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

ORIGINAL RESEARCH
Band 1, Ausgabe 4, November 2026

Ätherisches Öl von Syzygium aromaticum und antimikrobielle Aktivität: Ergebnisse einer Meta-Analyse von 2024

M. Moscati[1]

1 Italy

1. ABSTRACT

Die Publikation untersucht die verfügbaren Belege zur antimikrobiellen Aktivität des ätherischen Öls von Syzygium aromaticum, das reich an Eugenol ist. Sie fasst vor allem Daten zusammen, die im Labor an Bakterien, Pilzen und Parasiten gewonnen wurden, und verdeutlicht die möglichen biologischen Mechanismen sowie die noch bestehende Lücke bis zu einem nachgewiesenen therapeutischen Einsatz beim Menschen.Die Zusammenfassung der Autoren beschreibt das ätherische Öl der Blütenknospen von Syzygium aromaticum als ein Gemisch flüchtiger Substanzen, in dem Eugenol in der Regel die am stärksten vertretene Komponente ist. Die praktische Bedeutung liegt darin, dass die beobachtete Aktivität nicht zwangsläufig von einem einzigen Molekül abhängt: Auch Eugenylacetat, Beta-Caryophyllen und Alpha-Humulen können zum Gesamtergebnis beitragen. Der Übersichtsartikel berichtet von Wirkungen gegen grampositive und gramnegative Bakterien, Hefen, Pilze sowie Giardia lamblia, einen Darm-Protozoen. In vielen Experimenten verlangsamten das Öl oder das Eugenol das mikrobielle Wachstum. Der am häufigsten genannte Mechanismus betrifft die Zellmembran des Mikroorganismus: Lipophile, also fettliebende Substanzen, können deren Funktion beeinträchtigen und den Verlust interner Bestandteile begünstigen. Einige Arbeiten weisen zudem auf eine Verringerung der anfänglichen Biofilmbildung hin, also von mikrobiellen Gemeinschaften, die an Oberflächen haften und schwerer zu kontrollieren sind. Die Autoren betonen jedoch, dass der Großteil der Belege aus Zellkulturen und mikrobiologischen Tests stammt. Diese Daten deuten auf ein biologisches Potenzial hin, belegen jedoch weder die klinische Wirksamkeit noch geeignete Dosierungen oder die therapeutische Sicherheit bei Infektionen des Menschen.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Published: November 15, 2026
Updated: November 15, 2026

DOI 10.5281/zenodo.24256538

KEYWORDS

olio essenziale di Syzygium aromaticum attività antimicrobica
eugenolo attività antimicrobica in vitro
olio di garofano composizione eugenolo
azione antimicrobica del garofano
olio essenziale contro batteri e funghi
eugenolo membrana microbica

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 FORSCHUNG ANALYSIERT HAT

Bei dieser Publikation handelt es sich um eine narrative Übersichtsarbeit, also eine fundierte Zusammenfassung bereits veröffentlichter Studien, und nicht um ein neues Experiment an Patienten. Maggini und Kollegen haben rekonstruiert, was die Forschung über das aus *Syzygium aromaticum* gewonnene ätherische Öl und dessen Bestandteile zeigt. Das Hauptinteresse gilt der Fähigkeit, das Wachstum von Mikroorganismen zu begrenzen, die mit Infektionen beim Menschen in Verbindung stehen.Die Autoren erörtern Bakterien wie *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* und *Porphyromonas gingivalis*; zudem berichten sie über Daten zu *Candida* und *Giardia lamblia*. Die minimale Hemm-Konzentration, kurz MHK (englisch MIC), gibt die geringste Menge an, die das sichtbare Wachstum in einer Kultur verhindert. Dies ist ein nützlicher Messwert für den Vergleich von Laborergebnissen, lässt jedoch keine Rückschlüsse auf eine wirksame oder sichere Dosis im menschlichen Organismus zu.

3. WELCHE ERGEBNISSE GEHEN AUS DER STUDIE HERVOR

Die zentrale biologische Botschaft lautet, dass das ätherische Öl bestimmte Mikroorganismen bei direktem Kontakt hemmen kann. Die vorgeschlagene Erklärung ist vor allem physikalischer Natur: Die lipophilen Moleküle können in die mikrobielle Membran eindringen, deren Funktion stören und das Austreten von Zellmaterial begünstigen.Aus chemischer Sicht wird Eugenol als Hauptbestandteil beschrieben, oft zusammen mit Eugenylacetat, Beta-Caryophyllen und Alpha-Humulen. Die Übersichtsarbeit hebt jedoch hervor, dass sich das Gesamtöl anders verhalten kann als isoliertes Eugenol. Dies deutet auf mögliche Wechselwirkungen zwischen den Komponenten hin, beweist jedoch nicht, dass diese Wechselwirkungen einen klinischen Nutzen haben.Die Ergebnisse variieren je nach Mikrobenart. Gram-negative Bakterien besitzen eine zusätzliche äußere Membran und erweisen sich in verschiedenen Tests als weniger empfindlich. Auch bereits gebildete Biofilme sind in der Regel schwieriger zu reduzieren als die anfängliche Adhäsion. Der nächste Schritt betrifft daher den praktischen Wert dieser Unterschiede.

