

Wirkungen von Spirulina auf Lipide und Lipoproteine des Blutes

von Dr. rer. nat. Peter I. Mewes

Ohne Zweifel ist Spirulina ein außerordentlich vielseitiges Lebensmittel, das aufgrund seiner sekundären Inhaltsstoffe über den reinen Ernährungszweck weit hinausgeht, und durchaus die Bezeichnung „functional food“ verdient, obwohl es - im Normalfall - in keinerlei Weise mit Zusatzstoffen angereichert wird.

Spirulina zeichnet sich durch einen Reichtum an natürlichen, ernährungsphysiologisch bedeutsamen „sekundären“ Inhaltsstoffen aus. Dazu zählen: die Vitamine A, E, C, B1, B2 und B12; die essentiellen Aminosäuren: Threonin, Methionin, Lysin, Leucin und Valin; die ungesättigten Fettsäuren Linolsäure und Gamma-Linolensäure; die Mineralien Eisen, Calcium, Kalium, Magnesium, Zink, Selen; die Pigmente Phycocyanin, Chlorophyll, Carotinoide, Xanthophylle; antioxidative Schutzkomponenten; Polysaccharide (z.B. Spirulan).

Spirulina ist eine Gattung des Pflanzenreiches, die heutzutage botanisch zu den Cyanobakterien (früher „Blualgen“ genannt) gerechnet wird - ist also eigentlich ein Bakterium und keine Alge. Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass sie im Gegensatz zu den Algen keinen räumlich abgetrennten Zellkern haben. Dennoch wird häufig von „Spirulina-Alge“ gesprochen. In dieser Gattung Cyanobacteriae werden etwa 3 Dutzend verschiedene Spirulina-Arten unterschieden. Es ist bisher noch nicht endgültig geklärt, ob es sich nicht möglicherweise um lediglich eine einzige Art handelt, die in Abhängigkeit des Milieus ihre Gestalt ändert. Bakterien sind Mikroorganismen, die z. B. auch im Darm heimisch sind und dort als „Darmflora“ bezeichnet werden. Es gibt für den Menschen auch gefährliche Bakterien - Krankheitserreger. Aber grundsätzlich lässt sich sagen, dass ohne Bakterien das Leben der höheren Tiere und des Menschen auf der Erde nicht möglich wäre, weshalb der Leser über Bakterien im Allgemeinen positiv denken sollte.

Aus der Fülle der Anwendungsmöglichkeiten, auf die in der umfangreichen Literatur über Spirulina Bezug genommen wird, konzentriert sich dieser Artikel auf den Bereich der Blutfettwerte. 1984 hatten Kato und Mitarbeiter (Kato et al.) über die antihypercholesterinämische Wirkung der Spirulina bei Ratten berichtet, zwei Jahre später Becker und Mitarbeiter (Becker et al.) über die Wirkung bei Übergewichtigen, und nochmals 2 Jahre später erschien eine Publikation von Nakaya (Nakaya et al.) über die Wirkung von Spirulina auf die Blutfettwerte beim Menschen. In den über zwei Jahrzehnten wurde zu diesem Thema einiges an Forschungsergebnissen zusammengetragen.

Spirulina und Hyperlipidämie

Spirulina zeichnet sich durch einen Reichtum an natürlichen, ernährungsphysiologisch bedeutsamen „sekundären“ Inhaltsstoffen aus. Dazu zählen: die Vitamine A, E, C, B1, B2 und B12; die essentiellen Aminosäuren: Threonin, Methionin, Lysin, Leucin und Valin; die ungesättigten Fettsäuren Linolsäure und Gamma-Linolensäure; die Mineralien Eisen, Calcium, Kalium, Magnesium, Zink, Selen; die Pigmente Phycocyanin, Chlorophyll, Carotinoide, Xanthophylle; antioxidative Schutzkomponenten; Polysaccharide (z.B. Spirulan).

