



# Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)

Eine phytochemische und pharmakologische Beurteilung  
des möglichen therapeutischen Nutzens\*

Michael Heinrich<sup>1,2</sup>, Tasleem Dhanji<sup>1</sup>, Ivan Casselman<sup>1</sup>

Seit einigen Jahren werden Açaí-Beeren [sprich assai:] als ein Nahrungsergänzungsmittel vermarktet, dem außergewöhnliche gesundheitliche Wirkungen nachgesagt werden: rasche Gewichtsabnahme, Verbesserung der Verdauung, Vorbeugung gegen kardiovaskuläre Erkrankungen und Verhinderung des Alterungsprozesses (37, 50, 61). Mehrere Hersteller haben Açaí-Produkte in Form von Tabletten, Saft, Energiedrinks, Pulver und Smoothies aggressiv vermarktet, insbesondere in Nordamerika (v.a.

USA), Europa und Japan (11, 18). Ihre Behauptungen gründen sich auf eine angeblich besondere phytochemische Zusammensetzung der Beeren und der daraus hergestellten Produkte, mit einzigartigen antioxidativen Eigenschaften.

Açaí ist eines der ersten Beispiele für die wirksame Vermarktung und Verbreitung lokaler Produkte auf einem weltweiten Markt mithilfe des Internets. Die Popularität der Pflanze begann zunächst in den USA

und wird mit der bekannten Showmasterin Oprah Winfrey in Verbindung gebracht, die im November 2004 die Açaí-Beere und ihre möglichen gesundheitlichen Wirkungen (wie Anti-Aging-Effekt, Stärkung des Immunsystems und Verbesserung des Energieniveaus) erstmals erwähnte, auch wenn sie diese Behauptungen nie offiziell unterstützt oder bestätigt hat (65). Dieses Phänomen ist Teil eines weltweiten Prozesses, bei dem lokale Produkte zu globalen Handelswaren werden (25, 48, 58).

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Früchte der Kohlpalme *Euterpe oleracea* Martius (»Açaí-Beeren«) werden als Nahrungsergänzungsmittel mit einem breiten Spektrum gesundheitlicher und therapeutischer Wirkungen propagiert, die auf den hohen Gehalt an Antioxidanzien zurückzuführen sein sollen. In vielen Regionen Brasiliens hat die Palme eine lange Geschichte als Heilpflanze sowie als Nahrungslieferant. Traditionell werden die Früchte zur Behandlung von Fieber, Hauterkrankungen, Verdauungsstörungen und Parasitenbefall eingesetzt. Die Açaí-Beere besitzt einen relativ hohen Gehalt an Polyphenolen, der in verschiedenen (meist In-vitro-) Studien mit antioxidativen, entzündungshemmenden, antiproliferativen und kardioprotektiven Eigenschaften in Verbindung gebracht wird. Der vorliegende Beitrag fasst das gesicherte Wissen über die Phytochemie und Pharmakologie der Pflanze (sowie deren Grenzen) zusammen. Da es bisher nur wenige Studien gibt, sind die Ergebnisse größtenteils nicht eindeutig. Açaí besitzt ein vielversprechendes Potenzial im Bereich antiproliferativer und kardioprotektiver Wirkung, doch weitere Untersuchungen sind notwendig. Die vielfach geltend gemachten gesundheitlichen Wirkungen der Pflanze können nur in begrenztem Umfang bestätigt werden.

## Schlüsselwörter

*Euterpe oleracea* Mart., Açaí, Arecaceae (Palmae), Gewichtsabnahme, kardiovaskuläre Gesundheit, Nutrazeutika, traditionelle Medizin, traditionelle Nahrungsmittel

Zu den wichtigsten Behauptungen in den Anzeigenkampagnen für Açaí zählen rascher Gewichtsverlust, Verbesserung der sexuellen Funktionen, Verlangsamung des Alterungsprozesses und lebensverlängernde Wirkung, was zu großen Bedenken bei den zuständigen Behörden führte (13–15). Es gibt zahlreiche Belege dafür, dass Nahrungsmittel mit hohem Gehalt an Antioxidanzien, wie Polyphenolen, Phenolsäuren, Flavonoiden und Carotinoiden, das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen sowie einige Krebsarten verringern können (66). Der vorliegende Beitrag fasst daher die verfügbaren Informationen zur Anwen-

\* Aktualisierte und gekürzte Übersetzung der Publikation von Heinrich et al. in *Phytochemistry Letters* 2011; 4: 10–21

<sup>1</sup> Center for Pharmacognosy and Phytotherapy, The School of Pharmacy (University of London), 29–39 Brunswick Sq., London WC1N 1AX, UK

<sup>2</sup> Southern Cross Plant Science, Centre for Phytochemistry and Pharmacology, Southern Cross University, Lismore NSW 2480, Australia



dung von Açaí in der Behandlung und Prävention spezifischer Erkrankungen und insbesondere zur Phytochemie der Pflanze zusammen.

## Botanische Beschreibung

Die Gattung *Euterpe* (Arecaceae, Palmae) umfasst 8 Arten von Palmen, die in Zentral- und Südamerika beheimatet und im nördlichen Südamerika weitverbreitet sind, mit der höchsten Dichte in den Überflutungszonen der Amazonas-mündung (57). Eine andere Art dieser Gattung – *Euterpe edulis* Mart. – wird häufig zur Gewinnung von »Palmherzen« verwendet.

Die Kohlpalme (*Euterpe oleracea* Mart.) ist eine mehrstämmige, einhäusige Palme mit hohen, schlanken Stämmen, die bis zu 25 m hoch werden (34). Die Früchte bilden im unreifen Zustand grüne Büschel und werden im reifen Zustand tief purpurfarben und etwa weintraubengroß (47, 54) (Abb. 1). Jede Frucht enthält einen großen Kern von ca. 7–10 mm (57). Das harte, purpurfarbene Epikarp bildet eine sehr dünne Schicht, das Mesokarp ist 1–2 mm dick. Der Samenkern macht den größten Teil der Frucht aus (80–95%) (47, 57).

Die Kohlpalme zählt zu den häufigsten Arten im Bereich der Amazonas-Mündungsgebiete, und die Açaí-Produktion nimmt infolge des Übergangs von der Entnahme

aus Naturbeständen zu intensivem kommerziellem Anbau immer mehr zu (40).

## Lokale und traditionelle Verwendung

Auch wenn es kaum eine dokumentierte Geschichte zur Verwendung der Açaí-Beeren gibt, war diese in den tropischen Regionen Brasiliens doch weit verbreitet. Viele Häuser sind von dichten Kohlpalmenbeständen umgeben, die als *terreiros* (Hausgarten) bezeichnet werden (40). Beispielsweise basiert die Ernährung der Coboclos (Volksstamm mit brasilianisch-indianischen und europäischen oder afrikanischen Wurzeln) häufig bis zu 42% (bezogen auf das Trockengewicht) auf der Açaí-Beere (20, 34). In vielen Teilen Brasiliens wird der Saft der Açaí-Beere mit Maniok- oder Tapiokamehl gemischt und mit Fisch oder Shrimps als Kaltschale serviert (40). Von Bedeutung ist außerdem, dass Surfer an der brasilianischen Küste in den 1990er-Jahren bemerkten, dass Getränke mit Açaí ihnen sehr viel Energie gaben, und dass dieses Energieniveau ohne weitere Nahrungsaufnahme über einen langen Zeitraum anhielt. Folglich wurde Açaí-Saft in Brasilien zu einem beliebten Strandgetränk (34).

Açaí-Früchte werden in lauwarmem Wasser mazeriert und die Samenkern entfernt. Anschließend wird der Fruchtebrei



Abb. 2: Straßenverkauf von Açaí-Beeren und -Saft in Belém (Brasilien).

püriert, mit Wasser verdünnt und schließlich zu einem Saft gefiltert (47) (Abb. 2). In zahlreichen Berichten wird eine medizinische Nutzung dieses Açaí-Safts erwähnt. Die Bewohner der ärmsten Regionen Brasiliens im Norden und Nordosten verwenden den Saft traditionell gegen Grippe, Fieber und Schmerzen (38). Das dunkelgrüne Öl der Früchte wird als beliebtes Volksheilmittel gegen Diarrhö eingesetzt (59). Außerdem wird die geriebene Fruchtschale lokal bei Hautgeschwüren aufgetragen, und aus den zerkleinerten Samen wird durch Einweichen und Ziehenlassen ein Flüssigextrakt zur Behandlung von Fieber hergestellt. Auch im peruanischen Amazonasgebiet wird ein Aufguss aus den gerösteten und zerkleinerten Samen gegen Fieber verwendet (24). Eingeborenenheiler benutzten die Beeren zur Behandlung von Hautkrankheiten (Ekzeme), Verdauungsstörungen (Diarrhö) und parasitischen Erkrankungen (z.B. Helminthenbefall) (17).

