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

ORIGINAL RESEARCH
Band 1, Ausgabe 4, November 2026
ISSN 2845-7471

Zytotoxizität von Zimtaldehyd, Carvacrol und Eugenol: ein zellulärer Vergleich

D.ssa D. Iodice[1]

1 Biologin, Italy

1. ABSTRACT

Die Studie verglich drei pflanzliche aromatische Verbindungen in Tumorzellen und normalen Zellen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Trans-Cinnamaldehyd und Carvacrol die Vitalität beider Zelltypen unter Laborbedingungen verringern können, während Eugenol ein anderes Verhalten zeigte. Es liegen keine klinischen Daten vor.Die Zusammenfassung der Autoren beschreibt ein In-vitro-Experiment, das heißt, es wurde an im Labor kultivierten Zellen durchgeführt. Ranjitkar und Kollegen setzten HeLa-Zellen, eine von Gebärmutterhalskrebs abgeleitete Zelllinie, sowie menschliche Hautfibroblasten vom Typ CCD-1123Sk, normale Bindegewebszellen, Trans-Cinnamaldehyd, Carvacrol und Eugenol aus. Nach 24 Stunden reduzierten Trans-Cinnamaldehyd und Carvacrol bei 100 µg/mL die Zellvitalität in beiden Modellen um mehr als die Hälfte. Eugenol zeigte diesen Effekt erst bei 400 µg/mL. Bei 100 µg/mL Trans-Cinnamaldehyd beobachteten die Forscher eine Zellablösung und einen Anstieg der Apoptose, des programmierten Zelltods, sowohl in den HeLa-Zellen als auch in den Fibroblasten. Die Analyse der Genexpression ergab keine signifikanten Veränderungen bei den meisten untersuchten Genen, einschließlich BCL2, CASP3, CASP8, MLKL, RIPK1 und RIPK3. Die Ausnahme betraf die mit Eugenol behandelten HeLa-Zellen. Die wichtigste Erkenntnis ist als vorsichtig zu bewerten: In diesem Modell erschien die Verringerung der Vitalität nicht selektiv für Tumorzellen. Die Arbeit belegt keine krebshemmenden Wirkungen im Organismus und beschreibt auch nicht die Auswirkungen von Zimt, wenn dieser als Gewürz verzehrt wird.

ONLINE ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Published: November 18, 2026
Updated: November 18, 2026

KEYWORDS

cinnamaldeide e eugenolo tossicità cellulare
trans-cinnamaldeide cellule tumorali
eugenolo fibroblasti normali
carvacrolo citotossicità in vitro
composti aromatici e cellule
fitocomplesso e cellule tumorali

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 untersuchte, ob bestimmte aromatische Verbindungen pflanzlichen Ursprungs Tumorzellen leichter schädigen als Nicht-Tumorzellen. Um dies zu überprüfen, verwendeten Ranjitkar und Kollegen zwei menschliche Zellkulturmodelle: HeLa-Zellen und CCD-1123Sk-Fibroblasten. HeLa-Zellen sind Tumorzellen, die häufig in der Forschung eingesetzt werden; Fibroblasten produzieren Bestandteile des Bindegewebes und dienten als Vergleich zu den Nicht-Tumorzellen.Die Forscher testeten Trans-Cinnamaldehyd, Carvacrol und Eugenol über einen Zeitraum von 24 Stunden. Sie maßen die metabolische Vitalität mittels MTT-Test, den Membranschaden mittels LDH-Test, die Apoptose durch Durchflusszytometrie sowie bestimmte Boten-RNAs mittels RT-qPCR, einer Technik zur Quantifizierung der Aktivität spezifischer Gene. Das Studiendesign ermöglicht es daher, direkte zelluläre Signale zu beobachten, erlaubt jedoch keine Vorhersagen über Sicherheit oder Nutzen beim Menschen.

3. WELCHE ERGEBNISSE LIEFERT DIE STUDIE

Das deutlichste Ergebnis ist, dass Trans-Cinnamaldehyd und Carvacrol unter den getesteten Bedingungen keine offensichtliche Selektivität für HeLa-Zellen zeigten. Bei 100 µg/mL reduzierten beide nach 24 Stunden die Vitalität sowohl der Tumorzellen als auch der Fibroblasten um mehr als 50 %. Einfach ausgedrückt: Der beobachtete Schaden blieb nicht auf das Tumormodell beschränkt.Trans-Cinnamaldehyd erhöhte bei 100 µg/mL zudem nach vier Stunden den Anteil der Zellen mit Merkmalen, die mit einer Apoptose vereinbar sind, und zwar in beiden Zelltypen. Die mit Apoptose und regulierter Nekrose in Verbindung stehenden Gene veränderten sich jedoch in den meisten Vergleichen nicht statistisch signifikant. Eugenol verhielt sich anders: Bis zu 400 µg/mL reduzierte es die Vitalität nicht in vergleichbarem Maße; in HeLa-Zellen veränderte es BCL2, MLKL und RIPK1. Dieser Befund definiert keinen vollständigen Mechanismus und entspricht nicht einem therapeutischen Effekt.

