

## ZUR SOFORTIGEN FREIGABE

Orthomolekularer Medizinischer Informationsdienst, 27. April 2020

# Formen, Dosen und Wirkungen der Vitamine C und E

Von Robert G. Smith, PhD

(OMNS Apr 27, 2020) Vitamin- und Mineralstoffpräparate werden in verschiedenen Formen verkauft. Einige Vitamine werden als "natürlich" verkauft, was oft bedeutet, dass das Produkt aus einem pflanzlichen oder tierischen Produkt gewonnen wurde. Andere sind synthetisch, was bedeuten kann, dass die Biochemikalie aus Chemikalien hergestellt wurde, die nicht direkt aus Pflanzen gewonnen wurden. Die Begriffe "natürlich" und "synthetisch" können jedoch verwirrend sein, denn in manchen Fällen ist ein "natürliches" Vitaminpräparat nicht unbedingt der beste Kauf, da es teuer sein kann und keine reinen Vitamine enthält. In anderen Fällen ist die teurere "natürliche" Form der "synthetischen" Form überlegen, da sie einen höheren Gehalt an bioaktivem Vitamin enthält.

## Vitamin C

Vitamin C (Ascorbat) ist das wichtigste extrazelluläre Antioxidans im Körper. Die meisten anderen Säugetiere können ihr eigenes Ascorbat (*aus Glukose*) herstellen, aber Menschen, Primaten und Meerschweinchen müssen es über die Nahrung aufnehmen. Vitamin C hat viele positive Wirkungen. Es unterstützt andere Antioxidantien (z. B. Glutathion und Vitamin E), stärkt das Immunsystem, ist ein notwendiger Co-Faktor bei der Kollagensynthese, ist für den Stoffwechsel vieler essenzieller Biochemikalien unerlässlich und hat eine wichtige Funktion bei der Bekämpfung von oxidativem Stress. [1] Die erforderliche Mindestdosis (RDA, *recommended daily allowance*) beträgt 100 mg/Tag, was jedoch für die meisten Menschen als viel zu niedrig angesehen wird. Bei schwerem Stress kann der Vitamin-C-Spiegel rapide abfallen, so dass hohe Dosen erforderlich sind, um den Spiegel wieder zu erhöhen. Die empfohlenen Dosen reichen von 1 bis 10 g Vitamin C pro Tag in geteilten Dosen, bei Stress, z. B. bei einer Virusinfektion oder einem septischen Schock, auch deutlich mehr. [1] In seltenen Fällen muss man bei der Dosierung von Vitamin C vorsichtig sein (z. B. bei G6PD-Mangel, Hämochromatose), aber für die meisten Menschen ist die Hauptüberlegung, so viel wie möglich in geteilten Dosen über den Tag verteilt einzunehmen, bis zur Darmtoleranz. [1-3] Wir empfehlen Ihnen, die Einnahme von Vitaminpräparaten mit Ihrem Arzt zu besprechen.

Der Nahrungsmittelfaktor "Vitamin C" wurde in den 1920er Jahren von Funk benannt, der zugrunde liegende biochemische Stoff, der Skorbut verhindert, in den 1930er Jahren von Szent-Gyorgyi isoliert und die chemische Formel "Ascorbinsäure" von Haworth nachgewiesen. [4] Es gab jedoch Verwirrung über die Existenz anderer biochemischer Stoffe (Flavonoide), von denen einige glaubten, sie seien Teil des Vitamin C und wirkten synergistisch mit der Ascorbinsäure, nachdem Szent-Gyorgyi festgestellt hatte, dass Flavonoide für die Gesundheit der Kapillaren von Meerschweinchen notwendig zu sein schienen. In den letzten Jahrzehnten sind sich die meisten Biochemiker jedoch einig, dass es sich bei Vitamin C tatsächlich um L-Ascorbinsäure handelt. Es ist zwar möglich, dass noch weitere Vitamine und essenzielle Nährstoffe entdeckt werden, aber Vitamin C oder "L-Ascorbinsäure" ist bekanntlich der biochemische Stoff, der Skorbut verhindert.