Da die Früchte in der Regel mit lauwarmem Wasser zubereitet, also nicht gekocht werden, besteht ein Risiko für die Verbreitung der Chagas-Krankheit (Infektion mit *Trypanosoma cruzi*), die durch Raubwanzen (Triatominae), insbesondere *Rhodnius pictipes*, übertragen wird. Dieses Risiko kann durch Verunreinigung der Früchte mit Wanzenkot oder toten Raubwanzen gegeben sein (41, 64).



Abb. 1: Unverkennbar ein Palmengewächs: *Euterpe oleracea* – reichlich fruchtend.

## Açaí-Vermarktung über das Internet

Die Entwicklung des Internets hatte starke Auswirkungen auf den Bereich der pflanzlichen Heilmittel und Nutraceuticals. Pflanzliche Heilmittel aus der ganzen Welt sind heute online erhältlich. Das Spektrum der allgemein verfügbaren und online abrufbaren Informationsquellen umfasst Blogs, Podcasts, Video-Sharing-Portale, Wikipedia, Nachrichtenseiten, Webseiten von Großhändlern, Gesundheitsministerien, Gesundheitsdiensten, unabhängigen Patientenberatungsorganisationen und wissenschaftlichen Zeitschriften. Obwohl es ganz offensichtlich wichtig wäre, den Einfluss dieser Quellen auf das Nutzungsverhalten im Bereich der Gesundheitsversorgung zu untersuchen, gibt es bisher noch keine umfassenden Forschungsstrategien in diesem Themenbereich.

Für den vorliegenden Übersichtsartikel wurde das globale und regionale Interesse an Açaí von 2004 bis zur Gegenwart mithilfe von Google Insights for Search untersucht, einem Tool zur Quantifizierung von Suchvolumina über bestimmte Regionen und Zeiträume hinweg. Abb. 3 zeigt das

Muster des globalen Interesses, mit einem dramatischen Anstieg, der 2008 einsetzt, und einem anschließenden Abflachen. Diese Kurve ist vergleichbar mit der anderer »neu entdeckter« und inzwischen weltweit verbreiteter Nutraceuticals wie Goji (*Lycium barbarum* L.) oder Mangostan (*Garcinia mangostana* L.) (Casselman et al., unveröffentlicht). Produkte, die schon jahrelang weltweit auf dem Markt sind, weisen keine solchen Muster auf. Auch wenn es noch weiterer Analysen bedarf, ist doch offensichtlich, dass das Internet ein wichtiger Faktor war, der Açaí zu einer globalen Handelsware gemacht hat. Diese Daten zeigen also die Nützlichkeit webbasierter Tools zur Beurteilung des »Aufstiegs« eines neuen Nutraceuticals und können diesen Verlauf insbesondere auch im Falle von Açaí klar nachweisen.

## Produktion und weltweiter Handel

Angaben über Umsätze mit Açaí schwanken stark. Laut W&G Global Trade werden die brasilianischen Umsätze mit Açaí in den letzten Jahren auf 45 Mio. US\$ pro Jahr geschätzt, während andere Autoren zu einer

Schätzung von 63 Mio. US\$ kommen. Die Exportmengen von Brasilien nach USA, Japan, Italien und Holland liegen bei schätzungsweise 1000 t pro Monat. Das wichtigste Exportprodukt ist eine Mischung aus Açaí-Saft und anderen Früchten wie Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) und Guaraná (*Paullinia cupana* Kunth). Acerola und Guaraná finden sich in erster Linie in Energy-Drinks und enthalten große Mengen an Vitamin C bzw. Koffein (18). Allein im Bundesstaat Pará werden monatlich ca. 400 t konsumiert, im Staat São Paulo 150 t pro Monat und im Staat Rio de Janeiro 500 t pro Monat. Nach Angaben von de Rosso et al. (8) zeichnet der Staat Pará für fast 95% der brasilianischen Açaí-Produktion verantwortlich.

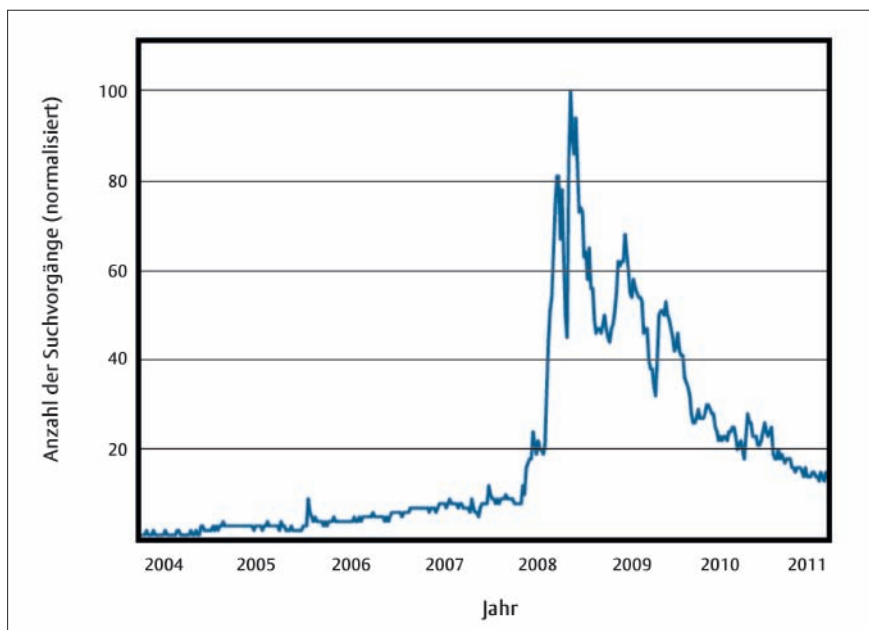
Da die globale Nachfrage in den letzten Jahren so dramatisch zugenommen hat, befürchten die Einheimischen, die stark auf Açaí angewiesen sind, dass es zu Versorgungsengpässen für die lokale Bevölkerung und zu Preiserhöhungen im Inland kommen könnte (2, 26). Während der Ernteperiode von Dezember bis August entstehen dabei ca. 1000 Arbeitsplätze für die lokale Bevölkerung, vorwiegend in Pará, aber auch in anderen Teilen Brasiliens (18).

## Biologisch wirksame Inhaltsstoffe

Die wichtigsten Inhaltsstoffe in Açaí-Bereen sind Polyphenole, insbesondere Anthocyane und Flavonoide (29, 44, 46). Fettsäuren, Aminosäuren und weitere Nährstoffe wurden ebenfalls detailliert untersucht (59), und vor Kurzem wurden geringe Mengen von Lignan gefunden (6). Im Allgemeinen enthält die phytochemische Literatur keine detaillierten Angaben darüber, welche Teile der Frucht jeweils untersucht wurden. Vielen Studien liegen gefriergetrocknete Beeren zugrunde, wobei es sich um eine Mischung aus Schalen und Fruchtfleisch handelt (44, 60), während gefrorenes Fruchtpüree ausschließlich Fruchtfleisch enthält (8) (Tab. 1).

