

Brustkrebs bei erhöhter Zufuhr ungesättigter Fettsäuren durch Speiseöle. In Italien sind 80 % der Speiseöle Olivenöl, was für seine gesundheitsfördernden Effekte spricht (15). Nach einer weiteren aktuellen italienischen Fall-Kontroll-Studie besteht zwischen Speiseölverzehr (hauptsächlich Olivenöl) und Pankreaskrebserkrankung ein deutlich ausgeprägtes umgekehrt proportionales Verhältnis (16). Zwei führende Wissenschaftler auf diesem Gebiet, Theresa J. Smith und Harold L. Newmark, haben darauf hingewiesen, dass eine derartige Schutzwirkung der hohen Menge an Squalen in nativem Olivenöl extra zuzuschreiben sein könnte (2;11); eine Annahme, die durch zahlreiche Tierversuche untermauert wird. In den meisten Tierversuchen wurde die Wirkung von lokal oder systemisch appliziertem Squalen auf künstlich erzeugte Karzinome von Haut, Dickdarm und Lunge bei Mäusen untersucht. Zusammengefasst zeigen die Resultate ganz klar, dass mit der Nahrung verabreichtes Squalen deutliche antikarzinogene Wirkungen hat (17-21).

3.1.3 Weitere Wirkungen des mit der Nahrung aufgenommenen Squalens

Erste Studien lassen darauf schließen, dass mit der Nahrung aufgenommenes Squalen neben seinen antikarzinogenen Fähigkeiten noch weitere gesundheitsfördernde Wirkungen haben könnte. Kohno und sein Team beobachteten, dass Squalen reaktiven Singulett-Sauerstoff in der oberen Schicht der menschlichen Haut unschädlich macht (22). In Tiermodellen scheint Squalen auch eine wichtige Rolle für die Augengesundheit zu spielen, speziell für die stäbchenförmigen Photorezeptorzellen der Retina (23). Darüber hinaus gibt es Berichte mehrerer Forschergruppen, wonach mit Squalen gefütterte Tiere verstärkt fähig waren, Gifte wie Hexachlorbenzol oder Strychnin auszuscheiden (24-26); einige dieser Wirkungen erforderten allerdings sehr hohe Squalen-Dosen.

3.2 Sterine (β-Sitosterin)

3.2.1 Wirkung auf die Cholesterinkonzentration im Blut

Sowohl orale als auch parenterale Verabreichung pflanzlicher Sterine und Stanole erniedrigt die Plasmakonzentration des Gesamt- und des LDL-Cholesterins (Übersicht bei (4;27)). Vermutlich resultiert diese Verminderung vor allem aus der Hemmung der Cholesterinabsorption im Darm. Zudem könnten der hepatische und intestinale Cholesterinmetabolismus beeinflusst sein. Festzuhalten ist aber auch, dass signifikante Verminderungen des Cholesterinspiegels im Blut nur in Studien mit Phytosterol-Supplementierung erzielt wurden. Die applizierten Dosierungen betragen 1 bis 3 g/Tag - eine Menge, die mit üblichen Diäten nicht erreicht wird. Bei den meisten Studien kam mit Sterinen und Stanolen angereicherte Margarine zum Einsatz. Generell verstärkte sich die Abnahme von Gesamt- und LDL-Cholesterin bei Zunahme der täglichen Sterinmenge bis zu einer Dosis von 2 g/Tag; über diese Dosis hinaus ließ sich kein zusätzlicher cholesterinsenkender Effekt mehr feststellen (28). Eine neuere Metaanalyse aller randomisierten Doppelblind-

studien kommt zu dem Schluss, dass eine tägliche Zufuhr von 2 g pflanzlichen Sterinen oder Stanolen die LDL-Konzentration im Blut um 9 bis 14 % senkt, sich jedoch auf HDL-Cholesterin oder Triglyceride nicht auswirkt (27). Darüber hinaus ist die Verminderung der Cholesterinkonzentrationen deutlicher erkennbar bei Patienten mit Hypercholesterinämie und Personen mit cholesterinreicher Ernährung (Übersicht bei (4;27)). In einer Studie wiesen Personen, die sich cholesterinreich ernährten, signifikante lipidsenkende Effekte schon dann auf, wenn die Dosierung mit 740 mg Phytosterinen/Tag relativ niedrig war (29). Deshalb ist nicht auszuschließen, dass die Phytosterinmenge, die über eine an nativem Olivenöl extra reiche Nahrung verzehrt wird, einen positiven Effekt auf die Konzentration des Serumcholesterins haben könnte - gerade bei Patienten mit Hyperlipidämie, die eine cholesterinreiche Ernährung verzehren.