4. WARUM DIESE STUDIE RELEVANT IST

Die Arbeit ist relevant, da sie zwei Fragen voneinander trennt, die häufig verwechselt werden: Ein Molekül kann zwar für Zellen in einer Kultur toxisch sein, das bedeutet jedoch nicht, dass es sich um eine selektive Behandlung gegen einen Tumor handelt. Im untersuchten Modell wirkte sich Trans-Zimtaldehyd auch auf
Nicht-Tumor-Fibroblasten aus. Dies unterstreicht, wie wichtig es ist, Wirksamkeit und mögliche Zellschäden gemeinsam zu bewerten.Sie ist zudem nützlich, um zu verstehen, warum man dem gesamten Zimt nicht die Wirkung einer einzelnen reinen Verbindung zuschreiben kann. Trans-Zimtaldehyd wurde isoliert untersucht; Carvacrol und Eugenol stammen vorwiegend aus anderen pflanzlichen Quellen. Konzentration, Lösungsmittel, Expositionsdauer und Zelltyp verändern das Ergebnis grundlegend. Daher liefert die Arbeit Erkenntnisse zur experimentellen Zellbiologie und nicht zum Verzehr des Gewürzes als Lebensmittel.

5. GRENZEN DER STUDIE UND WAS SIE NICHT BEWEIST

Es handelt sich hierbei um eine Studie an zwei Zelllinien, nicht um eine klinische Studie, eine Tierstudie oder eine Untersuchung von Zimt in der Ernährung. Resorption, Stoffwechsel, Gewebeverteilung, Ausscheidung oder Verträglichkeit im Organismus wurden nicht bewertet. Die Konzentrationen, die direkt auf die Zellen angewendet wurden, sind nach dem Verzehr von Lebensmitteln nicht automatisch erreichbar.Der Vergleich umfasst nur ein Tumormodell und ein Nicht-Tumormodell. HeLa-Zellen und Fibroblasten repräsentieren nicht alle Krebsarten oder alle gesunden Gewebe. Zudem verdeutlicht die durch die Tests festgestellte Verringerung der Vitalität allein nicht, welcher biologische Signalweg überwiegt. Die Studie von Ranjitkar und Kollegen belegt nicht, dass Trans-Cinnamaldehyd, Carvacrol oder Eugenol Krebs beim Menschen verhindern, heilen oder verschlimmern.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE NACHWEISE

Ein erster übereinstimmender Aspekt betrifft den Unterschied zwischen einer pflanzlichen Matrix und einem isolierten Molekül. Singh und Kollegen verglichen einen wässrigen Extrakt aus *Cinnamomum zeylanicum* mit kommerziellem Zimtaldehyd in verschiedenen Tumorzelllinien, murinen Zellen und Primärzellen. Bei einer Konzentration von etwa 10,24 µM Zimtaldehyd hemmte der Extrakt das Wachstum vieler Tumormodelle um 35 % bis 85 %, während isolierter Zimtaldehyd bei 10 µM nur eine begrenzte Wirkung zeigte. Dies stützt indirekt die Annahme, dass das Verhalten einer Matrix nicht mit dem der reinen Substanz übereinstimmt, beweist jedoch weder eine Synergie noch eine Wirkung beim Menschen [1].In einer zweiten Untersuchung reduzierte ein an trans-Zimtaldehyd reicher Extrakt die Vitalität von HCT 116- und HT-29-Dickdarmkrebszellen und zeigte Signale, die auf einen Zellzyklusstillstand und Apoptose hindeuten. Das Modell umfasste zwei Tumorzelllinien ohne Vergleich mit normalen Zellen; es bestätigt daher lediglich, dass Zimtaldehyd-reiche Präparate in spezifischen Kulturen zytotoxisch wirken können [2]. Auch Varadarajan und Kollegen beobachteten Apoptose und einen Stillstand in der S-Phase, also der Phase der DNA-Replikation, in SCC-25-Zellen eines Mundhöhlenkarzinoms, die mit Extrakten und isolierten Verbindungen behandelt wurden. Die Bestätigung bleibt präklinisch und indirekt im Vergleich zu der von Ranjitkar bewerteten Selektivität [3].

7. WIDERSPRÜCHLICHE EVIDENZ

Die Ergebnisse zu Eugenol zeigen, wie sehr der experimentelle Kontext das Ergebnis beeinflussen kann. Slamenová und Kollegen untersuchten Eugenol in HepG2-Hepatomzellen,
Caco-2-Dickdarmkrebszellen und menschlichen VH10-Fibroblasten. Eugenol erwies sich in allen drei Modellen als zytotoxisch und erhöhte bei den untersuchten Konzentrationen die DNA-Strangbrüche in den VH10-Fibroblasten. Dies steht im Einklang mit der Vorsicht in der Studie von Ranjitkar, widerspricht jedoch dem Ausbleiben eines relevanten Effekts von Eugenol unter dessen experimentellen Bedingungen [4].Im Gegensatz dazu berichteten Issa und Kollegen, dass Eugenol die Proliferation und Koloniebildung in zwei Linien von Mundhöhlenkarzinomen stärker reduzierte als in den zum Vergleich herangezogenen nicht-tumoralen Epithelzellen. Die Studie, die auf drei Zellmodellen und vier unabhängigen Experimenten basiert, deutet auf eine mögliche gewebe-, dosis- und zelllinienspezifische Selektivität hin [5]. Es wurden keine direkt widersprüchlichen Belege gefunden, die über diese modellabhängigen Ergebnisse hinaus von ausreichender Relevanz wären; dies beweist jedoch nicht das Fehlen gegenteiliger Ergebnisse.

