die Grundsätze von Genauigkeit, Transparenz und wissenschaftlicher Unabhängigkeit unangetastet bleiben.

Frei von politischen, industriellen und kommerziellen Einflüssen versteht sich die Zeitschrift als maßgeblicher und unabhängiger redaktioneller Raum, der der Förderung der wissenschaftlichen Kultur, der beruflichen Weiterbildung und dem Wachstum des Gesundheitsbewusstseins in der Bevölkerung gewidmet ist.

2. WAS DIESE UNTERSUCHUNG ANALYSIERT HAT

Rahim und Kollegen haben untersucht, ob Eugenol, ein aromatisches Molekül aus der Familie der Phenole, allein für die Aktivitäten verantwortlich ist, die im ätherischen Öl der Blütenknospen von *Syzygium aromaticum* beobachtet wurden. Das ätherische Öl ist eine konzentrierte Mischung aus flüchtigen Substanzen, die aus der Pflanze gewonnen werden; es ist weder mit der als Gewürz verwendeten Knospe noch mit reinem Eugenol identisch.Die Gruppe extrahierte das Öl mittels Wasserdampfdestillation, bei der die flüchtigen Substanzen mit Dampf mitgerissen werden, und maß dessen Zusammensetzung mittels GC-MS. Anschließend verglichen sie das Öl und reines Eugenol in Tests an Molekülen, Bakterien- und Pilzkulturen sowie an erwachsenen Exemplaren von *Bruchus lentis*, einem Insekt, das gelagerte Linsen schädigt. Die Aktivitäten gegen Mikroorganismen und Insekten beziehen sich daher auf nicht-menschliche Versuchsmodelle.Der antioxidative Teil kombinierte den DPPH-Test mit DFT-Berechnungen, der sogenannten Dichtefunktionaltheorie, einer computergestützten Methode, die abschätzt, wie Elektronen und Moleküle reagieren können. Einfach ausgedrückt bewertet das Modell, welche chemischen Schritte plausibel sind, wenn Eugenol auf ein Radikal trifft. Diese Schritte werden nicht direkt im Organismus beobachtet.

3. WELCHE ERGEBNISSE GEHEN AUS DER STUDIE HERVOR

Das unmittelbarste Ergebnis ist, dass das analysierte Öl von Eugenol dominiert wurde, jedoch nicht ausschließlich aus dieser Substanz bestand. Eugenol machte 79,21 % aus; Beta-Caryophyllen, Eugenylacetat und Humulen waren mit 11,60 %, 6,27 % bzw. 1,56 % vertreten. Dieses Profil beschreibt das spezifische Probenmaterial und die angewandte Extraktionsmethode, nicht alle verfügbaren Nelkenöle.In vitro reduzierten Eugenol und das Öl das DPPH-Signal konzentrationsabhängig. Eugenol wies einen IC50-Wert von 5,60 ± 1,91 Mikrogramm/mL auf, verglichen mit 15,07 ± 2,12 für das Öl. Ascorbinsäure und Trolox, die als Referenzsubstanzen dienten, zeigten jedoch niedrigere Werte. Dieser Datenpunkt weist auf eine chemische Reaktivität im Test hin, nicht auf eine nachgewiesene antioxidative Wirkung in menschlichem Gewebe.Bei den Plattentests war das Öl gegen *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus niger* und *Trichoderma* aktiver als das isolierte Eugenol. Bei *S. aureus* betrugen die wachstumsfreien Zonen 31,3 ± 0,5 mm beim Öl und 21,8 ± 0,3 mm bei Eugenol, wobei der Unterschied als signifikant angegeben wurde. Dies deutet darauf hin, dass andere Bestandteile der Mischung zur Wirkung beitragen könnten, identifiziert jedoch nicht mit Sicherheit eine Synergie.Im Modell mit *B. lentis* erhöhten beide Behandlungen die Mortalität und die abweisende Wirkung in Abhängigkeit von Dosis und Zeit. Nach 72 Stunden wies Eugenol eine LC50 von 0,008 Mikrolitern pro Insekt auf, gegenüber 0,021 für das Öl; die LC50 ist die geschätzte Menge, die ausreicht, um bei 50 % der getesteten Insekten eine Mortalität zu verursachen. Dieses Ergebnis ist für den Schutz von Vorräten nützlich, nicht jedoch zur Bewertung der Wirksamkeit oder Sicherheit beim Menschen.