3.2.2 Phytosterine und Krebs

Es gibt mehrere Berichte über antikarzinogene Wirkungen der Phytosterine, besonders des β-Sitosterins. Von Holtz und sein Team beobachteten, dass – verglichen mit cholesterinbehandeltem Kontrollgewebe – menschliche Prostatakrebszellen unter β-Sitosterin-Behandlung ihr Wachstum um 24 % verminderten und eine vierfach höhere Apoptose auslösten (30). Apoptose, der so genannte programmierte Zelltod, ist ein Schutzmechanismus des Körpers, der zum Selbstmord z. B. von entarteten Zellen führt, um so den Körper vor Schäden zu bewahren. Auch scheint β-Sitosterin wirkungsvoll bei der Therapie der gutartigen Prostatahyperplasie (BPH) zu sein (31-33). Diese Ergebnisse zu Prostatakrebs oder BPH werden ergänzt durch Berichte über positive gesundheitliche Effekte von β-Sitosterin auf Kolonkrebszellen und Brustkrebszellen in vitro (34-36). Darüber hinaus ließ sich zeigen, dass β-Sitosterin die Wirkungen eines Karzinogens auf den Dickdarm bei Ratten aufhob (37). Der Zusammenhang zwischen Phytosterinen und Krebs beim Menschen wurde bislang nur in wenigen Studien untersucht. De Stefani und sein Team führten in Uruguay eine derartige Studie durch und konstatierten ein deutlich ausgeprägtes umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen der Gesamtzufuhr von Phytosterinen und der Häufigkeit von Magenkrebs (38). In einer Beobachtungsstudie verglich eine Forschergruppe aus Kalifornien (USA) die Sterinzufuhr bei Siebentags-Adventisten - einer christlichen Gruppierung, die für sehr niedrige Gesamtkrebsmorbidity und -mortality bekannt ist - mit der bei der übrigen Bevölkerung. Die Siebentags-Adventisten, so das Ergebnis, verzehrten nicht nur weniger Cholesterin, sondern zugleich auch weit mehr Phytosterine. Für die niedrigere Krebshäufigkeit, so die Annahme der Forscher, könnte entweder die hohe Gesamtaufnahme von Phytosterin oder das hohe Phytosterin/Cholesterin-Verhältnis im Rahmen der Ernährung verantwortlich sein (39).

Die meisten der erwähnten Untersuchungen waren in vitro-Studien an Zellkultur-Modellen zu bestimmten Krebsformen oder aber Tier-

versuche. Unter diesem Aspekt müssen die erwähnten Forschungsergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden, bis mehr Daten aus Humanstudien vorliegen. Dennoch: Schon jetzt sind die Resultate vielversprechend. Phytosterine, insbesondere β-Sitosterin, könnten sich bei Krebserkrankungen von Prostata, Dickdarm, Brust und Magen deutlich antikarzinogen auswirken.

4. Zusammenfassung

Zu den sekundären Pflanzenstoffen des Olivenöls zählen Kohlenwasserstoffe, besonders Squalen, und Phytosterine. Sehr viele Studien belegen die gesundheitsfördernden Wirkungen dieser Substanzen. So konnten vor allem antikarzinogene Wirkungen für Squalen wie auch für β-Sitosterin nachgewiesen werden. Insofern ist der relativ hohe Gehalt an Squalen und Phytosterinen ein weiteres wertvolles Merkmal des Olivenöls und trägt zu den vom Olivenöl vermittelten positiven Wirkungen für die Gesundheit bei. Angesichts der Möglichkeit zusätzlicher synergistischer Effekte zwischen Kohlenwasserstoffen, Phytosterinen, Phenolen, Tocopherol, Geschmacks- und Aromastoffen sowie der günstigen Fettsäurezusammensetzung könnten die gesundheitsfördernden Wirkungen des Olivenöls in seiner Gesamtheit sogar größer sein als die Summe der positiven Effekte der einzelnen Inhaltsstoffe.

Informationen zu allen Bereichen von Olivenöl erhalten Sie von der:

Informationsgemeinschaft Olivenöl
Ebenböckstraße 15
81241 München
Fax 089/540183-50
E-Mail dieter.oberg@syntaxwerbung.com

oder unter
www.olivenoel-info.net

Gesundheitsfördernde Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe von Olivenöl

Teil I Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre Wirkungen auf die Gesundheit und die Stabilität des Olivenöls.