## **Synthetisches Vitamin C**

Synthetisches Vitamin C wird mit verschiedenen Methoden aus Glukose gewonnen, wobei biologische Enzyme die stereospezifischen Reaktionen zur Herstellung von L-Ascorbinsäure katalysieren. Diese ist biochemisch identisch mit der L-Ascorbinsäure, die Tiere im eigenen Körper produzieren. Für die industrielle Synthese ist das übliche Ausgangsmaterial Mais- oder Weizenstärke, die durch Säure und Enzyme in D-Glukose und dann durch Hydrierung bei hoher Temperatur in D-Sorbit umgewandelt wird. Das Sorbit wird in einem Fermentationsschritt in 2-Keto-L-Gulonsäure (2KGA) oder ein Reaktionszwischenprodukt umgewandelt, das dann durch Biokatalysatoren (natürliche Enzyme) zu L-Ascorbinsäure weiter oxidiert wird. [5,6] Dieses moderne industrielle (Reichstein-) Verfahren wurde 1933 erfunden, aber in den 1960er Jahren in China unter Verwendung anderer Biokatalysatoren weiterentwickelt. [5,6] Nach der Endreinigung liefern beide Verfahren eine Ausbeute von etwa 60 % an L-Ascorbinsäure aus der ursprünglichen D-Glucose. Da bei der Fermentation und den biokatalysierten Schritten natürliche biologische Enzyme verwendet werden, die die Stereospezifität der Produkte erhalten, ist das Endprodukt reine L-Ascorbinsäure.

## **Erythorbinsäure**

Das Isomer D-Isoascorbinsäure (Erythorbinsäure) wird ebenfalls durch eine stereospezifische Biokatalysatorsynthese hergestellt. [6] Sie wird vom Körper aufgenommen, wenn auch weniger effizient als L-Ascorbinsäure, und hat die gleichen antioxidativen Eigenschaften wie L-Ascorbinsäure, besitzt jedoch nicht die biologische Aktivität von L-Ascorbat und kann Skorbut nicht verhindern. [7] Erythorbinsäure wird häufig als antioxidativer Konservierungsstoff für Lebensmittel verwendet und gilt als sicher. [8-10]

## **Ascorbylpalmitat**

Eine andere Form von Vitamin C ist ein Ester aus Ascorbinsäure und Palmitinsäure, das so genannte "Ascorbylpalmitat". Dabei handelt es sich um eine fettlösliche Form von Vitamin C, die häufig als Zusatzstoff zum Schutz vor Verderb in Lebensmitteln und in Hautcremes verwendet wird. Es lässt sich in die Zellmembranen einbauen und kann andere Biomoleküle vor Schäden durch freie Radikale schützen. Obwohl es fetthaltige Lebensmittel wie Kartoffelchips schützen kann, kann es erst dann als Vitamin C verwertet werden, wenn es durch die Magensäure in seine Bestandteile Palmitin- und Ascorbinsäure aufgespalten wird. Ascorbylpalmitat ist nicht zu verwechseln mit "Ester-C", einer Kombination aus Calciumascorbat und verwandten Metaboliten des Ascorbats.

## **Gepuffertes Vitamin C**

L-Ascorbinsäure ist sauer, ähnlich wie Essig, und kann bei manchen Menschen den Magen reizen oder bei Anwendung auf der Haut zu Reizungen führen. Die gepufferte Form von Vitamin C, Natrium-L-Ascorbat (oft als "Natriumascorbat" verkauft), oder andere Mineralsalze, z. B. Kalium-, Calcium- oder Magnesiumascorbat, sind nicht sauer und reizen weder den Magen noch die Haut. Dieses gepufferte Natriumascorbat wird für die intravenöse Verabreichung von Vitamin C verwendet. Obwohl es Natrium enthält, hat es keinen großen Einfluss auf den Blutdruck, da ihm das im Salz enthaltene Chlorid fehlt. Kautabletten mit Vitamin C können die Zähne schädigen, wenn das Vitamin C säurehaltig ist, daher ist es wichtig, auf dem Etikett nach Natriumascorbat zu suchen.