## Anthocyane

Lichtenthäler et al. (35) analysierten den Anthocyangehalt von Açaí-Püree aus Früchten, die in verschiedenen Jahren von denselben Bäumen geerntet worden waren. Der Anthocyangehalt lag im Bereich



**Abb. 3:** Açaí wird aufgrund ihres angeblich hohen Gehalts an Antioxidanzien als Pflanze mit einem weiten Spektrum von gesundheitlichen und therapeutischen Wirkungen vermarktet. Eine Analyse der Google-Suchvorgänge (nach Açaí) ergab zunächst (2004–2008) einen stetigen und im Zeitraum 2008–2009 einen dramatischen Anstieg des Interesses für Açaí sowie einen anschließenden starken Abfall (2009–2011). Damit ist Açaí ein Paradebeispiel für die Möglichkeit, über das Internet Produkte zu vermarkten, für die nur wenige phytochemische und pharmakologische Informationen verfügbar sind.

von 88–211 mg/l. Die hauptsächlich in Açaí enthaltenen Anthocyane sind Cyanidin-3-glukosid und Cyanidin-3-rutinosid. Der Gehalt an Cyanidin-3-glukosid lag bei 11,1–117 mg Gallussäure-Äquivalent (GAE)/100 g, der an Cyanidin-3-rutinosid bei 193–241,8 mg GAE/100 g (52, 59). Es wurden außerdem geringere Mengen weiterer Anthocyane gefunden. Dazu zählen Peonidin-3-rutinosid sowie Peonidin-3-glukosid, die in Konzentrationen von 2 mg GAE/100 g bzw. 4 mg GAE/100 g vorlagen. Darüber hinaus wurden in einer Studie auch die Anthocyane Cyanidin-3-arabinosylarabinosid, Cyanidin-3-arabinosid und Cyanidin-3-acetylhexose erwähnt (8, 10, 19, 35, 44, 52, 59, 60).

### Flavonoide

Die wichtigsten in Açaí enthaltenen Flavonoide sind Quercetin, Orientin und seine Derivate sowie Proanthocyane. Diese Gruppe beläuft sich in der Summe auf 1289 mg/100 g Trockengewicht (35, 44, 59). In monomeren Fraktionen waren Cyanidin-3-rutinosid ( $58,5 \pm 4,6\%$ ) und Cyanidin-3-glukosid ( $41,5 \pm 1,1\%$ ) die vorherrschenden Bestandteile, während in polymeren Fraktionen eine Mischung aus Anthocyanaddukten zu finden war (45).

### Antioxidatives Potenzial

Die Daten bezüglich des antioxidativen Potenzials der Früchte sind widersprüchlich. Del Pozo-Insfran et al. (10) kamen zu dem Schluss, dass vor allem Anthocyane zur antioxidativen Wirkung von Açaí beitragen. Ihr Gehalt ist höher als bei Muskatellertrauben sowie bei verschiedenen Beerenarten, wie Gartenheidelbeere, Erdbeere, Himbeere, Brombeere und Cranberry. Schauss et al. (60) sowie Ribeiro et al. (52) fanden außerdem niedrige bis mittlere Phenolgehalte in Açaí (13,9 mg GAE/g). Diese Werte sind sehr viel niedriger als die anderer dunkler Beerenarten. So haben gefriergetrocknete Heidelbeeren einen Gesamtphenolgehalt von 33 mg GAE/g (4). Da der Gesamtphenolgehalt eines anthocyanreichen Açaí-Extrakts um einiges höher war als der gefriergetrockneter Açaí-Beeren, scheint die Extraktionsmethode bei seiner Bestimmung eine wichtige Rolle zu spielen.

Bei einer Untersuchung 18 weniger bekannter brasilianischer Früchte (frisch und

getrocknet) auf bioaktive Inhaltsstoffe und die antioxidative Wirkung der Polyphenol-extrakte ragte Açaí nicht besonders hervor (55). Nicht überraschend war, dass Açaí einen hohen Gehalt an Anthocyanen (111 mg/100 g) und Flavonoiden (91,3 mg/100 g), aber auch an Chlorophyll (20,8 mg/100 g) aufwies.

Mithilfe des ORAC-Tests (oxygen radical absorbance capacity), des CAP-e-Tests (cell-based antioxidant protection in erythrocytes) und des ROS-PMN-Assays [Bildung reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) in polymorphkernigen neutrophilen Granulozyten (PMN)] ließ sich die antioxidative Wirkung von Açaí mit Flavonoiden (u.a. Orientin, Homoorientin, Vitexin, Luteolin, Chrysoeriol, Quercetin und Dihydrokämpferol) in Verbindung bringen (32, 33).

### Fettsäuremuster

Die wichtigsten mehrfach ungesättigten (13,3%), einfach ungesättigten (60,6%) und gesättigten (26,1%) Fettsäuren in Açaí sind Linolsäure (12,5%), Ölsäure (56,2%) und Palmitinsäure (24,1%) (59). Linolsäure und Ölsäure verbessern vermutlich das Lipidprofil, und Linolsäure trägt möglicherweise zur kardioprotektiven Wirkung von Açaí bei (1). Daneben wurde eine große Zahl weiterer Fettsäuren gefunden. Schauss et al. (59) fanden 0,48 mg/g Trockengewicht Phytosterine, darunter 0,44 mg  $\beta$ -Sitosterin. Der Proteinanteil besteht aus 19 Aminosäuren. Daneben wurde eine Reihe von Lignan gefunden, u. a. (+)-Isolariciresinol, (+)-5-Methoxy-Isolariciresinol, (+)-Lariciresinol, (+)-Pinoresinol, (+)-Syringaresinol; davon ist Pinoresinol als Antioxidans bekannt. Keine dieser Verbindungen konnte jedoch in größeren Mengen isoliert werden ( $< 0,01\%$  des Extrakts) (6).

### Pharmakokinetik

In Untersuchungen zeigte sich, dass 3 Stunden nach der Aufnahme von Heidelbeerextrakt nur 0,002–0,003% der Anthocyanglykoside im menschlichen Blutplasma nachweisbar waren (23). Die verfügbaren Daten weisen außerdem darauf hin, dass Anthocyane vom menschlichen Körper rasch, doch nur in geringem Umfang absorbiert werden (36). Pacheco-Palencia et al. (45)

**Tab. 1:** Nährstoffprofil gefriergetrockneter Açaí-Beeren (59).

Gehalt an	pro 100 g Trocken- gewicht
Kalorien	533,9
– Kalorien aus Fett	292,6
Gesamtfett	32,5 g
– % gesättigte Fettsäuren	26,1
– % einfach unges. FS	60,6
– % mehrfach unges. FS	13,3
Cholesterin [sic!]	13,5 mg
Gesamtkohlenhydrate	52,2 g
– Ballaststoffe	44,2 g
– Zucker	1,3 g
Eiweiß	8,1 g
Vitamin A (Retinol)	1002 IU
Vitamin C	$< 0,1$ mg
Kalzium	260 mg
Natrium	30,4 mg
Eisen	4,4 mg

untersuchten die In-vitro-Absorption monomerer und polymerer Fraktionen sowie Kombinationen daraus. Monomere Anthocyanfraktionen (0,5–100  $\mu$ g Cyanidin-3-glukosid-Äquivalente/ml) hemmten die Zellproliferation von HT-29 Dickdarmkrebszellen um bis zu 95,2%, polymere Fraktionen (0,5–100  $\mu$ g Cyanidin-3-glukosid-Äquivalente/ml) um bis zu 92,3%. Versuche zur In-vitro-Absorption mit CaCo-2-Zellschichten zeigten, dass Cyanidin-3-glukosid und Cyanidin-3-rutinosid in ähnlicher Weise von der apikalen zur basolateralen Seite der Zellschichten transportiert wurden (mit einem Wirkungsgrad von 0,5–4,9%), während bis zu 2 Stunden nach Beginn der Inkubation noch keine polymeren Anthocyane transportiert worden waren. Die Beimischung polymerer Anthocyanfraktionen reduzierte auch den Transport monomerer Anthocyane um bis zu  $40,3 \pm 2,8\%$ . Folglich könnte das Vorliegen polymerer Anthocyane die Absorptionseigenschaften von Açaí-Produkten signifikant beeinflussen und die biologische Verfügbarkeit der monomeren Verbindungen verringern.



Insgesamt liegen nur in begrenztem Umfang In-vivo-Untersuchungen zur biologischen Verfügbarkeit von Flavonoiden sowie Anthocyanen vor. Noch ist relativ unklar, in welcher Weise Proanthocyane absorbiert oder metabolisiert werden. Daher ist ihre Wirksamkeit in vivo noch recht umstritten (59). Generell gilt, dass Proanthocyane einen großen Teil der mit der Nahrung aufgenommenen Flavonoide ausmachen (51), und die chemische Zusammensetzung von Açaí unterscheidet sich nicht sehr von der unserer üblichen Nahrung.

### Pharmakologische und biologische Wirkungen

Extrakte aus *Euterpe oleracea* haben ein Spektrum verschiedener pharmakologischer Wirkungen aufzuweisen (meist in vitro), darunter antiproliferative, entzündungshemmende, antioxidative und kardioprotektive Eigenschaften (s. Tab. 2).