Nakaya et al (Nakaya et al.) verabreichten zwei männlichen Versuchsgruppen á 15 Personen 4,2 g Spirulina pro Person täglich und konnten nach 8-wöchiger Anwendung hochsignifikante Verringerungen an Gesamtcholesterin und an LDL = Low Density Lipoprotein (sogenanntes „schlechtes“ Cholesterin) feststellen und einen allerdings weniger signifikanten Rückgang des Atherogenese-Indexes. Es konnte eine tendenzielle, nicht signifikante Zunahme der HDL-Werte (HDL

= High Density Lipoprotein; sogenanntes „gutes“ Cholesterin) gemessen werden (Nakaya et al.). Man muss zugestehen, dass auch die hochsignifikanten Ergebnisse in dieser Arbeit als klinisch wenig relevant einzustufen sind. Aber der erste Schritt in eine viel versprechende Richtung war getan.

Sie stellten in ihrer Publikation fest, dass bei den 30 Probanden keinerlei unerwünschte Effekte aufgetreten waren. Auch nachfolgende Autoren heben die gute Verträglichkeit hervor.

Die Resultate der Untersuchung von Ramamoorthy und Premakumari aus dem Jahre 1996 (Ramamoorthy und Premakumari) gehen in dieselbe Richtung. Sie ließen ihre 30 ischämischen herzkranken Probanden ebenfalls täglich 2 bzw. 4 g Spirulina als Nahrungsergänzungsmittel zu sich nehmen und ermittelten signifikante Verminderungen an Cholesterin, Triglyceriden und LDL im Blut. Der HDL-Wert war angestiegen. Die Autoren sind bei der Diskussion - und Empfehlung von Spirulina - dennoch vorsichtig, weil die Anzahl der untersuchten Versuchspersonen ihnen noch nicht ausreichend zu sein scheint. Grundsätzlich sehen sie Spirulina durchaus als eine sinnvolle Ergänzung zu anderen Therapeutika.

Bei 15 Diabetes-Patienten konnten Mani et al. (Mani et al.) in einer klinischen Studie zeigen, dass sich das Verhältnis von LDL: HDL unter dem Verzehr von Spirulina signifikant zugunsten des HDL verbesserte.

Die Arbeitsgruppe um Cheong (Cheong et al. 2010) experimentierte mit Kaninchen, die neben Ratten zur Cholesterinuntersuchung bewährte Versuchstiere sind. Die Kaninchen wurden durch eine cholesterinreiche Fütterung (0.5% Cholesterin enthaltend über 4 Wochen) hypercholesterinämisch (high cholesterol diet = HCD), und anschließend wurde für zusätzliche 8 Wochen HCD mit 1 bzw. 5% Spirulina supplementiert (SP1 bzw. SP5). Infolge der Spirulina-Supplementierung verringerte sich im Vergleich zur HCD-Kontrollgruppe die Dicke der Intima der Aorta von Kaninchen um 32 bis 48%! Die Serumtriglyceride (TG) und das gesamte Cholesterin (TC) waren in den Spirulina-Gruppen signifikant reduziert. Nach 8-wöchiger Fütterung mit 1 %-igen Spirulina-Futter (SP1) reduzierte sich im Serum der LDL-Cholesterinwert (LDL-C) um 26,4% und unter 5%-igem Spirulina-Futterzusatz (SP5) um 41,2% im Vergleich zur Kontrollgruppe zurück! Das sind beachtliche Resultate. In diesem Zusammenhang stiegen die Werte für high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) in SP1 und SP5 im Zeitraum von Woche 2 zu Woche 8 in geradezu lehrbuchhafter Weise. Cheong und Koautoren sehen deshalb in der Spirulina-Supplementierung einen viel versprechenden Weg, um das Risiko der durch Cholesterin bedingten Arteriosklerose und damit verbundenen Herzkreislauferkrankungen zu senken.

