

FACHDOSSIER

Fachwissen für Fachpersonen der Selbstmedikation

SEKUNDÄRE PFLANZENSTOFFE

Sekundäre Pflanzenstoffe sind vielen als Antioxidantien oder Farbstoffe bekannt. Ihr Potenzial für die menschliche Gesundheit umfasst verschiedenste, teilweise noch unbekannte Wirkungen. Ein Einblick in den Stand der Forschung zur protektiven Wirkung, den Risiken, der Verwendung und den Synergien dieser Substanzen.

<u>Sekundäre Pflanzenstoffe – Stand der Forschung</u>	2
<u>Sekundäre Pflanzenstoffe stellen sich vor</u>	3
<u>Sekundäre Pflanzenstoffe als Zusatz in Lebensmitteln</u>	7
<u>Glossar</u>	7
<u>Literaturhinweise</u>	8

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Weiterverbreitung
 nur mit ausdrücklicher Genehmigung der vitagate ag.

Sekundäre Pflanzenstoffe – Stand der Forschung

Sekundäre Pflanzenstoffe sind bioaktive, nichtnutritive Substanzen, welche in Pflanzen vorkommen und als nichtessenzielle Nährstoffe eingestuft werden.^{1,2} Aufgrund ihrer möglichen Risikosenkung für einige Krankheiten beschäftigt sich die Wissenschaft damit, ob sie ebenfalls zu den essenziellen Nährstoffen zählen sollten.¹

Sekundäre Pflanzenstoffe werden in Abhängigkeit ihrer chemischen Struktur und funktionellen Eigenschaften in Gruppen eingeteilt: Polyphenole, Carotinoide, Phytoöstrogene, Glucosinolate, Sulfide, Monoterpene, Saponine, Protease-Inhibitoren, Phytosterine und Lektine.^{1,3} Chlorophyll und Phytinsäure gehören keiner Gruppe an.³ Die am besten untersuchten Gruppen sind Polyphenole und Carotinoide, weshalb auf diese auch vertieft eingegangen wird. In Pflanzen haben sekundäre Pflanzenstoffe verschiedenste Funktionen. Sie sind mitverantwortlich für die Reproduktion, das Wachstum und den Stoffwechsel der Pflanze und notwendig für die Photosynthese und Photoprotektion. Sie schützen die Pflanze vor Pathogenen, Insekten, Fraßfeinden und bestimmen ihre Farbe.²

Seit ungefähr 30 Jahren werden sekundäre Pflanzenstoffe, im englischsprachigen Raum «phytochemicals» genannt, verstärkt erforscht. Es wird angenommen, dass bis heute weder alle existierenden Substanzen noch alle Wirkungen der bisher bekannten Substanzen entdeckt wurden.¹ Es sind nach heutigem Stand um die 100 000 verschiedene Strukturen bekannt, in unserer Ernährung kommen aber nur etwa 5 000 bis 10 000 vor.³ Über Gemüse, Früchte, Kräuter, Getreide, Kartoffeln, Hülsenfrüchte, Nüsse und Samen führen wir mit einer gemischten Ernährung täglich etwa 1,5 g sekundäre Pflanzenstoffe zu, wobei die Zufuhr bei Vegetariern meist höher liegt.³

Sekundäre Pflanzenstoffe können verschiedene positive Wirkungen auf den menschlichen Organismus haben, vor allem

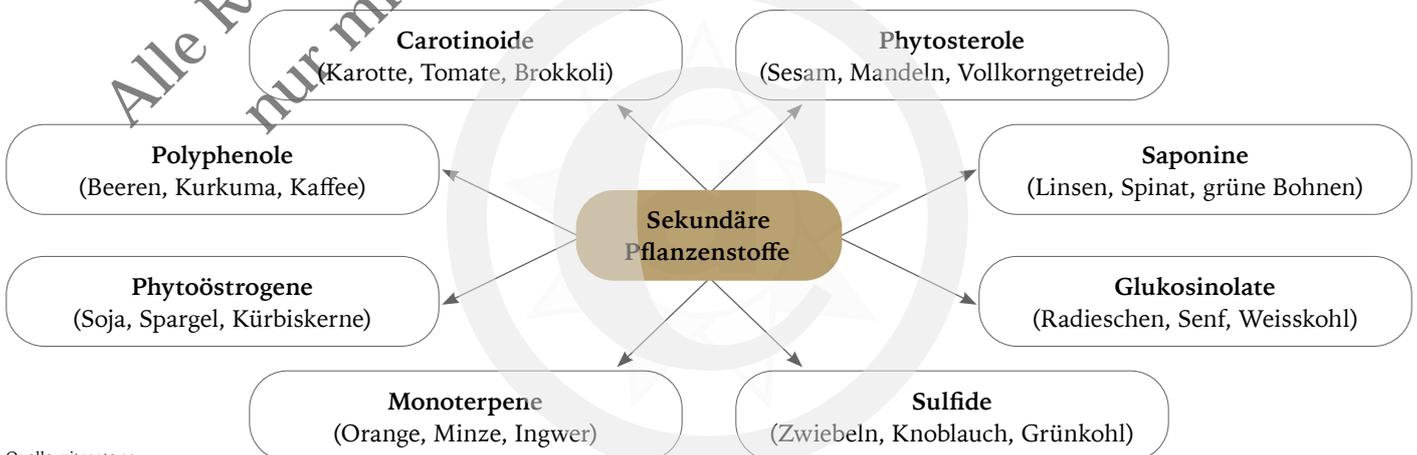
hinsichtlich der Prävention chronischer, nichtübertragbarer Krankheiten (s. Kapitel «Sekundäre Pflanzenstoffe stellen sich vor» ab Seite 3).³ *In-vitro*-Versuche und Untersuchungen an Tieren konnten verschiedene Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe und die Mechanismen dahinter aufzeigen, diese Erkenntnisse sind jedoch nicht direkt übertragbar auf den menschlichen Organismus.³ Epidemiologische Humanstudien zeigen Zusammenhänge zwischen der Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen über Nahrungsmittel und der Prävention verschiedener Krankheiten.³ Um kausale Zusammenhänge nachweisen zu können, wären Interventionsstudien mit isolierten sekundären Pflanzenstoffen notwendig, davon gibt es aber noch keine ausreichende Anzahl.³ Diese wären auch nötig, um konkrete Zufuhrempfehlungen zu einzelnen sekundären Pflanzenstoffen zu formulieren.³ Aus diesem Grund können generell noch keine konkreten Empfehlungen zur Einnahme formuliert werden.¹

