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

ORIGINAL RESEARCH
Band 1, Ausgabe 4, November 2026

Zimtaldehyd und Eugenol gegen Candida: In-vitro-Studie

Dr. A. Colonnese[1], R. Panzironi[2]

1 Nutrition Biologist, Latina, Italy
2 Independent Researcher, Latina, Italy

1. ABSTRACT

Eine Laborstudie hat fünf Bestandteile ätherischer Öle gegen 18 Candida-Stämme untersucht. Zimtaldehyd und Eugenol erwiesen sich als am wirksamsten; gemeinsam ermöglichten sie eine Reduzierung der Konzentrationen, die zur Hemmung des Wachstums erforderlich sind. Die Daten beziehen sich jedoch auf Pilzkulturen, nicht auf Menschen mit Candidose.Die Zusammenfassung der Autoren beschreibt ein Experiment an 18 vaginalen Candida-Stämmen: 15 Candida albicans, zwei Candida glabrata und ein Candida lusitaniae. Die Forscher untersuchten, ob fünf natürliche Verbindungen die Hefepilze in der Kultur verlangsamten oder abtöteten. Zimtaldehyd und Eugenol hemmten alle untersuchten Stämme. Zimtaldehyd wies eine mittlere minimale Hemm-Konzentration von 50,05 mg/L auf, Eugenol von 455,42 mg/L. Die minimale Hemm-Konzentration, oder MHK, ist die niedrigste Menge, die unter Laborbedingungen ein sichtbares Wachstum verhindert. Im Zeit-Abtötungs-Test eliminierte Eugenol die lebensfähigen Zellen des ausgewählten Stammes innerhalb einer Stunde und Zimtaldehyd innerhalb von vier Stunden. Die Kombination erzielte einen FICI-Index von 0,625, was auf einen additiven Effekt hindeutet: Die beiden Moleküle behielten ihre Aktivität bei niedrigeren Dosen bei, als sie einzeln erforderlich wären. Die Mischung eliminierte die lebensfähigen Zellen im getesteten Modell innerhalb von 90 Minuten. Diese Ergebnisse deuten auf ein experimentelles antimykotisches Potenzial hin, belegen jedoch weder Wirksamkeit, Dosierung, Sicherheit noch den therapeutischen Nutzen bei menschlicher Candidose.

VIDEO ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Received: November 5, 2026
Revised: November 5, 2026
Accepted: November 5, 2026
Published: November 2026

DOI 10.5281/zenodo.placeholder

KEYWORDS

miscela cinnamaldeide eugenolo Candida in vitro
cinnamaldeide e eugenolo antifungini
Candida e oli essenziali
attività antifungina cinnamaldeide
eugenolo contro Candida
sinergia cinnamaldeide eugenolo

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

Die Studie von Saracino und Kollegen aus dem Jahr 2022 untersuchte, ob reine Bestandteile ätherischer Öle das Wachstum von Hefepilzen der Gattung *Candida* hemmen können. Konkret wurden Moleküle verglichen, die in verschiedenen Pflanzen vorkommen, und nicht etwa handelsüblicher Zimt, Gewürzpulver oder ein vollständiger Extrakt. Analysiert wurden Zimtaldehyd, Eugenol, Alpha-Pinen, Limonen und Eukalyptol anhand klinischer Vaginalstämme aus einer mikrobiologischen Sammlung.Die Forscher verwendeten den Plattendiffusionstest, die Mikrodilutionsmethode, Zeit-Abtötungskurven und den Checkerboard-Test. Letzterer setzt zahlreiche Konzentrationen zweier Substanzen in Beziehung, um festzustellen, ob ihre Kombination synergistisch, additiv, indifferent oder antagonistisch wirkt. Zudem wurde die Wirkung auf *Lactobacillus acidophilus* überprüft, ein Bakterium, das hier als Modell für einen potenziell schützenden Mikroorganismus diente. Der nächste Schritt bestand darin, nicht nur die Wachstumshemmung, sondern auch die Geschwindigkeit der Abtötung der Pilzzellen zu bewerten.