#### Antiproliferative Wirkungen

Sieben verschiedene Beerenarten – Erdbeere (*Fragaria x ananasa*), Gartenheidelbeere (*Vaccinium corymbosum*), Brombeere (*Rubus fruticosus*), Himbeere (*Rubus idaeus*), Schwarze Himbeere (*Rubus occidentalis*), Goji (*Lycium barbarum*), Noni (*Morinda citrifolia*) und Açaí (*Euterpe oleracea*) – wurden jeweils als Bestandteil der üblichen Tagesration an Ratten verfüttert (5% der täglichen Nahrungsaufnahme). Es zeigte sich, dass alle Beeren in etwa gleichem Umfang in der Lage waren, das Wachstum eines durch N-Nitrosomethylbenzylamin induzierten Ösophagus-Tumors zu hemmen, trotz der bekannten Unterschiede im Gehalt an Anthocyanen und Ellagitanninen (62). In ähnlicher Weise untersuchten Hassimotto et al. (22) 28 brasilianische Pflanzenarten, darunter Früchte, Gemüsearten und kommerziell erhältliche tiefgefrorene Fruchtmuse, auf ihre antioxidative Kapazität. Diese variierte von 0,73 bis 19,8 mmol Butylhydroxytoluol (BHT)-Äquiv./µg, wobei Maulbeeren (*Trimeria grandiflora*) und Açaí-Fruchtpüree die höchsten Werte aufwiesen (19,8 bzw. 18,2 mmol BHT-Äquiv./µg).

Hogan et al. (27) untersuchten mithilfe eines MTT-Tests die Wirkung eines anthocy-

anreichen Extrakts aus Açaí-Pulver auf die Proliferation von C6-Glioma-Zellen aus Rattenhirn und der humanen Brustkrebszelllinie MDA-468. In Abhängigkeit von der Dosis hemmten die Extrakte die Proliferation der C6-Glioma-Zellen, hatten jedoch keine Wirkung auf die MDA-468-Brustkrebszellen (s. Tab. 2). Der IC<sub>50</sub>-Wert war vergleichsweise hoch (121 µg/ml; C6-Zellen) und ließ eine zeitabhängige Inhibition erkennen. Zum Vergleich wurden weitere Beerenextrakte mit hohen Anthocyangehalten ebenfalls auf ihre antiproliferative Wirkung auf C6-Glioma-Zellen getestet. Die Ergebnisse zeigten, dass anthocyanreiche Açaí-Extrakte im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle sowie zu Heidelbeere, Guave oder Himbeere eine signifikant bessere Wirkung erzielten. Leider wurden keine Angaben zur Dosis der Beeren, zur Zusammensetzung der verwendeten Extrakte sowie zu den sonstigen experimentellen Details gemacht, weshalb die Resultate mit Vorsicht zu bewerten sind.

In C6-Glioma-Zellen, die mit Açaí-Extrakt in Konzentrationen von 100 und 200 µg/ml behandelt worden waren, wurde nach 48 Stunden im Gegensatz zu den Kontrollen eine DNA-Fragmentierung festgestellt, jedoch wurde kein möglicher Mechanismus oder Pfad vorgeschlagen.

**Fazit:** Insgesamt lässt sich die behauptete Wirksamkeit gegen Krebs auf Basis solcher In-vitro-Daten nicht bestätigen, und wie Hogan et al. (27) feststellten, tragen die in Açaí normalerweise enthaltenen Anthocyane wahrscheinlich nicht zur antiproliferativen Wirkung von Açaí-Extrakten gegen C6-Krebszellen bei.

#### Antigenotoxische Effekte

Eine In-vivo-Studie an Mäusen untersuchte die Wirkung von Açaí-Fruchtpüree in Kombination mit dem Zytostatikum Doxorubicin (DXR). DXR wurde gewählt, weil sein Einsatz in der Tumorbildung durch dosisbegrenzende Nebenwirkungen eingeschränkt ist, insbesondere eine dabei auftretende Kardiotoxizität (52), die auf die Bildung reaktiver Sauerstoffspezies zurückzuführen ist. Der gleichzeitige Einsatz von Antioxidanzien könnte also eine hilfreiche Strategie darstellen. Daher wurde die akute (24 Std.) sowie subakute (täglich

über einen Zeitraum von 14 Tagen) Gabe von Açaí-Fruchtpüree (jeweils 3,33, 10 und 16,67 g/kg Körpergewicht) experimentell untersucht, wobei jeweils am letzten Tag vor der Euthanasie DXR gegeben wurde (s. Tab. 2). Die zytotoxische Wirkung der Behandlung wurde mit dem Mikrokern-Test am Knochenmark sowie mit der Einzelzellgelelektrophorese (Comet Assay) untersucht. Die verwendeten Konzentrationen von Açaí-Fruchtpüree führten in allen Fällen zu einer signifikanten Reduzierung der Häufigkeit polychromatischer Erythrozyten (deren Bildung im Knochenmark sowie im peripheren Blut durch DXR-Gaben induziert wird) im Vergleich zu den Kontrollen. Im Comet Assay ließ sich nachweisen, dass die Gabe von Açaí-Fruchtpüree in allen 3 verwendeten Konzentrationen die durch DXR induzierte Genotoxizität im Vergleich zur Kontrolle signifikant reduzierte. Bei beiden Testverfahren erwies sich die subakute Behandlung als wirksamer (52).

**Fazit:** Insgesamt waren die Ergebnisse sehr ermutigend, da alle 3 getesteten Konzentrationen zu einer Reduzierung der Nebenwirkungen von DXR führten.

#### Wirkung auf NO- und iNOS-Bildung

Matheus et al. (38) untersuchten die inhibitorische Wirkung der Ethylacetat-, n-Butanol- und Wasserfraktionen eines Ethanolextrakts aus Blüten, Früchten und Palmentriebspitzen von *Euterpe oleracea* auf die Bildung von Stickstoffmonoxid (NO) und induzierbarer Stickstoffmonoxid-Synthase (iNOS) in der murinen Makrophagen-Zelllinie RAW 264.7 (Griess-Reaktion) nach Stimulation mit Gamma-Interferon (IFN-γ) und Lipopolysacchariden (LPS). Die Ergebnisse zeigten, dass der Ethanolextrakt der Früchte mit einem IC<sub>50</sub>-Wert von 0,9 µg/ml am wirksamsten war, gefolgt vom Ethanolextrakt der Blüten (IC<sub>50</sub> = 1,2 µg/ml) und dem n-Butanolextrakt der Früchte (IC<sub>50</sub> = 1,3 µg/ml). Dagegen zeigten die Fraktionen aus den Palmentriebspitzen keine signifikante inhibitorische Wirkung.

**Fazit:** Die Studie wies nach, dass die Ethanolextrakte der Früchte und Blüten nach Induktion mit LPS/IFN-γ die stärkste inhibitorische Wirkung auf die Bildung von NO und iNOS aufwiesen. Allerdings fehlt eine