Autoren: Institut für Arterioskleroseforschung an der Universität Münster

1. Einleitung

Das Charakteristikum des Olivenöls ist der feine und einzigartige Geschmack. Dieser wird verursacht durch eine Vielfalt bestimmter Komponenten, die allerdings nur in sehr niedrigen Konzentrationen enthalten sind. Überwiegend, zu mehr als 95 %, besteht Olivenöl aus Triglyceriden, d. h. mit Glycerin veresterten Fettsäuren. Der Rest ist zusammengesetzt aus einer Vielzahl ganz unterschiedlicher, mengenmäßig relativ unbedeutender Verbindungen, die dennoch wichtige Funktionen haben. Einigen von ihnen werden gesundheitsfördernde Wirkungen zugeschrieben, andere sorgen für die Stabilität des Öls oder – nicht zuletzt – eben für dessen Geschmack und Aroma.

Die sekundären Pflanzenstoffe von Olivenöl lassen sich unterscheiden in Tocopherole, Phenole, Geschmacks-/Aromastoffe, Kohlenwasserstoffe und Sterine. Diese Hintergrundinformation gibt einen Überblick über die wichtigsten Vertreter der ersten drei Substanzklassen unter dem besonderen Aspekt ihrer Bedeutsamkeit für die Gesundheit sowie für die Stabilität und das Aroma bzw. den Geschmack des Olivenöls. Eine weitere Hintergrundinformation "Gesundheitsfördernde Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe in Olivenöl (Teil II)" behandelt die Kohlenwasserstoffe und Sterine.

2. Sekundäre Pflanzenstoffe des Olivenöls

2.1 Tocopherole

Olivenöl enthält α-Tocopherol, das Tocopherol mit der höchsten Vitamin E-Aktivität, in Mengen zwischen 1,2 und 43 mg/100 g (1-3). Die durchschnittliche Menge beträgt nach Angaben einer Forschergruppe 12 bis 25 mg/100 g (3). Andere ermittelten sogar noch höhere Werte von 24 bis 43 mg/100 g (2). Offenbar hängt es von verschiedenen Faktoren ab, wie viel Tocopherol in Olivenöl enthalten ist. Zwar gibt es bislang nur relativ wenige wissenschaftliche Untersuchungen hierzu, aber eine besondere Rolle scheinen Anbau und Reifegrad der Oliven, ebenso wie Lagerbedingungen und -dauer, zu spielen. Weitere Tocopherole (β- und γ-Tocopherol) sind nur in Spuren vorhanden (1;3).

2.2 Phenolische Verbindungen

Die im Olivenfruchtfleisch enthaltenen pheno-

lischen Verbindungen sind überwiegend wasserlöslich, doch lassen sich kleinere Mengen auch im Öl finden. Die Klasse der Phenole umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Substanzen. Dazu gehören einfache phenolische Verbindungen wie Vanillinsäure, Gallussäure, Kumarsäure, Kaffeesäure, Tyrosol und Hydroxytyrosol. Der Gehalt an einfachen Phenolen beträgt für natives Olivenöl extra durchschnittlich 4,2 mg/100 g, für raffiniertes Olivenöl 0,47 mg/100 g. Weiterhin enthält Olivenöl Secoiridoide wie Oleuropein und Ligstrosid (2,8 mg/100 g in nativem Olivenöl extra bzw. 0,93 mg in raffiniertem Olivenöl) oder komplexere Moleküle wie Lignane (4,15 mg/100 g in nativem Olivenöl extra bzw. 0,73 mg/100 g in raffiniertem Olivenöl) sowie Flavonoide, z. B. Apigenin oder Luteolin (Daten lt. (4)). Der Gehalt an phenolischen Verbindungen im Olivenöl hängt vom Anbau und Reifegrad der Oliven bei der Ernte ab. So steigt etwa der Gehalt an Hydroxytyrosol, Tyrosol und Luteolin mit zunehmender Frucht-reife (5), während die Gesamtmenge an phenolischen Verbindungen und α-Tocopherol mit zunehmender Reife abnimmt (2). Bislang gibt es nur wenige Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit dieser Substanzen. Visioli et al. stellten fest, dass bei Tyrosol und Hydroxytyrosol dosisabhängig zwischen 60 und 80 % der aufgenommenen Menge resorbiert werden (6).

2.3 Geschmacks- und Aromastoffe

Vermutlich sorgen über 70 Verbindungen dafür, dass Geschmack und Aroma von Oliven und Olivenöl so einzigartig sind. Darunter finden sich Produkte, die beim oxidativen Abbau ungesättigter Fettsäuren entstehen, z. B. Aldehyde wie Hexanal, Nonanal, 1-Hexanol oder 2,4-Decadienal. Außerdem tragen aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ketone, Ether, Ester sowie Furan- und Thioterpen-Derivate zum angenehmen Duft und Geschmack des Olivenöls bei (1).

3. Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe auf die Gesundheit

3.1 Tocopherole

Oxidativer Stress spielt vermutlich eine zentrale Rolle bei der Entstehung verschiedener Erkrankungen wie etwa der koronaren Herzkrankheit (KHK) und Krebs. In den letzten Jahren sprechen immer mehr wissenschaftliche Befunde

dafür, dass Antioxidantien gegen oxidativen Stress und die Oxidation von LDL-Cholesterin schützen können.

Seit den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden verschiedene epidemiologische Studien durchgeführt, um genauere Aussagen über den Zusammenhang zwischen einer Vitamin E-Aufnahme und kardiovaskulären Erkrankungen treffen zu können. Im Rahmen dieser Studien kam vor allem eine Supplementierung mit hoch dosiertem Vitamin E zum Einsatz und weniger eine Vitamin E-reiche Nahrung. Es zeigte sich, dass eine mindestens zwei Jahre dauernde, hoch dosierte Vitamin E-Supplementierung (> 67 mg α-Tocopherol/Tag) das KHK-Risiko signifikant senkte (Risikoverminderung: 31 bis 65 %) (Übersichtsartikel bei (7)). Andererseits hatte weder eine kurzzeitige noch eine niedrig dosierte (< 67 mg/Tag) Supplementierung signifikante Effekte hinsichtlich der Risikominderung bei KHK (8).

Im Unterschied zu diesen Ergebnissen aus epidemiologischen Beobachtungsstudien haben bislang abgeschlossene Interventionsstudien noch keine eindeutigen Resultate erbracht. In der Cambridge Heart Antioxidant Study (CHAOS) führte die Applikation von 268 bzw. 536 mg α-Tocopherol/Tag zu einer deutlichen Reduktion nicht-letaler Myokardinfarkte, während Todesfälle infolge KHK sowie Gesamtsterblichkeit keinen Rückgang zeigten (9). Auch in einer von italienischen Wissenschaftlern durchgeführten Sekundär-Präventionsstudie führte die Verabreichung von 300 mg α-Tocopherol/Tag über dreieinhalb Jahre nicht zu einer Risikominderung hinsichtlich Letalität bzw. Myokardinfarkt (10). Eine im vergangenen Jahr abgeschlossene Studie belegt keine offenkundige Auswirkung auf kardiovaskuläre Ereignisse bei Patienten mit hohem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen, die über viereinhalb Jahre mit 268 mg α-Tocopherol/Tag behandelt wurden (11). Zusammengefasst liefern die bisherigen Studien keine überzeugenden Belege dafür, eine Vitamin E-Supplementierung als generelle Gesundheitsmaßnahme zu empfehlen.

Dennoch belegen zahlreiche Daten positive Auswirkungen von Vitamin E auf Stoffwechselprozesse, die bei verschiedenen Krankheiten eine Rolle spielen. Boscoboinik et al. konnten nachweisen, dass α-Tocopherol in physiolo-

gisch wirksamer Konzentration die Proliferation der glatten vaskulären Muskelzellen hemmt – ein Prozess, der bei der Entstehung der so genannten intermediären atherosklerotischen Läsion von Bedeutung ist (12). Ein anderes Forscherteam beobachtete eine verminderte Freisetzung von reaktivem Sauerstoff, Verringerung der Lipidperoxidation und der Interleukin-1β-Sekretion sowie Hemmung der Monozytenadhäsion an Endothelzellen bei gesunden Probanden nach 8-wöchiger Supplementierung mit 800 mg/ Tag (13). Bei einer Zufuhr von 268 bis 804 mg α-Tocopherol/Tag ließ sich außerdem eine Hemmung der Thrombozytenaggregation feststellen (14). Diese Wirkungen scheinen unabhängig von dem antioxidativen Effekt des Vitamin E zu sein, da sie bei den anderen fettlöslichen Antioxidantien nicht vorkommen. Eher scheint α-Tocopherol direkt auf die Genexpression zu wirken, z.B. bei Adhäsionsmolekülen (15) oder auf die Aktivität von Enzymen, wie 5-Lipoxygenase (16) oder Protein-kinase C (14).

