

## Knoblauch zur Gesunderhaltung

### Teil 2: Experimentelle und humanpharmakologische Untersuchungen sowie präklinische Daten zur Sicherheit\*

Julia Vlachojannis, Sigrun Chrubasik-Hausmann  
Institut für Rechtsmedizin, Universität Freiburg

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die blutdruck-, lipid- und blutzuckersenkende sowie die anti-atherogene, antioxidative und antiproliferative Wirkung von Zubereitungen aus weißem, gereiftem oder schwarzem Knoblauch ist in vielen experimentellen Studien untersucht. Die Wirkungsmechanismen für die einzelnen Wirkungen sind plausibel. Doch nicht alle Studien kamen zu einem einheitlich positiven Ergebnis, weshalb weitere Studien erforderlich sind, um die pharmakologischen Wirkungen zu definieren. Im Unterschied zu weißem Knoblauch hat schwarzer Knoblauch nur eine geringe Wirkung auf die Thrombozyten-Aggregation. Alle Zubereitungen aus Knoblauch wirken mehr oder weniger entzündlich, immunstimulierend, antiallergisch und antibakteriell. Nur weißer

Knoblauch wurde bisher experimentell auf spasmolytische, antivirale und antimykotische Wirkung untersucht.

Humanpharmakologische Untersuchungen liegen zur blutdrucksenkenden Wirkung, zur Wirkung auf Blutlipide und Homocystein, zur Gerinnungshemmung, zur rheologischen, antioxidativen und karminativen Wirkung vor. Zubereitungen aus Knoblauch sind nicht mutagen. Präklinische Studien zur Sicherheit während der Schwangerschaft und Stillzeit liegen nicht vor. Hohe Dosen von Zubereitungen aus weißem Knoblauch wirkten zytotoxisch und organschädigend, nicht aber Zubereitungen aus gereiftem oder schwarzem Knoblauch.

#### Schlüsselwörter

*Allium sativum* L., Knoblauch, Wirkungen, Pharmakologie, Sicherheit

### Experimentelle Untersuchungen *in vitro* und *in vivo*

Weitere Studien und Literaturangaben in [3].

#### Zur Blutdrucksenkung

Aus experimentellen Untersuchungen geht hervor, dass die bei der Metabolisierung der Schwefelverbindungen entstehenden Polysulfide über Hydrogensulfid die Bildung von Stickstoffmonoxid (NO) triggern. Außerdem wird die NO-Synthase direkt aktiviert. NO relaxiert die glatten Muskelzellen, die Gefäße weiten sich und der Blutdruck sinkt. Dieser Prozess wird durch diätetische Faktoren (Mangel an Folsäure, Vitamin B<sub>6</sub> und/oder B<sub>12</sub>) oder genetische Faktoren (Gendefekte der Methylentetrahydrofolat-Reduktase, der Cystathionin-β-Synthase) beeinflusst. Auch über die Senkung des Homocysteins besitzt Knoblauch eine günstige Wirkung auf die kardiovaskulären Risikofaktoren [12]. Ob darüber hinaus die Bildung von Angiotensin II aus Angiotensin I über das Angiotensin Converting Enzyme (ACE) gehemmt wird und zur blutdrucksenkenden Wirkung des Knoblauchs beiträgt, wird diskutiert. Denn die experimentellen Untersuchungen wurden vor allem mit frischem Knoblauch durchgeführt,

welcher das instabile, kaum bioverfügbare, aber ACE-hemmende Allicin enthielt [7]. Deshalb spricht der derzeitige Stand der wissenschaftlichen Untersuchungen dafür, dass Knoblauch seine Wirkung eher über die Regulierung der NO-Produktion als über eine ACE-Hemmung entfaltet.

Zerkleinerter Knoblauch, wässrige und alkoholische Extrakte senkten den Blutdruck bei Hunden, Meerschweinchen, Kaninchen und Ratten. Dies ging mit einer Senkung des peripheren Gefäßwiderstands einher [1], [11]. Knoblauchpulver senkte bei Ratten nicht nur den Blutdruck, sondern verhinderte auch eine blutdruckbedingte Linksherzhypertrophie und verlängerte bei hypertensiven Ratten die Lebensdauer.