Tab. 2: Açaí – pharmakologische Untersuchungen und Interventionsstudien\*

Extrakt (untersuchter Dosisbereich)	Modell	verwendete Kontrollen	Ergebnisse	Beobach- tungen	Literatur
<b>antiproliferative Wirkung – in vitro</b>					
anthocyanreicher Açaí-Extrakt (50, 100, 200 µg/ml)	MTT-Test: antiproliferative Wirkung auf C6-Glioma-Zellen aus Rattenhirn sowie auf MDA-468-Zellen DNA-Fragmentierungstest	nur unbe- handelte Kontrollen	C6-Glioma-Zellen aus Rattenhirn: 38%, 45%, 62 % Wachstumshemmung; MDA-468 Brustkrebszellen: keine Hinweise auf antiproliferative Wirkung; DNA-Fragmentierung (Induktion von Apoptose) bei C6-Krebszellen	–	Hogan et al., 2010 (27)
<b>antiproliferative Wirkung – in vivo</b>					
Açaí-Fruchtpüree (3,33, 10 und 16,67 g/kg Körper- gewicht, akute und subakute Behand- lung)	Sondenfütterung bei neuge- borenen Mäusen (7–8 Wochen alt) vor intraperitonealer Injek- tion von Doxorubicin (DXR)	positive und negative Kon- trollen (mit DXR bzw. mit destilliertem Wasser)	Schutzwirkung von Açaí-Fruchtpüree so- wohl bei der akuten als auch bei der sub- akuten Behandlung nachweisbar. Generell zeigte die subakute Behandlung eine bes- sere Schutzwirkung gegen DXR-induzierte DNA-Schädigung von Leber- und Nieren- zellen	–	Ribeiro et al., 2010 (52)
<b>entzündungshem- mende Wirkung – in vitro</b>					
Gesamtethanol-, Ethylacetat- und <i>n</i> - Butanolextrakt aus Açaí-Blüten, -Früch- ten und -Triebspit- zen (1–300 µg/ml)	Bildung von Stickstoffmonoxid (NO) und induzierbarer Stick- stoffmonoxid-Synthase (iNOS) in RAW 264,7 (Griess-Reak- tion) nach Stimulation mit Gamma-Interferon (IFN-γ) und Lipopolysacchariden (LPS)	Nitritkonzen- tration ohne LPS/IFN-γ- Stimulation	Blüten- und Fruchtfractionen hemmten die LPS/IFN-γ-induzierte NO-Produktion, wobei Fruchtfractionen die stärkste inhibitorische Wirkung aufwiesen; Blüten- und Fruchtfractionen (Gesamtethanolextrakt) hemmten die Expression von iNOS	–	Matheus et al., 2006 (38)
gefriergetrocknetes Açaí (-Pulver) (keine Angaben zur ver- wendeten Dosis, nur IC <sub>50</sub> -Werte)	Inhibition von COX-1- und COX-2-Enzymen	keine Angaben zu Kontrollen	moderate Inhibitionswirkung mit einem IC <sub>50</sub> -Wert von 6,96 mg/ml für COX-1 und 12,50 mg/ml für COX-2	keine statistische Auswertung	Schauss et al., 2006 (60)
<b>antioxidative Wirkung – in vitro</b>					
gefriergetrocknetes Açaí (Pulver aus Fruchtpüree inkl. Epikarp), als Opti Açaí im Handel er- hältlich [0,5 g Pulver in 5 ml phosphatge- pufferter Salzlösung (pH 7,4)]	unterschiedliche In-vitro- Modelle	keine Angaben zu Kontrollen	H-ORAC <sub>FL</sub> : 997 µmol TE/g L-ORAC <sub>FL</sub> : 30 µmol TE/g TAC: 1027 µmol TE/g NORAC: 34 µmol TE/g HORAC: 52 µmol GAE/g SOD: 1614 Einheiten/g (s. auch Text)	keine statistische Auswertung	Schauss et al., 2006 (60)
anthocyanreicher Açaí-Extrakt	ORAC <sub>FL</sub> , DPPH-Test	keine Angaben zu Kontrollen	ORAC <sub>FL</sub> : 1800 µmol TE/g, d. h. zweimal so hoch wie der von Schauss et al. (60) gefundene Wert von 997 µmol TE/g	–	Hogan et al., 2010 (27)

\* Stand Dezember 2010; die Bibliografie des Hauptartikels wurde für diese Übersetzung bis April 2012 ergänzt.

Tab. 2: Fortsetzung

Extrakt (untersuchter Dosisbereich)	Modell	verwendete Kontrollen	Ergebnisse	Beobach- tungen	Literatur
Açaí-Saftmischung (MonaVie™, Saftzubereitung aus verschiedenen Komponenten) 0,016–10 g/l	zellbasierter antioxidativer Schutz in Erythrozyten (CAP-e-Test)	unbehandelte polymorphonukleäre Zellen (PMN) (ohne MonaVie, ohne H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	bei mit MonaVie vorbehandelten Zellen zeigte sich eine signifikante Schutzwirkung gegen oxidativen Stress. Mit H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> behandelte PMN-Zellen (ohne MonaVie) wiesen die höchste Konzentration an reaktiven Sauerstoffspezies auf. Die Autoren gehen davon aus, dass »Antioxidantien aus der Saftmischung in die Zellen eindringen und sie vor oxidativer Schädigung schützten (p < 0,001), während PMN-Zellen eine verringerte Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies (p < 0,003) und eine reduzierte Migration zu den 3 entzündungsfördernden Chemoattraktoren fmlp (p < 0,001), Leukotrien B4 (p < 0,05) und IL-8 (p < 0,03) aufwiesen«.	diese Untersuchung verdient besondere Beachtung, da sie In-vitro- und In-vivo-Experimente beinhaltet (s. u.)	Jensen et al., 2008 (30)
<b>antioxidative Wirkung – Interventionsstudie</b>					
Açaí-Saftmischung (MonaVie™) Dosis: 120 ml	randomisierte Studie mit MonaVie und Placebo. Pilotstudie mit 7 Teilnehmern sowie randomisierte, placebokontrollierte Crossover-Studie mit 12 gesunden Probanden. Der antioxidative Status wurde mithilfe des CAP-e-Tests ermittelt (s.o.), die Lipidperoxidation mithilfe des TBARS-Assay.	Placebo	statistisch signifikante Unterschiede in der antioxidativen Kapazität des Serums nach Einnahme von MonaVie bzw. nach Placebo nach 1 Std. (p < 0,003) sowie nach 2 Std. (p < 0,015). Einnahme von MonaVie führte zu einer Verringerung der Lipidperoxidation in vivo.	s.o.	Jensen et al., 2008 (30)
<b>kardioprotektive Wirkung – in vivo</b>					
unterschiedliche Ernährungsweise: bei der Açaí-Gruppe wurden 20 g/kg Körpergewicht Açaí-Fruchtpüree als Teil der normalen Ernährung gegeben	Ratten erhielten entweder eine Standarddiät (C), eine Standarddiät mit zusätzlich 20 g/kg Açaí (CA), eine hypercholesterinämische Diät mit 25 % Sojaöl und 1 % Cholesterin (H) oder eine hypercholesterinämische Diät mit zusätzlich 20 g/kg Açaí (HA).	Kontrolldiät	reduzierte Proteinoxidation (geringere Carbonylproteinwerte) bei CA- und HA-Diät. Verringerung der SOD-Aktivität bei HA-Diät. Erhöhte PON-Werte bei CA- und HA- im Vergleich zur C- und H-Diät.	–	de Souza et al., 2010 (9)
gefrorener wässriger Extrakt (aus der ganzen Açaí-Frucht), Hydroalkoholextrakt aus Açaí-Samen sowie aus der Schale (0,1–100 µg)	gefäßerweiternde Wirkung auf das mesenteriale Gefäßbett bei Ratten nach Behandlung mit Norepinephrin (NE) zur Kontraktionsinduktion	mit 10 µM NE induzierte Kontraktion des mesenterialen Gefäßbetts	alle 3 Extrakte zeigten eine dosisabhängige, anhaltend gefäßerweiternde Wirkung auf das mesenteriale Gefäßbett bei der Ratte; die stärkste Wirkung hatte dabei der Extrakt aus Açaí-Samen (niedrigster ED <sub>50</sub> -Wert).		Rocha et al., 2007 (53)

detaillierte botanische Beschreibung des verwendeten Materials, weshalb auch hier genauere experimentelle Daten angezeigt wären.

### Entzündungshemmung

Schauss et al. (60) untersuchten die Hemmung von COX-1 und COX-2 durch Açaí-Extrakt (gefriergetrocknet und extrahiert mit 50% Aceton). Dabei ergaben sich  $IC_{50}$ -Werte von 6,96 mg/ml für COX-1 und 12,50 mg/ml für COX-2. Die Studie zeigte eine leichte inhibitorische Wirkung, doch umfasste sie weder eine statistische Auswertung noch Kontrollen. Daher lässt sich damit nicht eindeutig nachweisen, dass Açaí gegen entzündliche Prozesse wirksam ist. Eine neuere In-vitro-Untersuchung (49) zeigt eine Vielzahl interessanter, dosisabhängiger Wirkungen eines Açaí-Pürees und von verschiedenen Subfraktionen in Maus-Mikroglia-Zellen [Cyclooxygenase-2 (COX-2), p38-Mitogen-Activated Protein Kinase (p38-MAPK), Tumor Necrosis Factor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) und Nuclear Factor  $\kappa$ B (NF- $\kappa$ B)]. Doch auch hier waren die statistisch-signifikant wirksamen Dosen vergleichsweise hoch (250  $\mu$ g/ml). In einem In-vivo-Versuch im Model der durch Tabakrauch induzierten Entzündung wurden bei einer Dosis von 300 mg/kg und Tag relevante antientzündliche Effekte beobachtet (39). Auch in klassischen Entzündungsmodellen (Rattenpfotenödem, Krotanöl-Dermatitis u. a.) wurde mit einem Açaí-Öl eine relevante Wirkung in einem wiederum vergleichsweise hohen Dosisbereich (500, 1000 und 1500 mg/kg) erzielt (12, 28, 42).