Die Ergebnisse zeigen, dass Vitamin E aufgrund verschiedener Mechanismen positive Wirkungen hinsichtlich kardiovaskulärer Erkrankungen haben könnte. Da die Studien aber unter Supplementierung mit hoch dosiertem Vitamin E durchgeführt wurden, sollte nun erforscht werden, ob diese Effekte auch dann eintreten, wenn Vitamin E in den Mengen aufgenommen wird, in denen es natürlicherweise in der Nahrung (z. B. Olivenöl) vorkommt. Einer der möglichen Gründe, warum die genannten Studien keine überzeugenden Belege für die protektive Wirkung selbst von hoch dosiertem Vitamin E erbracht haben, könnte darin liegen, dass die Atherosklerose-Entstehung ein langwieriger Prozess ist und die oxidativen Veränderungen der Lipoproteine als initialer Prozess in der Entstehung atherosklerotischer Läsionen gesehen werden. Deshalb kann die Bedeutung des alimentären Vitamin E erst dann tatsächlich erkannt werden, wenn langfristige Primär-Präventionsstudien durchgeführt worden sind (17).

Solche Primär-Präventionsuntersuchungen wurden bereits in Tierversuchen zur Atherosklerose-Erforschung durchgeführt. Pratico et al. konnten im Tierversuch nachweisen, dass oxidativer Stress funktionelle Bedeutung für die Entwicklung von Atherosklerose bei den Versuchstieren hatte, und dass dieser oxidative Stress wie auch die Entstehung atherosklerotischer Läsionen in der Aorta durch orale Verabreichung von Vitamin E unterdrückt werden kann (18). Ergänzend dazu zeigt eine letzte Studie von Terasawa et al. veröffentlichte Studie, dass – im selben Maus-Modell – ein künstlich herbeigeführtes Vitamin E-Defizit den Schweregrad der Atherosklerose steigert (19).

Neben seinen vermutlich positiven Auswirkungen auf kardiovaskuläre Erkrankungen ist Vitamin E auch eine wirksame Waffe gegen Krebs. In zahlreichen Tierversuchen hat sich Vitamin E als Schutz gegen ganz unterschiedlich lokalisierte Karzinome erwiesen (Über-

sichtsartikel bei (20)). Außerdem haben Studien am Menschen gezeigt, dass ein niedriger Vitamin E-Spiegel im Serum bzw. Plasma mit erhöhtem Risiko für Lungen-, Cervical- und Prostatakrebs einhergeht. Die bislang am Menschen durchgeführten Interventionsstudien deuten ebenfalls auf positive Effekte hin. Heinonen et al. konnten nachweisen, dass eine lang andauernde Supplementierung (zwischen 5 und 8 Jahren) mit 50 mg α-Tocopherol/Tag nicht nur das Auftreten von Prostatakrebs deutlich verringerte (- 32 %), sondern auch die Sterblichkeitsrate (- 41 %) bei männlichen Rauchern, die an Prostatakrebs erkrankt waren (21). In einer Studie zum Einfluss von Vitamin E auf präkarzinogene Veränderungen im Bereich der oberen Luftwege bzw. Verdauungsorgane ließen sich günstige klinische und histologische Befunde bei Zufuhr hoher α-Tocopherol-Dosen (268 mg/Tag) beobachten (22). Eine in China – in der für hohe Krebserkrankungsraten bekannten ländlichen Region von Linxian – durchgeführte Supplementierung mit 30 mg α-Tocopherol/Tag in Kombination mit Selen (50 µg/Tag) und β-Carotin (15 mg/Tag) verminderte die Gesamtsterblichkeitsrate um 9 %. Diese Verminderung hing vor allem mit der niedrigeren Krebserkrankungsrate zusammen (speziell beim Magenkarzinom). Die Risikosenkung konnte erstmals ein bis zwei Jahre nach Beginn der Supplementierung festgestellt werden (23).

Zusammengefasst zeigen die bislang zu den gesundheitsfördernden Wirkungen von Vitamin E durchgeführten Studien, dass sich dieser Mikronährstoff in verschiedener Weise positiv auf die Gesundheit auswirken kann. Möglicherweise treten einige Wirkungen nur dann auf, wenn Vitamin E in Form einer hoch dosierten Supplementierung zugeführt wird. Dennoch ist davon auszugehen, dass Vitamin E auch in den Mengen, in denen es in Olivenöl vorkommt, gesundheitsfördernd wirkt. Außerdem ist anzunehmen – und einige der in dieser Hintergrundinformation (vgl. auch Kapitel 3.2) vorgestellten Studien stützen diese Vermutung –, dass dank synergistischer Effekte, die Kombination von Vitamin E mit den anderen in nativem Olivenöl extra enthaltenen sekundären Pflanzenstoffen sehr viel wirkungsvoller ist, als die Summe der einzelnen Komponenten.