4. WARUM DIESE STUDIE RELEVANT IST

Die Übersicht ist nützlich, da sie zwei Ebenen unterscheidet, die häufig verwechselt werden: eine im Reagenzglas gemessene antimikrobielle Aktivität und die Heilung einer Infektion. Die experimentellen Ergebnisse machen es plausibel, lokale Formulierungen zu untersuchen, beispielsweise im Mundbereich oder für Oberflächen, sie rechtfertigen jedoch nicht den Ersatz von Antibiotika, Antimykotika oder ärztlichen Beurteilungen.Die Arbeit stellt zudem klar, dass das Profil des Öls nicht fix ist. Destillation, Pflanzensorte und Pflanzenteil können die Anteile der Inhaltsstoffe verändern. Daher ist es nicht korrekt, die MHK eines im Labor analysierten Öls automatisch auf jedes beliebige kommerzielle Produkt oder das in der Küche verwendete Gewürz zu übertragen.

5. GRENZEN DER STUDIE UND WAS SIE NICHT BEWEIST

Die Haupteinschränkung liegt in der Art der untersuchten Evidenz. Die Mehrheit der einbezogenen Arbeiten verwendet kultivierte mikrobielle Stämme, kontrollierte Konzentrationen und kurze Expositionszeiten. Im Organismus können Absorption, Stoffwechsel, Gewebe, Sekrete und das Vorhandensein von organischem Material die beobachtete Aktivität grundlegend verändern.Die Publikation liefert keine ausreichenden klinischen Beweise, um zu behaupten, dass das ätherische Öl Infektionen bei Menschen vorbeugt oder behandelt. Sie definiert weder eine therapeutische Dosierung noch einen geeigneten Verabreichungsweg oder ein für die Selbstmedikation gültiges Sicherheitsprofil. Das konzentrierte ätherische Öl ist nicht mit den als Gewürz verwendeten Knospen gleichzusetzen.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE EVIDENZ

Eine experimentelle Studie von Teles und Kollegen untersuchte den ersten Schritt der Kette, von der Zusammensetzung des Öls bis zur bakteriellen Reaktion. In Kulturen von Staphylococcus aureus, Escherichia coli und Pseudomonas aeruginosa zeigten das Öl und Eugenol eine antibakterielle Wirkung; gegen S. aureus wies das Öl eine MHK von 50 Mikrogramm/mL auf, was niedriger ist als die des

isolierten Eugenols mit 250 Mikrogramm/mL. Dieser Wert steht in direktem Einklang mit der Hypothese eines Beitrags des Phytokomplexes, bleibt jedoch ein In-vitro-Experiment [1].Im oralen Kontext beobachteten Zhang und Kollegen, dass Eugenol und das Öl aus den Blättern von Syzygium aromaticum die Vitalität von Porphyromonas gingivalis reduzierten und die Anfangsphasen des Biofilms störten. Dies stützt den Übergang von der Membran zur mikrobiellen Reaktion, mit direkter Relevanz, jedoch ohne menschliche Teilnehmer und ohne klinische Ergebnisse [2]. Chaieb und Kollegen dokumentierten zudem eine antifungale Aktivität des Öls gegen zahlreiche klinische Candida-Isolate. Die Isolate stammten zwar von Menschen, der Test wurde jedoch außerhalb des Organismus durchgeführt: Die Bestätigung ist daher biologisch relevant, aber nicht therapeutisch [3].

