

Polyphenole, Carotinoide und Co.

Die Bedeutung von sekundären Pflanzenstoffen

Andreas M. Fischer; Reto W. Kressig

Die Bedeutung einer ausgewogenen Ernährung für die Gesundheit und das Wohlbefinden von Personen über 60 Jahren ist allgemein anerkannt. In den letzten Jahren hat die Forschung gezeigt, dass sekundäre Pflanzenstoffe einen bedeutenden zusätzlichen Beitrag zur Förderung der Gesundheit im Alter leisten können. Diese Verbindungen, die in verschiedenen Pflanzen vorkommen und als Mikronährstoffe eingestuft werden, sind für ihre vielfältigen biologischen Aktivitäten bekannt und zeigen relevante gesundheitsfördernde Eigenschaften.



Andreas M. Fischer

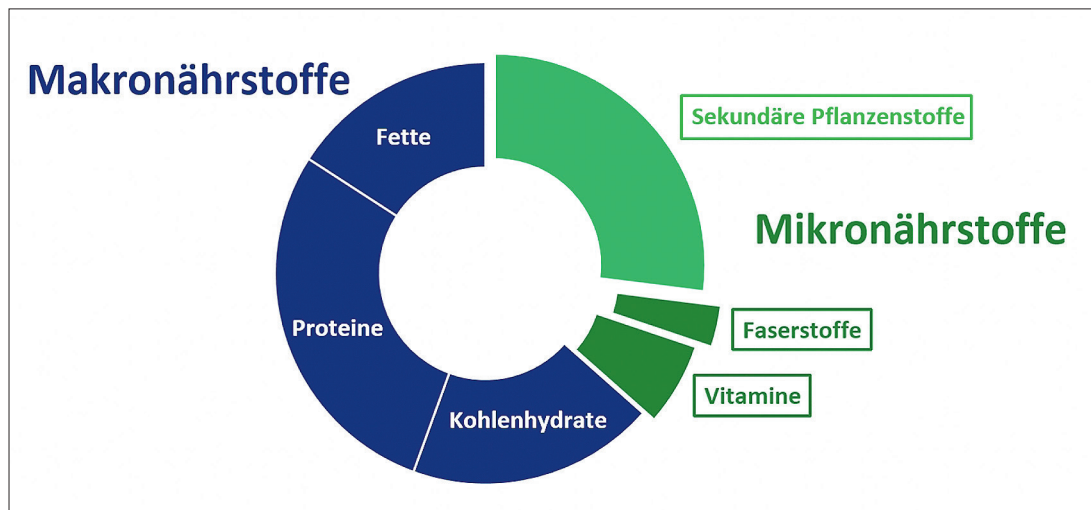


Abbildung 1: Molekulare Zusammensetzung pflanzlicher Nahrungsmittel (ohne Wasseranteil).



Reto W. Kressig

Kategorien der sekundären Pflanzenstoffe

Die sekundären Pflanzenstoffe werden in verschiedene Kategorien unterteilt.

Polyphenole

Polyphenole leiten sich von «poly» (lateinisch für viel) und «phenol» (eine chemische Verbindungsklasse mit aromatischem Ring) ab und bezeichnen eine grosse Bandbreite von bioaktiven Verbindungen in Pflanzen. Polyphenole, die in einer Vielzahl von Obst- und Gemüsesorten vorkommen, sind bekannt für ihre antioxidativen Eigenschaften, die den Körper vor oxidativem Stress schützen und das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie bestimmten Krebsarten verringern können (1). Zu ihnen gehören auch die Flavonoide, welche sich von «flavus» (lateinisch für gelb, blond) ableiten. Flavonoide, die in Beeren, Zitrusfrüchten, Tee und dunkler Schokolade enthalten sind, haben ebenfalls antioxidative und ent-

zündungshemmende Eigenschaften (2). Sie unterstützen die kognitiven Funktionen und können bei regelmässigem Verzehr das Risiko einer Demenzerkrankung verringern (3).

Carotinoide

Carotinoide leiten sich von «carota» (lateinisch für Karotte) ab, gehören zur Klasse der Terpene und bezeichnen eine Gruppe von fettlöslichen Pigmenten, die für die orange, gelbe und rote Farbe von Obst und Gemüse verantwortlich sind. Sie wirken als Antioxidantien, stärken das Immunsystem, schützen vor altersbedingten Augenerkrankungen wie Makuladegeneration und können das Risiko von Herzkrankungen und bestimmten Krebsarten reduzieren (4).

