



Eugenol in Gewürznelken: Warum es das entscheidende chemische Molekül ist

Dr. A. Colonnese¹, R. Panzironi²

¹ Nutrition Biologist, Latina, Italy

² Independent Researcher, Latina, Italy

1. ABSTRACT

Eugenol verleiht Gewürznelken einen Großteil ihres Aromas und ihrer chemischen Signatur. Es handelt sich um ein natürliches Molekül, das zu den phenolischen Verbindungen gehört – pflanzliche Substanzen, die in Labortests aktiv sind. Aufgrund dieser Rolle verwenden viele Studien Eugenol, um das phytochemische Profil, also die für die Pflanze typischen Substanzen, zu beschreiben. Die Forschung untersucht zudem den flüchtigen Anteil, also den Teil des Gewürzes, der leicht verdampft. Dabei wird das ganze Gewürz mit den daraus gewonnenen Konzentraten verglichen. Zu diesen Produkten gehört das ätherische Öl, eine Mischung, die reich an den in der Pflanze enthaltenen flüchtigen Verbindungen ist. Die Kenntnis dieses Moleküls hilft dabei, Daten korrekt zu interpretieren, ohne ihm klinische Wirkungen zuzuschreiben, die noch nicht bewiesen sind. In diesem Artikel werden wir sehen, warum es wichtig ist, wo es vorkommt und welche Rolle es in den verschiedenen Formen spielt. Wir werden auch die Grenzen der wissenschaftlichen Belege betrachten, die uns heute vorliegen. Hier sind zusammenfassend die wichtigsten Punkte, die wir in den folgenden Abschnitten vertiefen werden:

- Chemische Identität von Eugenol und seine Rolle in Gewürznelken
- Unterschied zwischen ganzem Gewürz, Extrakt und ätherischem Öl
- Warum der flüchtige Anteil mehr Eugenol enthält
- Was die Daten zur biologischen Aktivität und zu oxidativem Stress aussagen
- Grenzen der Belege und Vorsicht bei deren Interpretation

VIDEO ARTICLE



ARTICLE INFORMATION

Received: October 21, 2026

Revised: October 21, 2026

Accepted: October 21, 2026

Published: October 2026

DOI 10.5281/zenodo.placeholder

KEYWORDS

eugenolo
olio essenziale di chiodi di garofano
composto fenolico
profilo fitochimico
attività biologica
principale costituente

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 IST EUGENOL IN GEWÜRZNELKEN UND WARUM IST ES WICHTIG?

In Gewürznelken bezeichnet Eugenol ein pflanzliches Molekül, das zum Aroma beiträgt. Es gehört zu den phenolischen Verbindungen (Moleküle mit einer spezifischen chemischen Struktur). Diese Definition vereint drei Aspekte: Chemie, Geruch und gesundheitliches Interesse. Eine Substanz kann nämlich sowohl für das Aroma sorgen als auch mögliche biologische Wirkungen entfalten. In diesem Rahmen garantiert Eugenol allein keinen gesundheitlichen Nutzen. Es bleibt jedoch die wichtigste aromatische Verbindung der Gewürznelken. Das Gewürz bietet daher ein nützliches Modell zur Untersuchung von Aroma und chemischer Zusammensetzung. Diese Rolle erklärt das Interesse der Forschung an Eugenol. Studien nutzen es, um das Gewürz und sein phytochemisches Profil (die Gesamtheit seiner Verbindungen) zu beschreiben. Die Untersuchung von Eugenol hilft daher, das phytochemische Profil des Gewürzes zu verstehen. Gewürznelken enthalten jedoch auch viele andere Verbindungen. Sein hoher Anteil macht es zu einer Referenz für die Bewertung des Gewürzes und seiner Bestandteile. Einige Punkte helfen dabei, diese Rolle besser zu verstehen:

- Es erklärt, warum Eugenol den aromatischen Teil des Gewürzes dominiert.
- Es hilft, das ganze Gewürz von seinem ätherischen Öl zu unterscheiden.
- Es zeigt, wie das Molekül dabei hilft, wissenschaftliche Daten zu interpretieren.
- Es verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Aroma, Zusammensetzung und biologischer Aktivität.

Bevor wir ins Detail gehen, muss geklärt werden, warum Eugenol ein Schlüsselmolekül ist. Auch seine chemische Familie hilft dabei, Gewürznelken besser zu verstehen. Die folgenden Abschnitte beginnen mit der Definition und bewerten seine Bedeutung in diesem Gewürz. Anschließend wird erläutert, wie die Daten korrekt zu interpretieren sind.