## **Liposomales Vitamin C**

Liposomen sind kleine (~50 nm *Nanometer* Durchmesser) Vesikel (*Bläschen*) aus Phospholipidmembranen, die der Lipid-Doppelschichtmembran lebender Zellen ähneln und in einer Lösung aus Wasser oder Alkohol (Ethanol) zur oralen Einnahme bereitgestellt werden. Die Liposomen können eine kleine Menge einer biochemischen und/oder mineralischen Lösung enthalten. Die Membran schützt den Inhalt, bis das Liposom mit der Zellmembran verschmilzt und die Biochemikalie direkt in die Zelle freisetzt. Da diese Freisetzungsmethode keinen aktiven Transportprozess erfordert (wie z. B. die Glukosetransporter, die Vitamin C in die Zellen aufnehmen), stellt sie eine unabhängige Absorptionmethode dar und kann die maximale Menge an Vitamin C, die in den Körper aufgenommen wird, erhöhen. [11] Liposomen können praktisch jede Form von Vitamin C enthalten, die übliche Form ist jedoch L-Ascorbinsäure, manchmal gemischt mit Natriumascorbat. Liposomales Vitamin C gilt im Allgemeinen als wirksamer als normales, oral eingenommenes Vitamin C. Die empfohlene Dosis beträgt 1-2 g, die 1-3 Mal pro Tag eingenommen werden, bei Stress, z. B. bei einer Virusinfektion, auch mehr.

### **Verwirrung um natürliches Vitamin C**

Manchmal wird behauptet, die "natürliche Form" von Vitamin C sei Ascorbinsäure in Kombination mit anderen natürlichen Chemikalien wie Bioflavonoiden und verwandten Biochemikalien, die in Obst und Gemüse vorkommen. Die Verwirrung mag ihren Ursprung in Szent-Gyorgyis Bericht haben, dass Bioflavonoide die Wirkung von Ascorbinsäure verstärken können, um das Auslaufen aus den Kapillaren zu verhindern. [12] Später wurde jedoch festgestellt, dass L-Ascorbat der einzige biochemische Stoff ist, der zur Verhinderung von Skorbut notwendig ist. Obwohl die pflanzlichen Bioflavonoide keine Vitamine sind, d. h. sich nicht als essenziell für die menschliche Gesundheit erwiesen haben, sind sie Antioxidantien und haben einen positiven Einfluss auf die Gesundheit.

Eine weitere Verwirrung über "natürliches" Vitamin C ist der Mythos, dass nur direkt aus natürlichen Quellen gewonnenes Ascorbat das reine bioaktive Stereoisomer L-Ascorbat enthält. Diese Verwechslung könnte ihren Ursprung im Vitamin E haben, das üblicherweise als synthetisches Produkt verkauft wird, das sowohl das d- als auch das l-Isomer, dl-alpha-Tocopherol, enthält (siehe "Vitamin E" unten). Bei der Herstellung von Vitamin C aus Glukose wird nur die reine L-Ascorbat-Form produziert, da die stereospezifische Umwandlung mit Biokatalysatoren erfolgt. Wenn Sie preiswertes synthetisches Vitamin C kaufen, können Sie sicher sein, dass Sie das reine L-Ascorbat-Vitamin erhalten, das Skorbut verhindert und ein notwendiger Co-Faktor für viele biologische Enzymreaktionen ist.