Glucosinolate

Glucosinolate leiten sich von «glucos» (eine Zuckerart) und «sine» (lateinisch für ohne) ab und kennzeichnen eine Gruppe von Verbindungen, die keine Zuckerarten enthalten und in Kreuzblütlern enthalten

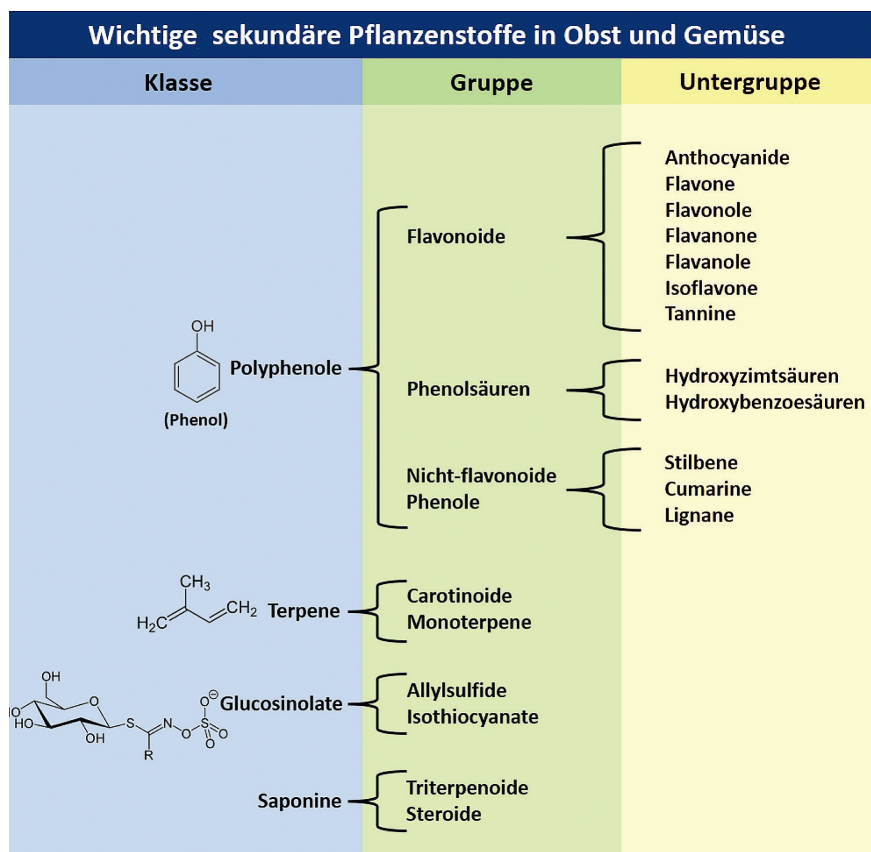


Abbildung 2: Die wichtigsten Klassen, Gruppen und Untergruppen von sekundären Pflanzenstoffen in Obst und Gemüse.

sind. Sie werden der Klasse der Schwefelverbindungen zugeordnet und finden sich in Kohlgewächsen wie Brokkoli, Kabis und Rucola. Mit ihren entzündungshemmenden und antioxidativen Eigenschaften tragen sie zur Verringerung des Krebsrisikos vor allem von Darm-, Lungen- und Brustkrebs bei (5). Ein Beispiel hierfür ist die Bildung des Isothiocyanats Sulforaphan, das durch die enzymatische Aktivität der Myrosinase mit Glucoraphan gebildet wird. Beide sind natürliche Bestandteile der Zellkompartimente von Kreuzblütlern (6).

Neben den genannten Kategorien gibt es noch weitere bedeutende Gruppen von sekundären Pflanzenstoffen wie die Klasse der Saponine mit den Gruppen der Triterpenoide und Steroide (7).

Wirkmechanismen von sekundären Pflanzenstoffen

Verschiedene Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe auf verschiedene Stoffwechselfvorgänge sind heute besser bekannt. Sie haben einen Einfluss auf verschiedene Organsysteme. Doch interessant sind nicht nur die Wirkungen der einzelnen Wirkstoffe, sondern vor allem auch ihre synergistische Wirkung.