4. WARUM DIESE STUDIE RELEVANT IST

Der Hauptwert der Forschung liegt im direkten Vergleich zwischen einer pflanzlichen Mischung und ihrem vorherrschenden Molekül. Sie zeigt, dass der Beitrag von Eugenol je nach gemessenem Ergebnis variiert: Im DPPH-Test und im Insektenmodell erscheint er besonders relevant, während das vollständige Öl gegen die vier untersuchten Mikroorganismen bessere Ergebnisse lieferte.Diese Unterscheidung vermeidet eine häufige Vereinfachung: Die Aussage, dass ein Molekül am häufigsten vorkommt, bedeutet nicht, dass es allein jede Aktivität der Mischung bestimmt. Minderheitenkomponenten können die Stabilität, die Diffusion in Nährmedien oder die Interaktion mit mikrobiellen Membranen verändern. Dies ist eine mit den Vergleichsdaten konsistente Hypothese, jedoch kein Beweis für den molekularen Mechanismus der Mischung.Die DFT-Berechnungen fügen eine theoretische Ebene hinzu. In wässriger Umgebung schätzen die Autoren, dass ein kleiner Anteil an deprotoniertem Eugenol vor allem durch Elektronentransfer reagieren könnte; in lipidhaltigen Medien prognostizieren sie hingegen eine größere Rolle für den Transfer eines Wasserstoffatoms. Es

handelt sich hierbei um potenzielle chemische Erklärungen, die experimenteller Bestätigungen in komplexeren biologischen Systemen bedürfen.

5. GRENZEN DER STUDIE UND WAS SIE NICHT BEWEIST

Dies ist eine präklinische Laborstudie. Sie umfasste keine menschlichen Teilnehmer, bewertete nicht die Aufnahme der Knospen über die Nahrung und testete das ätherische Öl nicht als Behandlung für Infektionen, Entzündungen oder andere klinische Zustände. Folglich lassen sich daraus keine wirksamen oder sicheren Dosierungen für den Menschen ableiten.Die Hemmhöfe auf der Agarplatte zeigen an, dass das Wachstum spezifischer Mikroorganismen unter den Testbedingungen gehemmt wurde. Dies entspricht nicht einem therapeutischen Effekt bei einer tatsächlichen Infektion, bei der Gewebe, das Immunsystem, der Stoffwechsel, die Verteilung der Substanz sowie mögliche unerwünschte Wirkungen eine Rolle spielen.Auch der DPPH-Test hat eine inhärente Einschränkung: Er misst die Reaktion mit einem künstlichen Radikal in Lösung. Er misst nicht direkt den oxidativen Stress im Organismus. Zudem wurden die Knospen auf dem Markt erworben, und das Öl hängt von der Herkunft des Rohmaterials, der Lagerung und der Extraktion ab. Die Ergebnisse können daher nicht automatisch auf jedes Nelkenprodukt übertragen werden.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGUNGSNACHWEISE

Eine erste Bestätigung der Kette Zusammensetzung chemische Reaktivität liefert Kiki in einer experimentellen Studie zu einem ätherischen Öl, das mittels GC-MS analysiert wurde. Eugenol machte 76,78 % der Mischung aus, und die Probe zeigte im DPPH-Test eine Aktivität mit einem IC50-Wert von 50 Mikrogramm/mL [1]. Der Bezug zur Studie von Rahim und Kollegen ist aufgrund des überwiegenden Anteils an Eugenol und der Art des Tests direkt, doch der abweichende quantitative Wert verdeutlicht, dass die Aktivität je nach Präparat variiert. Die Bestätigung ist moderat und bleibt auf In-vitro-Tests beschränkt.Teles und Kollegen haben in Experimenten an *Staphylococcus aureus* Öl und Eugenol direkt miteinander verglichen. Das Öl, das 53,23 % Eugenol enthielt, wies eine minimale Hemm-Konzentration, kurz MHK (die niedrigste Menge, die das sichtbare Wachstum hemmt), von 50 Mikrogramm/mL auf; für Eugenol lag die MHK bei 250 Mikrogramm/mL [2]. Dieser Wert stützt den Übergang Mischung höhere antibakterielle Aktivität in diesem Modell und stärkt die Hypothese von Wirkungen, die über Eugenol hinausgehen. Er beweist jedoch nicht, dass dieses Phänomen bei allen Bakterien oder bei Patienten auftritt.Xu und Kollegen untersuchten Knospenöl und Eugenol gegen *S. aureus* ATCC 25923, einen standardisierten Bakterienstamm. Beide wiesen eine MHK von 0,625 mg/mL auf, wobei das Öl 76,23 % Eugenol enthielt; die Experimente zeigten zudem Veränderungen der Bakterienmembran und der zellulären Syntheseprozesse [3]. Diese Bestätigung ist direkt in Bezug auf die antibakterielle Aktivität und das eugenolreiche Profil, trennt jedoch nicht endgültig den Anteil der einzelnen Verbindungen in der Mischung.