Jensen et al. (31) ermittelten in vitro mithilfe des CAP-e-Tests (cell-based antioxidant protection in erythrocytes) an Erythrozyten und polymorphonukleären Zellen (PMN) die antioxidative Wirkung der Açaí-Fruchtsaftmischung MonaVie™. MonaVie ist eine im Handel erhältliche Saftmischung, die neben Açaí als Hauptbestandteil 18 weitere Fruchtextrakte enthält. Erythrozyten, die mit MonaVie vorbehandelt waren, zeigten bei allen Konzentrationen (10–0,016 g/l) eine statistisch signifikante Schutzwirkung. Bei PMNs wurde eine dosisabhängige Schutzwirkung festgestellt, die nur bei einer Konzentration von 1 g/l signifikant war.

Dieselben Autoren (31) testeten außerdem in einer randomisierten, placebokontrollierten Crossover-Studie die Werte für Antioxidanzien und Lipidperoxidation bei 12 freiwilligen Probanden und in einer anderen Studie die Wirkung auf die Beweglichkeit in 14 bewegungseingeschränkten Probanden (30). Normalerweise liefern In-vivo-Studien neue Erkenntnisse, doch in diesem Fall sind die Informationen in Bezug auf Açaí leider begrenzt, da eine komplexe und nur ungenau beschriebene Saftmischung verwendet wurde.

### Stoffwechselstörungen des metabolischen Syndroms

De Souza et al. (9) untersuchten mithilfe verschiedener Biomarker sowie Serumlipidprofilen in vivo die antioxidative Wirkung von Açaí-Fruchtpüree bei Ratten mit unterschiedlicher Ernährungsweise (normal und hypercholesterinämisch), wobei ein Teil der Gruppen jeweils eine Nahrungsergänzung mit Açaí erhielt (s. Tab. 2). Die Ratten mit hypercholesterinämischer Ernährung wiesen erhöhte Werte von Gesamt- und LDL-Cholesterin und verringerte Werte von HDL-Cholesterin auf. Nahrungsergänzung mit Açaí (20 g/kg Körpergewicht) hatte eine hypocholesterinämische Wirkung, wobei der Gesamt- und LDL-Cholesterinwert sowie der atherogene Index gesenkt wurden. In den Açaí-Gruppen verringerte sich auch die Konzentration an Carbonylproteinen sowie an freien

und proteingebundenen Thiolgruppen im Serum. Die Nahrungsergänzung mit Açaí führte außerdem zu einer signifikanten Abnahme der Superoxiddismutase (SOD)-Aktivität ausschließlich bei den hypercholesterinämischen Ratten, was auf einen Zusammenhang zwischen Ernährung und Açaí-Verzehr hindeutet. Jedoch nahm die Konzentration von Triglyzeriden bei Nahrungsergänzung mit Açaí im Vergleich zu den positiven und negativen Kontrollen zu. Auch wenn sich also das Cholesterinprofil verbesserte, müssen die Inhaltsstoffe, die zu einer Erhöhung der Triglyzeridwerte führen, noch genauer untersucht werden (5). Das Ergebnis wurde auf den hohen Gehalt an Ölsäure zurückgeführt. Wirkungen im Kontext der Prävention diabetesbedingter Leberschäden werden ebenfalls diskutiert (21).

Die Studie von de Souza et al. (9) untersuchte auch die Höhe der Nahrungsaufnahme bei allen 4 Ernährungsweisen und zeigte, dass bei Supplementierung mit Açaí bei der hypercholesterinämischen Diät die Nahrungsaufnahme im Vergleich zur Hypercholesterin-Diät ohne Supplementierung reduziert war. Das deutet möglicherweise darauf hin, dass die in Açaí enthaltenen Polyphenole den Appetit zügeln können. Doch war dieser Effekt beim Vergleich der Kontrollgruppen (normale Ernährung und normale Ernährung mit Açaí-Supplementierung) untereinander nicht feststell-



**Abb. 4:** Açaí-Früchte auf einem Markt in Brasilien. Neben den Früchten werden auch die Sprossscheitel (»Palmherzen«) als Nahrungsmittel verwendet.



bar, was darauf hindeuten könnte, dass Açaí v.a. bei hohem Fettverzehr wirksam sein könnte. Eine neuere Studie an Kaninchen untersuchte die Gabe von 100 g/Tag Açaí-»Extrakt« (einem weitgehend getrockneten Püree der Früchte) über einen Zeitraum von 12 Wochen auf verschiedene Parameter der Sterolmetabolisierung und Atherosklerose und konnte mit dieser sehr hohen Dosis positive Effekte zeigen (16). Xie et al. (67) bringen eine antiatherosklerotische Wirkung mit antioxidativen und entzündungshemmenden Wirkungen in Verbindung.

Drei Hydroalkoholextrakte von Açaí zeigten eine dosisabhängige, anhaltend gefäß-erweiternde Wirkung auf das mesenteriale Gefäßbett in Ratten. Bemerkenswert dabei war, dass die Açaí-Extrakte im Vergleich zu Acetylcholin und Nitroglycerin eine längerfristige Wirkung aufwiesen (53). In einem Mausmodell wurde eine Wirkung beim durch eine fettreiche Diät verursachten metabolischen Syndrom gezeigt (7). Die Autoren weisen auf die mögliche medizinische Verwendung bei der Behandlung kardiovaskulärer Erkrankungen hin. Udani et al. (63) erzielten bei 10 übergewichtigen Probanden (BMI zwischen 25 und 30) mit einer Dosis von 200 g Açaí-Püree/Tag nach 30 Tagen eine Reduktion der Nüchtern-glukose- und Insulinspiegel. Das Gesamtcholesterin sank ebenfalls.

## Diskussion

Obwohl es sich bei Açaí um eines der meistgepriesenen Nahrungsergänzungsmittel des vergangenen Jahrzehnts handelt, gibt es bisher nur ungenügende und nicht überzeugende wissenschaftliche Nachweise, die es rechtfertigen würden, Açaí als herausragendes Gesundheitsprodukt zu vermarkten. Die Förderung rascher Gewichtsabnahme ist die bisher am aggressivsten beworbene Wirkung. Bezüglich verschiedener Açaí-Produkte wurden dazu von der FDA bereits mehrere Abmahnungsschreiben an Webseitenbetreiber und Herstellfirmen versandt (13–15).

### Noch keine schlüssigen Daten

Insgesamt liegen in Bezug auf antiproliferative, entzündungshemmende, antioxi-

native und kardioprotektive Wirkungen bisher keine klaren und schlüssigen pharmakologischen Daten vor. Oft werden relevante Wirkungen nur bei vergleichsweise hohen Dosen berichtet. Die Qualität der Studien variiert sehr stark, wobei bis vor Kurzem den antioxidativen Wirkungen am meisten Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Generell gilt, dass die In-vitro-Untersuchungen von begrenzter Aussagekraft sind und In-vivo-Studien erst in den letzten Jahren vermehrt begonnen wurden. Insgesamt gesehen und auf Basis der aktuellen Literatur scheint die Açaí-Beere keinen herausragenden Gehalt an Antioxidantien aufzuweisen; die Forschungsergebnisse deuten auf eine variable antioxidative Kapazität hin. Eine etwas optimistischere Einschätzung ist in Bezug auf die kardioprotektive und die entzündungshemmende Wirkung möglich. Nicht zu unterschätzen ist auf der anderen Seite, dass Açaí eine vergleichsweise hochkalorische Nahrung ist.

### Hoher Ballaststoffgehalt

Doch andere Forschungsansätze könnten ebenfalls von Interesse sein. Zum Beispiel weisen Açaí-Beeren einen hohen Gehalt an Ballaststoffen auf (56, 59). Ballaststoffe haben einen signifikanten Einfluss auf die Plasmalipid- und Lipoproteinwerte, da sie bewirken, dass Gallensäuren dem enterohepatischen Kreislauf entzogen werden, sodass mehr LDL-Cholesterin für die Synthese von Gallensekret aus dem Plasma abgezogen wird (3). Außerdem wirken einige Bestandteile von Açaí, insbesondere Lignane, möglicherweise als Phytoöstrogene. Eine erhöhte Aufnahme von Phytosterinen senkt den Cholesterinwert, insbesondere LDL-Cholesterin, ohne den Triglyzeridwert und das HDL-Cholesterin zu beeinflussen. Außerdem wird angenommen, dass Phytosterine die Resorption biliären Cholesterins aus dem Darmtrakt verringern. Insgesamt könnten aber neben den in Açaí enthaltenen Polyphenolen auch noch andere Inhaltsstoffe zu den beobachteten Wirkungen beitragen.