Die Abbildung zeigt Chlorophyll in pflanzlichen Zellen



Quelle: istockphoto.com/Videologia

Einteilung der sekundären Pflanzenstoffe



Quelle: vitagate ag

Sekundäre Pflanzenstoffe stellen sich vor

SULFIDE

Sulfide sind Duft- und Aromastoffe in Pflanzen und kommen in Zwiebeln, Knoblauch, Lauch, Schnittlauch und Kohlgemüse vor.^{3,4} Ihre Bioverfügbarkeit in erhitzten Lebensmitteln ist hoch, sie liegt bei über 15 Prozent.³ Einige Verbindungen sind wasserlöslich, andere sind fettlöslich, wobei noch unklar ist, wie viele Verbindungen existieren.^{1,4} Es ist ebenfalls noch unbekannt, wieviel Sulfide täglich mit der Ernährung zugeführt werden.³

Überwiegend in Tier- und *in-vitro*-Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Sulfide antibiotisch, antioxidativ, antithrombotisch, blutdrucksenkend und cholesterolsenkend wirken können.³ In epidemiologischen Humanstudien konnten sie mit einem tieferen Risiko für gewisse Krebsarten assoziiert werden.³ Eines der bekannteren Sulfide ist Alliin im Knoblauch.⁴ Alliin ist eine geruchsfreie Verbindung, welche bei der Verarbeitung von Knoblauch zu Allicin umgewandelt wird, das für den bekannten Knoblauchgeruch verantwortlich ist sowie mit den gesundheitsfördernden Effekten des Knoblauchs assoziiert wird.⁴ Diese gesundheitsfördernden Effekte wurden auf frisch verarbeiteten Knoblauch zurückgeführt und nicht auf Knoblauchpräparate, Knoblauchpulver oder Knoblauchöl.⁴ Allicin hat zytotoxische Eigenschaften, beim Verzehr zerfällt es jedoch rasch, weshalb keine Gefahr für den menschlichen Organismus besteht.⁵ Zurzeit wird in Tierversuchen daran geforscht, wie diese Eigenschaft in der Krebstherapie beim Menschen genutzt werden könnte.⁵

MONOTERPENE

Monoterpene sind Duft- und Aromastoffe von Pflanzen und kommen in Zitrusfrüchten, Aprikosen, Trauben, Minze, Ingwer, Kümmel und weiteren Gewürzen vor.^{3,4} Die Anzahl unterschiedlicher Strukturen ist noch nicht bekannt.¹ Eines der am häufigsten vorkommenden ist Limonen, welches sich vor allem in der Schale von Zitrusfrüchten befindet.⁴ In erhitzten Lebensmitteln haben Monoterpene eine hohe Bioverfügbarkeit von über 15 Prozent.³ Sie sind stabil gegenüber Sauerstoff und Licht.⁴ Mit der Ernährung werden täglich weniger als 2 mg zugeführt.³

Vor allem in Tier- und *in-vitro*-Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass sie antikanzerogene und cholesterolsenkende Eigenschaften besitzen.³ In epidemiologischen Humanstudien konnte noch kein definitiver gesundheitlicher Nutzen ermittelt werden.³

SAPONINE

Saponine sind Bitterstoffe in Pflanzen und haben eine schaumbildende Wirkung in Verbindung mit Wasser.³ Die Anzahl unterschiedlicher Strukturen ist noch nicht bekannt.¹ Sie kommen

in Hülsenfrüchten, Soja, grünen Bohnen, Spargel, Spinat, Hafer und Lakritz vor.^{3,4} Täglich werden weniger als 15 mg mit der Nahrung aufgenommen.³ In erhitzten Nahrungsmitteln haben sie eine tiefe Bioverfügbarkeit von weniger als 3 Prozent, zusätzlich treten sie bei der Zubereitung ins Kochwasser über, wodurch bis zu 50 Prozent verloren gehen.^{3,4}

Überwiegend in Tier- und *in-vitro*-Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass sie antikanzerogen, antibiotisch und antifungal wirken können.³ In epidemiologischen Humanstudien konnte noch kein definitiver gesundheitlicher Nutzen eruiert werden.³