3.2 Phenolische Verbindungen

Phenolische Verbindungen werden häufig als wirkungsvolle Antioxidantien beschrieben. Owen et al. haben das antioxidative Potenzial verschiedener phenolischer Verbindungen des Olivenöls bewertet. Sie fanden heraus, dass ein großer Teil dieser Komponenten antioxidative Eigenschaften hat, z. B. Hydroxytyrosol, Tyrosol, Kaffeesäure, Vanillinsäure, und Oleuropein (24). Interessanterweise waren Extrakte aus nativem Olivenöl extra (aber nicht aus raffiniertem Olivenöl) mit einer Mischung aus bekannten und unbekanntem Phenolen in viel niedrigeren Konzentrationen wirksamer als die einzeln getesteten Verbindungen, was als Hinweis auf synergistische Effekte zwischen den einzelnen Verbindungen gelten kann, wodurch das antioxidative Potenzial der Mischung gesteigert wird. Darüber hinaus zeigten Extrakte von nati-

vem Olivenöl extra eine ausgeprägte suppressive Wirkung auf die Aktivität der Xanthinoxidase. Hierbei handelt es sich um ein Enzym, das an der Krebsentstehung beteiligt ist. Für Inhibitoren der Xanthinoxidase ist eine chemopräventive Wirkung auf Krebszellen nachgewiesen (24). Ähnliche Beobachtungen wurden hinsichtlich der LDL-Anfälligkeit gegenüber Oxidation gemacht. Oleuropein und Tyrosol sollen die in vitro-Oxidation von LDL hemmen, doch wurde ein sehr viel ausgeprägter Effekt durch eine Mischung phenolischer Verbindungen von nativem Olivenöl in vergleichbaren Konzentrationen erreicht (25;26). Außerdem konnte für Protocatechusäure und 3,4-Hydroxyphenylethanol (DHPE) gezeigt werden, dass sie das LDL hochwirksam vor einer in vitro-Oxidation schützen (27). In diesen Studien wurde das LDL aus den Blutproben isoliert und anschließend die Phenole in vitro zugesetzt. Bonanome et al. hingegen verabreichten gesunden Probanden Mahlzeiten mit hohem Gehalt an nativem Olivenöl extra und berichteten, dass unmittelbar nach der Mahlzeit phenolische Verbindungen (in diesem Fall wurden Tyrosol und Hydroxytyrosol gemessen) in allen Klassen der Lipoproteine mit Ausnahme von VLDL vorhanden waren, begleitet von einer Zunahme ihrer antioxidativen Kapazität (28). Außerdem wurde nachgewiesen, dass DHPE dem zytotoxischen Effekt von reaktiven Sauerstoffmetaboliten an Zellen entgegenwirkt und damit Zellschäden verhindert (29). Laut Deiana et al. hemmt Hydroxytyrosol DNA-Defekte durch Peroxynitrite (30).

Zusätzlich zu diesen antioxidativen Wirkungen haben die in nativem Olivenöl extra enthaltenen phenolischen Verbindungen einen ausgeprägt entzündungshemmenden Effekt. Hydroxytyrosol hemmt die Entstehung eines entzündungsfördernden Eicosanoids, Leukotrien B₄, in dosisabhängiger Weise, so Petroni et al. (31). Nach De la Puerta hemmen neben Hydroxytyrosol auch Tyrosol, Oleuropein und Kaffeesäure die Entstehung von Leukotrien B₄ durch Verminderung der Aktivität des Katalysator-Enzyms 5-Lipoxygenase (32). Die Substanzen, die für eine Hemmung des Enzyms durch Oliven-Extrakt verantwortlich sind, sind die Inhaltsstoffe DHPE, Oleuropein und Kaffeesäure (33). Ein weiterer interessanter, möglicherweise gesundheitsfördernder Effekt der Olivenöl-Phenole wird von Petroni et al. berichtet. Möglicherweise hemmen DHPE und in geringerem Ausmaß Oleuropein, Luteolin, Apigenin sowie Quercetin - ebenfalls über einen Hemmeffekt auf die 5-Lipoxygenase - die Thrombozytenaggregation und Plättchen-Eicosanoid-Entstehung in vitro (34).