2.1 Was ist Eugenol und welcher Familie gehört es an?

Eugenol ist ein aromatisches Molekül, also ein pflanzlicher Stoff, der zum Geruch eines Lebensmittels beiträgt. Es gehört zu den phenolischen Verbindungen (Moleküle mit einer spezifischen chemischen Struktur). Diese Familie hilft dabei, seine Rolle in Gewürznelken zu verstehen. Die Verbindung verleiht dem Gewürz einen Teil seines typischen Geruchs. Zudem hilft sie dabei, dessen phytochemisches Profil zu entschlüsseln. Seine Struktur allein beweist jedoch noch keine klinische Wirkung beim Menschen. Zuerst wird die Rolle in der Pflanze untersucht, dann werden die möglichen biologischen Wirkungen bewertet. Ein Leitfaden der Weltgesundheitsorganisation zu Aromastoffen berücksichtigt Eugenol im Rahmen der Normen und der Sicherheit [1]. Eine historische Übersichtsarbeit (Review) beschreibt es als eine phenolische Verbindung, die in ätherischen Ölen weit verbreitet ist. Dieselbe Quelle berichtet auch über verschiedene bereits bekannte Anwendungen [2]. Diese Daten erklären, warum es so intensiv erforscht wird, beweisen jedoch nicht, dass es Krankheiten heilen kann. Zudem kann die Lebensmittelmatrix (die Gesamtheit der Bestandteile eines Lebensmittels) die Ergebnisse stark beeinflussen.

2.2 Warum Eugenol der Hauptbestandteil von Gewürznelken ist

In Gewürznelken ist Eugenol der Hauptbestandteil der flüchtigen Fraktion. Dies ist der Teil, der das Aroma erzeugt und am leichtesten freigesetzt wird. Bei der Analyse des ätherischen Öls wird Eugenol daher zum wichtigsten Referenzpunkt des phytochemischen Profils. Sein chemisches Gewicht trägt dazu bei, die so ausgeprägte olfaktorische Identität des Gewürzes zu erklären. Aus diesem Grund wird es bei Produktanalysen häufig als Marker verwendet. Eine Synthesequelle berichtet, dass Eugenol 70 % bis 90 % des Gewürznelkenöls ausmacht [3]. Eine weitere Übersichtsarbeit bestätigt, dass es der größte flüchtige Bestandteil des ätherischen Gewürznelkenöls ist [4]. Diese Daten sind fundiert, erfordern jedoch Vorsicht. Sie beziehen sich vor allem auf ein konzentriertes Präparat und nicht auf das Gewürz als ganzes Lebensmittel. Das Ergebnis verdeutlicht somit das



chemische Gewicht der verschiedenen Komponenten. Es erlaubt jedoch nicht, allein aus den Zusammensetzungsdaten direkte Schlussfolgerungen für die Gesundheit zu ziehen.

2.3 Wo sich Eugenol im Gewürz tatsächlich konzentriert

Die Menge an Eugenol variiert je nach Darreichungsform der Gewürznelken. Das Molekül findet sich vor allem im flüchtigen Anteil und im ätherischen Nelkenöl. Letzteres ist eine hochkonzentrierte aromatische Fraktion. Im ganzen Gewürz verringern die anderen Bestandteile des Lebensmittels das Gewicht der einzelnen Verbindung. Ein konzentrierter Extrakt entspricht daher nicht dem in der Küche verwendeten Gewürz. Er kann jedoch denselben Stoff enthalten. Eine kleine Crossover-Studie umfasste 10 gesunde, nicht rauchende Männer. Bei dieser Art von Studie erhält jeder Teilnehmer die verschiedenen Behandlungen. Die Forscher verwendeten 7 Tage lang 150 mg der Verbindung oder ein Placebo pro Tag [5]. In einer Untersuchung an menschlichen Neutrophilen und Keratinozyten wurde das Molekül aus dem Gewürz isoliert [6]. Neutrophile und Keratinozyten sind Zellen des Immunsystems bzw. der Haut. Die verwendete Form kann daher beeinflussen, was die Wissenschaftler beobachten. Reine Dosen und isolierte Zellen helfen der Forschung, bilden aber nicht den normalen Verzehr über die Nahrung ab.

2.4 Warum Eugenol das Aroma und die Wahrnehmung des Gewürzes bestimmt

Eugenol trägt entscheidend zum warmen, intensiven und unverwechselbaren Aroma von Gewürznelken bei. Dieser Aspekt ist nicht nur sensorischer Natur: Er hilft zu verstehen, warum das Molekül auch in der wissenschaftlichen Betrachtung des Gewürzes zu einer Referenzgröße geworden ist. In ganzen Gewürznelken ist Eugenol an andere ähnliche Moleküle gebunden. Zusammen bilden sie den flüchtigen Anteil, den die Nase als Erstes wahrnimmt. Dieser flüchtige Anteil ist derselbe, den Wissenschaftler in Laboren messen. Wenn eine Verbindung den charakteristischen Geruch eines Lebensmittels dominiert, wird es einfacher, sie mit ihrer chemischen Identität zu verknüpfen. Es wird zudem einfacher, sie als Schlüssel zur Interpretation