Auch für Extrakt aus gereiftem Knoblauch wurde nachgewiesen, dass er die Hydrogensulfid-Bildung und damit NO erhöht. Bei spontan hypertensiven Ratten, die im Alter von 3 Monaten über 10 Wochen entweder Extrakt aus gereiftem Knoblauch oder rohen Knoblauch erhielten, sank der systolische Blutdruck im Vergleich zu den Kontrolltieren bereits nach vierwöchigem Knoblauchzusatz zum Futter. Im Gegensatz zum rohen Knoblauch senkte Extrakt aus gereiftem Knoblauch auch die Blutdruckamplitude und wurde von den Ratten besser vertragen als roher Knoblauch [5].

\* Teil 1 s. Z Phytother 2018; 39: 63–65. doi:10.1055/a-0603-2566

## Cholesterinsenkende und antiatherogene Wirkung

Frischer Knoblauch, Knoblauchsafte, Extrakte aus gereiftem Knoblauch und das flüchtige Knoblauchöl hemmen *in vitro* die Cholesterin-Biosynthese und besaßen bei Ratten, Kaninchen, Hühnern und Schweinen eine cholesterinsenkende und antiatherogene Wirkung [1], [11]. Beim lipidsenkenden Wirkungsmechanismus werden auch eine Hemmung der Aufnahme von Low-Density-Lipoprotein in die Zellen, eine gesteigerte Metabolisierung der Lipide durch Makrophagen, eine Hemmung der Expression des intestinalen Triglyzeridtransfer-Proteins (reguliert die Sekretion der Chylomikronen aus dem Darm in das Blut) und ein beschleunigter Abbau des Cholesterins zu Gallensäuren diskutiert.

Bei Ratten, die über 6 Wochen zusätzlich zu einer cholesterinreichen Diät ein standardisiertes Knoblauchpulver erhielten, waren die Cholesterin- und Triglyzeridkonzentrationen und auch der systolische Blutdruck niedriger als bei den Kontrolltieren. Knoblauchextrakt hemmte in Zellen aus arteriosklerotischen wie aus unauffälligen Aortenwänden die Lipidsynthese über die Acyl-Coenzym A-Cholesterin-Acyltransferase und stimulierte die Cholesterylester-Hydrolase. In verschiedenen Tiermodellen konnte die Rückbildung arteriosklerotischer Veränderungen in der Aorta und anderen Gefäßen demonstriert werden. Roher Knoblauch war wirksamer als gekochter Knoblauch. Weitere Untersuchungen müssen klären, warum die lipidsenkende Wirkung nicht in allen Tierversuchen demonstriert werden konnte [11].

Auch Extrakt aus gereiftem Knoblauch hemmte in Leberzellkulturen dosisabhängig die Cholesterin-Biosynthese. An der Wirkung beteiligt waren S-Allyl-Cystein, S-Ethylcystein und S-Propylcystein. Gamma-Glutamyl-S-Derivate waren weniger wirksam, während Alliin, S-Allyl-N-Acetylcystein, S-Allyl-Sulfonylalanin und S-Methylcystein unwirksam blieben. Bei der vergleichenden Untersuchung von 4 wasserlöslichen Inhaltsstoffen (S-Allylcystein, N-Acetyl-S-Allylcystein, Alliin und S-Allylmercaptocystein) auf die Kupfer-induzierte LDL-Oxidation wirkten alle Substanzen antioxidativ. Zwar hemmten die lipidlöslichen Schwefelverbindungen des weißen Knoblauchs die Cholesterinsynthese stärker als wasserlösliche Schwefelverbindungen des gereiften Knoblauchs, sie wirkten aber in höheren Konzentrationen zelltoxisch. Wasserlösliche Verbindungen (außer S-Allylmercaptocystein) schädigten die Zellen nicht.

Extrakt aus gereiftem Knoblauch und seine Leitsubstanz S-Allylcystein hemmten die durch nichtenzymatische Glykierung entstehenden Stoffwechselprodukte und die durch Homocystein stimulierte Expression des Scavenger-Rezeptors. Dadurch besserte sich die Endothelfunktion. Im Gefäßendothel wurde über die Normalisierung der NO-Expression eine Abnahme der Tetrahydrobiopterin-Konzentration verhindert. Dieser

Redox-Cofaktor schützt vor endothelialer Dysfunktion und Arteriosklerose. Nach 6 Wochen cholesterinreicher Diät war unter dem Extrakt die Fettablagerung in der Aortenwand um 64% reduziert. Mit einem Ballonkatheter gesetzte Intimaverletzungen der Carotis enthielten 50% weniger Lipide. Im Tiermodell der Arteriosklerose (Mäuse mit einem Gendefekt des Apolipoprotein E, die zu viel Cholesterin produzieren) reduzierte Extrakt aus gereiftem Knoblauch nach 12 Wochen die arteriosklerotischen Plaques um 22% und senkte das Gesamtcholesterin und die Triglyzeride im Serum um etwa 20%. Bei übergewichtigen Ratten steigerte der Extrakt zusätzlich zum Bewegungsprogramm die Gewichtsabnahme gemessen am viszeralen Fett und dem Lebergewicht und senkte die Triglyzeridkonzentrationen im Serum.