Antioxidative Wirkung

Die koreanische Arbeitsgruppe um Kim und Cheong untersuchte die Wirkung von Spirulina platensis zur Reduzierung der Lipidperoxidation und der oxidativen Schädigung der DNA an Kaninchen (New Zealand White (NZW) Rabbit Modell). Die Kaninchen wurden nach demselben Schema gehalten und gefüttert, wie in dem Absatz zuvor beschrieben.

Die Spirulina-Supplementierung konnte die erhöhte Lipidperoxidation aufgrund der Cholesterin-Zusatzfütterung wieder auf den Wert der Kontrollen zurückführen. Oxidative Stressmarker wie Glutathion, Glutathion-Peroxidase, Glutathion-Reduktase, und Glutathion- S-Transferase in der Leber und den roten Blutzellen wurden bei Kaninchen, die 1% Spirulina-Zusatz erhielten, signifikant verbessert. Der 5%-ige Spirulina-Zusatz vervielfachte die Aktivität der antioxidativen Enzyme: 3,1-fach für Glutathion, 2,5-fach für Glutathion-Peroxidase, 2,7-fach für Glutathion-Reduktase, und 2,3-fach für Glutathion-S-Transferase in Leber, im Vergleich zu der HCD Gruppe.

Außerdem wurde nachgewiesen, dass in beiden Gruppen DNA Schäden in Lymphozyten signifikant reduziert wurden. Diese Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass Spirulina in der Lage ist, Zellen nicht nur gegen die Lipidperoxidation, sondern auch gegen DNA-Schäden zu schützen (Kim et al. 2010).

Über Cholesterin ist zwar in den letzten 20 Jahren vorwiegend kritisch bis negativ berichtet worden, es ist aber für den Körper ein unentbehrlicher Stoff. Allem Anschein nach ist ein gewisses Überangebot und/oder die Kombination mit Radikalen das auslösende Moment für die atherosklerotische Gefäßveränderung und schließlich die „Verkalkung“ der Blutgefäße und die daraus resultierenden Herz-Kreislaufkrankungen. Die LDL-Partikel werden von freien Radikalen in „oxidiertes LDL“ umgewandelt. Die Zellen im Zielgewebe der Blutgefäßwand erkennen oxidiertes LDL nicht mehr als LDL. Deshalb geben sie kein Signal, dass jetzt ausreichend LDL in der Gefäßwand angekommen ist. Folglich wird immer mehr LDL herangeschafft. Es wird immer mehr Membranlipid produziert, aber durch den Überschuss an Radikalen bedingt, werden die Lipoproteine während des Transportes zu ihrem Einsatzort oxidiert.

Makrophagen versuchen zwar in der Gefäßwand die oxidierten Lipoproteine zu „fressen“ und dadurch zu vernichten, was aber nicht funktioniert. Stattdessen werden die Makrophagen voluminös, werden zu „Schaumzellen“, die der Ausgangspunkt für die allbekannte Plaquebildung in den Arterien sind. Es drängt sich der Schluss auf, dass neben dem Überangebot von Cholesterin dem Körper im Fall der Hypercholesterinämie meist Antioxidantien fehlen.

Lipidperoxidation bei Parkinson-Erkrankung

Lipidperoxidation bedeutet vorwiegend die Oxidation der Doppelbindungen der ungesättigten Fettsäuren, die in den Zellmembranen als Bausteine enthalten sind. Infolge der Oxidation sind sie dann nicht mehr ungesättigt. Sie ändern ihre Eigenschaften und infolgedessen ändern sich auch die Membraneigenschaften, was die Funktionsweise der Zellen beeinträchtigt.

Oxidativer Stress ist z. B. auch bei der Parkinson-Erkrankung gegeben. In einer Studie von Chamorro und Mitarbeitern (Chamorro et al.) wird die neuroprotektive Wirkung von *Spirulina maxima* (Sp.) im Vergleich zu dem neurotoxisch wirkenden 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine (MPTP) untersucht, das als Modellsubstanz zur Erzeugung der Parkinsonsymptomatik benutzt wird.