Antioxidative Wirkung und Schutz vor oxidativem Stress

Sekundäre Pflanzenstoffe wie Polyphenole und Carotinoide spielen eine wichtige Rolle bei der Bekämpfung von oxidativem Stress im Körper. Durch ihre antioxidative Wirkung neutralisieren sie freie Radi-

kale und schützen somit die Zellen vor Schäden. Dieser Schutzmechanismus hilft, altersbedingten Krankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen und bestimmten Krebsarten vorzubeugen (5). Der regelmäßige Verzehr von Lebensmitteln, welche reich an diesen sekundären Pflanzenstoffen sind und in Beeren, grünem Blattgemüse und Nüssen vorkommen, kann dazu beitragen, den Körper vor oxidativem Stress zu schützen. Polyphenole hemmen dabei die Aktivität von Enzymen wie die Cyclooxygenase und die Lipoxygenase, welche Entzündungsreaktionen im Körper begünstigen (8). Darüber hinaus scheinen Polyphenole wie das Epigallocatechingallat (EGCG) aus grünem Tee die Aktivierung von Signalwegen zu hemmen, die zur Proliferation von Krebszellen beitragen (9). Einige Beispiele von antikanzerogenen, sekundären Pflanzenstoffen in natürlichen Lebensmitteln sind in *Abbildung 3* dargestellt.

Entzündungshemmende Eigenschaften

Flavonoide, Anthocyane und Curcumin sind sekundäre Pflanzenstoffe mit antiphlogistischen Eigenschaften. Diese Wirkung beruht auf ihrer Fähigkeit, verschiedene biochemische Prozesse im Körper zu beeinflussen. Anthocyane sind dafür bekannt, die Expression von entzündlichen Zytokinen zu reduzieren und die Aktivität des spezifischen Transkriptionsfaktors NF- κ B, einem wichtigen Regulator der Entzündungsreaktion, zu modulieren (10). Curcumin, der Hauptwirkstoff in Kurkuma, kann ebenfalls die Produktion von entzündlichen Molekülen hemmen und bestimmte Signalwege blockieren, die an der Entzündungsreaktion beteiligt sind. Diese antiinflammatorischen Eigenschaften sind besonders relevant für altersbedingte Erkrankungen wie Arthritis, entzündliche Darmerkrankungen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen (11). Durch die regelmäßige Integration von Lebensmitteln wie Kurkuma, Beeren und grünem Blattgemüse in die Ernährung können Entzündungsreaktionen im Körper moduliert und chronischen Entzündungen entgegengewirkt werden.

Förderung der kognitiven Funktionen und Unterstützung des Herz-Kreislauf-Systems

Der Verzehr von sekundären Pflanzenstoffen, insbesondere Flavonoiden, beeinflusst die kognitiven Funktionen auf biochemischer und physiologischer Ebene (12). Flavonoide können die Durchblutung des Gehirns verbessern, indem sie die Produktion von Stickstoffmonoxid (NO) fördern, das eine Erweiterung der Blutgefäße bewirkt (13). Durch die Vasodilatation wird die Sauerstoff- und Nährstoffversorgung des Gehirns optimiert. Darüber hinaus stimulieren diese Verbindungen die neurotrophe BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor)-Signalgebung, die für das Wachstum und die Differenzierung von Nervenzellen im Gehirn verantwortlich ist (14). Dies trägt dazu bei, neue synaptische Verbindungen zu bilden und bestehende zu stärken, was wiederum die

Gedächtnisleistung und die Aufmerksamkeit verbessern kann. Flavonoidreiche Lebensmittel wie Beeren, dunkle Schokolade und grüner Tee enthalten spezifische Flavonoide wie Anthocyane, Epicatechine und Quercetin, die diese Effekte vermitteln (15). Die regelmässige Aufnahme dieser Lebensmittel kann das Risiko für kognitive Beeinträchtigungen und Demenz im Alter verringern, indem sie die Gehirnfunktion auf zellulärer und molekularer Ebene positiv beeinflussen.

Darüber hinaus kann Epicatechin die Expression von entzündungsfördernden Molekülen reduzieren, die an der Bildung von arteriosklerotischen Plaques beteiligt sind (16). Die NO-induzierte Vasodilatation führt darüber hinaus zu einer Senkung des Blutdrucks. Durch diese biochemischen Prozesse trägt dunkle Schokolade mit ihrem hohen Flavonoidgehalt zur Verbesserung der Gefässgesundheit und zur Reduzierung des Risikos von Herz- und Gefässkrankheiten bei (17).