PHYTOÖSTROGENE

Phytoöstrogene sind Pflanzenhormone und ähneln dem menschlichen Sexualhormon Östrogen.³ Täglich werden mit der Ernährung weniger als 5 mg zugeführt.³ Sie werden in drei Hauptgruppen unterteilt: die Isoflavone, Lignane und Coumestane.³ Sie haben eine hohe Bioverfügbarkeit von mehr als 15 Prozent in erhitzten Nahrungsmitteln, wobei Isoflavone hitzelabil sind.^{3,4} Allein bei den Isoflavonen sind über 870 verschiedene Strukturen bekannt.¹ Sie kommen in Hülsenfrüchten wie Sojabohnen und den daraus hergestellten Produkten vor. Lignane sind in Leinsamen, Kürbiskernen, Vollkorngetreide, Bohnen, Spargel, Brokkoli, Rot- und Weisswein zu finden.^{3,4} In Kuhmilch ist Equol enthalten, ein Metabolit der Isoflavone.³ Ökologisch hergestellte Milch ist reichhaltiger im Vergleich zu konventioneller Milch.³

Phytoöstrogene zeigen eine ähnliche Wirkung wie die menschlichen Hormone.^{3,4} Die Wirkung ist jedoch mehr als 100-mal schwächer und je nach Hormonhaushalt unterschiedlich, so können sie eine östrogene als auch eine antiöstrogene Wirkung haben.⁴ Dies, weil sie Östrogenrezeptoren aktivieren, aber auch blockieren können.⁶ Mehrheitlich in Tier- und *in-vitro*-Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass sie eine antioxidative und immunmodulierende Wirkung haben.³ In epidemiologischen Humanstudien konnte gezeigt werden, dass sie den Blutdruck und die Blutgefäßfunktion verbessern können.³

CAROTINOIDE

Carotinoide gehören zu den Terpenen und sind eine Gruppe sekundärer Pflanzenstoffe mit bisher über 700 bekannten Strukturen.^{1,7} In den Pflanzen sind Carotinoide relevant für die Photosynthese und den Schutz vor Licht.² Zu den Carotinoiden gehören unter anderem α -Carotin, β -Carotin, β -Cryptoxanthin, Lycopin, Lutein und Zeaxanthin.³ Täglich werden etwa 5–6 mg Carotinoide mit der Nahrung zugeführt, neuere Untersuchungen vermuten sogar noch mehr.³ Sie sind für die gelbe, orange und rote Farbe in Pflanzen verantwortlich.^{3,7}

SEKUNDÄRE PFLANZENSTOFFE STELLEN SICH VOR

Beta-Carotin kommt vor allem in gelben und orangen Früchten und Gemüse vor, wie Karotten, Kürbis, Süsskartoffeln, Mango, Paprika, Papaya, Melonen, aber auch Spinat.² Lutein und Zeaxanthin kommen hauptsächlich in grünem Blattgemüse vor, wie Spinat, Grünkohl, Brokkoli, Rosenkohl, Mangold und Kohlrabi.² Lycopin ist in Tomaten, Wassermelonen, Aprikosen, rosa Guaven und Grapefruits enthalten.² Carotinoide weisen ohne Erhitzen eine niedrige Bioverfügbarkeit von weniger als drei Prozent auf.³ Werden sie erhitzt, steigt ihre Bioverfügbarkeit auf über 15 Prozent.³ Sie sind labil gegenüber Licht und Sauerstoff.³ Je nach Untergruppe sind sie hitzestabil wie die Carotine α - und β -Carotin und Lycopin, oder sie sind hitzelabil wie die Xanthophylle Lutein, Zeaxanthin und β -Cryptoxanthin.³ Da Carotinoide fettlöslich sind, kann ihre Absorption verbessert werden, indem die Lebensmittel mit Fett zubereitet werden, beispielsweise die lycopinreichen Tomaten zu Tomatensauce mit Olivenöl.⁷

Carotinoide haben einzigartige Funktionen für die menschliche Gesundheit.² So haben etwa 50 der 700 bekannten Strukturen Provitamin-A-Aktivität, darunter α -Carotin, β -Carotin und β -Cryptoxanthin.^{2,3} Im menschlichen Körper werden sie metabolisiert und in Retinol umgewandelt.² Welche Carotinoide Nahrungsergänzungsmitteln zugesetzt werden dürfen und welche Höchstmengen gelten, ist in der Verordnung über Nahrungsergänzungsmittel des Eidgenössischen Departements des Innern (EDI)⁸ geregelt.

Überwiegend in Tier- und *in-vitro*-Untersuchungen zeigen Carotinoide antioxidative, immunmodulierende, cholesterinsenkende und antiinflammatorische Effekte.³ In epidemiologischen Humanstudien zeigen durch die Ernährung zugeführte Carotinoide einen Zusammenhang mit einem verminderten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und altersbedingte Augenkrankheiten.³

Lutein und Zeaxanthin sind für die Prävention der Makuladegeneration und des Katarakts von Relevanz.^{2,7,9} Ältere Untersuchungen an gespendeten menschlichen Augen zeigten, dass Lutein und Zeaxanthin in der Netzhaut vorkommen, wo sie Teil der Makulapigmente sind.⁹ Dort sollen sie die Makula vor freien Radikalen und Schäden durch blaues Licht schützen sowie die Sehkraft verbessern.⁹ Beobachtungen an Menschen zeigen, dass eine hohe alimentäre Zufuhr an Carotinoiden, im Speziellen Lutein und Zeaxanthin, mit einem tieferen Risiko für die Makuladegeneration assoziiert ist und eine hohe Plasmakonzentration an Lutein und Zeaxanthin wurde mit einem tieferen Risiko für Katarakt in Verbindung gebracht.⁹