7. WIDERSPRÜCHLICHE BELEGE

Die Unterschiede zwischen dem vollständigen Öl und Eugenol weisen keine einheitliche Richtung auf. Biernasiuk und Kollegen untersuchten fünf Referenzstämme und 60 klinische Isolate von *Candida*. Öl und Eugenol zeigten überlappende MHK-Bereiche von 0,25–2 mg/mL; bei den 60 Isolaten lag die MHK50 für beide bei 0,5 mg/mL [4]. Dieses Ergebnis bestätigt keine allgemeine Überlegenheit des Öls gegenüber der isolierten Komponente. Es bleibt eine In-vitro-Studie und belegt keine Wirksamkeit bei menschlicher Candidose.In einem anderen Modell verglichen Sempere-Ferre und Kollegen 300 Mikrogramm/mL Eugenol und Öl gegen drei phytopathogene Pilze. Eugenol erwies sich bei allen Arten als aktiver als das Öl und hemmte *Verticillium dahliae* vollständig, obwohl das Öl zu 87,3 % aus Eugenol bestand [5]. Die Diskrepanz deutet darauf hin, dass der Effekt von der Pilzart, der Konzentration und der Zusammensetzung der Mischung abhängt. Dies ist eine Bestätigung für die Kontextabhängigkeit, jedoch kein auf menschliche Infektionen übertragbarer Beweis.Insgesamt deuten die Belege darauf hin, dass Eugenol oft eine wichtige Rolle spielt,

sie erlauben es jedoch nicht, eine allgemeingültige Regel für alle biologischen Aktivitäten des ätherischen Öls aufzustellen.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Vergleich zwischen unabhängigen Studien und der Forschung von Rahim und Kollegen: Alle Daten stammen aus experimentellen Modellen, nicht aus klinischen Studien.

Quadro comparativo

Publikation	Modell und Hauptergebnis	Bezug zur Studie von Rahim et al.	Interpretationsgrenze
Kiki, 2023 [1]	Öl mit 76,78 % Eugenol; DPPH-Aktivität mit IC50 von 50 Mikrogramm/ml.	Bestätigt das eugenolreiche Profil und die Reaktivität im Antiradikal-Test.	In-vitro-Test; Probe und Methode nicht direkt vergleichbar.
Teles et al., 2021 [2]	Gegen S. aureus, Öl-MHK 50 Mikrogramm/ml; Eugenol-MHK 250 Mikrogramm/ml.	Bestätigt, dass das Öl gegen ein Bakterium wirksamer sein kann als isoliertes Eugenol.	Bakterienkultur, keine Infektion beim Menschen.
Xu et al., 2016 [3]	Öl mit 76,23 % Eugenol; MHK von Öl und Eugenol 0,625 mg/ml gegen S. aureus.	Bestätigt die antibakterielle Aktivität und die Beteiligung der mikrobiellen Membran.	Nur ein standardisierter Stamm; begrenzter Vergleich.
Biernasiuk et al., 2023 [4]	Fünf Referenzstämme und 60 Candida-Isolate; ähnliche Aktivität von Öl und Eugenol.	Relativiert die Annahme, dass das Öl immer aktiver ist als die isolierte Komponente.	In-vitro-Studie an Hefen, ohne klinische Ergebnisse.
Sempere-Ferre et al., 2026 [5]	Eugenol aktiver als Öl gegen drei pflanzenpathogene Pilze; vollständige Hemmung einer Spezies.	Zeigt ein gegenteiliges Ergebnis, abhängig vom Pilz und dem Modell.	Pflanzenpilze, keine Erreger menschlicher Krankheiten.