Schwarzer Knoblauchextrakt senkte dosisabhängig die Lipidkonzentrationen im Blut von Ratten unter fettreicher Diät und schützte so vor einem durch Fruktose induzierten metabolischen Syndrom.

## Blutzuckersenkende Wirkung

Bei Kaninchen, Ratten und Meerschweinchen senkten die Schwefelverbindungen den Blutzucker, wenn dieser durch experimentelle Induktion erhöht war. Wirksamkeitsmitbestimmend waren Allicin, Diallyldisulfid, Diallyltrisulfid, Diallylsulfid, S-Allylcystein, Ajoene und Allylmercaptan. Bei Ratten mit durch Alloxan induziertem Diabetes wurde durch Knoblauch die Expression verschiedener Zytokine gehemmt. Zubereitungen aus Knoblauch reduzierten auch mehr oder weniger die Insulinresistenz. Doch sind die Ergebnisse zur antidiabetischen Wirkung von Zubereitungen aus weißem, gereiftem oder fermentiertem Knoblauch nicht einheitlich. In einer kürzlich veröffentlichten Studie senkte ein mit Enzymen behandelter Saft aus schwarzem Knoblauch den Blutzucker und verbesserte die Architektur der Langerhans-Inseln und die  $\beta$ -Zellfunktion bei Mäusen mit durch Streptozotocin induziertem Diabetes [6].

## Antioxidative und zellschützende Wirkung

Alle Zubereitungen aus Knoblauch besitzen unabhängig von ihrem Herstellungsprozess (roh, gekocht, gereift, fermentiert) eine ausgeprägte antioxidative Wirkung. Der antioxidative Wirkungsmechanismus ist komplex: Abfangen freier Radikale, Induktion antioxidativer Enzyme, Aktivierung des Nrf2-Faktors (Hauptregulator des zellulären Redox-Zustands), Hemmung pro-oxidativer Enzyme und Chelat-Wirkung. In Zellkulturen hemmte Extrakt aus gereiftem Knoblauch die durch Cadmium induzierte Produktion freier Radikale. Auf isolierte Gefäßendothelzellen wirkte der Extrakt protektiv, indem er das Verhältnis von oxidiertem zu reduziertem Glutathion zugunsten des reduzierten Glutathions verschob. Außerdem wurde die Expression antioxidativ wirkender Enzyme stimuliert. Bei Ratten mit durch Streptozotocin induziertem Diabetes verhinderte S-Allylcystein die

durch den oxidativen Stress ausgelöste erektile Dysfunktion. Zubereitungen mit wasserlöslichen Schwefelstoffen wirkten auf durch Noxen geschädigte Leber-, Nieren-, Magen-Darm-, Herz-, Hirn- und Nervenzellen zellprotektiv. Der Extrakt war wirksamer als die Leitsubstanz S-Allylcystein, wobei das Ausmaß der antioxidativen Wirkung vom Herstellungsprozess (von der Optimierung der Temperatur und Feuchtigkeit) abhängig war [10].

### **Antiproliferative Wirkung**

Die krebshemmende Wirkung von Zubereitungen aus Knoblauch (auch aus schwarzem Knoblauch) wurde *in vitro* in Prostatakrebs-, Leukämie-, Neuroblastom- und Brustkrebs-Zellkulturen sowie an induzierten Karzinomen und durch Reduzierung von Metastasen im Tiernmodell verifiziert. Allicin ist wegen seiner Instabilität nicht zur Behandlung von Krebsleiden geeignet [2]. Die wasserlöslichen Schwefelstoffe hemmen über die Caspase-Kaskade und Apoptose-Induktion die Proliferation der Krebszellen dosisabhängig.

### **Wirkung auf die Thrombozytenaggregation**

An der Hemmung der Thrombozytenaggregation durch Zubereitungen aus weißem Knoblauch besteht kein Zweifel. Die Wirkung von Allicin übertraf die von Aspirin um das Doppelte [2]. Die wasserlöslichen Schwefelstoffe des schwarzen Knoblauchs haben dagegen eine viel geringere Wirkung im Sinne einer Hemmung der Thrombozytenaggregation [9].