Verbesserung der Darmgesundheit

Das Mikrobiom, bestehend aus der Gesamtheit der Mikroorganismen im Darm, spielt eine wesentliche Rolle für die Darmgesundheit. Eine ausgewogene Ernährung mit sekundären Pflanzenstoffen fördert eine vielfältige und gesunde Mikrobiota-Zusammensetzung. Eine positive Interaktion zwischen dem Mikrobiom und den aufgenommenen sekundären Pflanzenstoffen unterstützt die Produktion von kurzkettigen Fettsäuren und anderen bioaktiven Verbindungen, die entzündungshemmend wirken und die Barrierefunktion der Darmwand stärken (18). Obwohl sie keine sekundären Pflanzenstoffe sind, fördern Faserstoffe und Probiotika, die in vielen pflanzlichen Lebensmitteln enthalten sind, eine gesunde Darmflora (19). Darüber hinaus begünstigen Präbiotika (nichtverdauliche Nahrungsbestandteile) wie Inulin aus Chicorée, Fructooligosaccharide (FOS) aus Getreide, Galactooligosaccharide (GOS) aus Hülsenfrüchten oder die Bildung resistenter Stärke durch Abkühlung zuvor erhitzter, stärkehaltiger Lebensmittel das Wachstum probiotischer Bakterien (20). Gemeinsam regulieren diese Komponenten die Darmfunktion, verbessern die Verdauung und verringern das Risiko von Dickdarmkrebs und anderen Darmerkrankungen.

Prävention von altersbedingten Augenerkrankungen

Bestimmte sekundäre Pflanzenstoffe wie Lutein und Zeaxanthin haben eine entscheidende Bedeutung bei der Prävention von altersbedingten Augenerkrankungen. Diese Verbindungen sind in grünem Blattgemüse sowie orangefarbenem Obst und Gemüse enthalten. Lutein, ein Carotinoid, das vor allem in Spinat und Federkohl enthalten ist, kann massgeblich zur Verbesserung der Augengesundheit beitragen. Es kann sich in der Makula, einem Bereich der Netzhaut, ansammeln, wo es wie ein Schutzschild wirkt. Durch seine antioxidativen Eigenschaften neutralisiert

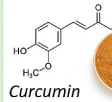

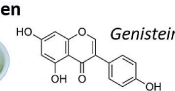

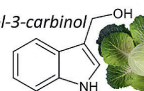

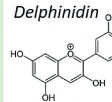
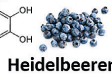
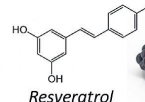

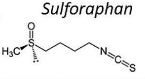

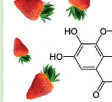
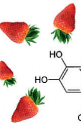
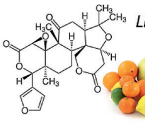

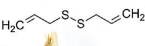

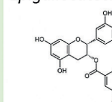

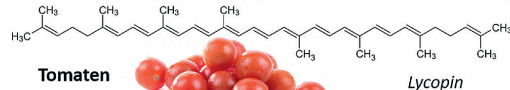

Antikarzinogene wirkende sekundäre Pflanzenstoffe in natürlichen Lebensmitteln		
 <p>Curcumin</p>  <p>Kurkuma</p>	 <p>Genistein</p>  <p>Sojabohnen</p>	 <p>Indol-3-carbinol</p>  <p>Kabis</p>
 <p>Delphinidin</p>  <p>Heidelbeeren</p>	 <p>Resveratrol</p>  <p>Weintrauben</p>	 <p>Sulforaphan</p>  <p>Brokkoli</p>
 <p>Ellagsäure</p>  <p>Erdbeeren</p>	 <p>Limonin</p>  <p>Zitrusfrüchte</p>	 <p>Diallylsulfid</p>  <p>Knoblauch</p>
 <p>Epigallocatechin-3-gallat</p>  <p>Grüner Tee</p>	 <p>Lycopin</p>  <p>Tomaten</p>	

Abbildung 3: Antikarzinogene wirkende sekundäre Pflanzenstoffe in natürlichen Lebensmitteln.