des phytochemischen Profils zu nutzen. Aus diesem Grund taucht Eugenol häufig in den Zusammensetzungstabellen von Studien auf. Die Autoren führen es als Erstes an, gerade wegen seines aromatischen und chemischen Gewichts. Die Einschränkung bleibt jedoch grundlegend: Ein intensives Aroma allein entspricht nicht automatisch einer bedeutenden biologischen Wirkung. Zwei Gewürze können einen ähnlichen Geruch, aber eine sehr unterschiedliche Chemie aufweisen. Eugenol dient als Orientierungshilfe bei der Analyse des Gewürzes, da es Chemie und Wahrnehmung in einem einzigen Datenpunkt vereint. Der Übergang zur biologischen Aktivität erfordert jedoch immer Kontext, Dosierung und die Art der Zubereitung. Ohne diese Elemente reicht das Aroma allein nicht aus, um eine tatsächliche Wirkung auf den Organismus zu erklären.

2.5 Wie man Eugenol in wissenschaftlichen Daten liest, ohne zu stark zu vereinfachen

In Studien zu Gewürznelken erklärt Eugenol nicht immer allein den beobachteten Effekt. Seine starke Präsenz deutet auf eine wichtige Rolle bei der biologischen Aktivität (Wirkungen auf Zellen und Gewebe) hin. Dennoch spielen auch die Matrix, die Art des Produkts und die Studienmethode eine Rolle. Die Verbindung ist daher ein guter chemischer Marker, erklärt jedoch nicht jedes Ergebnis. Man muss zwischen der Zusammensetzung, den Hypothesen zu den Wirkmechanismen und den tatsächlichen Effekten beim Menschen unterscheiden. Ein Review zum antioxidativen und entzündungshemmenden Profil führt Studien auf, die sich diesen Eigenschaften widmen [7]. Eine Ex-vivo-Arbeit (an isolierten Zellen) zeigt antioxidative und entzündungshemmende Wirkungen. Die Forscher beobachteten diese in mononukleären Zellen von Patienten [8]. Es handelt sich jedoch nicht um eine klinische Ernährungsstudie. Die experimentellen Daten sind daher weit von der täglichen Anwendung entfernt. Diese Distanz schränkt die Schlussfolgerungen ein, die wir über die tatsächlichen Auswirkungen auf Menschen im Alltag ziehen können. Eine korrekte Interpretation erkennt die mögliche Rolle von Eugenol an, ohne über die verfügbaren Beweise hinauszugehen.



3. EUGENOL IM GEWÜRZ UND IM ÄTHERISCHEN ÖL: WAS SICH WIRKLICH ÄNDERT

Wenn es um Eugenol geht, spielt auch die verwendete Form eine Rolle. Das ganze Gewürz bewahrt Ballaststoffe und andere Substanzen des Pflanzengewebes. Ein konzentrierter Extrakt oder ein ätherisches Öl hingegen bündelt viele aromatische Verbindungen. Dadurch verändern sich das phytochemische Profil (die Gesamtheit der Pflanzenstoffe), das Aroma und die Interpretation der Daten. Dasselbe Molekül hat daher in der Küche eine andere Bedeutung als in konzentrierten Produkten. Über das Molekül zu sprechen, ohne das Produkt zu nennen, kann zu Verwirrung führen. Es besteht die Gefahr, chemische, sensorische und anwendungsbezogene Aspekte miteinander zu vermischen. Der Vergleich zwischen Gewürz, ätherischem Öl und anderen Konzentraten vermeidet diesen Fehler. Die folgenden Abschnitte erläutern, wie diese Formen zu bewerten sind, ohne voreilige Schlüsse zu ziehen. Die folgenden Abschnitte klären drei Aspekte: wie viel Wirkstoff die verschiedenen Formen enthalten, was die flüchtige Fraktion angibt und warum sich die biologische Wirkung unterscheiden kann:

- Ätherisches Öl enthält deutlich mehr Eugenol als das ganze Gewürz.
- Die flüchtige Fraktion macht einen Großteil des Aromas aus und ist leichter zu messen.
- Die tatsächliche Exposition variiert je nach verwendeter Form und Dosis.
- Biologische Daten müssen vom normalen kulinarischen Gebrauch des Gewürzes unterschieden werden.

Die verschiedenen Anwendungsformen haben ein unterschiedliches chemisches Gewicht und erfordern daher eine differenzierte Betrachtung. Bevor man über Bioaktivität (Wirkung auf Zellen oder Gewebe) spricht, muss man zwischen dem ganzen Gewürz, ätherischem Öl und konzentrierten Präparaten unterscheiden.

