

# Beerenphenolische Antioxidantien - Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit?

 Beata Olas \*

- Institut für Allgemeine Biochemie, Fakultät für Biologie und Umweltschutz, Universität Lodz, Lodz, Polen

In der Nahrung enthaltene Antioxidantien können einen signifikanten Einfluss auf die Prophylaxe und das Fortschreiten verschiedener Krankheiten haben, die mit oxidativem Stress verbunden sind. Beeren enthalten eine Reihe chemischer Verbindungen mit antioxidativen Eigenschaften, einschließlich Phenolverbindungen. Ziel dieses Übersichtsartikels ist es, einen Überblick über das aktuelle Wissen über solche phenolischen Antioxidantien zu geben und zu diskutieren, ob diese Verbindungen sowohl *in vitro* als auch *in vivo* immer natürliche Gaben für die menschliche Gesundheit sein können. Studien. Es beschreibt die antioxidativen Eigenschaften frischer Beeren (einschließlich Aronia-Beeren, Trauben, Blaubeeren, Sanddornbeeren, Erdbeeren und anderer Beeren) und ihrer verschiedenen Produkte, insbesondere Säfte und Weine. Einige Veröffentlichungen berichten, dass sich diese phenolischen Verbindungen manchmal wie Prooxidationsmittel verhalten und manchmal sowohl antioxidative als auch prooxidative Aktivität zeigen, während andere feststellen, dass sie sich *in vitro* und *in vivo* nicht gleich verhalten. Es wurden jedoch keine unerwünschten oder toxischen Wirkungen (dh chemische, hämatologische oder Harnwirkung) mit dem Verzehr von Beeren oder Beerensäften oder anderen Extrakten, insbesondere Aronia-Beeren und Aronia-Produkten *in vivo* und *in vitro*, *in Verbindung gebracht*. Dies könnte darauf hindeuten, dass die in Beeren enthaltenen phenolischen Antioxidantien natürliche Gaben für die menschliche Gesundheit sind. Der Gehalt an Phenolverbindungen in Beeren und Beerenprodukten ist jedoch nicht immer gut beschrieben, und weitere Studien sind erforderlich, um die therapeutischen Dosen

verschiedener Beerenprodukte zur Verwendung in zukünftigen klinischen Studien zu bestimmen. Darüber hinaus sind weitere Experimente erforderlich, um die bisher aus mechanistischer Sicht berichteten vorteilhaften Wirkungen zu verstehen. Daher sollte der Entwicklung gut kontrollierter und qualitativ hochwertiger klinischer Studien in diesem Bereich größere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

## **Einführung**

Natürliche Phenolverbindungen sind in vielen Lebensmitteln enthalten, einschließlich Gemüse, Obst, Tee, Kaffee, Schokolade, Wein, Honig und Öl ( [Kulling und Rawel, 2008](#) ; [Szajdek und Borowska, 2008](#) ; [Chong et al., 2010](#) ; [Chrubasik et al. , 2010](#) ; [Christaki, 2012](#) ; [Kutlesa und Mrsic, 2016](#) ; [Gomes-Rochette et al., 2016](#) ).

In den letzten Jahren wurde vermehrt Beeren und Obst im Allgemeinen konsumiert. Untersuchungen legen nahe, dass diese erhöhte Aufnahme von Früchten und Beeren mit einer verringerten Inzidenz von Störungen verbunden sein kann, die durch reaktive Sauerstoffspezies (ROS) induziert werden, einschließlich Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs und entzündlichen Prozessen ( [Gomes-Rochette et al., 2016](#) ). Beeren und ihre Produkte (dh Beerensaft und Marmelade) werden sehr oft als „Superfoods“ bezeichnet. Sie besitzen hohe Konzentrationen an Phenolverbindungen, von denen in *In-vitro*- und *In-vivo*- Studien festgestellt wurde , dass sie eine Reihe von biologischen Aktivitäten besitzen, einschließlich Antikrebs- und Thrombozytenaggregationshemmender Aktivitäten sowie antioxidative Eigenschaften ( [Valcheva-Kuzmanova et al., 2006](#) ;[Erlund et al., 2008](#) ; [Kulling und Rawel, 2008](#) ; [Szajdek und Borowska, 2008](#) ; [Chong et al., 2010](#) ; [Chrubasik et al., 2010](#) ; [Christaki, 2012](#) ; [Giampieri et al., 2012](#) , [2015](#) ; [McEwen, 2014](#) ; [Nil und Park, 2014](#) ; [Del Bo et al., 2015](#) ; [Skrovankova et al., 2015](#) ; [Wightman und Henberger, 2015](#) ; [Kristo et al., 2016](#) ; [Olas, 2016](#) , [2017](#)). Diese Verbindungen beeinflussen jedoch möglicherweise nicht die Gehalte an Biomarkern für oxidativen Stress und können sogar prooxidative Wirkungen haben. Darüber hinaus hängen die genauen biologischen Aktivitäten von Beerenphenolen von einer Reihe von Faktoren ab, darunter die Klasse der Phenole, ihre Konzentration, die Art der Beeren und sogar die konsumierte Form, sei es frische Beeren, Saft,