### Klinische Daten und epidemiologische Feldforschung erforderlich

Wie auch bei anderen neuen Nahrungsergänzungsmitteln (25, 43) gibt es bisher keine ausreichend gesicherten wissenschaft-

lichen Daten, um Açaí als pflanzliches Arznei- oder als Nahrungsergänzungsmittel mit spezifischen gesundheitlichen Wirkungen propagieren zu können. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um die weitreichenden Behauptungen in Bezug auf die gesundheitlichen und therapeutischen Wirkungen zu bestätigen. So sollten pharmakokinetische Studien in Angriff genommen werden, um die biologische Verfügbarkeit der Polyphenole zu klären. Die zukünftige Forschung sollte sich außerdem schwerpunktmäßig streng kontrollierter Interventionsstudien oder klinischer Studien bedienen, um mögliche gesundheitliche Wirkungen besser beurteilen zu können. Außerdem sollten epidemiologische Untersuchungen bei jenen Bevölkerungsgruppen durchgeführt werden, bei denen Açaí zu den Hauptnahrungsmitteln zählt (insbesondere in Brasilien), mit besonderem Schwerpunkt auf der Prüfung der Häufigkeit von koronaren Herzerkrankungen, Diabetes und Adipositas. Auch die Untersuchung der toxikologischen Eigenschaften von Açaí ist im Hinblick auf die sichere Anwendung dringend erforderlich.

Schließlich entwirft dieser Beitrag außerdem ein neues Modell zum Verständnis der Bedeutung solcher Produkte im sich rasch entwickelnden webbasierten Markt für Nahrungsergänzungsmittel. Generell gilt, dass Strategien entwickelt werden sollten, um die Untersuchung bisher wenig erforschter neuer Phytotherapeutika oder Nahrungsergänzungsmittel, die über das Internet vermarktet und popularisiert werden, wirksam voranzutreiben. Nur so lassen sich die Wirkungen und Risiken solcher Produkte kritisch beurteilen und damit die propagierten Behauptungen aus wissenschaftlicher Sicht bewerten.

#### Prof. Dr. Michael Heinrich

Center for Pharmacognosy and Phytotherapy,  
UCL School of Pharmacy (University of London)  
29–39 Brunswick Sq.  
London WC1N 1AX  
Großbritannien

michael.heinrich@pharmacy.ac.uk

Online  
<http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1309259>

Übersetzung: Renate Schilling

## ■ LITERATUR

- 1 Bhattacharya A, Banu J, Rahman M et al. Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *J Nutr Biochem* 2006; 17: 789–810
- 2 Brondízio ES, Safar C, Siqueira AD. Urban market of Açai fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) and rural land use change: Ethnographic insights into the role of price and land tenure constraining agricultural choices in the Amazon estuary. *Urban Ecosystems* 2003; 6: 67–97
- 3 Brown L, Rosner B, Willet W, Sacks SM. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 30–42
- 4 Castrejon A, Eichholz I, Rohn S. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. *Food Chem* 2008; 109: 564–572
- 5 Chapman MJ, Caslake M. Non-high-density lipoprotein cholesterol as a risk factor: addressing risk associated with apolipoprotein B-containing lipoproteins. *Eur Heart J Suppl* 2004; 6 (Suppl. A): A43–A48
- 6 Chin YW, Chai HB, Keller WJ, Kinghorn AD. Lignans and other constituents of the fruits of *Euterpe oleracea* (Açai) with antioxidant and cytoprotective activities. *J Agric Food Chem* 2008; 56: 7759–7764
- 7 de Oliveira PR, da Costa CA, de Bem GF et al. Effects of an extract obtained from fruits of *Euterpe oleracea* Mart. in the components of metabolic syndrome induced in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. *J Cardiovasc Pharmacol* 2010; 56: 619–626
- 8 de Rosso VV, Hillebrand S, Montilla EC et al. Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC) and açai (*Euterpe oleracea* Mart.) by HPLC-PDA-MS/MS. *J Food Compos Anal* 2008; 21: 291–299
- 9 de Souza MO, Silva M, Silva E et al. Diet supplementation with açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves biomarkers of oxidative stress and serum lipid profiles in rats. *Nutrition* 2010; 26: 804–810
- 10 Del Pozo-Insfran D, Brenes CH, Talcott ST. Phytochemical composition and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *J Agric Food Chem* 2004; 52: 1539–1545
- 11 Engels G. Açai – *Euterpe oleracea* (herb profile). *Herbalgram* 2010; 86: 1–2
- 12 Favacho HAS, Oliveira BR, Santos KC et al. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae, oil. *Rev Bras Farmacog* 2011; 21: 105–114
- 13 FDA 2007a. <http://www.fda.gov/downloads/Drugs/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/EnforcementActivitiesbyFDA/Cyber-Letters/ucm056948.pdf>; Stand: 04.07.2010
- 14 FDA 2007b. <http://www.fda.gov/downloads/Drugs/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/EnforcementActivitiesbyFDA/Cyber-Letters/ucm056937.pdf>; Stand: 24.07.2010
- 15 FDA. Warning Letter: Circular Enterprises, LLC 6/2/09. <http://www.fda.gov/ICECI/EnforcementActions/WarningLetters/ucm167712.htm>; Stand 04.07.2010
- 16 Feio CA, Izar MC, Ihara SS et al. *Euterpe oleracea* (açai) modifies sterol metabolism and attenuates experimentally-induced atherosclerosis. *J Atheroscler Thromb* 2012; 26: 237–245
- 17 Font Quer P. *Plantas Medicinales – El Dioscórides renovado*. Barcelona: Ed. Botas; 1995
- 18 Foodbiz. International Trade Opportunity Report – The Brazilian Açai Berry. 2009. <http://foodbizdaily.com/articles/91816-the-acai-berry-trade-opportunity-a-quick-report.aspx>; Stand: 29.11.2009
- 19 Gallori S, Bilia AR, Bergonzi MC et al. Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açai palm). *Chromatographia* 2004; 59: 739–743
- 20 Goulding M, Smith N. Palms. Sentinels for Amazon Conservation. Amazon Conservation Association & Missouri Botanical Garden, St. Louis; 2007: 356
- 21 Guerra JF, Magalhaes CL, Costa DC et al. Dietary acai modulates ROS production by neutrophils and gene expression of liver antioxidant enzymes in rats. *J Clin Biochem Nutr* 2011; 49: 188–194
- 22 Hassimotto NM, Genovese MI, Lajolo FM. Antioxidant capacity of Brazilian fruit, vegetables and commercially-frozen fruit pulps. *J Food Compos Anal* 2009; 22: 394–396
- 23 Hassimotto NM, Pinto M, Lajolo FM. Antioxidant status in humans after consumption of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) juices with and without defatted milk. *J Agric Food Chem* 2008; 56: 11727–11733
- 24 Health Report. Acai berry health benefits and risks. <http://www.health-report.co.uk/acai.htm>; Stand: 24.07.2010
- 25 Heinrich M, Prieto JM. Diet and healthy ageing 2100: Will we globalise local knowledge systems? *Ageing Res Rev* 2008; 7: 249–274
- 26 Hiraoka M. Land use changes in Amazon estuary. *Global Environ Change* 1995; 5: 323–336
- 27 Hogan S, Chung H, Zhang L et al. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from açai. *Food Chem* 2010; 118: 208–214
- 28 Horiguchi T, Ishiguro N, Chihara K et al. Inhibitory effect of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp on IgE-mediated mast cell activation. *J Agric Food Chem* 2011; 59: 5595–5601
- 29 Iaderoza M, Baldini VL, Draetta I, Bovi ML. Anthocyanins from fruits of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and jucara (*Euterpe edulis* Mart.). *Trop Sci* 1992; 32: 41–46
- 30 Jensen GS, Ager DM, Redman KA et al. Pain reduction and improvement in range of motion after daily consumption of an açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp-fortified polyphenolic-rich fruit and berry juice blend. *J Med Food* 2011; 14: 702–711
- 31 Jensen GS, Wu X, Patterson KM et al. In vitro and in vivo antioxidant and anti-inflammatory capacities of an antioxidant-rich fruit and berry juice blend. Results of a pilot and randomized, double-blinded, placebo-controlled, crossover study. *J Agric Food Chem* 2008; 56: 8326–8333
- 32 Kang J, Li Z, Wu T et al. Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). *Food Chem* 2010; 122: 610–617
- 33 Kang J, Xie C, Li Z et al. Flavonoids from açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. *Food Chem* 2011; 128: 152–157
- 34 Lee R, Balick MJ. Palms, people, and health. *Explore* 2008; 4: 59–62
- 35 Lichtenthäler R, Rodrigues RB, Maia JG et al. Total oxidant scavenging capacities of *Euterpe oleracea* Mart. (Açai) fruits. *Int J Food Sci Nutr* 2005; 56: 53–64
- 36 Manach C, Williamson G, Morand C et al. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. Review of 97 bioavailability studies. *Am J Clin Nutr* 2005; 81 (1 Suppl.): 230S–242S
- 37 Marcason W. What is the Açai berry and are there health benefits? *J Am Diet Assoc* 2009; 109: 1968
- 38 Matheus ME, de Oliveira Fernandes SB, Silveira CS et al. Inhibitory effects of *Euterpe oleracea* Mart. on nitric oxide production and iNOS expression. *J Ethnopharmacol* 2006; 107: 291–296
- 39 Moura RS, Ferreira TS, Lopes AA et al. Effects of *Euterpe oleracea* Mart. (AÇAÍ) extract in acute lung inflammation induced by cigarette smoke in the mouse. *Phytomedicine* 2012; 19: 262–269.
- 40 Muniz-Miret N, Vamos R, Hiraoka M et al. The economic value of managing açai palm (*Euterpe oleracea* Mart.) in floodplains of the Amazon estuary, Pará, Brazil. *Forest Ecol Managem* 1996; 87: 163–173
- 41 Nóbrega AA, Garcia MH, Tatto E et al. Oral transmission of Chagas disease by consumption of açai palm fruit, Brazil. *Emerg Infect Dis* 2009; 15: 653–655
- 42 Noratto GD, Angel-Morales G, Talcott ST, Mertens-Talcott SU. Polyphenolics from açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and red muscadine grape (*Vitis rotundifolia*) protect human umbilical vascular endothelial cells (HUVEC) from glucose- and lipopolysaccharide (LPS)-induced inflammation and target microRNA-126. *J Agric Food Chem* 2011; 59: 7999–8012
- 43 Obolskiy D, Pischel I, Siriwanametanon N, Heinrich M. *Garcinia mangostana* L.: a phytochemical and pharmacological review. *Phytother Res* 2009; 23: 1047–1065
- 44 Pacheco-Palencia LA, Duncan CE, Talcott ST. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. *Food Chem* 2009; 115: 1199–1205