3.1 Unterschied zwischen ganzem Gewürz und Nelkenextrakt

Das ganze Gewürz und der Extrakt sind nicht identisch, auch wenn sie von derselben Pflanze stammen. Ersteres bewahrt Ballaststoffe und andere Substanzen, die im Pflanzengewebe verteilt sind. Der Extrakt hingegen sammelt einen ausgewählten Teil der phenolischen Verbindungen (pflanzliche Substanzen mit einer bestimmten chemischen Struktur). Zu diesen gehört auch Eugenol. Dieser Unterschied verändert das phytochemische Profil und die Bedeutung der erhobenen Daten. Ein Ergebnis, das mit einem Konzentrat erzielt wurde, lässt sich nicht automatisch auf das täglich verwendete Gewürz übertragen. Es gibt daher keine Form, die immer „besser“ ist. Der chemische und der ernährungsphysiologische Kontext sind unterschiedlich. Die Übersichtsarbeit von Pramod, Kannissery; Ansari, Shahid H.; Ali, Javed liefert einen präzisen Hinweis. Dieses Molekül ist der Hauptbestandteil des Nelkenöls, nicht des Gewürzes im Allgemeinen [9]. Diese Tatsache erklärt, warum viele Studien konzentrierte Formen verwenden. Diese Nachweise beschreiben jedoch ein dichteres und selektiveres Produkt. Sie zeigen nicht direkt, was passiert, wenn das ganze Gewürz Teil einer Mahlzeit ist. Die Lebensmittelmatrix und das Vorhandensein von Ballaststoffen können die Freisetzung des Moleküls während der Verdauung beeinflussen.

3.2 Warum das ätherische Öl mehr Eugenol enthält als das Gewürz

Das ätherische Nelkenöl ist ein Extrakt, der vor allem dazu dient, die flüchtigen Verbindungen zu gewinnen – also jene Stoffe, die leicht verdampfen und maßgeblich zum Aroma beitragen. In dieser Form ist Eugenol deutlich stärker vertreten als im ganzen Gewürz, da die geruchsintensivste und analytisch chemisch aktive Komponente angereichert wird. Deshalb sollte das ätherische Öl nicht einfach als „stärkere“ Version des Gewürzes verstanden werden: Es ist ein konzentrierter Extrakt mit einem anderen Verwendungszweck und einer anderen Gewichtung der einzelnen Bestandteile. Diese Tatsache hilft zu verstehen, warum das Molekül in ätherischen Präparaten bei Analysen so häufig in den Vordergrund tritt. Die Einschränkung ist jedoch klar:



Eine höhere Konzentration bedeutet nicht automatisch eine proportionale biologische Wirkung im Organismus, da auch die Dosis, der Aufnahmeweg und die Gesamtzusammensetzung des Präparats eine Rolle spielen. Bei der Destillation, durch die das ätherische Öl gewonnen wird, bleiben Zucker, Mineralsalze und andere nicht flüchtige Moleküle, die im Gewürz enthalten sind, zurück.

3.3 Was bedeutet flüchtige Fraktion bei Gewürznelken

Die flüchtige Fraktion ist der Teil des Gewürzes, der aus Verbindungen besteht, die leicht in die Dampfphase übergehen und somit maßgeblich den Geruch bestimmen. Bei Gewürznelken ist dieser Anteil von zentraler Bedeutung, da er einen Großteil der aromatischen Moleküle enthält, die das sensorische und chemische Profil des Produkts prägen. Von der flüchtigen Fraktion zu sprechen bedeutet daher, einen präzisen Teil des pflanzlichen Materials zu beschreiben, nicht ein allgemeines Synonym für Stärke. In diesem Bereich lässt sich Eugenol in konzentrierten Präparaten leichter messen und ist in Laboranalysen deutlicher nachweisbar. Dies erklärt, warum die flüchtige Fraktion für die untersuchte phenolische Verbindung so relevant ist. Die interpretative Einschränkung bleibt jedoch dieselbe: Die chemischen Daten beschreiben die Zusammensetzung des Öls oder Extrakts, nicht die automatische biologische Reaktion im menschlichen Körper. Die flüchtige Fraktion ist nur ein Teil des Phytokomplexes, der Gesamtheit aller in der Pflanze enthaltenen Moleküle.

3.4 Wie sich die biologische Bedeutung zwischen kulinarischer Verwendung und konzentrierten Präparaten unterscheidet

Die biologische Bedeutung von Eugenol ändert sich stark je nach Aufnahmeform. Bei der kulinarischen Verwendung von Gewürznelken gelangt das Molekül in einer komplexen Matrix und in geringeren Mengen in den Körper; in einem konzentrierten Präparat hingegen liegt es in einer weitaus dichteren Form vor. Daher reicht der chemische Wert allein nicht aus, um die Wirkung zu beschreiben: Auch der Kontext der Exposition spielt eine Rolle. Ein Lebensmittel und ein konzentrierter Extrakt können zwar denselben Stoff enthalten, erzeugen jedoch nicht automatisch das

gleiche Maß an biologischer Aktivität. Dies ist ein nützliches Ergebnis, um das Verhalten des Moleküls zu verstehen, stellt jedoch kein direktes Maß für den täglichen Gebrauch des Gewürzes dar. Die Haupteinschränkung liegt in der Übertragbarkeit: Was bei einer standardisierten Dosis geschieht, lässt sich nicht automatisch auf eine gewöhnliche Mahlzeit oder eine gelegentliche aromatische Verwendung übertragen. Die Bioverfügbarkeit, also die tatsächlich vom Körper aufgenommene Menge, kann zwischen einer Kapsel und einem zubereiteten Lebensmittel stark variieren.