© pixabay und usplash

Lutein freie Radikale, die durch Sonneneinstrahlung und oxidativen Stress entstehen können und die Zellen der Netzhaut schädigen (21). Darüber hinaus absorbiert Lutein hochenergetisches, blaues Licht, das ebenfalls schädlich für die Netzhaut sein kann, und reduziert das Risiko für altersbedingte Makuladegeneration und Katarakte (22). Es unterstützt ausserdem die Funktion der Pigmente in der Netzhaut, die für scharfes Sehen und das Erkennen von Details verantwortlich sind. Durch die regelmässige Aufnahme von luteinreichen Lebensmitteln können die Augengesundheit gefördert und das Risiko für unterschiedliche Augenerkrankungen verringert werden.

Stärkung des Immunsystems

Die in Kreuzblütlern vorkommenden Glucosinolate sind sekundäre Pflanzenstoffe, welche das Immunsystem unterstützen können. Sie besitzen immunmodulatorische Eigenschaften und sind imstande, die Produktion von entzündungsfördernden Zytokinen und die Aktivität von Immunzellen zu beeinflussen. Glucosinolate werden im Körper zu biologisch aktiven Verbindungen, den sogenannten Isothiocyanaten, umgewandelt (23). Neben der bereits erwähnten antitumorösen Wirkung haben sie auch eine antivirale, antibakterielle und entzündungshemmende Wirkung, die zur Abwehr von Krankheitserregern im Körper beitragen kann. Darüber hinaus können Glucosinolate die Funktion und Vermehrung von Immunzellen wie T-Lymphozyten und natürlichen Killerzellen stimulieren, was zu einer effektiveren Immunantwort führt (24).

Wirkung auf den Knochenstoffwechsel und die Muskelgesundheit

Flavonoide und Isoflavone aus Soja, Rotklee und Beeren wirken sich nachweislich positiv auf die Knochengesundheit aus. Ihre Wirkung beruht auf verschiedenen Mechanismen im Knochenstoffwechsel. Zum

einen können sie die Aktivität der Osteoblasten stimulieren und so die Knochenbildung fördern, während sie die Aktivität der Osteoklasten (knochenabbauende Körperzellen) verringern. Darüber hinaus tragen die antiphlogistischen Eigenschaften der Flavonoide und Isoflavone dazu bei, chronische Entzündungen im Körper zu reduzieren, die zu Knochen Schwund führen können (25).

Durch die entzündungshemmenden Eigenschaften können Polyphenole ausserdem das Zusammenspiel zwischen Muskel- und Immunzellen modifizieren. Auf diese Weise reduzieren sie die Signalübertragung durch NF- κ B und verringern somit die Entzündungsreaktion, wodurch die Muskelsynthese verbessert wird (26). Sekundäre Pflanzenstoffe aus Kirschen und Resveratrol, einem Polyphenol, das unter anderem im Rotwein und japanischen Staudenknöterich vorkommt, scheinen einen begünstigenden Einfluss auf die Muskelgesundheit älterer Erwachsener zu haben (27).

Synergistische Effekte sekundärer Pflanzenstoffe

In der Erforschung der gesundheitlichen Auswirkungen von Lebensmitteln wird oft der Fokus auf einzelne Inhaltsstoffe gelegt. Es wird behauptet, dass bestimmte sekundäre Pflanzenstoffe oder Nährstoffe isoliert betrachtet spezifische gesundheitliche Vorteile bieten können. Jedoch ist es wichtig zu betonen, dass es nicht die isolierten Inhaltsstoffe sind, die allein für die positive Wirkung verantwortlich sind, sondern der Synergieeffekt der unterschiedlichen Komponenten in einem Lebensmittel.

Der menschliche Körper ist ein komplexes System, in dem zahlreiche biochemische Prozesse gleichzeitig ablaufen. Das Zusammenspiel der verschiedenen Nahrungsbestandteile kann die Gesundheit auf vielfältige Weise beeinflussen. Ein gutes Beispiel dafür ist der Konsum von Tomaten. Tomaten enthalten das Carotinoid Lycopin, das für seine antioxidativen Eigenschaften bekannt ist. Es wurde festgestellt, dass Lycopin das Risiko von bestimmten Krebsarten verringern kann. Jedoch wurde auch gezeigt, dass die gleichzeitige Aufnahme von Fett die Aufnahme von Lycopin zusätzlich erhöht. Das bedeutet, dass der Verzehr von Lebensmitteln wie Tomatensauce, die mit gesunden Fetten (z. B. Olivenöl) zubereitet wird und ein traditioneller Bestandteil der mediterranen Küche ist, eine verbesserte Aufnahme und Wirksamkeit von Lycopin ermöglicht (28).