96 männliche, schwarze C-57 Mäuse wurden zwei Wochen lang mit *Spirulina* (25, 50, 100, 150 oder 200 mg/kg KG, oral) gefüttert. Anschließend wurde ihnen drei Male intraperitoneal MPTP appliziert (30 mg/kg, intraperitoneal, i.p.). Dann wurde den Mäusen noch weitere 8 Tage lang *Spirulina* gefüttert. Danach wurde der Dopamingehalt im Striatum (im vorderen Teil des Gehirns) mittels Hochdruckflüssigchromatografie untersucht. Das Ausmaß der Lipidperoxidation wurde ebenfalls bestimmt (als Index des oxidativen Stresses). Die Vorbehandlung mit 150 mg/kg *Spirulina* verhinderte zu 51% den Dopaminabbau und hemmte den oxidativen Stress. Von dem Befund, dass *Spirulina* teilweise die neurotoxische Wirkung von MPTP aufhebt und den oxidativen Stress vorbeugt, leiten die Autoren die Hoffnung ab, dass *Spirulina* in der Parkinson-Therapie zukünftig einen Platz finden könnte.

Spirulina ist eine Gattung des Pflanzenreiches, die heutzutage botanisch zu den Cyanobakterien (früher „Blualgen“ genannt) gerechnet wird - ist also eigentlich ein Bakterium und keine Alge. Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass sie im Gegensatz zu den Algen keinen räumlich abgetrennten Zellkern haben. Dennoch wird häufig von „*Spirulina*-Alge“ gesprochen.

Zusammenhang von Osteoporose und Körperfett?

Es gibt eine „Lipid-Hypothese über die Osteoporosebildung“, die davon ausgeht, dass Lipide auch mit der Entstehung von Osteoporose zusammenhängen. Osteoporose ist u. a. dadurch gekennzeichnet, dass sich die Knochensubstanz bildende Zellpopulation verringert, während sich die Fettzellen bildende vermehrt. Ein entscheidender Entwicklungsschritt bei der Zelldifferentiation, bei der Osteoblasten gebildet werden, ist die Bildung des Zelltyps „Steatoblast“, der aus einer omnipotenten Mesenchymzelle hervorgeht. Dieser Entwicklungsschritt wird durch Lipide gesteuert. Intaktes LDL

begünstigt die Bildung von Osteoblasten. Im Gegensatz dazu führt oxidiertes low density Lipoprotein (oxidiertes-LDL) zur Entstehung von Präadipozyten (Brun et al. 1996). Diese Untersuchungen wurden zwar an Mäusen und kultivierten Mäusezell-Linien durchgeführt, geben aber doch im Hinblick auf den Menschen angesichts der hohen Belastung durch oxidative Radikale zu denken. (Parhami et al. 1999) Diese Ausführung zeigt, wie verzahnt die einzelnen Vorgänge miteinander sind und welche große Bedeutung den Radikalen beikommt. Umso interessanter erscheinen aus diesem Blickwinkel jene Forschungsergebnisse, die sich mit der antioxidativen Seite des Wirkungsspektrums von Spirulina beschäftigen.

Der wesentliche Träger der antioxidativen und Radikale fangenden Eigenschaften von Spirulina ist C-Phycocyanin von Cyanobakterien (C-PC) — eines der Haupt-Biliproteine. Es ist auch ein selektiver Cyclooxygenase-2-Inhibitor (COX-2-Hemmer), der die Apoptose in lipopolysaccharid-stimulierten RAW-264.7-Macrophagen stimuliert. Ebenso ist seine antientzündliche und anticancerogene Wirkungen bekannt (Reddy et al. 2003). Diese Untersuchungen wurden bisher vorwiegend an Versuchstieren durchgeführt.