### **Antientzündliche, immunmodulierende und antiallergische Wirkung**

Untersuchungen auf zellulärer Ebene sowie tierexperimentelle Untersuchungen weisen auf die antientzündliche und immunmodulierende Wirkung von weißem, gereiftem und schwarzem Knoblauch hin. In einer kürzlich veröffentlichten Studie zeigten die Polysaccharide aus schwarzem Knoblauch keine Wirkung auf die Freisetzung immunrelevanter Zytokine [8]. In Tierversuchen wurde die Antikörperbildung stimuliert [2]. Im psychischen Stress-Modell bei Mäusen verhinderte Extrakt aus gereiftem Knoblauch die stressbedingte Immunsuppression. Bei Mäusen hemmte er die durch lokal verabreichtes Picrylchlorid induzierte Ohrschwellung und den Immunglobulin-E-Anstieg nach intravenöser Gabe von Antikörpern. Er hemmte das Wachstum implantierter Krebszellen und steigerte die Produktion der Killerzellen in der Milz von Mäusen. Nach dreimaliger intraperitonealer Injektion von Extrakt aus gereiftem Knoblauch hatten sich bei Mäusen alle Parameter einer induzierten allergischen Atemwegsinfektion gebessert. Es wird vermutet, dass der Extrakt direkt oder indirekt die Funktion der Mastzellen, der Basophilen und der aktivierten T-Zellen beeinflusst und damit die allergische Kaskadenreaktion inklusive der Entzündung hemmt.

Gereifter schwarzer Knoblauch, ein lipophiler Extrakt daraus und eine Fraktion des Extrakts hemmen *in vitro* die IgE-vermittelte allergische Reaktion über verschiedene Mediatoren des Immunsystems [13].

### **Spasmolytische Wirkung**

Zubereitungen aus weißem Knoblauch besitzen eine spasmolytische Wirkung. Entsprechende Untersuchungen liegen zu gereiftem oder schwarzem Knoblauch noch nicht vor.

### **Antivirale und antimikrobielle Wirkung**

Die viruzide Wirkung von Knoblauch-Schwefelverbindungen nimmt in folgender Reihenfolge ab: Ajoene > Allicin > Allylmethylthiosulfinat > Methylallylthiosulfinat. Eine antivirale Wirkung wurde gegen menschliches Cytomegalie-, Influenza B-, Herpes simplex Typ 1- und Typ 2-, Parainfluenza Typ 3-, Vaccinia-, Vesicular stomatitis- und das menschliche Rhino Typ 2-Virus nachgewiesen sowie gegen verschiedene Erkältungsviren. Im Tierversuch war nach intranasaler Inokulation mit dem Influenzavirus die Produktion neutralisierender Antikörper angestiegen, ebenso die Aktivität der natürlichen Killer-Zellen.

Knoblauch besitzt eine starke antibakterielle Wirkung gegen gramnegative, grampositive und säurefeste Bakterien [2]. Wässrige und lipophile Extrakte (Auszugsmittel Alkohol, Chloroform) besaßen eine unterschiedliche Wirkung auf die Keime. Allicin wirkte auch gegen multiresistente Bakterienstämme. Flüchtige Schwefelverbindungen besaßen auch eine starke antimykotische Wirkung.

## **Humanpharmakologische Untersuchungen**

Weitere Studien und Literaturangaben in [3].

### **Blutdrucksenkende Wirkung**

In einer humanpharmakologischen Studie wurde der Anstieg von NO nach Zufuhr von 2 g frischem Knoblauch pro Tag demonstriert. In einer weiteren Studie fand sich unter Zufuhr eines wässrigen Extrakts entsprechend 10 g Knoblauch pro Tag nur bei Teilnehmern mit erhöhtem Blutdruck eine Senkung des systolischen und diastolischen Blutdrucks.

### **Wirkung auf die Blutlipide und Homocystein**

Eine der vier diesbezüglichen humanpharmakologischen Studien mit Zubereitungen aus weißem Knoblauch konnte die lipidsenkende Wirkung nicht bestätigen. Die drei Untersuchungen mit gereiftem Knoblauch kamen einheitlich zum Schluss, dass der Wirkstoff eine positive Wirkung auf den Fettstoffwechsel besitzt. Weitere Untersuchungen müssen klären, wie sich Knoblauch-Responder von Nicht-Respondern unterscheiden.