8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Vergleich zwischen unabhängigen Publikationen und der Arbeit von Ranjitkar und Kollegen.

Quadro comparativo

Publikation	Modell und Hauptergebnis	Bezug zur Studie	Hauptbeschränkung
Singh et al., 2009 [1]	Wässriger Extrakt und Zimtaldehyd in Tumorzelllinien, murinen und primären Zellen; unterschiedliche Reaktion zwischen Extrakt und isolierter Verbindung.	Indirekte Bestätigung der Relevanz der Matrix.	Nur Zellkulturen; Mechanismus nicht nachgewiesen.
Kim et al., 2023 [2]	Zimtaldehydreicher Extrakt in HCT 116 und HT-29; Verringerung der Vitalität und Anzeichen von Apoptose.	Bestätigung der Zytotoxizität in anderen Tumormodellen.	Vergleich mit Nicht-Tumorzellen fehlt.
Varadarajan et al., 2020 [3]	Extrakte und isolierte Verbindungen in SCC-25; Apoptose und S-Phasen-Arrest.	Bestätigung der modellabhängigen zellulären Aktivität.	Nur eine Tumorzelllinie; keine klinischen Daten.
Slamenová et al., 2009 [4]	Eugenol in HepG2, Caco-2 und VH10-Fibroblasten; Zytotoxizität und DNA-Schäden in Fibroblasten.	Zeigt unterschiedliche Ergebnisse für Eugenol und mögliche Schäden an Nicht-Tumorzellen.	In-vitro-Experiment, ohne klinischen Vergleich.
Issa et al., 2024 [5]	Eugenol in Mundkarzinomen und nicht-tumoralen Epithelzellen; höhere Zytotoxizität in Tumormodellen.	Deutet auf mögliche Selektivität in einem anderen Kontext hin.	Ergebnis auf orale Zelllinien begrenzt.

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

REDAKTIONELLES FAZIT

Die Studie von Ranjitkar und Kollegen verglich Trans-Zimtaldehyd, Carvacrol und Eugenol in HeLa-Tumorzellen und nicht-tumorösen Hautfibroblasten. Trans-Zimtaldehyd und Carvacrol reduzierten die Vitalität beider Modelle, während Eugenol unter den getesteten Bedingungen keinen vergleichbaren Effekt zeigte. Der entscheidende Punkt ist, dass eine Verringerung der Zellvitalität nicht mit einer selektiven Wirkung gegen einen Tumor gleichzusetzen ist. Unabhängige Publikationen bestätigen, dass Zimtextrakte, Zimtaldehyd und Eugenol je nach Zusammensetzung, Dosis, Expositionsdauer und Zelltyp unterschiedliche Wirkungen hervorrufen können. Einige Arbeiten deuten auf eine höhere Empfindlichkeit bestimmter Tumorzelllinien hin; andere dokumentieren Effekte auch bei nicht-tumorösen Zellen. Insgesamt unterstreicht die Literatur das experimentelle Interesse an diesen Verbindungen, erlaubt jedoch nicht, die Daten auf die Vorbeugung oder Behandlung von Tumoren beim Menschen zu übertragen. Zimt als Lebensmittel, ein Extrakt und ein reines Molekül bleiben unterschiedliche Forschungsgegenstände.

Aggiornato al 24/11/2026. 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] **Comparative analysis of cytotoxic effect of aqueous cinnamon extract fromCinnamomum zeylanicumbark with commercial cinnamaldehyde on various cell lines**
Singh et al., 2009
Pharmaceutical Biology
DOI: https://doi.org/10.3109/13880200903019242

[2] **Cinnamaldehyde-Rich Cinnamon Extract Induces Cell Death in Colon Cancer Cell Lines HCT 116 and HT-29**
Nile et al., 2023
International Journal of Molecular Sciences
DOI: https://doi.org/10.3390/ijms24098191

[3] **In Vitro Anticancer Effects of Cinnamomum verum J. Presl, Cinnamaldehyde, 4 Hydroxycinnamic Acid and Eugenol on an Oral Squamous Cell Carcinoma Cell Line**
Narasimhan et al., 2020
The Journal of Contemporary Dental Practice
DOI: https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2922

[4] **Investigation of anti-oxidative, cytotoxic, DNA-damaging and DNA-protective effects of plant volatiles eugenol and borneol in human-derived HepG2, Caco-2 and VH10 cell lines**
Slameňová et al., 2009
Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis
DOI: https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2009.05.016

[5] **Eugenol as a potential adjuvant therapy for gingival squamous cell carcinoma**
Issa et al., 2024
Scientific Reports
DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-60754-8