Ebenfalls in Diskussion sind Carotinoide wegen der potenziellen Risikoverminderung für das metabolische Syndrom, Gefässerkrankungen und Krebs.³ Die Effekte wurden in Zusammenhang mit der Carotinoidzufuhr durch Lebensmittel beobachtet.³ In Querschnittsstudien konnte eine hohe Zufuhr an Carotinoiden mit einem verminderten Risiko für das metabolische Syndrom assoziiert werden.³ Randomisierte kontrollierte

Interventionsstudien konnten zeigen, dass eine Lycopinsupplementierung zu einer signifikanten Reduktion von Gesamt- und LDL-Cholesterin und einer signifikanten Senkung des systolischen Blutdrucks führte.³ In prospektiven Kohortenstudien konnte durch eine hohe Zufuhr an Carotinoiden durch die Ernährung ein präventiver Effekt in Bezug auf den Bluthochdruck, das kardiovaskuläre Risiko sowie die Gesamtmortalität gezeigt werden.³ Eine Supplementierung mit den Carotinoiden β -Carotin und Lycopin zeigte in Interventionsstudien keinen Effekt auf das Krebsrisiko, beziehungsweise war das Risiko bestimmter Krebserkrankungen durch die Supplementierung von β -Carotin sogar erhöht.³

PHYTOSTEROLE

Phytosterole und Phytostanole, die hydrierte Form der Phytosterole, kommen in den fettreichen Teilen verschiedener Pflanzen vor.³ Es sind mehr als 200 verschiedene Strukturen bekannt.⁴ Man findet sie in Vollkorngetreide und Nüssen wie Mandeln, Cashew und Erdnuss sowie in Hülsenfrüchten wie Soja und in Samen von Kürbis, Sonnenblumen und Sesam.^{3,4} Sie haben in erhitzten Lebensmitteln nur eine geringe Bioverfügbarkeit, bei Phytostanolen liegt diese bei 0,02–0,3 Prozent, bei Phytosterolen liegt sie bei 0,4–3,5 Prozent.³ Die Zufuhr über die Ernährung beträgt 20–50 mg Phytostanole und 100–400 mg Phytosterole pro Tag.³ Phytosterole sind ähnlich dem tierischen Cholesterin und dienen der Pflanze als Membranbaustoff und Hormon.³

Sowohl in Tier- und *in-vitro*-Untersuchungen wie auch in epidemiologischen Humanstudien konnte eine cholesterolsenkende Eigenschaft gezeigt werden.³ Mehr dazu im Kapitel «Functional Foods» mit Phytosterolen». Phytosterole werden in Zusammenhang mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Menschen diskutiert.³ Zu klären ist, ob ein kausaler Zusammenhang zwischen der Zufuhr an Phytosterolen und einem erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen besteht.³ Eine pathologisch zu hohe Phytosterolkonzentration im Blut kann das Risiko einer kardiovaskulären Erkrankung und Arteriosklerose erhöhen.³ Ein kausaler Zusammenhang konnte in Studien noch nicht nachgewiesen werden, es fehlen kontrollierte randomisierte Interventionsstudien.³ Bei einer Erkrankung, der Sitosterolemie, wird deutlich mehr Phytosterol absorbiert und die Blutphytosterolkonzentration kann bis um das Hundertfache des normalen Wertes ansteigen.³

POLYPHENOLE

Polyphenole umfassen eine grosse Gruppe sekundärer Pflanzenstoffe: die Phenolsäuren, Flavonoide, Tannine, Lignane, Stilbene und Cumarine.² Auf einige wird später im Text vertieft eingegangen. Polyphenole könnten das Risiko für chronische

Erkrankungen wie Krebs, kardiovaskuläre Krankheiten und Diabetes reduzieren.²

Den Pflanzen dienen sie unter anderem als Abwehrstoffe gegen Pathogene und Fressfeinde, sie sind relevant für den Stoffwechsel, das Wachstum und die Reproduktion der Pflanzen und geben ihnen ihre Farbe.² Sie kommen in den verschiedensten Lebensmitteln vor, in vielen Früchten und Gemüsesorten, aber auch in Getreide, Kartoffeln, Avocado und Pilzen.² Olivenblätter enthalten ebenfalls sekundäre Pflanzenstoffe, unter anderem verschiedene Polyphenole sowie Oleuropein. Dieses ist auch im Olivenöl enthalten, es gehört jedoch zur Gruppe der Secoiridoide.¹⁹ Der Polyphenolgehalt ist in den Pflanzenschalen und äusseren Blättern am höchsten, weshalb diese, wo möglich, mitverzehrt werden sollten.⁴ Aus verschiedenen Gründen wird generell empfohlen, Früchte und Gemüse als Ganzes und nicht als Saft zu verzehren. Der Verlust der Flavonoide spricht ebenfalls dafür, wie ein Beispiel anhand der Apfelsaftproduktion zeigt: Etwa 90 Prozent der im Apfel enthaltenen Flavonoide schaffen es nicht in den Saft, sondern bleiben in den Pressrückständen zurück.⁴ Auch bei Getreide ist dies relevant, so enthält Vollkornmehl zehnmal mehr Phenolsäuren als Weissmehl.⁴