Schwermetallintoxikationen

Hyperlipidämie kann verschiedene Ursachen haben. Die Arbeitsgruppe um Ponce-Canchihuamán (PonceCanchihuamán et al. 2010) zeigt als Beispiel, dass auch das Schwermetall Blei (als Bleiacetat) erhöhte Blutfettwerte verursachen kann und dass dieser toxische Effekt durch Spirulina wieder - zumindest teilweise - aufgehoben werden kann. In ihrer Studie zeigen sie das an männlichen Ratten.

Blei fördert die Oxidation von Fetten in den Zellmembranen (Lipidperoxidation), was ein bedeutender Punkt bei dem Mechanismus der Lebertoxizität von Blei ist. Da es sich bei Blei-Konzentrationen, denen Menschen ausgesetzt sind, häufig um geringe (subchronische) Konzentrationen handelt, die sich erst längerfristig bei wiederholter Einwirkung auswirken, ist diese Arbeit von besonderem Interesse, denn die unterschwellige Belastung mit Blei ist weit verbreitet.

Blei verursacht oxidativen Stress in der Leber und den Nieren. Es konnte gezeigt werden, dass Spirulina maxima antihyperlipidämische und antioxidative Wirkungen aufweist, mit denen die biochemischen Parameter im Plasma, der Leber und den Nieren wieder deutlich verbessert werden konnten.

Blei ist in der Lage, oxidativen Stress zu verursachen, wie diese Studie zeigt, was erhöhte Blutfettwert im Blutplasma und in der Leber und Lipidperoxidation in den Membranen von Leber und Nieren zur Folge hat, was mit dem verringerten antioxidativen Status zusammenhängt. Die gleichzeitige Gabe von Spirulina maxima verringert die auf Blei zurückzuführenden Zellschädigungen. Die Autoren sehen in der radikalfangenden Eigenschaft der Spirulina den Haupteffekt der Wirkung. Infolgedessen weist sich der regelmäßige Verzehr von Spirulina als sinnvolle vorbeugende Maßnahme zu Verhinderung der Gefahr von schleichenden Bleivergiftungen aus.

Spirulina als „functional food“

Die synonym gebrauchten Begriffe Arznei- und Heilmittel werden heutzutage sehr extensiv verstanden: Alles, was Krankheiten erkennen lässt, lindert und/oder heilt wird als Arzneimittel bzw. als Diagnostikum verstanden und - was von größter Bedeutung ist - einem prinzipiell einheitlichen und aufwendigen Prozedere unterworfen, das nicht unbedingt sinnvoll ist. Spirulina als functional food befindet sich mit seinem therapeutischen Potential in diesem Spannungsfeld. So ist es erklärlich, dass es interessante wissenschaftliche Untersuchungen gibt, die sich bemühen, die klinisch anwendbaren Eigenschaften von Spirulina herauszuarbeiten - mit dem unausgesprochenen Ziel, Spirulina als Heilmittel zu positionieren. Das entspricht der heutigen Denkungsart, ist aber nicht so sinnvoll, wie es auf den ersten Blick erscheint.

Hippokrates wird der Satz zugeschrieben: „Eure Nahrung sei Eure Medizin und Eure Medizin sei Eure Nahrung“. Das impliziert, dass Lebensmittel einen therapeutischen Effekt haben. Und: Nicht alles, was einen therapeutischen Effekt hat, ist deshalb a priori Arzneimittel! Spirulina ist sicherlich ein Paradebeispiel, das Hippocrates' Satz in beiden Richtungen erfüllt.

Natürlich ist es interessant, um das therapeutische Potential von Spirulina zu wissen, denn für viele Käufer wird das ein wichtiges Kaufkriterium sein. Und Wissenschaftler lieben Daten, denn Datenfülle wiegt sie in Sicherheit. In diesem Sinne sind weitere Studien - vor allem an Menschen - zu den verschiedenen Aspekten von Spirulina wünschenswert.