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

REDAKTIONELLES FAZIT

Die Studie von Rahim und Kollegen verglich ein ätherisches Öl von *Syzygium aromaticum* mit Eugenol, seinem Hauptbestandteil. Die analysierte Probe enthielt hauptsächlich Eugenol, aber auch Beta-Caryophyllen, Eugenylacetat und andere Verbindungen. Im Reagenzglas reagierte Eugenol im DPPH-Test wirksamer als das Öl. Bei den Tests gegen Bakterien und Pilze hingegen erzeugte das vollständige Öl größere Hemmhöfe. Bei den Tests an Schadinsekten zeigten beide eine dosis- und zeitabhängige Wirkung, wobei Eugenol bei niedrigen Dosen schneller wirkte. Unabhängige Publikationen bestätigen, dass Eugenol oft vorherrschend und biologisch aktiv ist, zeigen aber auch unterschiedliche Ergebnisse je nach Mikroorganismus, Zubereitung und Konzentration. Die solideste Erkenntnis ist daher die Komplexität des Gemischs: Eugenol ist wichtig, ersetzt aber nicht automatisch das Öl. Alle diese Nachweise sind präklinisch. Sie belegen keine therapeutischen Vorteile, Dosierungen oder die Sicherheit des ätherischen Öls beim Menschen.

Aggiornato al 17/11/2026. Questo contenuto riflette una sintesi divulgativa delle evidenze scientifiche al momento della pubblicazione e non sostituisce il parere medico.

10. TRANSPARENZ UND WISSENSCHAFTLICHE VERANTWORTUNG

Künstliche Intelligenz wurde ausschließlich als Hilfsmittel zur redaktionellen und dokumentarischen Unterstützung eingesetzt. Sämtliche Inhalte, Interpretationen, Literaturangaben und Schlussfolgerungen wurden vom Autor geprüft, überarbeitet und freigegeben, der die volle wissenschaftliche Verantwortung dafür übernimmt.

Das Manuskript wurde zudem vor der Veröffentlichung einem

unabhängigen Peer-Review-Verfahren unterzogen.

Um größtmögliche Transparenz zu gewährleisten, ist die vollständige Chronologie des Artikels, einschließlich der Daten von Einreichung, Überarbeitung, Annahme und Veröffentlichung sowie der Angaben zum Peer-Review-Verfahren, auf der eigenen Seite zur Artikelhistorie verfügbar.

11. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] **In Vitro Antiviral Potential, Antioxidant, and Chemical Composition of Clove (Syzygium aromaticum) Essential Oil**
Kiki et al., 2023
Molecules
DOI: https://doi.org/10.3390/molecules28062421

[2] **GC-MS Characterization of Antibacterial, Antioxidant, and Antitrypanosomal Activity of Syzygium aromaticum Essential Oil and Eugenol**
Teles et al., 2021
Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine
DOI: https://doi.org/10.1155/2021/6663255

[3] **Chemical Composition, Antibacterial Properties and Mechanism of Action of Essential Oil from Clove Buds against Staphylococcus aureus**
Xu et al., 2016
Molecules
DOI: https://doi.org/10.3390/molecules21091194

[4] **Clove Essential Oil and Its Main Constituent, Eugenol, as Potential Natural Antifungals against Candida spp. Alone or in Combination with Other Antimycotics Due to Synergistic Interactions**
Biernasiuk et al., 2022
Molecules
DOI: https://doi.org/10.3390/molecules28010215

[5] **Inhibitory Effects and Mode of Action of Pure Eugenol Versus Clove Essential Oil on Key Phytopathogenic Fungi**
Sempere-Ferre et al., 2026
International Journal of Molecular Sciences
DOI: https://doi.org/10.3390/ijms27115083