PHENOLSÄUREN

Phenolsäuren dienen den Pflanzen zur Abwehr gegen Fressfeinde und zur Stabilität der Zellwände.^{3,4} Sie kommen in Nüssen, Tee, Kaffee, Vollkorn und Weisswein vor.³ Die Anzahl unterschiedlicher Strukturen ist noch unbekannt. Mit der Ernährung werden täglich ungefähr 200 bis 300 mg zugeführt.³ Sie weisen eine mittlere Bioverfügbarkeit von 3 bis 15 Prozent in erhitzten Lebensmitteln auf.³

Überwiegend in Tier- und *in-vitro*-Studien wurde ihre antioxidative Wirkung aufgezeigt.³ In epidemiologischen Humanstudien wurde ein potenzieller Zusammenhang zwischen Phenolsäuren und einem verminderten Risiko für gewisse Krebserkrankungen beschrieben.³

CURCUMIN

Ein bekanntes Polyphenol ist Curcumin, welches im Rhizom von Kurkuma vorkommt.¹⁰ Es hat eine tiefe Bioverfügbarkeit, welche jedoch durch Erhitzen oder in Verbindung mit Fett verbessert werden kann.¹⁰

Es wird angenommen, dass Curcumin antioxidative, antiinflammatorische, antimikrobielle und antimutagene Effekte hat, aufgrund mangelnder Evidenz beim Menschen kann hierfür aber noch keine gesicherte Wirkung beschrieben werden.¹⁰ In der S3-Leitlinie zu Colitis ulcerosa wird Curcumin erwähnt. In Studien konnte durch die Gabe von 1 g Curcumin zweimal täglich für sechs Monate, als komplementäre Therapie zusätzlich zur medikamentösen Therapie zur Remissionserhaltung bei Colitis ulcerosa, ein positiver Effekt auf die Rezidivhäufigkeit gezeigt werden.¹¹ Curcumin ist jedoch noch nicht als Arzneimittel

verfügbar, sondern nur in Form von Nahrungsergänzungsmitteln.¹¹ Da es sich um Daten aus einigen kleinen Studien handelt und die Studienqualität nicht ausreicht, ist die Zulassung als Arzneimittel noch nicht gegeben.¹² Die Studienergebnisse sind nicht auf bestehende Nahrungsergänzungsmittel übertragbar und offene Fragen, unter anderem zur Bioverfügbarkeit, Qualität und optimalen Dosierung, sind noch zu klären.¹²

FLAVONOIDE

Flavonoide sind Farbstoffe in Pflanzen und verantwortlich für die gelbe, rote, violette und blaue Farbgebung.³ Sie gehören zu den am besten untersuchten sekundären Pflanzenstoffen, mittlerweile sind bereits mehr als 6500 verschiedene Strukturen bekannt.¹ Zu den Flavonoiden gehören die Untergruppen Flavonole, Flavone, Flavanone, Flavone, Isoflavonoide, Anthocyane und Quercetin.^{3,4} Flavonole kommen in dunkler Schokolade, Äpfeln, Beeren, Orangen, Grapefruit, Rotwein, Peperoni, Sellerie, Endivien, Tee und Zwiebeln vor und sind verantwortlich für die gelbe Färbung.^{3,4,7} Anthocyane geben den Pflanzen eine rote, violette oder blaue Farbe und sind in verschiedenen Beerenarten und Auberginen zu finden.^{3,4} Quercetin findet man ebenfalls in Beeren sowie in Grünkohl, Lauch, Tomaten und Zwiebeln.^{3,4} Täglich werden mit der Ernährung etwa 50 bis 200 mg Flavonoide zugeführt.³ Ihre Bioverfügbarkeit in erhitzten Lebensmitteln ist mit über 15 Prozent hoch, ausgenommen sind die Untergruppen Anthocyane und Flavone, sie haben eine tiefe Bioverfügbarkeit von weniger als 3 Prozent.³

Mehrheitlich in Tier- und *in-vitro*-Studien konnte gezeigt werden, dass Flavonoide antioxidativ, antithrombotisch, antibiologisch, blutdrucksenkend, entzündungshemmend und immunmodulierend wirken können sowie einen positiven Effekt auf kognitive Fähigkeiten haben.³ In epidemiologischen Humanstudien wurden bestimmte Untergruppen der Flavonoide mit einem tieferen Risiko für gewisse Krebsarten, insbesondere Lungen- und Dickdarmkrebs, Brustkrebs bei postmenopausalen Frauen, sowie kardiovaskulären Krankheiten in Verbindung gebracht.³ Da nur wenig Daten aus Interventionsstudien vorhanden sind, kann der kausale Zusammenhang nicht belegt werden. Aufgrund der vorhandenen Daten wird von einem präventiven Potenzial der Flavonoide auf die genannten Erkrankungen gesprochen.³

GLUKOSINOLATE

Glukosinolate kommen in Papaya, allen Kohlgemüsearten und in vielen Kreuzblütlern wie Rettich, Radieschen, Senf und Kresse vor.^{3,4} Sie sind Aromastoffe und verantwortlich für den scharfen oder bitteren Geschmack.^{3,4} Durch die Beschädigung der Pflanze werden Glukosinolate durch ein Pflanzenenzym in Senföl umgewandelt, welches dann den charakteristischen Geruch verströmt.¹³