### **Kaufen Sie Vitamin C in Kapseln und in Form von Kristallen**

Es gibt eine Vielzahl von Verpackungsformen für Vitamin C. Es kann als L-Ascorbinsäure in reiner Form als Tabletten, als Kapseln, die Vitamin-C-Kristalle enthalten, oder als Pulver in loser Form erworben werden. Die Kapselform wird in der Regel besser aufgenommen als die Tablettenform, aber die Pulverform ist preiswerter. Vitamin C kann auch als gepuffertes (nicht saures) Mineralsalz von Ascorbat, z. B. Calcium-, Magnesium- oder Natriumascorbat, erworben werden. Eine hervorragende Übersicht über die verschiedenen Formen von Vitamin C finden Sie online beim Linus Pauling Institute. [7]

### **Vitamin E (Tocopherol, Tocotrienol)**

Vitamin E ist ein starkes Antioxidans, das die Zellmembranen vor Schäden durch freie Radikale schützt. Es ist in einer Vielzahl von Lebensmitteln enthalten, darunter pflanzliche Öle (z. B. Raps-,

Mais-, Oliven-, Erdnuss-, Distel- und Sojaöl), Nüsse, Sonnenblumenkerne, Tomatenerzeugnisse, Gemüse (Spinat, Rote Bete, Rüben, Grünkohl, Mangold). In Form von Nahrungsergänzungsmitteln wirkt es sich nachweislich positiv auf die Gesundheit der Blutgefäße aus und reduziert die Blutgerinnungsrate. Vitamin E stärkt den Herzschlag und hat eine Reihe weiterer positiver Wirkungen. [13-17] Die empfohlene Dosis beginnt bei 200 IE/Tag über mehrere Wochen und steigert sich dann langsam auf höhere Tagesdosen (400-800 IE/Tag oder mehr). Nachdem es seine antioxidative Funktion erfüllt hat, kann ein Vitamin-E-Molekül durch Kontakt mit anderen Antioxidantien wie Vitamin C oder Gluthathion (GSH) regeneriert (d. h. wieder reduziert) werden. Es kann auch topisch (*oberflächlich*) angewendet werden, um die Heilung der Haut nach einer Verbrennung zu unterstützen. [15]

Vitamin E besteht aus 4 Tocopherol-Formen und 4 Tocotrienol-Formen:

<b>Vitamin E</b>	
<b>Tocopherol</b>	<b>Tocotrienol</b>
Alpha-Tocopherol	Alpha-Tocotrienol
Beta-Tocopherol	Beta-Tocotrienol
Gamma-Tocopherol	Gamma-Tocotrienol
Delta-Tocopherol	Delta-Tocotrienol

### **Struktur der Tocopherole und Tocotrienole**

Die Tocopherole und Tocotrienole haben einen polaren wasserlöslichen "Kopf" und einen fettlöslichen "Schwanz". Die alpha-, beta-, gamma- und delta-Formen unterscheiden sich in der Struktur des Kopfes, die Tocopherole und Tocotrienole in der Struktur des Schwanzes. [13] Sowohl Tocopherole als auch Tocotrienole sitzen in der Lipiddoppelschicht der Zellmembranen, wobei der Schwanz zu anderen Lipidmolekülen hin angeordnet ist und der polare Kopf in die Lösung ragt. Der Tocopherol-Schwanz ist gesättigt (d. h. er hat keine C-C-Doppelbindungen), während der Tocotrienol-Schwanz mehrfach ungesättigt ist (mit 3 C-C-Doppelbindungen).

### **Tocopherole**

Die am häufigsten verkaufte Form von Vitamin E ist das Alpha-Tocopherol. Es ist die im Körper am häufigsten vorkommende Form und wurde ursprünglich für die wichtigste Form von Vitamin E gehalten, als es zum ersten Mal entdeckt wurde, nämlich bei der Fortpflanzung. Es ist ein wichtiges fettlösliches Antioxidans, das sich in den Zellmembranen einlagert, um die Fettsäuren und Membranproteine vor der Oxidation durch freie Radikale zu schützen. Die anderen Tocopherol-Formen sind wichtige Antioxidantien, haben aber darüber hinaus viele andere, nicht damit zusammenhängende Funktionen, z. B. in den Signalwegen der Zellen. [13] Alpha-Tocopherol wird in den natürlichen Formen "d-alpha-Tocopherol" und "gemischte Tocopherole" verkauft. Diese Formen haben eine hohe biologische Aktivität und werden aus natürlichen Pflanzenprodukten gewonnen.