► **Abb. 1** Bei Knoblauch-Respondern kann eine beachtliche blutdrucksenkende Wirkung erzielt werden: Errechneter Mittelwert aus 20 Studien systolisch um 9 mmHg, diastolisch um 6 mmHg (siehe Teil 3). © Thieme Gruppe / Michael Zimmermann

### Wirkung auf die Blut-Rheologie

In mehreren Studien hemmten frischer weißer Knoblauch oder Zubereitungen daraus die Thrombozytenaggregation und besserten rheologische Parameter. Erhitzen des Knoblauchs zerstörte diese Wirkung nicht. Die Wirkung von gereiftem oder fermentiertem Knoblauch war hier nur gering. Die Blutviskosität nahm bei Patienten mit arterieller Verschlusskrankheit und bei gesunden Männern durch Pulver aus weißem Knoblauch ab. Doch nicht alle Studien konnten die Aggregationshemmung bzw. eine Verbesserung der Blut-Rheologie demonstrieren.

### Antioxidative und karminative Wirkung

In drei humanpharmakologischen Studien wurden verschiedene Marker des oxidativen Stresses gesenkt. In einer explorativen placebokontrollierten Studie bei Patienten mit Reizdarmsyndrom besserten sich unter der Einnahme verschiedener Knoblauchpräparate die abdominalen Beschwerden [11].

### Pharmakokinetische Untersuchung zu S-Allyl-Cystein

S-Allyl-Cystein wurde beim Menschen schnell aus dem Magen-Darm-Trakt resorbiert, die HWZ im Serum betrug mehr als 10 Stunden. 30 Stunden nach der Zufuhr von S-Allyl-Cystein wurde die Substanz noch immer von den Testpersonen in den Urin ausgeschieden.

### Präklinische Daten zur Sicherheit

Weitere Studien und Literaturangaben in [3].

Zubereitungen aus Knoblauch wirken nicht mutagen (AMES-Test, Rec-Assay, Micronucleus-Test). Während ein Saft aus weißem Knoblauch in Zellkulturen (Hep-2- und Chinese-Hamster-Zellen) zytotoxisch wirkte, war Extrakt aus gereiftem Knoblauch *in vitro* nicht zellschädigend.

Unklar ist, ob hohe Dosen von weißem Knoblauch die Fertilität negativ beeinflussen. Extrakt aus gereiftem Knoblauch besserte die bei Mäusen experimentell ausgelöste Hypospermatogenese und Impotenz. Studien zur Sicherheit und zur Teratogenität liegen nicht vor.

Unter hohen Dosen weißen Knoblauchs traten bei Nagern Magengeschwüre, eine Abnahme des Serumproteins, eine Hemmung der Spermatogenese, eine Reduktion der intestinalen Flora, Gewichtsverlust, eine ausgeprägte Leberschwellung, Hypertrophie der Nebennieren und Anämie auf. Die LD<sub>50</sub> von Allicin betrug bei Mäusen 60 mg/kg (intravenös) und 120 mg/kg (subkutan) [1]. Die orale, intraperitoneale und subkutane LD<sub>50</sub> von Extrakt aus gereiftem Knoblauch betrug bei Nagern mehr als 30 ml/kg. Die orale LD<sub>50</sub> von Extrakt aus schwarzem Knoblauch betrug etwa 9000 mg/kg und die von S-Allyl-Cystein > 54,7 mmol/kg oral, bzw. > 20 mmol/kg intraperitoneal.

Unter hohen Dosen eines Extrakts aus gereiftem Knoblauch (2 g/kg an 5 Tagen der Woche über 6 Monate) traten bei Ratten keine toxischen Symptome oder histopathologischen Organveränderungen auf. Trotz geringerer Futteraufnahme blieb das Gewicht der Ratten konstant und die Laborparameter wurden nicht beeinflusst.

Bei gesunden jungen Probanden, die über 2 Monate unter kontrollierten Bedingungen täglich 10 g rohen Knoblauch zu sich nahmen, wurden keine Auffälligkeiten bezüglich Körpergewicht sowie zahlreicher biochemischer Parameter beobachtet [4].