SEKUNDÄRE PFLANZENSTOFFE STELLEN SICH VOR

So schützen sich die Pflanzen gegenüber Fressfeinden.¹³ Es sind etwa 120 verschiedene Strukturen bekannt.⁴ Die Zufuhr mit der Nahrung liegt bei knapp 15 mg pro Tag.³ In erhitzten Lebensmitteln ist ihre Bioverfügbarkeit hoch, sie liegt bei über 15 Prozent.³ Sie sind jedoch hitzelabil und treten beim Kochen ins Kochwasser über, wodurch sich der Glukosinolatgehalt um bis zu 60 Prozent verringert.^{3,4}

In Tier- und *in-vitro*-Untersuchungen konnte ein antioxidativer und immunmodulierender Effekt gezeigt werden.³ In epidemiologischen Humanstudien konnten Glukosinolate mit einem reduzierten Risiko für gewisse Krebsarten, und zwar Prostata-, Lungen- und Dickdarmkrebs, in Verbindung gebracht werden.³ Der Wirkmechanismus der Glukosinolate und ihr Einfluss auf die Prävention kardiovaskulärer Krankheiten ist noch nicht ausreichend erforscht.³

DIE DOSIS MACHT DAS GIFT

Neben den unzähligen möglichen positiven Eigenschaften der sekundären Pflanzenstoffe auf den menschlichen Organismus existieren auch Substanzen, welche potenziell schädlich sein können. So zum Beispiel die Glykoalkaloide α -Chaconin und α -Solanin, welche in Nachtschattengewächsen wie der Kartoffel vorkommen.² Glykoalkaloide dienen den Pflanzen als Abwehrstoffe gegen Pathogene, Insekten und Fressfeinde, weshalb sich die höchste Konzentration in der Schale und den Keimen befindet.² Sind die Kartoffeln Licht ausgesetzt, bildet sich zusätzlich Solanin und die Schale verfärbt sich grün.¹⁴

Werden die Kartoffeln vor dem Verzehr geschält und grüne Stellen grosszügig weggeschnitten, wird ein Grossteil des enthaltenen Solanins entfernt.² Moderne Zuchtkartoffeln weisen einen tieferen Solaningehalt auf.¹⁴

Wie anhand der Supplementierung von β -Carotin beobachtet wurde, bestehen potenziell dosisabhängige Risiken durch die

Dem Licht ausgesetzte Kartoffeln bilden das giftige Solanin, welches die Schale grün färbt



Quelle: istockphoto.com/Helin Loik-Tomson

isolierte Supplementierung von sekundären Pflanzenstoffen, weshalb dies generell nicht empfohlen wird.³ Auch bei der Supplementierung mit Phytosterolen muss, wie im vorherigen Unterkapitel erwähnt, noch genauer untersucht werden, ob dadurch eine mögliche Risikoerhöhung für kardiovaskuläre Erkrankungen besteht.³

Einige potenziell giftige sekundäre Pflanzenstoffe sind bestens bekannt, zum Beispiel Phasin, welches in Hülsenfrüchten vorkommt.¹⁵ Phasin gehört zur Gruppe der Lektine und wird beim Kochen ab Temperaturen von 90–100°C nach 15 bis 20 Minuten vollständig zerstört.¹⁵

Phytate werden in Zusammenhang mit der Zinkabsorption erwähnt. Den Pflanzen dient Phytat dazu, Mineralstoffe zu binden, welche bei der Keimung relevant sind.¹⁶ Es ist in hohen Mengen in Lebensmitteln enthalten, welche als Saatgut genutzt werden, wie Vollkorn oder Hülsenfrüchte.¹⁶ Im Gastrointestinaltrakt bindet mit der Nahrung zugeführtes Phytat Zink und kann so seine Absorption beeinträchtigen, deshalb variiert der Zinkbedarf von Menschen je nach Phytatzufuhr.¹⁶ Auf Vollkornbrot muss dennoch nicht verzichtet werden, da Vollkorn zwar mehr Phytat enthält als Weissbrot, dafür mehr als doppelt so viel Zink.¹⁶ Phytate können ausserdem durch Einweichen oder Sauerteiggärung abgebaut werden.¹⁶

Auch Cumarin, enthalten zum Beispiel in Zimt und der Tonkabohne, ist ein sekundärer Pflanzenstoff, welcher potenziell Risiken mit sich bringt.¹⁷ In Zusammenhang mit dem Hype um Zimt, welcher angeblich den Blutzucker senken und deshalb einen positiven Effekt bei Diabetes haben soll, wird auf die Gefahren von Cumarin aufmerksam gemacht.¹⁷ Hohe Dosen Cumarin können Leberschäden verursachen.¹⁷ Bei normalem Konsum von Zimt werden die Grenzwerte für Cumarin in der Regel nicht überschritten.¹⁷ Von einem übermässigen Konsum ist jedoch abzuraten, da der positive Effekt bei Diabetes in Studien nicht bewiesen werden konnte.¹⁷

SYNERGIEN

Eine spannende Untersuchung am Menschen zeigte, dass die Absorption von Curcumin, einem sekundären Pflanzenstoff in Kurkuma, durch Piperin, einem sekundären Pflanzenstoff in schwarzem Pfeffer, verbessert werden kann.⁷ Ein interessantes Beispiel für vermutlich noch unzählige weitere Synergien.