7. WIDERSPRÜCHLICHE NACHWEISE

Somrani und Kollegen bestätigen, dass eugenolreiches Öl *Listeria monocytogenes* und *Salmonella Enteritidis* hemmen kann, zeigen jedoch eine wichtige Einschränkung auf: Die Wirkung auf bereits ausgereifte Biofilme war geringer als die Hemmung der anfänglichen Adhäsion. Nach einer Stunde bei der MHK (minimale Hemm-Konzentration) betrug die Reduktion des vorgeformten Biofilms 30,2 % bei *Listeria* und 20,3 % bei *Salmonella*. Dieses Ergebnis relativiert die Vorstellung einer gleichmäßigen Wirkung auf Biofilme und bezieht sich auf Lebensmittelumgebungen, nicht auf menschliche Infektionen [4].Eine weitere Studie zu *Candida* stellte eine antimykotische Aktivität fest, wies jedoch auch auf eine Zytotoxizität des Öls und des Eugenols gegenüber menschlichen Zelllinien bei Konzentrationen hin, die unter den für einige Stämme berichteten MHK-Werten lagen. Im Modell der *Galleria mellonella*-Larve trat bis zu 10 mg/mL keine akute Toxizität auf, was jedoch nicht mit der Sicherheit beim Menschen gleichzusetzen ist. Die Diskrepanz betrifft somit den Spielraum zwischen antimikrobieller Aktivität und Verträglichkeit [5].Es wurden keine direkt widersprüchlichen Belege von ausreichender Relevanz identifiziert; dies beweist jedoch nicht das Fehlen gegenteiliger Ergebnisse.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Die folgenden Publikationen helfen dabei, die Darstellung der Übersichtsarbeit mit unabhängigen experimentellen Daten zu vergleichen.

Quadro comparativo

Publikation	Modell und Hauptergebnis	Bezug zur Studie	Interpretationsgrenze
Teles et al., 2021 [1]	Kulturen von drei Bakterienarten; Aktivität des Öls und Eugenols, mit höherer Empfindlichkeit von S. aureus.	Direkte Bestätigung der In-vitro-Aktivität und der möglichen Rolle der Mischung.	Keine klinischen Daten.
Zhang et al., 2017 [2]	Porphyromonas gingivalis in vitro; Verringerung des Wachstums und der anfänglichen Biofilmbildung.	Direkte Bestätigung bei einem oralen Krankheitserreger.	Keine Bewertung von Patienten oder Parodontitis.
Chaieb et al., 2007 [3]	Im Labor untersuchte klinische Candida-Isolate; antimykotische Aktivität des Öls.	Direkte Bestätigung der antimykotischen Plausibilität.	Menschliche Isolate entsprechen nicht einer Behandlung am Menschen.
Somrani et al., 2022 [4]	Listeria und Salmonella; starke Wirkung auf die Adhäsion, begrenztere Wirkung auf reife Biofilme.	Relativiert das Ausmaß der Anti-Biofilm-Wirkung.	Lebensmittelumgebung, nicht klinisch.
Vasconcelos et al., 2024 [5]	Candida, menschliche Zelllinien und Larven; antimykotische Aktivität mit Anzeichen von Zellzytotoxizität.	Hebt das kritische Verhältnis zwischen experimenteller Wirksamkeit und Sicherheit hervor.	Präklinische Modelle ohne klinische Erprobung.

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

REDAKTIONELLES FAZIT

Die Übersichtsarbeit von Maggini und Kollegen beschreibt das ätherische Öl von Syzygium aromaticum als eine eugenolreiche Mischung mit antimikrobiellen Aktivitäten, die vor allem unter Laborbedingungen beobachtet wurden. Die gesammelten Daten deuten auf eine direkte Wirkung auf die Membranen bestimmter Bakterien, Pilze und Protozoen hin. Unabhängige Studien bestätigen, dass das Öl oder Eugenol das mikrobielle Wachstum hemmen und die anfängliche Anhaftung einiger Biofilme stören kann. Die Wirkung ist jedoch nicht bei jeder Spezies, Formulierung oder Biofilm-Phase identisch. Zudem können Konzentrationen, die gegen Mikroorganismen wirksam sind, auch für die Verträglichkeit menschlicher Zellen von Bedeutung sein. Die Gesamtheit der Belege stützt daher eine biologische Plausibilität und das Interesse an weiteren kontrollierten Formulierungen, stellt jedoch keinen bereits nachgewiesenen therapeutischen Einsatz dar. Das Lebensmittelgewürz, das ätherische Öl und gereinigtes Eugenol stellen unterschiedliche Expositionsformen dar. Für die Anwendung bei Infektionen bleibt eine klinische Bewertung unerlässlich.

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] **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

[2] **Antibacterial and antibiofilm activities of eugenol from essential oil of Syzygium aromaticum (L.) Merr. & L. M. Perry (clove) leaf against periodontal pathogen Porphyromonas gingivalis**
Zhang et al., 2017
Microbial Pathogenesis
DOI: https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.10.054

[3] **Antioxidant properties of the essential oil of Eugenia caryophyllata and its antifungal activity against a large number of clinical Candida species**
Chaieb et al., 2007
Mycoses
DOI: https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2007.01391.x

[4] **Antibacterial and antibiofilm activity of essential oil of clove against Listeria monocytogenes and Salmonella Enteritidis**
Somrani et al., 2022
Food Science and Technology International
DOI: https://doi.org/10.1177/10820132211013273

[5] **Syzygium aromaticum essential oil and its major constituents: Assessment of activity against Candida spp. and toxicity**
Vasconcelos et al., 2024
PLOS ONE
DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305405