### ABSTRACT

#### Garlic for health maintenance. Part 2: Experimental and human pharmacological studies as well as preclinical safety data

Many experimental studies have investigated the blood pressure, lipid and blood sugar lowering as well as the anti-atherogenic, antioxidant and anti-proliferative effects of white, aged or black garlic preparations. Whereas the mechanisms of action for the individual effects are plausible, not all studies achieved consistent positive results. Accordingly, further studies are needed to define the pharmacological effects. Unlike white garlic, black garlic has little effect on platelet aggregation. All garlic preparations had more or less anti-inflammatory, immunostimulating, antiallergic and antibacterial activities. However, only white garlic has been tested experimentally for spasmolytic, antiviral and antifungal activity.

Human pharmacological examinations are available for the blood pressure lowering effect, for the effects on blood lipids, homocysteine and blood coagulation, as well as rheological, antioxidant and carminative effects. Garlic preparations are not mutagenic. Preclinical studies on

safety during pregnancy and lactation are not available. Although high doses of white garlic preparations exhibit cytotoxic and organ damaging effects, preparations of aged or black garlic do not.

### Keywords

*Allium sativum* L., garlic, effects, pharmacology, safety

### Interessenkonflikt

SC-H hat von der Fa. Alpinamed (Schweiz) Honorare für Beratung zu schwarzem Knoblauch und Vorträge erhalten.

### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. Sigrun Chrubasik-Hausmann**  
Institut für Rechtsmedizin der Universität Freiburg  
Albertstr. 9  
79104 Freiburg  
sigrun.chrubasik@klinikum.uni-freiburg.de

### Literatur

- [1] Blaschek W, Hilgenfeldt U, Holzgrabe U, Reichling J, Ruth P, Hrsg. HagerROM 2015. Hagers Enzyklopädie der Arzneistoffe und Drogen. Heidelberg, Berlin: Springer; 2015
- [2] Borlinghaus J, Albrecht F, Gruhlke MC et al. Allicin: chemistry and biological properties. *Molecules* 2014; 19: 12591–12618
- [3] Chrubasik-Hausmann S. 2016. [https://www.uniklinik-freiburg.de/fileadmin/mediapool/08\\_institute/rechtsmedizin/pdf/Addenda/2016/SchwarzerKnoblauch.pdf](https://www.uniklinik-freiburg.de/fileadmin/mediapool/08_institute/rechtsmedizin/pdf/Addenda/2016/SchwarzerKnoblauch.pdf)
- [4] Gadkari JV, Joshi VD. Effect of ingestion of raw garlic on serum cholesterol level, clotting time and fibrinolytic activity in normal subjects. *J Postgrad Med* 1991; 37: 128–131

- [5] Harauma A, Moriguchi T. Aged garlic extract improves blood pressure in spontaneously hypertensive rats more safely than raw garlic. *J Nutr* 2006; 136 (Suppl. 3): 769S–773S
- [6] Kim JH, Yu SH, Cho YJ et al. Preparation of S-Allylcysteine-enriched black garlic juice and its antidiabetic effects in streptozotocin-induced insulin-deficient mice. *J Agric Food Chem* 2017; 65: 358–363
- [7] Lawson LD, Gardner CD. Composition, stability, and bioavailability of garlic products used in a clinical trial. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 6254–6261
- [8] Li M, Yan YX, Yu QT, Deng Y et al. Comparison of immunomodulatory effects of fresh garlic and black garlic polysaccharides on RAW 264.7 Macrophages. *J Food Sci* 2017; 82: 765–771
- [9] Ryu JH, Kang D. Physicochemical properties, biological activity, health benefits, and general limitations of aged black garlic: A review. *Molecule* 2017; 22. pii: E919
- [10] Sun YE, Wang W. Changes in nutritional and bio-functional compounds and antioxidant capacity during black garlic processing. *J Food Sci Technol* 2018; 55: 479–488
- [11] WHO. WHO monographs on selected plants. Volume 1 [Bulbus Allii Sativi]. WHO: Geneva; 1999. <http://apps.who.int/medicinedocs/en/d/Js2200e/4.html>
- [12] Yeh YY, Yeh SM. Homocysteine-lowering action is another potential cardiovascular protective factor of aged garlic extract. *J Nutr* 2006; 136 (Suppl. 3): 745S–749S
- [13] Yoo JM, Sok DE, Kim MR. Anti-allergic action of aged black garlic extract in RBL-2H3 cells and passive cutaneous anaphylaxis reaction in mice. *J Med Food* 2014; 17: 92–102

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0629-3670>  
*Zeitschrift für Phytotherapie* 2018; 39: 165–169  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 0722-348X