3. WELCHE ERGEBNISSE LIEFERT DIE STUDIE

Das Hauptergebnis ist, dass Zimtaldehyd und Eugenol die aktivsten Verbindungen im untersuchten System waren. Beide hemmten alle 18 Stämme. Für Zimtaldehyd betrug die durchschnittliche wachstumsfreie Zone um die Scheibe 69 mm, die mittlere MHK 50,05 mg/L und die minimale fungizide Konzentration, oder MFC, 109,26 mg/L. Die MFC gibt die Menge an, die erforderlich ist, um im anschließenden Test kein Pilzwachstum mehr festzustellen. Für Eugenol lagen die Durchschnittswerte bei 35,2 mm, 455,42 mg/L und 690,09 mg/L.Bei dem für den Zeitverlaufstest ausgewählten Stamm von *Candida albicans* eliminierte Eugenol die lebensfähigen Zellen innerhalb einer Stunde und Zimtaldehyd innerhalb von vier Stunden. Zusammen ergaben 20,48 mg/L Zimtaldehyd und 41,40 mg/L Eugenol einen FICI von 0,625. Da ein FICI zwischen 0,5 und 1 auf eine Additivität hinweist, zeigt der Wert, dass die Dosen im Modell reduziert werden konnten, während die Hemmwirkung erhalten blieb. Eine Synergie im engeren Sinne, die von den Autoren als ein FICI von 0,5 oder weniger definiert wird, konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Alpha-Pinen wies eine geringere Aktivität auf; Limonen und Eukalyptol lieferten keine vergleichbaren Ergebnisse.

4. WARUM DIESE STUDIE RELEVANT IST

Die Forschung ist relevant, da sie eine präzise experimentelle Fragestellung adressiert: Können mehrere aromatische Komponenten eine andere antimykotische Wirkung aufweisen als isolierte Substanzen? Die Antwort beschränkt sich hier auf Kulturen: Die Kombination aus Zimtaldehyd und Eugenol zeigte einen additiven Effekt gegen den im Kombinationstest verwendeten Stamm. Dies stützt die Annahme, dass die chemische Zusammensetzung einer Mischung eine Rolle spielen kann, ohne dass dies jedoch als Nachweis für eine Behandlungsmethode dient.Diese Erkenntnis lässt sich mit einem möglichen biologischen Prozess in Verbindung bringen: Wenn die Membran der Hefe ihre Integrität verliert oder sich die Verfügbarkeit von Ergosterin – einem essenziellen Molekül für die Struktur der Pilzmembran – verändert, kann die Zelle interne Bestandteile verlieren und sich nicht mehr vermehren. Unabhängige Studien haben diesen Vorgang an *Candida*-Modellen untersucht [1]. Es bleibt jedoch notwendig, zwischen einem im Reagenzglas gemessenen Signal und einer Wirkung in menschlichem Gewebe zu unterscheiden, wo Absorption, Stoffwechsel, lokale Reizungen und die Immunantwort den Kontext grundlegend verändern.

5. GRENZEN DER STUDIE UND WAS SIE NICHT BEWEIST

Dies ist eine *in vitro*-Studie, das heißt, sie wurde an im Labor kultivierten Mikroorganismen durchgeführt. Sie schließt keine Menschen ein, vergleicht keine Therapie mit einem Placebo und misst weder Heilung, Rückfälle, Symptome noch klinische Sicherheit. Daher lässt sie nicht den Schluss zu, dass die Mischung intestinale, vaginale, orale oder invasive Candidosen verhindert oder heilt.Der Kombinationstest wurde am Stamm 15 von *Candida albicans* durchgeführt; es handelt sich also nicht um

einen identischen Nachweis für alle Arten und Stämme. Zudem wurden die Tests in Duplikaten durchgeführt, was die Präzision der Schätzungen einschränkt. Das Ausbleiben einer Wirkung auf *Lactobacillus acidophilus* bei den getesteten Konzentrationen ist ein positives vorläufiges Signal im Modell, jedoch kein Beweis für eine Selektivität im menschlichen Mikrobiota. Schließlich war die Wirkung der Mischung additiv und nicht synergistisch: Diese Begriffe als gleichwertig zu verwenden, würde das Ergebnis stärker darstellen, als es von den Autoren berichtet wurde.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGUNGSNACHWEISE

Ein erster Aspekt betrifft die Pilzmembran. Khan und Kollegen untersuchten in vitro einen Stamm von *Candida albicans* mittels Elektronenmikroskopie, Durchflusszytometrie und biochemischen Tests. Zimtaldehyd und Eugenol schädigten die Zellwand und die Membran und reduzierten bei der Hälfte ihrer jeweiligen MHK die Ergosterin-Biosynthese um 67,41 % bzw. 76,23 %. Das Ergebnis stützt den von Saracino postulierten Übergang von der molekularen Exposition zum Verlust der Zellintegrität; die Bestätigung ist mechanistischer Natur und moderat, basiert jedoch auf einem einzelnen Stamm und nicht auf einem menschlichen Organismus [1].Eine zweite Studie untersuchte zwei Stämme von *Candida albicans*, einschließlich bereits gebildeter Biofilme, also anhaftender mikrobieller Gemeinschaften, die schwerer zu kontrollieren sind. Eugenol und Zimtaldehyd reduzierten den Biofilm und zeigten günstige Wechselwirkungen mit Fluconazol; die FICI-Werte gegen Biofilme variierten in spezifischen Vergleichen bis zu 0,14 für Eugenol und 0,312 für Zimtaldehyd. Dies verifiziert zwar nicht dieselbe Mischung wie in der Hauptstudie, bestätigt jedoch, dass beide Moleküle unter komplexeren experimentellen Bedingungen aktiv bleiben können. Die Einschränkung liegt im Fehlen klinischer Daten [2].Alves und Kollegen bewerteten anschließend Zimtaldehyd gegen mehrere *Candida*-Arten, multispezifische Biofilme und menschliche Zellkulturen. Sie beobachteten eine fungizide und antibiofilmwirksame Aktivität;
Computersimulationen deuteten auf mögliche Wechselwirkungen mit Proteinen hin, die an der Membran beteiligt sind. Dieser Nachweis ist für die Assoziation mit Eugenol indirekt: Das molekulare Docking zeigt lediglich an, dass ein Molekül in eine Proteinregion passen könnte, beweist jedoch nicht, dass die Bindung im Organismus tatsächlich stattfindet. Das Bestätigungsniveau bleibt daher experimentell [3].

7. WIDERSPRÜCHLICHE BELEGE

Die Ergebnisse sind nicht bei allen Arten, Kombinationen und Modellen einheitlich. De Sousa und Kollegen untersuchten 24 Stämme von *Candida auris* in vitro. Eugenol und Zimtaldehyd zeigten eine fungizide Wirkung, doch die Kombination mit Itraconazol erwies sich entweder als antagonistisch oder zeigte keine erkennbare Wechselwirkung. Zudem war Zimtaldehyd in den Konzentrationen, die gegen den Hefepilz wirksam waren, für Vero-Zelllinien zytotoxisch, während dies bei Eugenol im selben System nicht der Fall war. Dies widerlegt nicht den von Saracino und Kollegen beobachteten additiven Effekt, zeigt jedoch, dass die Reaktion von der jeweiligen Wirkstoffkombination, der Pilzart und dem Zellmodell abhängt [4].In einer späteren Studie an Biofilmen von *Candidozyma auris* reduzierten Eugenol und Zimtaldehyd die Biomasse bei den meisten klinischen Isolaten, doch die metabolische Aktivität nahm bei der Mehrheit der Isolate während der Behandlung zu. Die Autoren vermuteten, ohne dies jedoch endgültig zu beweisen, eine Heteroresistenz, also das Vorhandensein von Zelluntergruppen mit unterschiedlicher Empfindlichkeit. Diese Erkenntnis mahnt dazu, eine Reduzierung der Biomasse nicht mit einer vollständigen Inaktivierung des Biofilms gleichzusetzen. Es wurden keine direkt widersprüchlichen Belege gefunden, die hinreichend relevant für dieselbe Zimtaldehyd-Eugenol-Mischung gegen dieselben Stämme wären; dies beweist jedoch nicht das Fehlen gegenteiliger Ergebnisse [5].

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Unabhängige Studien, die dazu dienen, die experimentellen Ergebnisse der Hauptforschung in einen Kontext zu setzen.