3.5 Warum Eugenol häufig Gegenstand von Laborstudien ist

Eugenol taucht in Laborstudien häufig auf, da es ein aromatisches Molekül ist, das leicht isoliert werden kann und sich daher gut eignet, um zelluläre Reaktionen unter kontrollierten Bedingungen zu beobachten. Dies macht es interessant für die Erforschung von Bioaktivitätssignalen, insbesondere wenn antioxidative oder entzündungshemmende Eigenschaften in einfachen Modellen untersucht werden sollen. Der experimentelle Vorteil liegt auf der Hand: Die Verbindung eignet sich gut für reproduzierbare Tests mit bekannter Zusammensetzung und messbarer Exposition. Genau deshalb müssen die Laborergebnisse jedoch als erste Evidenzebene betrachtet werden und nicht als klinische Schlussfolgerung. Die Einschränkung ist grundlegend: Die beobachtete Aktivität hängt von der Zelle, der Dosis und den experimentellen Bedingungen ab und entspricht daher nicht einem universellen Nutzen im Organismus.

4. WARUM EUGENOL IN GEWÜRZNELKEN SO INTENSIV ERFORSCHT WIRD

Das Interesse an Eugenol ist groß, da ein einziges Molekül chemische Identität, intensives Aroma und biologische Aktivität in sich vereint. In Gewürznelken ist es der Hauptbestandteil und zugleich die am besten untersuchte Verbindung. Es handelt sich um eine phenolische Verbindung, also ein pflanzliches Molekül, das eine sogenannte phenolische Gruppe enthält. Diese Struktur liefert Hinweise darauf, wie ein Phytokomplex, also ein pflanzlicher Stoff, mit Zellen interagiert. Die Forschung nutzt es daher, um das phytochemische Profil des Gewürzes zu untersuchen.



So lässt sich nachvollziehen, welche Eigenschaften im Labor tatsächlich messbar sind. Die Studien versuchen zu verstehen, welche biologischen Prozesse involviert sind und warum das Thema oxidativer Stress immer wieder auftaucht. Zudem wird bewertet, inwieweit präklinische Ergebnisse auf die Anwendung beim Menschen übertragbar sein könnten. Bevor wir ins Detail gehen, betrachten wir die drei biologischen Achsen und die in der Literatur am häufigsten genannte Einschränkung:

- Die biologische Grundlage, die Eugenol mit zellulären Prozessen verbindet.
- Der Grund, warum Oxidation und antioxidative Abwehr immer wieder thematisiert werden.
- Die Rolle der Entzündungsreaktion in experimentellen Modellen.
- Die Grenze, die Labordaten von Nachweisen am Menschen trennt.

Die Studien untersuchen einige zentrale Fragen. Die folgenden Abschnitte erläutern die Mechanismen, den oxidativen Stress, Entzündungen und die Grenzen der Nachweise.

4.1 Welche biologischen Prozesse werden durch Eugenol beeinflusst

Eugenol wird untersucht, da es in verschiedenen experimentellen Modellen mit Signalwegen in Verbindung gebracht wird, die oxidativen Stress und Entzündungsreaktionen betreffen. Dies sind zwei Schlüsselbereiche der Forschung an Phytoverbindungen, da sie helfen zu verstehen, wie ein pflanzliches Molekül mit der Zellfunktion interagieren kann. Der erste Bereich betrifft das Gleichgewicht zwischen oxidierenden Substanzen und zellulären Abwehrmechanismen. Der zweite Bereich betrifft die Signale, die Entzündungen im Gewebe aktivieren oder hemmen. Das Interesse ergibt sich aus der biologischen Begründung, nicht aus einem Versprechen auf eine klinische Wirkung: Eine Modulation im Labor zu beobachten, bedeutet nicht, einen Nutzen beim Menschen nachgewiesen zu haben. Es ist ein erster Schritt, der nützlich, aber allein nicht ausreichend ist. Forscher verwenden Eugenol, um diese Interaktionen unter kontrollierten Bedingungen abzubilden. Dieser Ansatz ermöglicht es, zelluläre Mechanismen ohne die Variablen eines gesamten Organismus zu isolieren. So lassen sich die

einzelnen Reaktionen Schritt für Schritt präzise beobachten. Die Daten sind nützlich, da sie zeigen, dass die biologische Aktivität vom experimentellen Kontext, der Konzentration und dem Zelltyp abhängt. Die Ergebnisse variieren also je nachdem, wie der Test konzipiert ist. Aus diesem Grund bleibt das Thema der biologischen Prozesse zentral, sollte jedoch als Hypothesenkarte und nicht als Beweis für eine gesicherte Wirksamkeit verstanden werden.