Wein, Marmelade, Öl oder Arzneimittel Produkte. Dieser Übersichtsartikel fasst das aktuelle Wissen darüber zusammen, ob die Phenolverbindungen in Beeren als Antioxidantien immer einen positiven Einfluss auf die menschliche Gesundheit haben können und inwieweit diese Verbindungen manchmal als Prooxidantien wirken können. Die Quelleninformationen für dieses Papier stammen nicht nur aus *In-vitro*- Modellen, sondern auch aus *In-vivo*- Modellen.

## **Die botanische Klassifikation der Beeren**

Obwohl nach der botanischen Terminologie eine Beere eine einfache Frucht mit Samen und Fruchtfleisch ist, die aus dem Eierstock einer einzelnen Blume mit einem fleischigen Perikarp hergestellt wird, wird der Begriff „Beere“ auch allgemein verwendet, um sich auf eine kleine, fleischige und häufig zu beziehen essbare Früchte. Blaubeeren können unter beiden Definitionen als Beeren eingestuft werden, Trauben sind jedoch Beeren nur gemäß der botanischen Definition. Während Erdbeeren und Brombeeren typischerweise als Beeren bezeichnet werden, werden sie nicht offiziell als solche eingestuft ( [Hickey und King, 2001](#) ).

Beeren gehören mehreren Familien an, obwohl die beiden Schlüsselbeispiele die Rosaceae sind, darunter schwarze Apfelbeere ( *Aronia melanocarpa* ), Erdbeere ( *Fragaria ananassa* ), rote Himbeere ( *Rubus idaeus* ), schwarze Himbeere ( *Rubus occidentalis* ), Brombeere ( *Rubus fruticosus* ) und Moltebeere ( *Rubus chamaemorus* ) und die Ericaceae, einschließlich Preiselbeeren ( *Vaccinium macrocarpon* ), Heidelbeeren ( *Vaccinium myrtillus* ), Heidelbeeren ( *Vaccinium angustifolium* ) und Heidelbeeren ( *Vaccinium corymbosum* ). Beispiele für Beeren aus anderen Familien sind schwarze Johannisbeeren ( *Ribes nigrum* ); Familie: Grossulariaceae), Sanddorn ( *Elaeagnus rhamnoides* (L.); Familie: Elaeagnaceae) und Trauben ( *Vitis* ; Familie: Vitaceae).

## **Die chemische Zusammensetzung von Beeren**

Pflanzen produzieren eine Vielzahl von Phenolverbindungen, von denen 1000 im gesamten Pflanzenreich anerkannt sind. Sie kommen in

verschiedenen Teilen der Pflanze vor, insbesondere aber in Früchten, Blättern und Samen, wo sie typischerweise an der Abwehr von ultravioletter Strahlung und Krankheitserregern beteiligt sind. Phenole besitzen einen oder mehrere aromatische Ringe, die eine oder mehrere Hydroxylgruppen tragen. Sie treten in freier und konjugierter Form mit Säuren, Zuckern oder anderen wasserlöslichen oder fettlöslichen Verbindungen auf ( [Szajdek und Borowska, 2008](#) ; [Nile und Park, 2014](#) ; [Del Bo et al., 2015](#) ; [Skrovankova et al., 2015](#) ). .