Obst und Gemüse enthalten eine Vielzahl von sekundären Pflanzenstoffen, Vitaminen, Mineralien und Faserstoffen, die synergetisch zusammenwirken, um oxidativen Stress zu bekämpfen, Entzündungen zu verringern und das Immunsystem zu stärken. So wurde anhand einer wissenschaftlichen Analyse festgestellt, dass die gleichzeitige Aufnahme von Quercetin (einem Flavonoid, das u. a. in Kapern, Zwiebeln, Beeren und Schnittlauch vorkommt) und Vitamin C aus Lebensmitteln wie Zitrusfrüchten die antioxidative Aktivität im Körper verstärkt (29). Eine weitere

bemerkenswerte Kombination von Inhaltsstoffen, die eine herausragende synergistische Wirkung aufweist, ist die von Kurkumin und Piperin. Kurkumin, der Hauptwirkstoff in Kurkuma, besitzt u. a. entzündungshemmende Eigenschaften. Die Bioverfügbarkeit von Kurkumin ist jedoch begrenzt. Das Piperin, der bedeutendste Inhaltsstoff des schwarzen Pfeffers, erhöht die Aufnahme von Curcumin im Organismus, indem es die hepatische und intestinale Glucuronidierung hemmt (30). Gemeinsam verstärken Kurkumin und Piperin antiphlogistische, antioxidative, antiproliferative und antiangiogene Eigenschaften. Diese Kombination kann den Schutz vor chronischen Krankheiten verbessern und das Immunsystem stärken. Studienergebnisse haben eine positive Wirkung bei der Behandlung von entzündlichen Darmerkrankungen und Arthritis sowie bei der Vorbeugung bestimmter Krebsarten nahegelegt (31). Darüber hinaus unterstützen Curcumin und Piperin die Gehirnfunktion und verringern das Risiko neurodegenerativer Erkrankungen, wobei es wichtig ist, die richtige Dosierung und Anwendung im Einzelfall zu bestimmen (32).

Insgesamt verdeutlichen diese Erkenntnisse die Wichtigkeit einer ausgewogenen und vielfältigen Ernährung. Es ist daher entscheidend, dass wir uns von isolierten Inhaltsstoffen, die als «Wundermittel» betrachtet werden, abwenden und uns stattdessen auf die Bedeutung von ganzen Nahrungsmitteln konzentrieren. Indem wir eine abwechslungsreiche und ausgewogene Ernährung mit möglichst zahlreichen, unverarbeiteten Lebensmitteln anstreben, können wir die bestmöglichen gesundheitlichen Vorteile erzielen und unser Wohlbefinden auf umfassende Art und Weise fördern.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Andreas M. Fischer
Oberarzt Akute Altersmedizin
Universitäre Altersmedizin FELIX PLATTER
Burgfelderstrasse 101
4055 Basel
E-Mail: Andreas.Fischer@felixplatter.ch

Koautor: Prof. Reto W. Kressig,
Chief Medical Officer (CMO)
Universitäre Altersmedizin
Felix Platterspital Basel

Referenzen in der Online-Version des Beitrags unter www.sze.ch

Referenzen:

1. Rana A et al.: Health benefits of polyphenols: A concise review. *Journal of food biochemistry* 2022; 46: e14264.
2. Maleki SJ et al.: Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food chemistry* 2019; 299: 125124.
3. Gildawie KR et al.: Protective Effects of Foods Containing Flavonoids on Age-Related Cognitive Decline. *Current nutrition reports* 2018; 7: 39-48.
4. Eggersdorfer M et al.: Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of biochemistry and biophysics* 2018; 652: 18-26.
5. Zhang YJ et al.: Antioxidant Phytochemicals for the Prevention and Treatment of Chronic Diseases. *Molecules (Basel, Switzerland)* 2015; 20: 21138-21156.
6. Nandini DB et al.: Sulforaphane in broccoli: The green chemoprevention!! Role in cancer prevention and therapy. *Journal of oral and maxillofacial pathology: JOMFP* 2020; 24: 405.
7. Phan MAT et al.: Interactions between phytochemicals from fruits and vegetables: Effects on bioactivities and bioavailability. *Critical reviews in food science and nutrition* 2018; 58: 1310-1329.
8. Al-Khayri JM et al.: Flavonoids as Potential Anti-Inflammatory Molecules: A Review. *Molecules (Basel, Switzerland)* 2022; 27.
9. Gan RY et al.: Absorption, metabolism, anti-cancer effect and molecular targets of epigallocatechin gallate (EGCG): An updated review. *Critical reviews in food science and nutrition* 2018; 58: 924-941.
10. Endrame S et al.: Anti-inflammatory effect of anthocyanins via modulation of nuclear factor- κ B and mitogen-activated protein kinase signaling cascades. *Nutrition reviews* 2015; 73: 348-358.
11. Li H et al.: Curcumin, the golden spice in treating cardiovascular diseases. *Biotechnology advances* 2020; 38: 107343.
12. Cheng N et al.: Dietary Flavonoids and Human Cognition: A Meta-Analysis. *Molecular nutrition & food research* 2022; 66: e2100976.
13. Duarte J et al.: Modulation of nitric oxide by flavonoids. *Food & function* 2014; 5: 1653-1668.
14. Chen Y et al.: Beneficial effects of natural flavonoids on neuroinflammation. *Frontiers in immunology* 2022; 13: 1006434.
15. Harnly JM et al.: Flavonoid content of U.S. fruits, vegetables, and nuts. *Journal of agricultural and food chemistry* 2006; 54: 9966-9977.
16. Engler MB et al.: Flavonoid-rich dark chocolate improves endothelial function and increases plasma epicatechin concentrations in healthy adults. *Journal of the American College of Nutrition* 2004; 23: 197-204.
17. Jiménez R et al.: Epicatechin: endothelial function and blood pressure. *Journal of agricultural and food chemistry* 2012; 60: 8823-8830.
18. Santhiravel S et al.: The Impact of Plant Phytochemicals on the Gut Microbiota of Humans for a Balanced Life. *International journal of molecular sciences* 2022; 23.
19. Giovannucci E: Modifiable risk factors for colon cancer. *Gastroenterology clinics of North America* 2002; 31: 925-943.
20. Sanders ME et al.: Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology* 2019; 16: 605-616.
21. Abdel-Aal el SM et al.: Dietary sources of lutein and zeaxanthin carotenoids and their role in eye health. *Nutrients* 2013; 5: 1169-1185.
22. Kijlstra A et al.: Lutein: more than just a filter for blue light. *Progress in retinal and eye research* 2012; 31: 303-315.
23. Mahn A et al.: Potential of Sulforaphane as a Natural Immune System Enhancer: A Review. *Molecules (Basel, Switzerland)* 2021; 26.
24. Liu M et al.: Dose-Dependent Responses of I3C and DIM on T-Cell Activation in the Human T Lymphocyte Jurkat Cell Line. *International journal of molecular sciences* 2017; 18.
25. Ortiz AC et al.: Therapeutic Effects of Citrus Flavonoids Neohesperidin, Hesperidin and Its Aglycone, Hesperetin on Bone Health. *Biomolecules* 2022; 12.
26. Domingues-Faria C et al.: Skeletal muscle regeneration and impact of aging and nutrition. *Ageing research reviews* 2016; 26: 22-36.
27. Prado CM et al.: Advances in muscle health and nutrition: A toolkit for healthcare professionals. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* 2022; 41: 2244-2263.
28. Hogenkamp A et al.: Allergy Modulation by N-3 Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids and Fat Soluble Nutrients of the Mediterranean Diet. *Frontiers in pharmacology* 2020; 11: 1244.
29. Colunga Biancatelli RML et al.: Quercetin and Vitamin C: An Experimental, Synergistic Therapy for the Prevention and Treatment of SARS-CoV-2 Related Disease (COVID-19). *Frontiers in immunology* 2020; 11: 1451.
30. Shoba G, Joy D et al.: Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta medica* 1998; 64: 353-356.
31. Tomeh MA et al.: A Review of Curcumin and Its Derivatives as Anti-cancer Agents. *International journal of molecular sciences* 2019; 20.
32. Bhat A et al.: Benefits of curcumin in brain disorders. *BioFactors (Oxford, England)* 2019; 45: 666-689.