### **Tocotrienole**

Im Vergleich zu den Tocopherolen sind die Tocotrienole stärkere Antioxidantien, aber auch teurer, da sie in geringeren Mengen im pflanzlichen Ursprungsmaterial vorkommen. Neben ihrer starken antioxidativen Funktion sind sie auch an einer Reihe anderer wichtiger Signal- und Stoffwechselfunktionen beteiligt. [15-19] Man nimmt an, dass sie an der Regulierung von Fettstoffwechsel- und Fettsäurebiosynthesewegen beteiligt sind und auch die Glukosehomöostase modulieren, so dass sie bei der Prävention von Diabetes von Nutzen sein könnten. [16,17] Beta- und Gamma-Tocotrienol haben eine starke krebshemmende Wirkung. [18] Tocotrienole aus Palmöl schützen vor neurode-

generativen Veränderungen bei diabetischer Retinopathie. [19]

### **Natürliches Vitamin E**

Vitamin E kann aus natürlichen Ölen gewonnen werden, die aus einer Vielzahl pflanzlicher Quellen destilliert werden, z. B. aus Palmen, Bananen, Ananas, wildem Lauch, Zuckerrohr, Reis, Weizen und anderen Getreidesorten sowie Grünalgen. [20] Da diese Öle eine Mischung der verschiedenen Tocopherol- und Tocotrienolformen enthalten, wird das gereinigte Öl häufig als Mischung verkauft, die üblicherweise als "gemischte Tocopherole" oder "Tocotrienole" bezeichnet wird. Natürliches Vitamin E wird auch als 100 % d-alpha-Tocopherol verkauft, das aus der Tocopherolmischung weiter gereinigt wird. Es ist wahrscheinlich, dass die Form der "gemischten Tocopherole" mehr gesundheitliche Vorteile bietet als d-alpha-Tocopherol.

### **Synthetisches Vitamin E**

Die Alpha-Tocopherol-Form von Vitamin E kann auch durch ein chemisches Verfahren synthetisiert werden, bei dem sowohl d- als auch l-Stereoisomere in gleichen Anteilen entstehen. Die Synthese erfolgt durch eine säurekatalysierte Reaktion von Trimethylhydrochinon und Phytol. [21] Sowohl das d- als auch das l-Isomer haben die gleiche antioxidative Wirkung, aber nur d-alpha-Tocopherol (auch RRR-alpha-Tocopherol genannt) hat eine biologische Aktivität, bei der es vom Körper aufgenommen und in vielen biochemischen Prozessen und Organen verwendet wird. Es gibt Hinweise darauf, dass die synthetische Form, dl-alpha-Tocopherol (auch all-rac-alpha-Tocopherol genannt), unerwünschte Nebenwirkungen verursachen kann. [22] Die chemische Synthesemethode erzeugt die d- und l-Tocopherolformen, kann sie aber nicht ohne weiteres trennen, und da beide Formen starke Antioxidantien sind, können sie zum Schutz von Lebensmitteln und Hautcremes auf Ölbasis dienen. Allerdings hat dl-alpha-Tocopherol nur 50 % der biologischen Aktivität von d-alpha-Tocopherol. [13]

Um den größten Nutzen aus Vitamin E zu ziehen, sollten Sie am besten "gemischte Tocopherole" und "Tocotrienole" kaufen, die nicht synthetisiert werden können, sondern aus natürlichen Quellen gewonnen werden müssen. Diese Formen enthalten eine Mischung aus Alpha-, Beta-, Delta- und Gamma-Formen von Tocopherolen und Tocotrienolen. Obwohl die "gemischten Tocopherole" und "Tocotrienole" von Vitamin E mehr kosten als die synthetische dl-alpha-Tocopherolform, können sie mehr Stoffwechselwege im Körper aktivieren und bieten den besten gesundheitlichen Nutzen.