Zur Beurteilung des ernährungsphysiologischen und therapeutischen Nutzens sind weitere Daten natürlich ebenfalls wünschenswert, aber eigentlich nicht mehr unbedingt notwendig - wobei „nicht mehr unbedingt“ zu betonen ist. Der Wunsch nach größeren Patientenkollektiven wird von verschiedenen Autoren wiederholt vorgetragen. Doch der Verbraucher sollte sich dadurch nicht irritieren lassen, denn die vorliegenden Daten ergeben schon einen recht guten Eindruck vom Nutzen und der Anwendungssicherheit von Spirulina. Finanziell lukrativ ist Forschung im medizinischen Sektor immer nur dann, wenn sich die Forschungsergebnisse patentieren und dann gut vermarkten lassen. Das ist bei Naturprodukten selten möglich, und als Folge wird in diesem Bereich deutlich weniger Geld investiert als in den chemisch-synthetischen. Dann ist es naheliegend, dass es weniger interessante Daten gibt - aber eben nicht, weil solche grundsätzlich nicht zu entdecken wären!

Schlussbetrachtung

Die meisten Publikationen über Spirulina kommen aus der fernöstlichen und der mittelamerikanischen Region. Dort wird Spirulina häufig kultiviert, und die Menschen sind mit der Verwendung dieser Cyanobakterie vertraut und die Wissenschaftler dafür aufgeschlossen.

Deng (Deng und Chow 2010) fasst die für das Herz? Kreislaufsystem relevanten Wirkungen zusammen: Er sieht die günstige Wirkung von Spirulina auf das Herz-Kreislaufsystem in der die Blutfette senkenden Wirkung, in der antioxidativen und entzündungshemmenden Wirkung.

Untersuchungen an verschiedenen Tiermodellen weisen die hypolipidämische Wirkung schlüssig nach. Die Ergebnisse, die bei Untersuchungen bzgl. der Hyperlipämie an Menschen erzielt wurden, sind in guter Übereinstimmung mit den Erkenntnissen, die in Tierversuchen gesammelt wurden, auch wenn in der Literatur immer wieder darauf hingewiesen wird, dass es wünschenswert wäre, die Untersuchungen mit größeren Patientenkollektiven durchzuführen. Deng weist auch auf die Anwendungssicherheit von Spirulina hin.

Das Phänomen Hyperlipidämie ist vielfältig und die Wirkungsweise von Spirulina ist das ebenfalls. So verwundert es nicht, dass die Biochemie den Wirkungsmechanismus der Inhaltsstoffe von Spirulina im Hinblick auf die Senkung der Blutfettwerte noch nicht zufriedenstellend versteht.

Die vorliegenden Untersuchungen über die antihyperlipidämische Wirkung von Spirulina sind zahlreich und bestätigen die Wirksamkeit in puncto Senkung der Blutfettwerte. Ohne Zweifel wird es in der Regel sinnvoll sein, Spirulina im Rahmen der Therapie der Hyperlipämie mit zu berücksichtigen. Insbesondere bei leichteren Graden der Erhöhung der Blutfettwerte erscheint es als sinnvoll, Spirulina zusammen mit diätetischen Maßnahmen und einem Bewegungsprogramm zu koppeln.

Aufgrund der langen historischen (traditionellen) Erfahrung, der weit verbreiteten Anwendung und des Wissensstandes über Spirulina, wie er sich in den aktuellen Publikationen darstellt, lässt sich sagen, dass in leichteren Erkrankungsfällen der Verzehr von Spirulina in Kombination mit diätetischen Maßnahmen (im Rahmen eines Diätplanes) plus Körperaktivität schon sehr positive und ausreichende Resultate liefern kann. Bei massiveren Symptombildern wird es immer noch sinnvoll sein, Spirulina mit in das Behandlungskonzept einzubeziehen.