- 45 Pacheco-Palencia LA, Mertens-Talcott SU, Talcott ST. In vitro absorption and antiproliferative activities of monomeric and polymeric anthocyanin fractions from açai fruit (*Euterpe oleracea* Mart.). *Food Chem* 2010; 119: 1071–1078
- 46 Pacheco-Palencia LA, Talcott ST. Chemical stability of açai fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) anthocyanins as influenced by naturally occurring and externally added polyphenolic cofactors in model systems. *Food Chem* 2010; 118: 17–25
- 47 Pompeu DR, Silva EM, Rogez H. Optimisation of the solvent extraction of phenolic antioxidants from fruits of *Euterpe oleracea* using Response Surface Methodology. *Bioresource Technol* 2009; 100: 6076–6082
- 48 Posey DA. Commodification of the sacred through intellectual property rights. *J Ethnopharmacol* 2002; 83: 3–12
- 49 Poulouse SM, Fisher DR, Larson J et al. Anthocyanin-rich açai (*Euterpe oleracea* Mart.) fruit pulp fractions attenuate inflammatory stress signaling in mouse brain BV-2 microglial cells. *J Agric Food Chem* 2012; 60: 1084–1093
- 50 Powersupplements. Acai in the news. 2008. <http://www.powersupplements.com/acai/acai-media.html>; Stand: 06.08.2010
- 51 Prior R, Gu L. Occurrence and biological significance of proanthocyanidins in the American diet. *Phytochemistry* 2005; 66: 2264–2280
- 52 Ribeiro JC, Antunes LM, Aissa AF et al. Evaluation of the genotoxic and antigenotoxic effects after acute and subacute treatments with açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart) on mice using erythrocytes micronucleus test and the comet assay. *Mutat Res* 2010; 695: 22–28
- 53 Rocha AP, Carvalho L, Sousa C et al. Endothelium-dependent vasodilator effect of *Euterpe oleracea* Mart. (Açai) extracts in mesenteric vascular bed of the rat. *Vascul Pharmacol* 2007; 46: 97–104
- 54 Rogez H. Açai: prepare, composicao, e melhoramento da conservacao. Belem, Brazil: Eduppa; 2000
- 55 Rufino M, Alves RE, de Brito ES et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem* 2010; 121: 996–1002
- 56 Rufino M, Pérez-Jiménez J, Arranz S et al. Açai (*Euterpe oleracea*) 'BRS Pará': A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. *Food Res Int* 2011; 44: 2100–2106
- 57 Sabbe S, Verbeke W, Deliza R et al. Effect of a health claim and personal characteristics on consumer acceptance of fruit juices with different concentrations of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Appetite* 2009; 53: 84–92
- 58 Sandhu DS, Heinrich M. The use of health foods, spices and other botanicals with the Sikh community in London. *Phytother Res* 2005; 19: 633–642
- 59 Schauss AG, Wu X, Prior RL et al. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian palm berry *Euterpe oleracea* Mart. (açai). *J Agric Food Chem* 2006; 54: 8598–8603
- 60 Schauss AG, Wu X, Prior RL et al. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (açai). *J Agric Food Chem* 2006; 54: 8604–8610
- 61 Schreckinger ME, Lotton J, Lila MA, de Mejia EG. Berries from South America: a comprehensive review on chemistry, health potential, and commercialization. *J Med Food* 2010; 13: 233–246
- 62 Stoner GD, Wang LS, Seguin C et al. Multiple berry types prevent N-nitrosomethylbenzylamine-induced esophageal cancer in rats. *Pharm Res* 2010; 27: 1138–1145
- 63 Udani JK, Singh BB, Singh VJ, Barrett ML. Effects of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: a pilot study. *Nutr J* 2011; 10: 45
- 64 Valente S, Valente V, Pinto A et al. Analysis of an acute Chagas disease outbreak in the Brazilian Amazon: human cases, triatomines, reservoir mammals and parasites. *Trans R Soc Trop Med Hyg Med* 2009; 103: 291–297
- 65 Winfrey O. Oprah & Dr. Oz File Lawsuit: Fighting False Endorsements. *Good Morning America*. ABC. 20.08.2009; <http://abcnews.go.com/Video/playerIndex?id=8371759>
- 66 Wiseman H, Halliwell B. Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species: role in inflammatory disease and progression to cancer. *Biochem J* 1996; 313 (Pt 1): 17–29
- 67 Xie C, Kang J, Burris R et al. Açai juice attenuates atherosclerosis in ApoE deficient mice through antioxidant and anti-inflammatory activities. *Atherosclerosis* 2011; 216: 327–333

## SUMMARY

### Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) – a phytochemical and pharmacological assessment of the species' health claims

The palm *Euterpe oleracea* Martius (açai) has been acclaimed to have a wide range of health-promoting and therapeutic benefits due to its reportedly high levels of antioxidants. Açai has a history of use as a medicinal plant and as a staple food in many parts of Brazil. Traditionally, it has been used to treat fevers, skin complications, digestive disorders and parasitic infections. Açai has a relatively high content of polyphenols, which in turn has been linked to a range of reported (mostly in vitro) antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and cardioprotective properties. This review highlights the scientific knowledge about its phytochemistry and pharmacology (and its limitations). Since there have been very limited studies the results are mostly inconclusive. Açai demonstrates promising potential with regard to antiproliferative activity and cardioprotection but further studies are required. Claims about alleged health benefits can generally only be substantiated to a very limited degree.

### Key words

*Euterpe oleracea* Mart., açai, Arecaceae (Palmae), weight loss, cardiovascular health, nutraceuticals, traditional medicine, traditional food