### **Alpha-Tocopherylacetat**

Diese Biochemikalie ist ein Ester aus Alpha-Tocopherol und Essigsäure. Es wird nicht leicht oxidiert, so dass es länger haltbar ist als Alpha-Tocopherol, und kann durch die Magensäure hydrolysiert werden, um das Alpha-Tocopherol freizusetzen. Wegen seiner längeren Haltbarkeit wird es häufig dem Tierfutter zugesetzt, um Vitamin E zu liefern. [23] Auch in Hautcremes ist es weit verbreitet, und man geht davon aus, dass es in der Haut langsam hydrolysiert wird, so dass sein Alpha-Tocopherolgehalt vor UV-Strahlen schützen kann. Leider wurde es in letzter Zeit fälschlicherweise in Erzeugnissen zum Verdampfen verwendet, was zu schweren Lungenschäden geführt haben soll. [24] Da es sich bei Alpha-Tocopherylacetat nicht um Vitamin E handelt, kann es vom Körper nicht ohne weiteres verwertet werden und verstopft beim Einatmen ähnlich wie andere Öle die Lungen, was vermutlich die Ursache für die Schäden ist.

### **Vitamin E und Vitamin C verringern das Schlaganfallrisiko**

Die Vitamine C und E sind beide wichtige Antioxidantien und haben eine ausgezeichnete entzündungshemmende Wirkung. Vitamin C kann Vitamin E regenerieren, das bei der Ausübung seiner antioxidativen Funktion erschöpft (oxidiert) wurde. Daher ist Vitamin E am wirksamsten, wenn es zusammen mit einer angemessenen Dosis Vitamin C eingenommen wird. Vitamin E reduziert die Blutgerinnung, was die Durchblutung verbessert und das Risiko für einen ischämischen Schlaganfall senkt, kann aber das Risiko für einen hämorrhagischen Schlaganfall (Blutungen) bei Patienten erhöhen, deren Blutgefäße schwach oder durch Entzündungen geschädigt sind. [25] Vitamin E stärkt jedoch die Blutgefäße, wenn es zunächst in einer niedrigen Dosis eingenommen wird, die über mehrere Wochen schrittweise erhöht wird. [13-15] Außerdem verringert Vitamin C die Häufigkeit von hämorrhagischen Schlaganfällen, da es die Arterien stärkt und Blutungen und Entzündungen verhindert. [26] Die Einnahme von Vitamin C und E zusammen mit anderen Antioxidantien erhöht die Elastizität der Arterien und senkt den Blutdruck. [27] Zusammengekommen verringern Antioxidantien wie Vitamin C, E und Selen also das Risiko sowohl für hämorrhagische als auch für ischämische Schlaganfälle, Bluthochdruck und Herzerkrankungen.

## Schlussfolgerung

Obwohl sowohl Vitamin C als auch Vitamin E synthetisch hergestellt werden können, hat nur synthetisches Vitamin C (L-Ascorbat) die gleiche biologische Aktivität wie natürliches, aus pflanzlichen Produkten gewonnenes Vitamin C. Synthetisches Vitamin E (dl-alpha-Tocopherol) hat die Hälfte der biologischen Aktivität von natürlichem Vitamin E und kann unerwünschte Nebenwirkungen verursachen. Sowohl Vitamin C als auch Vitamin E haben Stereoisomere, die biologisch inaktiv sind. Vitamin C wird jedoch ausschließlich in der reinen aktiven L-Ascorbat-Form hergestellt und verkauft, während Vitamin E als Mischung aus der biologisch aktiven und der inaktiven Form (dl-alpha-Tocopherol) hergestellt und weithin verkauft wird. Die natürliche Form von Vitamin E wird häufig als d-alpha-Tocopherol oder als eine Mischung aller Tocopherol- und/oder Tocotrienolformen (alpha, beta, gamma, delta) verkauft. Sie können sicher sein, dass synthetisches Vitamin C (L-Ascorbat) und natürliche "gemischte Tocopherole" und "Tocotrienole" die wirksamsten und am besten gesundheitsfördernden Formen sind.