Phenolische Verbindungen galten jahrelang als ernährungshemmende Verbindungen und in einigen Fällen als toxisch und mutagen. Ihre ernährungshemmenden Aktivitäten resultieren aus ihren Wechselwirkungen mit Proteinen, die die Nährstoffassimilation durch die Hemmung proteolytischer, lipolytischer und glykolytischer Enzyme verringern. Darüber hinaus werden Metallkationen häufig durch Komplexierung mit Phenolverbindungen beim Menschen, der eine pflanzliche Ernährung zu sich nimmt, nicht mehr erhältlich. Es ist wichtig anzumerken, dass die Toxizität von Phenolverbindungen noch nicht vollständig erkannt wurde und jahrelang ignoriert wurde ( [Bisson et al., 2015](#) ).

Beeren sind nicht nur eine Quelle für nicht nahrhafte Verbindungen, einschließlich Phenole ( [Singh und Basu, 2102](#) ), sondern auch eine reichhaltige Quelle für eine Vielzahl von nahrhaften Verbindungen, einschließlich Zucker (Glucose, Fructose) und Mineralien (Phosphor, Calcium, Eisen) (Kalium, Magnesium, Mangan, Natrium und Kupfer) ( [Kulling und Rawel, 2008](#) ; [Szajdek und Borowska, 2008](#) ; [Giampieri et al., 2012](#) ; [Del Bo et al., 2015](#) ; [Malinowska und Olas, 2016](#) ). Darüber hinaus sind Eisen und Mangan wichtige Bestandteile antioxidativer Enzyme. Beeren enthalten eine große Menge der Vitamine A, C und E, die als Antioxidantien wirken und den Entzündungsprozess verringern können ( [Skrovankova et al., 2015](#) ). Schwarze Johannisbeeren und Sanddornbeeren weisen besonders hohe Konzentrationen an Vitamin C auf, die von 120 bis 215 mg pro 100 g Frucht für schwarze Johannisbeeren und bis zu 600 mg pro 100 g Frucht für Sanddornbeeren reichen ( [Olas,](#)

[2016](#) ; [Malinowska und Olas, 2016](#) ). Darüber hinaus enthalten Beeren geringe Konzentrationen an Lipiden, aber hohe Konzentrationen an Ballaststoffen, die eine ernährungsphysiologische Funktion haben und den Gehalt an Lipoprotein niedriger Dichte (LDL) im Serum verringern. Darüber hinaus ist bemerkenswert, dass Sanddornöl (aus Samen und Früchten gewonnen) und Traubenkernöl reich an Fettsäuren sind, insbesondere an ungesättigten Fettsäuren, die sich günstig auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen, neurodegenerative Erkrankungen und Krebs auswirken ( [Olas, 2016](#) ). Alle diese Verbindungen zusammen wirken synergistisch und multifunktional auf die menschliche Gesundheit. Die chemische Zusammensetzung einer bestimmten Beere hängt von einer Reihe von Faktoren ab, wie Sorte und Sorte, Pflanzenernährung, Erntezeitpunkt, [Anbauort](#) und Umweltbedingungen ( [Skrovankova et al., 2015](#) ).

## **Die chemische Struktur von Phenolverbindungen mit antioxidativen Eigenschaften**

### **Anthocyane**

Anthocyane verleihen vielen Früchten, einschließlich Beeren, die blaue, violette und rote Farbe. Beeren-Anthocyane sind jedoch nicht nur für die Fruchtfarbe verantwortlich, sondern können auch als natürliche Pigmente für die Lebensmittelindustrie verwendet werden ( [He und Giusti, 2009](#) ; [Lee et al., 2015](#) ). Darüber hinaus sind Anthocyane als eines der stärksten natürlichen Antioxidantien bekannt. Beeren sind eine der reichsten Anthocyanquellen unter allen Früchten ( [He und Giusti, 2009](#) ; [You et al., 2011](#) ; [Lee et al., 2015](#) ; [Olivas-Aguirre et al., 2016](#) ) und kommen in den höchsten Konzentrationen in der Schale von Beeren vor. Anthocyane bestehen aus einem aromatischen Ring, der an einen heterocyclischen Ring gebunden ist, der Sauerstoff enthält, der auch durch eine Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung an einen dritten aromatischen Ring gebunden ist. Sie können basierend auf dem Vorhandensein von Hydroxyl- und Methoxylsubstitutionen am B-Ring in sechs Formen eingeteilt werden: Cyanidin, Malvidin, Peonidin, Petunidin, Pelargonidin und Delphinidin

( [He und Giusti, 2009](#) ). Die häufigsten Arten von Anthocyanen, die in verschiedenen Beeren vorhanden sind, sind in Tabelle [1 angegeben](#) .