Die Evidenz deutet immer stärker darauf hin, dass der gesundheitliche Nutzen durch den Konsum pflanzlicher Lebensmittel der Synergie und Interaktion von bioaktiven Substanzen und anderen Nährstoffen zugeschrieben werden kann.^{1,2} Nährstoffe und bioaktive Substanzen sollten primär über eine ausgewogene, vielfältige Ernährung zugeführt werden und nicht nur über Supplemente.^{1,2} Der grösste Nutzen des präventiven Potenzials der sekundären Pflanzenstoffe zeigt sich in einer pflanzenbasierten Ernährung mit einer grossen Vielfalt verschiedener Pflanzen.^{1,2}

Sekundäre Pflanzenstoffe als Zusatz in Lebensmitteln

Glossar

«FUNCTIONAL FOODS» MIT PHYTOSTEROLEN

Phytosterole können beim Menschen bei einer täglichen Zufuhr von 0,5 bis 3,0g die Blutcholesterolkonzentration senken.^{3,4} Sie können die Cholesterolsorption im Darm hemmen, was die cholesterolsenkende Wirkung erklärt.³ Je nach Ursache der Hypercholesterinämie haben die Phytosterole nicht einen gleich starken Effekt. Bei einer erhöhten Cholesterolsynthese in der Leber haben sie nur eine geringe Wirkung auf die Blutcholesterolkonzentration.³

Für mit Phytosterolen angereicherte Lebensmittel hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) ein «Health Claim» zugelassen: «dass sie die Cholesterolkonzentration im Blut senken».³ In der Schweiz ist die Verwendung in der Verordnung des EDI betreffend die Information über Lebensmittel (LIV)¹⁸ geregelt. Wichtig ist, dass mit Phytosterolen angereicherte Lebensmittel nicht von Personen mit normaler Blutcholesterinkonzentration verzehrt werden.^{3,4}

ZUSATZSTOFFE

Zusatzstoffe haben einen eher schlechten Ruf. Viele von ihnen sind jedoch natürlichen Ursprungs, beziehungsweise sie kommen auch natürlich in Nahrungsmitteln vor. Sie schützen unsere Lebensmittel vor Zerfall oder sorgen für eine bessere Ästhetik und ein besseres Aroma. So wird beispielsweise Lebensmitteln für die Farbgebung Curcumin zugesetzt und Monoterpene werden zur Aromatisierung von Getränken, Desserts oder Gebäck verwendet.^{4,10} Saponine werden bei der Herstellung von Bier oder alkoholfreien Getränken zur Schaumbildung zugesetzt.⁴

FAZIT

Sekundäre Pflanzenstoffe sind faszinierende Substanzen in unserer Ernährung, deren Wirkung wir vermutlich erst ansatzweise verstehen. Sie sind neben Vitaminen und Mineralstoffen aller Wahrscheinlichkeit nach wichtige Nährstoffe. Um ein breites Spektrum sekundärer Pflanzenstoffe zuzuführen, lohnt es sich, möglichst viele verschiedene Gemüse und Früchte in verschiedenen Farben, roh und gekocht, zu sich zu nehmen. Hülsenfrüchte, Nüsse, Gewürze, Tee und Vollkornprodukte ergänzen die Zufuhr.

ANTIOXIDANTIEN Verhindern oder verlangsamen Oxidationen, «Radikalfänger».

ARTERIOSKLEROSE Krankhafte Veränderung der arteriellen Gefässwände.

CHOLESTEROL Blutlipid, wichtige Ausgangssubstanz zum Beispiel für Hormone oder Vitamin D.

EDI Eidgenössisches Departement des Innern.

EPIDEMIOLOGISCHE HUMANSTUDIE Beobachtung einer grossen Gruppe Menschen, beispielsweise in Bezug auf eine Erkrankung oder bestimmte Einflussfaktoren, ohne einzugreifen.

ESSENZIELL Unentbehrliche Substanzen, welche der Körper nicht selbst herstellen kann.

FREIE RADIKALE Reaktive Moleküle, verursachen oxidativen Stress für Zellen oder Gewebe.

HEALTH CLAIMS Gesundheitsbezogene Angaben.

IMMUNMODULIEREND Veränderung des Immunsystems durch äussere Einflüsse/Substanzen.

IN-VITRO-VERSUCHE Ausserhalb des lebenden Organismus durchgeführte Versuche an bestimmten Strukturen, beispielsweise an einzelnen Zellen.

INTERVENTIONSSTUDIE Untersuchung einer Stichprobe, bei der eine Intervention erfolgt ist, oft verglichen mit einer identischen Stichprobe, bei der keine Intervention vorgenommen wurde (Placebogruppe).

KAUSAL Belegte Ursache für etwas.

LDL-CHOLESTEROL Low Density Lipoprotein Cholesterol, Untergruppe des Cholesterols. Kann im Blut bestimmt werden. Ein zu hoher Wert stellt ein Risiko dar und kann die Entstehung kardiovaskulärer Erkrankungen begünstigen.

MAKULAPIGMENTE Schutzschicht vor den Sehzellen.