4.2 Warum oxidativer Stress in Studien zu Eugenol häufig genannt wird

Oxidativer Stress ist eines der am häufigsten behandelten Themen in der Literatur zu Eugenol, da viele phenolische Phytochemikalien hinsichtlich ihrer möglichen Beziehung zu zellulären Abwehrmechanismen untersucht werden. Es handelt sich um ein empfindliches Gleichgewicht zwischen zellschädigenden Substanzen und schützenden Mechanismen. In diesem Zusammenhang ist das Interesse mechanistischer Natur: Es wird untersucht, ob und wie das Molekül das Gleichgewicht zwischen reaktiven Spezies und antioxidativen Mechanismen beeinflusst. Reaktive Spezies sind instabile Moleküle, die Zellstrukturen schädigen können. Wichtig ist, diese Beobachtung nicht vorschnell als therapeutischen Effekt zu interpretieren. Die Tests messen die Fähigkeit, freie Radikale im Reagenzglas oder in Zellkulturen zu neutralisieren. Dabei handelt es sich um vereinfachte Umgebungen, die weit von der tatsächlichen Komplexität eines Organismus entfernt sind. Diese Experimente liefern zwar präzise chemische Daten, bilden jedoch nicht die Komplexität des menschlichen Körpers ab. Das Molekül wird daher als Instrument zum Verständnis der Bioaktivität analysiert und nicht als direkter Beweis für einen klinischen Nutzen. Eine Laborstudie über den Zusammenhang zwischen chemischer Struktur und biologischer Aktivität beschreibt die antioxidative Wirkung von Eugenol als chemisch gemessene Eigenschaft, nicht als klinische Behandlung [10].

4.3 Warum die Entzündungsreaktion in präklinischen Modellen häufig auftritt

Auch die Entzündungsreaktion ist ein wiederkehrender Schwerpunkt in Studien zu Eugenol, da viele Untersuchungen zu Phytochemikalien nach Anzeichen für eine Modulation zellulärer Signalwege



suchen, die an der Aufrechterhaltung des Gewebegleichgewichts beteiligt sind. Dies bedeutet nicht, dass das Molekül in jedem Kontext gleich wirkt oder ein gesichertes klinisches Ergebnis liefert. Die zentrale Rolle von Eugenol in Gewürznelken macht es jedoch zu einem natürlichen Kandidaten, um im Labor zu beobachten, ob Auswirkungen auf Entzündungswege bestehen. Präklinische Modelle ermöglichen es, einzelne Schritte der Entzündungskaskade zu isolieren. Jeder Schritt kann separat beobachtet werden, ohne die für einen gesamten Organismus typischen Störfaktoren. Dies hilft dabei, Hypothesen darüber aufzustellen, wie die Verbindung auf molekularer Ebene wirken könnte. Es wird untersucht, welche Signale durch das Molekül aktiviert oder blockiert werden. Das Gesamtbild ist daher als biologische Hypothese zu verstehen und nicht als Bestätigung für eine praktische Anwendung. Diese Art von Daten ist wertvoll, da sie zeigt, dass die Entzündungsreaktion moduliert werden kann, aber auch, dass die zelluläre Verträglichkeit genauso wichtig ist wie der gewünschte Effekt. Eine zu starke Wirkung könnte nämlich eher schädlich als nützlich sein. Genau aus diesem Grund betont die Fachliteratur den Vergleich zwischen Potenzial und Grenzen, anstatt eine vereinfachte Interpretation als Entzündungshemmer vorzunehmen.

4.4 Warum Labordaten für die Wirkung beim Menschen nicht ausreichen

Einer der häufigsten Fehler besteht darin, Ergebnisse, die in vitro – also in Laborsystemen außerhalb des Organismus – oder an Tieren gewonnen wurden, automatisch auf den Menschen zu übertragen. Im Fall von Eugenol ist dieses Risiko besonders relevant, da das Molekül in sehr kontrollierten Kontexten untersucht wird, mit Dosierungen und Zubereitungen, die nicht mit dem üblichen Verzehr über die Nahrung übereinstimmen. Labordaten sind nützlich, um Hypothesen aufzustellen, aber nicht, um eine Schlussfolgerung endgültig zu belegen. Die im Labor verwendeten Konzentrationen sind oft weitaus höher als die, die durch die Ernährung erreicht werden können. Darüber hinaus verändern die Aufnahme und der Stoffwechsel im Organismus das Molekül, bevor es die Gewebe erreicht. Der Körper wandelt die aufgenommenen Substanzen um, was häufig deren tatsächliche Wirkung verändert. Deshalb erfordert der

Übergang von der Zelle zum Menschen immer methodische Vorsicht. Das Modell an mit STZ diabetisch gemachten Ratten zeigt zwar eine metabolische Begründung, bleibt aber ein Tiermodell und kein Beweis für die Anwendung beim Menschen [11]. Tiere bilden, so nützlich sie auch sind, nicht immer die menschliche Physiologie ab. Mit anderen Worten: Die Ergebnisse helfen dabei, den möglichen Mechanismus zu verstehen, reichen aber nicht aus, um eine zuverlässige praktische Wirkung zu belegen. Genau diese Distanz zwischen Labor und Organismus macht das Thema so intensiv erforscht und gleichzeitig so vorsichtig zu interpretieren.