3.3 Geschmacks- und Aromastoffe

Die Blätter und Früchte des Olivenbaums haben eine natürliche Resistenz gegenüber Angriffen von Mikroben und Insekten. Eine der Ursachen dafür entdeckten Kubo et al. Sie untersuchten die antimikrobielle Aktivität von Molekülen, die zur großen Gruppe der Aromastoffe zählen (35). Dazu gehören azyklische Verbindungen wie Hexanal, Nonanal, 1-Hexanol, 3-Hexanol, 2-Heptanal oder 2-

Nonanal sowie zyklische Mono- und Sesquiterpen-Kohlenwasserstoffe wie 3-Caren oder β-Farnesen. Die meisten der Verbindungen wirken antimikrobiell gegenüber einer Reihe unterschiedlicher Mikroorganismen, darunter *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* und *Aspergillus niger* (35). Aus diesen Forschungsergebnissen kann man bisher noch keine eindeutigen Schlussfolgerungen ziehen. Da aber einige der Bakterien und Pilze bzw. von ihnen produzierte Gifte schädlich für den Menschen sind, ist die antimikrobielle Schutzwirkung ein weiterer Aspekt, der zu den positiven Gesundheitseffekten des Olivenöls noch beitragen könnte.

Teil II Kohlenwasserstoffe (insbesondere Squalen) und Sterine und ihre Wirkung auf die menschliche Gesundheit.

Autoren: Institut für Arterioskleroseforschung an der Universität Münster

1. Einleitung

Diese zweite Hintergrundinformation zu den sekundären Pflanzenstoffen von Olivenöl behandelt die gesundheitsfördernden Wirkungen der in Olivenöl enthaltenen Kohlenwasserstoffe (insbesondere Squalen) und Sterine.

2. Sekundäre Pflanzenstoffe von Olivenöl

2.1 Kohlenwasserstoffe

Bedeutendster Kohlenwasserstoff im Olivenöl ist das Squalen, ein Triterpen und Zwischenprodukt der Cholesterinbiosynthese. Natives Olivenöl extra enthält Squalen in Mengen von circa 400 bis 450 mg/100 g, raffiniertes Olivenöl hingegen circa 25 % weniger (1). Andere Autoren berichten von einem Squalengehalt in nativem Olivenöl extra zwischen 200 bis 700 mg/100 g (Übersicht bei (2)). Laut letztgenanntem Übersichtsartikel beläuft sich die tägliche Squalenzufuhr in den USA auf 30 mg/Tag. Bei hohem Verzehr von nativem Olivenöl extra hingegen kann die tägliche Zufuhr – wie im Mittelmeerraum beobachtet – 200 bis 400 mg erreichen (2). Gylling und Miettinen weisen darauf hin, dass einige Personen sogar bis zu 1 g Squalen mit der täglichen Nahrung aufnehmen (3).

Neben Squalen sind noch weitere Kohlenwasserstoffe im Olivenöl enthalten, z. B. das Provitamin A (β-Carotin), das allerdings nur in geringfügigen Mengen von 0,03 bis 0,36 mg/100 g vorkommt (Kiritsakis und Markakis 1987).

2.2 Sterine

Sterine sind wesentlicher Bestandteil der Zellmembranen und werden von Tieren und Pflanzen synthetisiert. Gemeinsames Merkmal aller Sterine ist die Ringstruktur, Unterschiede bestehen in der Seitenkette. Cholesterin ist ein aus-

4. Wirkung der sekundären Pflanzenstoffe auf die Stabilität des Olivenöls

Die oben erwähnten sekundären Pflanzenstoffe des Olivenöls haben nicht nur eine positive Wirkung auf die Gesundheit, sondern sie sind auch wichtig für Stabilität und Haltbarkeit des Öls. Unabhängig voneinander berichten mehrere Forschergruppen, dass die Menge der phenolischen Verbindungen in nativem Olivenöl mit dessen Stabilität stark korreliert (2;36;37). Wenig Übereinstimmung besteht allerdings bei der Frage, ob auch Tocopherol die Stabilität des Öls fördert. Während Baldioli et al. keine Korrelation zwischen oxidativer Stabilität des Öls und dessen α-Tocopherol-Gehalt feststellen konnten (36), sprechen andere von einem "kleinen Beitrag" des α-Tocopherols zur Stabilität (37). Ein spanisches Forscherteam stellte sogar eine starke Korrelation fest (2).