## Referenzen:

1. Orthomolecular Medicine News Service (2020) Rationale for Vitamin C Treatment of COVID-19 and Other Viruses. <http://orthomolecular.org/resources/omns/v16n21.shtml>
2. Hickey S, Roberts HJ, Cathcart RF, (2005) Dynamic Flow: A New Model for Ascorbate. J Orthomol Med. 20:237-244. <http://orthomolecular.org/library/jom/2005/pdf/2005-v20n04-p237.pdf>.
3. Cathcart RF (1981) The Method of Determining Proper Doses of Vitamin C for the Treatment of Disease by Titrating to Bowel Tolerance J Orthomol Psychiat, 10:125-132. <http://orthomolecular.org/library/jom/1981/pdf/1981-v10n02-p125.pdf>
4. Zetterström R.(2009) Nobel Prize 1937 to Albert von Szent-Györgyi: identification of vitamin C as the anti-scorbutic factor. Acta Paediatr. 98:915-919. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19239412>
5. Reichstein, T. und Grüssner, A. (1934): Eine ergiebige Synthese der L-Ascorbinsäure (C-Vitamin), Helv. Chim. Acta 17:311-328. <https://doi.org/10.1002/hlca.19340170136>
6. Pappenberger G, Hohmann HP. (2014) Industrial production of L-ascorbic Acid (vitamin C) and D-isoascorbic acid. Adv Biochem Eng Biotechnol. 143:143-88. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24258144>
7. Linus Pauling Inst. The Bioavailability of Different Forms of Vitamin C (Ascorbic Acid) <https://lpi.oregonstate.edu/mic/vitamins/vitamin-C/supplemental-forms>