4.5 Was die Gesamtheit der Nachweise heute besagt

Zusammengenommen beschreiben die verfügbaren Erkenntnisse Eugenol als ein gut charakterisiertes Molekül mit konsistenten experimentellen Interessen in Bezug auf Oxidation, Entzündung und die Zusammensetzung ätherischer Öle. Die Stärke dieses Bildes liegt in der Konvergenz zwischen regulatorischen Quellen, Übersichtsarbeiten und Laborstudien, doch die Einschränkung bleibt der Mangel an direkten Daten am Menschen. Dies bedeutet, dass die Verbindung wissenschaftlich relevant ist, ohne dass sie bisher in eine fundierte praktische Schlussfolgerung für den Durchschnittsleser übersetzt werden kann. Systematische Übersichtsarbeiten bestätigen diese Distanz zwischen dem beobachteten Potenzial und den fehlenden klinischen Nachweisen. Es bedarf Studien am Menschen, um Sicherheit und Wirksamkeit unter realen Bedingungen zu bewerten. Diese Studien sollten korrekte Dosierungen, Wirkungszeiten und mögliche unerwünschte Wirkungen klären. Nur so lässt sich feststellen, ob die Signale aus dem Labor auch in der täglichen Praxis Bestand haben. Aus diesem Grund wird Eugenol heute als konzentrierter Extrakt von chemischem und biologischem Interesse untersucht, doch die korrekte Einschätzung bleibt vorsichtig: großes Interesse, vielversprechende Daten, aber noch vorläufige Schlussfolgerungen.



5. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Diese Zusammenfassung vergleicht die repräsentativsten Studien der verfügbaren Fachliteratur. Sie zeigt deren Übereinstimmung hinsichtlich der chemischen Rolle von Eugenol und der wichtigsten im Labor festgestellten biologischen Wirkungen.

Sintesi delle evidenze scientifiche

Publikationsjahr	Untersuchungsbereich	Was die Studien zeigen
1996	Kurzzeitige Exposition beim Menschen	die Ergebnisse sind uneinheitlich und beziehen sich hauptsächlich auf eine kontrollierte und kurzzeitige Exposition [5]
2010	Allgemeiner pharmakologischer Rahmen	die Studien deuten auf ein breites Interesse an den biologischen Aktivitäten von Eugenol hin [9]
2012	Zusammensetzung des ätherischen Öls	die Belege zeigen, dass Eugenol die dominierende flüchtige Verbindung in Gewürznelken ist [2]
2014	Diabetisches Tiermodell	die Daten deuten auf eine mögliche Wirkung auf die Glukoseverwertung in Tiermodellen hin [11]
2018	Entzündungshemmendes und antioxidatives Profil	die Studien zeigen konsistente Wirkungen gegen Entzündungen und Oxidation in experimentellen Modellen [7]
2018	Menschliche Zellen und biologische Verträglichkeit	in menschlichen Zellen zeigten sich antioxidative und entzündungshemmende Wirkungen, jedoch mit Einschränkungen bei der Übertragbarkeit auf den Menschen [6]

6. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

REDAKTIONELLE EINORDNUNG DER ERGEBNISSE

Insgesamt zeichnen die von mir untersuchten Studien ein recht konsistentes Bild. Eugenol ist ein Schlüsselmolekül der Gewürznelken und in deren ätherischem Öl stark vertreten. Ich bin zudem häufig auf Hinweise zu seiner antioxidativen und entzündungshemmenden Wirkung gestoßen. Die Daten stammen vorwiegend aus Übersichtsarbeiten, Zelltests und wenigen vorläufigen Studien am Menschen. Die chemische Beschreibung ist daher fundiert. Weniger gesichert sind hingegen die stabilen Wirkungen im menschlichen Körper. Diese können je nach verwendetem Produkt und Art des Tests variieren.

Die wesentlichen Einschränkungen, die ich festgestellt habe, sind die Vielzahl nicht-klinischer Studien, die oft kleinen Stichproben und die sehr

unterschiedlichen Produkte. In vielen Fällen beziehen sich die Ergebnisse auf das isolierte Molekül oder das ätherische Öl, nicht auf das ganze Gewürz. Die Studien beschreiben daher das chemische Profil und den möglichen biologischen Mechanismus gut. Sie erlauben es mir jedoch nicht, die Laborergebnisse direkt auf den täglichen Gebrauch zu übertragen.