MUTAGEN Erbgutschädigend, Mutationen hervorrufend.

NETZHAUT Innere Haut des Auges, wichtig für das Sehen.

PHOTOPROTEKTION Schutz vor schädlicher Wirkung der UV-Strahlung.

QUERSCHNITTSTUDIE Einmalige Untersuchung einer Stichprobe in Bezug auf vordefinierte Messpunkte.

RETINOL Vitamin A.

ZYTOTOXISCH Zellschädigend.

Literaturhinweise

QUELLEN UND FACHLITERATUR

- ¹ Watzl B. Fundort Pflanzenzelle. Aktuelle Ernährungsmedizin. 2011;36(S 01):S2-S5. doi:10.1055/s-0030-1265995
- ² Liu RH. Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. Adv Nutr. 2013;4(3):384S-392S. doi:10.3945/an.112.003517
- ³ Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre Wirkung auf die Gesundheit. DGE. Accessed November 2, 2024. <http://www.dge.de/wissenschaft/fachinformationen/sekundaere-pflanzenstoffe-und-die-gesundheit/>
- ⁴ 5 am Tag – Sekundäre Pflanzenstoffe. Accessed November 2, 2024. <https://www.5amtag.ch/wissen/sekundaere-pflanzenstoffe/>
- ⁵ DocCheck M bei. Allicin. DocCheck Flexikon. Accessed November 2, 2024. <https://flexikon.doccheck.com/de/Allicin>
- ⁶ <https://www.ugb.de/phytoestrogene/phytoestrogene-in-lebensmittel/druckansicht.pdf>. Accessed November 14, 2024. <https://www.ugb.de/phytoestrogene/phytoestrogene-in-lebensmittel/druckansicht.pdf>
- ⁷ Fischer AM, Kressig RW. Polyphenole, Carotinoide und Co. Die Bedeutung von sekundären Pflanzenstoffen. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2023;(4):11-15
- ⁸ SR 817.022.14 – Verordnung des EDI über Nahrungsergänzungsmittel (VNem) vom 16. Dezember 2016 (Stand am 1. Februar 2024). Accessed November 7, 2024. <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/155/de>
- ⁹ Abdel-Aal ES, Akhtar H, Zaheer K, Ali R. Dietary Sources of Lutein and Zeaxanthin Carotenoids and Their Role in Eye Health. Nutrients. 2013;5(4):1169-1185. doi:10.3390/nu5041169
- ¹⁰ DocCheck M bei. Curcumin. DocCheck Flexikon. Accessed November 2, 2024. <https://flexikon.doccheck.com/de/Curcumin>
- ¹¹ Kucharzik T, Dignass A, Atreya R, et al. Aktualisierte S3-Leitlinie Colitis ulcerosa (Version 6.2): Januar 2024 – AWMF-Registriernummer: 021-009. Z Für Gastroenterol. 2024;62(05): 769–858. doi:10.1055/a-2271-0994
- ¹² dm DAZ/. Curcumin – eine ergänzende Therapieoption bei Colitis ulcerosa? DAZ.online. May 26, 2023. Accessed November 2, 2024. <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/news/artikel/2023/05/26/curcumin-eine-therapieoption-bei-colitis-ulcerosa>
- ¹³ https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Verbrauchermedien/MRI-Booklet_IGW17-Erw-web.pdf. Accessed November 7, 2024. https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Verbrauchermedien/MRI-Booklet_IGW17-Erw-web.pdf
- ¹⁴ DocCheck M bei. Solanin. DocCheck Flexikon. Accessed November 2, 2024. <https://flexikon.doccheck.com/de/Solanin>
- ¹⁵ DocCheck M bei. Phasin. DocCheck Flexikon. Accessed November 2, 2024. <https://flexikon.doccheck.com/de/Phasin>
- ¹⁶ Zink. DGE. Accessed November 2, 2024. <http://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/faq/ausgewaehlte-fragen-und-antworten-zu-zink/>
- ¹⁷ d-journal R. Zimt - das Wundermittel? d-journal. January 17, 2024. Accessed September 20, 2024. <https://www.d-journal.ch/?p=8866>
- ¹⁸ Verordnung des EDI betreffend die Information über Lebensmittel (LIV). Published online 2017.
- ¹⁹ <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2022/daz-44-2022/neuer-schwung-fuers-herz>

IMPRESSUM

Dieses Fachdossier ist eine Themenbeilage des Verlages zur Fachzeitschrift *Wirkstoff*. © 2025 – vitagate ag, 2502 Biel, Schweiz
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Weiterverbreitung, auch in elektronischer Form, nur mit ausdrücklicher Genehmigung der vitagate ag.
Herausgeber und Verlag vitagate ag, Thomas-Wyttenbach-Strasse 2, 2502 Biel, Telefon 032 328 50 50, info@vitagate.ch, www.vitagate-ag.ch.
Geschäftsführung Tamara Gygax-Freiburghaus.
Publizistischer Leiter Heinrich Gasser.
Autorin und Redaktion Jasmin Weiss ist BSc BFH Ernährungsberaterin SVDE.
Fachprüfung Wissenschaftliche Fachstelle Schweizerischer Drogistenverband.
Layout Claudia Luginbühl.
Anzeigen Tamara Gygax-Freiburghaus, insetate@vitagate.ch.
Druck Courvoisier-Gassmann AG, Biel. printed in
switzerland