5. Zusammenfassung

Olivenöl, speziell natives Olivenöl extra, enthält eine große Anzahl strukturell unterschiedlicher Komponenten in sehr geringen Konzentrationen. Zu diesen so genannten sekundären Pflanzenstoffen gehören z. B. Vitamine wie Tocopherol (Vitamin E), Phenole, Hydrocarbone, Sterole und Geschmacks-/Aromastoffe. Sie sind verantwortlich für den einzigartigen Geschmack und das Aroma des Öls, erhöhen seine Stabilität und haben außerdem gesundheitsfördernde Wirkungen für den Menschen, indem sie schädliche oder zerstörerische Prozesse, wie die durch freie Radikale verursachte Oxidation von Lipiden, verhindern. Deshalb ist das Vorhandensein solcher Substanzen im Olivenöl – zusätzlich zu dessen günstiger Fettsäurezusammensetzung – ein weiterer Grund, dieses als eine Hauptfettquelle im Rahmen der täglichen Ernährung zu empfehlen.

schließlich tierisches Sterin. 40 pflanzliche Sterine (Phytosterine) wurden bislang identifiziert. Die von verschiedenen Forschergruppen ermittelte Gesamtmenge der in nativem Olivenöl extra vorkommenden Sterine bewegt sich zwischen 113 und 265 mg/100 g Olivenöl (5;6). Kultivierung und Reife der Oliven sind zwei wichtige Faktoren, die den Steringehalt beeinflussen (5). Bei weitem das bedeutendste Sterin im Olivenöl ist β-Sitosterin mit 90- bis 95-%igem Anteil am Gesamtsteringehalt (5;6). Campesterin und Stigmasterin machen rund 3 % bzw. 1 % aus (5;6). Stanole sind gesättigte Sterine und kommen in der üblichen Ernährung praktisch nicht vor (Übersicht bei 4)).

3. Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe auf die menschliche Gesundheit

3.1 Kohlenwasserstoffe (Squalen)

3.1.1 Squalen und Konzentration des Serumcholesterins im Blut

Wie erwähnt, ist Squalen ein Metabolit der Cholesterinbiosynthese. Theoretisch könnte das in der Nahrung enthaltene Squalen im Körper zu Cholesterin umgewandelt und dadurch der Cholesterinspiegel im Blut erhöht werden. Erste Vorbedingung dafür wäre aber, dass beträchtliche Mengen absorbiert würden. Nach derzeitigem Wissensstand werden 60 bis 80 % des in der Nahrung enthaltenen Squalens absorbiert (2;7). Des Weiteren gibt es Hinweise dafür, dass eine wesentliche Menge Squalen aus der Nahrung beim Menschen tatsächlich zu Cholesterin umgewandelt wird. Diese Zunahme der Cholesterinsynthese geht jedoch nicht mit einem entsprechenden Anstieg des Cholesterinspiegels im Blut einher, was möglicherweise aus einer gleichzeitigen vermehrten Ausscheidung über

den Stuhl resultiert (8). Obwohl Miettinen und Vanhanen einen Anstieg des Gesamtcholesterins und des LDL-Cholesterins im Blut bei einer sehr hohen Squalenaufnahme (1 g/Tag) beobachteten, normalisierten sich die Werte wieder, als die Squalendosis anschließend auf niedrigere Mengen (0,5 g/Tag) reduziert wurde (9). Von besonderem Interesse ist eine Studie, nach der Squalen - als Ergänzung zu einer verordneten Medikation mit niedrig dosiertem Pravastatin - dessen Wirksamkeit als Cholesterinsenker noch weiter verstärkte (10). Zusammengefasst erscheint die Annahme unangebracht, niedrige Dosen Squalen förderten hohe Cholesterinspiegel im Blut. Bei den im Rahmen der üblichen Kost aufgenommenen Mengen von 0,5 g oder weniger pro Tag hat Squalen offenbar keine ungünstigen Effekte auf die Cholesterinkonzentration im Blut.

3.1.2 Squalen und Krebs

Mit der Nahrung zugeführtes Olivenöl scheint epidemiologischen Studien zufolge antikanzerogene Wirkungen aufzuweisen. So beträgt die Brustkrebsrate griechischer Frauen mit hoher Gesamtfetzzufuhr, hauptsächlich in Form von Olivenöl, nur circa ein Drittel der Rate US-amerikanischer Frauen (11). Eine spanische Fall-Kontroll-Studie zeigte ein vermindertes Risiko für Brustkrebs bei Frauen mit dem höchsten Olivenölverzehr (12). In einer großen griechischen Fall-Kontroll-Studie war das Brustkrebsrisiko bei solchen Frauen um 25 % niedriger, die mehr als einmal täglich Olivenöl zu sich nahmen (13). Nach einer weiteren Fall-Kontroll-Studie in Spanien hatten Frauen, deren Verzehr an einfach ungesättigten Fettsäuren (hauptsächlich über Olivenöl) im oberen Drittel lag, ein stark vermindertes Risiko, an Brustkrebs zu erkranken (14). Eine neuere italienische Fall-Kontroll-Studie belegt ein niedrigeres Risiko für