Quadro comparativo

Publikation	Modell und Hauptergebnis	Bezug zur Hauptstudie	Interpretative Einschränkung
Khan et al., 2013 [1]	Ein Candida albicans-Stamm; Reduktion von Ergosterin und Membranschädigung.	Bestätigt den möglichen zellulären Wirkmechanismus des Antimykotikums.	Nur ein Stamm, keine klinischen Daten.
Khan und Ahmad, 2012 [2]	Zwei Candida albicans-Stämme in Biofilmen; Anti-Biofilm-Aktivität und günstige Wechselwirkungen mit Fluconazol.	Bestätigt die experimentelle Aktivität der beiden Verbindungen in einem komplexeren Modell.	Testet nicht dieselbe Zimtaldehyd-Eugenol-Mischung.
Alves et al., 2020 [3]	Candida spp., Biofilme und kultivierte menschliche Zellen; fungizide und Anti-Biofilm-Aktivität von Zimtaldehyd.	Unterstützt die Aktivität von Zimtaldehyd und Hypothesen zur Membranwirkung.	Eugenol wurde nicht als Bestandteil derselben Mischung bewertet.
De Sousa et al., 2025 [4]	Vierundzwanzig Candida auris-Stämme; antagonistische oder fehlende Wechselwirkungen mit Itraconazol.	Zeigt, dass das Ergebnis je nach Spezies und assoziiertem Medikament variiert.	Untersucht nicht die Kombination Zimtaldehyd-Eugenol.
De Sousa et al., 2026 [5]	Biofilme von Candidozyma auris; reduzierte Biomasse, aber oft erhöhte metabolische Aktivität.	Relativiert die Interpretation reiner Biofilm-Daten.	Anzahl der Isolate in der konsultierten Zusammenfassung nicht angegeben; keine klinischen Daten.

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

REDAKTIONELLES FAZIT

Die Studie von Saracino und Kollegen aus dem Jahr 2022 zeigt, dass Zimtaldehyd und Eugenol *Candida* -Stämme in Kulturen hemmen können und dass die Kombination bei dem für den Kombinations-Test gewählten Stamm einen additiven Effekt aufweist. Dies bedeutet, dass die Substanzen bei geringeren Konzentrationen wirksam blieben, als dies bei einer Einzelanwendung erforderlich wäre; es bedeutet jedoch nicht, dass sie eine Heilung beim Menschen bewiesen haben. Unabhängige Belege machen eine Beteiligung der Pilzmembran und von Ergosterin plausibel und bestätigen die Aktivität auch in einigen Biofilm-Modellen. Gleichzeitig deuten Studien zu *Candida auris* darauf hin, dass das Ergebnis je nach Spezies, Biofilm, kombiniertem Wirkstoff und dem zur Toxizitätsbewertung verwendeten Zelltyp variieren kann. Die wissenschaftlich fundierteste Schlussfolgerung lautet daher, dass die Mischung weitere präklinische Forschung mit definierten Formulierungen sowie Studien zur Sicherheit und klinischen Wirksamkeit verdient, jedoch keine etablierten Diagnosen oder antimykotischen Therapien ersetzen kann.

Aggiornato al 05/11/2026. 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] **Phenyl aldehyde and propanoids exert multiple sites of action towards cell membrane and cell wall targeting ergosterol in Candida albicans**
Khan et al., 2013
AMB Express
DOI: https://doi.org/10.1186/2191-0855-3-54

[2] **Antibiofilm activity of certain phytocompounds and their synergy with fluconazole against Candida albicans biofilms**
Khan et al., 2012
Journal of Antimicrobial Chemotherapy
DOI: https://doi.org/10.1093/jac/dkr512

[3] **Docking Prediction, Antifungal Activity, Anti-Biofilm Effects on Candida spp., and Toxicity against Human Cells of Cinnamaldehyde**
da Nóbrega Alves et al., 2020
Molecules
DOI: https://doi.org/10.3390/molecules25245969

[4] **Natural products eugenol and cinnamaldehyde as potential therapeutic alternatives against Candida auris infections**
de Sousa et al., 2025
Journal of Applied Microbiology
DOI: https://doi.org/10.1093/jambio/lxaf197

[5] **In vitro performance of eugenol and cinnamaldehyde on biofilms produced by Candidozyma auris**
Silva Marques de Sousa et al., 2026
Biofouling
DOI: https://doi.org/10.1080/08927014.2026.2613950