8. Shang X, Zhou Z, Jiang S, Guo H, Lu Y. (2020) Interrelationship between myoglobin oxidation and lipid oxidation during the processing of Cantonese sausage with d-sodium erythorbate. *J Sci Food Agric.* 100:1022-1029. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31646643>
9. Leclercq C, Arcella D, Turrini A. (2000) Estimates of the theoretical maximum daily intake of erythorbic acid, gallates, butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT) in Italy: a stepwise approach. *Food Chem Toxicol.* 38:1075-1084. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11033195>
10. R. Walker. Erythorbic acid and its sodium salt. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v28je03.htm>
11. Davis JL, Paris HL, Beals JW, Binns SE, et al (2016) Liposomal-encapsulated Ascorbic Acid: Influence on Vitamin C Bioavailability and Capacity to Protect Against Ischemia-Reperfusion Injury. *Nutr Metab Insights.* 9:25-30. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27375360>
12. Szent-Gyorgyi A. (1963) Lost in the twentieth century. *Ann. Rev. Biochem.* 32:1-15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14140702>
13. Papas A (1999) *The vitamin E factor.* HarperCollins, ISBN-13: 978-0060984434.
14. Saul AW (2011) *Vitamin E Attacked Again Of Course. Because It Works.* Orthomolecular Medicine News Service. <http://orthomolecular.org/resources/omns/v07n11.shtml>
15. Hoffer A, Saul AW (2008) *Orthomolecular Medicine for Everyone.* Basic Health Pubs. ISBN-13: 978-1591202264
16. Wong SK, Kamisah Y, Mohamed N, Muhammad N, et al. (2020) Potential Role of Tocotrienols on Non-Communicable Diseases: A Review of Current Evidence. *Nutrients.* 12(1). pii: E259. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31963885>
17. Pang KL, Chin KY. (2019) The Role of Tocotrienol in Protecting Against Metabolic Diseases. *Molecules.* 24. pii: E923. doi: 10.3390/molecules24050923. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30845769>
18. Idriss M, Hodroj MH, Fakhoury R, Rizk S. (2020) Beta-Tocotrienol Exhibits More Cytotoxic Effects than Gamma-Tocotrienol on Breast Cancer Cells by Promoting Apoptosis via a P53-Independent PI3-Kinase Dependent Pathway. *Biomolecules.* 10(4). pii: E577. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32283796>
19. Sadikan MZ, Nasir NAA, Agarwal R, Ismail NM. (2020) Protective Effect of Palm Oil-Derived Tocotrienol-Rich Fraction Against Retinal Neurodegenerative Changes in Rats with Streptozotocin-Induced Diabetic Retinopathy. *Biomolecules.* 10(4). pii: E556. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32260544>
20. Nehdi IA, Sbihi HM, Tan CP, Al-Resayes SI, Rashid U, Al-Misned FA, El-Serehy HA. (2020) Chemical Composition, Oxidative Stability, and Antioxidant Activity of *Allium ampeloprasum* L. (Wild Leek) Seed Oil. *J Oleo Sci.* Epub ahead of print] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32281562>
21. Diamond Shamrock Corp (1971) Process for preparation of d,l-alpha tocopherol. <https://patents.google.com/patent/US3708505A>
22. Ranard KM, Kuchan MJ, Bruno RS, Juraska JM, Erdman JW. (2019) Synthetic alpha-tocopherol, compared with natural alpha-tocopherol, downregulates myelin genes in cerebella of adolescent ttpa-null mice. *J Nutr.* pii: nxz330. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31883016>
23. Akbari Moghaddam Kakhki R, Bakhshalinejad R, Zoidis E. (2018) Interactive effects of alpha-tocopherol acetate and zinc supplementation on the antioxidant and immune systems of broilers. *Br Poult Sci.* 59:679-688. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30196707>
24. Duffy B, Li L, Lu S, Durocher L, et al. (2020) Analysis of Cannabinoid-Containing Fluids in

Illicit Vaping Cartridges Recovered from Pulmonary Injury Patients: Identification of Vitamin E Acetate as a Major Diluent. *Toxics*. 8. pii: E8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31991538>

25. Schürks M, Glynn RJ, Rist PM, Tzourio C, Kurth T. (2010) Effects of vitamin E on stroke subtypes: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*. 341:c5702.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21051774>

26. Kurl S, Tuomainen TP, Laukkanen JA, Nyssönen K, et al. (2002) Plasma vitamin C modifies the association between hypertension and risk of stroke. *Stroke*. 33:1568-1573.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12052992>

27. Shargorodsky M, Debby O, Matas Z, Zimlichman R. (2010) Effect of long-term treatment with antioxidants (vitamin C, vitamin E, coenzyme Q10 and selenium) on arterial compliance, humoral factors and inflammatory markers in patients with multiple cardiovascular risk factors. *Nutr Metab* 7:55.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20604917>

### **Ernährungsmedizin ist orthomolekulare Medizin**

Die orthomolekulare Medizin setzt eine sichere und wirksame Ernährungstherapie zur Bekämpfung von Krankheiten ein. Für weitere Informationen: <http://www.orthomolecular.org>

Der von Experten begutachtete Orthomolecular Medicine News Service ist eine gemeinnützige und nicht-kommerzielle Informationsquelle.

### **Redaktioneller Prüfungsausschuss:**

(please see at end of the original english version)

(bitte sehen Sie am Ende der engl. Originalversion nach).

*(Übersetzt mit DeepL.com, v16n26, GD)*