ABSCHLIESSENDE KRITISCHE ANMERKUNG

Die verfügbaren Daten beschreiben die chemische Identität von Eugenol sowie einige wiederholt festgestellte biologische Wirkungen gut. Sie sind jedoch weniger fundiert, wenn es darum geht, diese Wirkungen mit stabilen Ergebnissen beim Menschen zu verknüpfen. Selbst wenn die Daten übereinstimmen, fällt es mir schwer, sie auf das reale Leben zu übertragen. Die in den Studien verwendeten Dosierungen, Tests und Formen entsprechen nicht dem normalen Verzehr als Lebensmittel. Zudem untersuchen viele Arbeiten das isolierte Molekül oder



das ätherische Öl, befassen sich jedoch weniger mit dem ganzen Gewürz. Daher ist Vorsicht geboten, wenn man vom chemischen Befund auf dessen allgemeinen biologischen Wert schließt.

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND REDAKTIONELLE ZUSAMMENFASSUNG

Eugenol ist der zentrale Punkt, um Aroma, Zusammensetzung und biologische Bedeutung von Gewürznelken zu verstehen. Die hier zusammengefassten Studien bestätigen seinen hohen Anteil im ätherischen Öl und zeigen recht konsistente Aktivitäten in den Tests. Diese Aktivitäten betreffen vor allem Oxidation und Entzündungsprozesse. Es ist jedoch notwendig, zwischen dem isolierten Molekül, der komplexen Mischung und dem ganzen Gewürz zu unterscheiden, da sich die Bedeutung der Daten je nach Kontext ändert. Diese Unterscheidung hilft auch dabei, das Verhältnis zwischen Nahrung und Stoffwechsel zu bewerten. Ein im Labor gemessener Effekt ist nämlich nicht immer im täglichen Gebrauch von Bedeutung. Die Verbindung bleibt nützlich für die Erforschung von Phytochemikalien, pflanzlichen Substanzen, die auf biologische Prozesse einwirken können. Sie hilft zu verstehen, wie ein Molekül das Profil eines Lebensmittels oder eines Extrakts prägen kann. Gewürznelken sind daher ein gutes Beispiel, um die Forschung zu pflanzlichen Substanzen mit der notwendigen wissenschaftlichen Strenge zu bewerten.

Aggiornato al 21/10/2026. Questo contenuto riflette una sintesi divulgativa delle evidenze scientifiche al momento della pubblicazione e non sostituisce il parere medico.

7. 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.

8. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Safety evaluation of certain food additives and contaminants
2002
WHO
DOI:
https://iris.who.int/bitstream/10665/43407/1/9241660562_eng.pdf
- [2] Eugenol—From the Remote Maluku Islands to the International Market Place: A Review of a Remarkable and Versatile Molecule
Kamatou et al., 2012
Molecules
DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules17066953>
- [3] Eugenol (Clove Oil)
2019
NIH
DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551727/>
- [4] Pharmacological Properties and Health Benefits of Eugenol: A Comprehensive Review
Nisar et al., 2021
Oxidative Medicine and Cellular Longevity
DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/2497354>
- [5] Effect of short-term dietary administration of eugenol in humans
Rompelberg et al., 1996
Human & Experimental Toxicology
DOI: <https://doi.org/10.1177/096032719601500205>
- [6] Eugenol as a Promising Molecule for the Treatment of Dermatitis: Antioxidant and Anti-inflammatory Activities and Its Nanoformulation
de Araújo Lopes et al., 2018
Oxidative Medicine and Cellular Longevity
DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/8194849>
- [7] An Overview on the Anti-inflammatory Potential and Antioxidant Profile of Eugenol
Barboza et al., 2018
Oxidative Medicine and Cellular Longevity
DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/3957262>
- [8] Anti-oxidant and anti-inflammatory effects of cinnamaldehyde and eugenol on mononuclear cells of rheumatoid arthritis patients
Mateen et al., 2019
European Journal of Pharmacology
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2019.02.031>



[9] Eugenol: A Natural Compound with Versatile Pharmacological Actions

Pramod et al., 2010

Natural Product Communications

DOI: <https://doi.org/10.1177/1934578X1000501236>

[10] Antioxidant Activity of Eugenol: A Structure–Activity Relationship Study

Gülçin et al., 2011

Journal of Medicinal Food

DOI: <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0197>

[11] Ameliorating effect of eugenol on hyperglycemia by attenuating the key enzymes of glucose metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats

Srinivasan et al., 2014

Molecular and Cellular Biochemistry

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11010-013-1824-2>

[12] Eugenol Provokes ROS-Mediated Membrane Damage-Associated Antibacterial Activity against Clinically Isolated Multidrug-Resistant Staphylococcus aureus Strains

Das et al., 2016

Infectious Diseases: Research and Treatment

DOI: <https://doi.org/10.4137/IDRT.S31741>