Literaturhinweise zu Spirulina

Becker, E. W; Jakober, B.; Ruft O; Schmulling R. M: *Clinical and biochemical evaluations of the Alga Spirulina with regard to its application in the treatment of obesity. A double-blind cross-over study.* In: *Nutr Rep Int* 1986 (33), S. 565 ff.

Brun, R. 8; Tontonoz, P; Forman, B. M.; Ellis, R.; Chen, J.; Evans, R. M.; Spiegelman, B. M. (1996): *Differential activation of adipogenesis by multiple PPAR isoforms.* In: *Genes Dev* 10 (8), S. 974-984

Chamorro, Germán; Pérez-Albiter, Mónica; Serrano-Garcia, Norma; Mares-Sámano, José Rojas, Patricia (2006): *Spirulina maxima pretreatment partially protects against 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine neurotoxicity.* In: *NuRr Neurosci* 9 (5-6), S. 207-212.

Cheong, Sun Hee; Kim, Mi Yeon; Sok Dai-Eun; Hwang, Seock-Yeon; Km, Jin Hee; Kim, Hye Ran et al (2010): *Spirulina prevents atherosclerosis by reducing hypercholesterolemia in rabbits fed a high-cholesterol diet.* In: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 56 (1), S. 34-40

Deng, Ruflang; Chow, Te-Jin (2010): *Hyporipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina.* In: *Cardiovasc Ther* 28 (4), S. e33-45. Online verfügbar unter doi:10.1111/j.1755-5922.2010.00200.x

Kato, T; Takemoto, K.; Katayama, H.; Kuwahara, Y: *Effect of Spirulina platensis to alimentary hypercholesterolemics in rat.* In: *Japan Nutritional Food Association Journal* 1984 (37), S. 323 ff.

Mi Yeon; Cheong, Sun Hee; Lee, Jeung Hee; Km, Min Jr Sok Dai-Eun; Kim, Mee Ree (2010): *Spirulina improves antioxidant status by reducing oxidative stress in rabbits fed a highcholesterol diet.* In: *J Med Food* 13 (2), S. 420-426. Online verfügbar unter dok10.1089/jmf.2009.1215

Mani; Desai; Iyer, U M.: *Studies on the long-term effect of Spirulina supplementation on serum lipid profile and glycated proteins in NIDDM patients.* In: *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medicinal Foods* 2000 (2), S. 25-32

Nakaya, Noriaki; Homma, Yasuhiko; Got, Yuichiro: *Cholesterol lowering effect of Spirulina.* In: *Nutr Rep Int* 1988 (37), S. 1329-1337

Parharni; E; Jackson, S. M.; Tintut, Y; Le, V; Balucan, J. 8; Territo, M.; Demer, L L (1999): *Atherogenic diet and minimally oxidized low density lipoprotein inhibit osteogenic and promote adipogenic differentiation of marrow stromal cells.* In: *J. Bone Miner. Res* 14 (12), S. 2067-2078

Ponce-Canchihuamán, Johnny C.; Pérez-Méndez, Oscar; HernándezMufioz, Rolando; Torres-Durán, Patricia V; Juárez-Oropeza, Marco A. (2010): *Protective effects of Spirulina maxima on hyperlipidemia and oxidative-stress induced by lead acetate in the liver and kidney.* In: *Lipids Health Dis* 9, S. 35. Online verfügbar unter dok10.1186/1476-511X-9-35

Ramamoorthy, A.; Premakuman; S.: *Effect of supplementation of Spirulina on hypercholesterolemic patients.* In: *Journal of Food Science and Technology* 1996 (33 (2)), S. 124-128

Reddy, Madhava C.; Subhashini; J.; Mahipal, S. V K.; Bhat, Vadiraja B.; Srinivas Reddy, 8; Kiranmar; G. et al. (2003): *C-Phycocyanin, a selective cyclooxygenase-2 inhibitor, induces apoptosis in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages.* In: *Blochern. Biophys. Res. Commun.* 304 (2), S. 385-392