

GF-Power® Eigenschaften

- ✓ GF-Power® ist ein Naturprodukt, welches aus dem Baumpilz Zunderschwamm sorgfältig gereinigt ist und keine Zusatzstoffe enthält.
- ✓ GF-Power® ist eine Zusammensetzung der drei wertvollen, ausschließlich aus dem Pilz *Fomes fomentarius* gewonnenen Komponenten: 1,3/1,6-β-D-Glucan, Chitin/Chitosan und Melanin.
- ✓ GF-Power® ist wasserunlöslich, chemisch stabil, fast unverdaulich, hat eine große Sorptionsfläche und Affinität zu Schwermetallen, Radionukliden, Bakterien, Viren usw. Dadurch werden die durch GF-Power® absorbierte unnötigen Substanzen auf natürliche Weise über den Darm ausgeschieden.
- ✓ Durch den hohen Anteil an Ballaststoffen (> 70%) fördert GF-Power® eine gesunde Verdauung und ernährt die „guten“ Bakterien im Dickdarm.
- ✓ Produkt der Kölner Liste (enthält keine anabol-androgenen Steroide oder Stimulantien).
- ✓ GF-Power® ist bei DG SANCO (European Commission's Directorate-General for Health and Consumers) als Nahrungsergänzungsmittel zugelassen.
- ✓ Zur oralen Einnahme (bis 5 Gramm pro Tag mit ausreichenden Wasser oder Flüssigkeit), d.h. es sind keine Injektionen nötig.

Durchschnittliche Nährwerte	pro 100 g	pro Teelöffel (1 g)
Brennwert	720 kJ / 180 kcal	7,2 kJ / 1,8 kcal
Fett	2 g	0,02 g
davon:		
- gesättigte Fettsäuren	1 g	0,01 g
Kohlenhydrate	0,5 g	0,005 g
davon:		
- Zucker	0,5 g	0,005 g
Ballaststoffe	76 g	0,76 g
Eiweiß	2 g	0,02 g
Salz*	0,18 g	0,0018 g
(1,3/1,6)-β-D-Glucan-Chitin-Melanin	76 g	0,76 g

*der Salzgehalt ist ausschließlich auf natürlich vorkommendes Natrium zurückzuführen

Einzelne Eigenschaften der drei Hauptkomponenten des GF-Power® (1,3/1,6-β-D-Glucan, Chitin/Chitosan und Melanin) als auch der Wirkstoffe aus dem Baumpilz *Fomes fomentarius* (Zunderschwamm)

Beta-D-Glucane (β-D-Glucane) sind Polysaccharide aus mehreren Glucose-Molekülen, welche durch β-glycosidische Bindungen miteinander verknüpft sind. Die Polymere kommen in den Zellwänden von Pilzen, Algen, Pflanzen und einigen Bakterien vor. Die Art der Verbindung, das Molekulargewicht und die Löslichkeit sind entscheidend für die Wirksamkeit der Polymeren. Die höchste Bioaktivität davon hat unlösliches, hochmolekulares verzweigtes (1,3/1,6)-β-D-Glucan, welches neben β-1,3-glycosidischen Verknüpfungen auch 1,6-glycosidische Verzweigungen enthält. In hohen Konzentrationen kann (1,3/1,6)-β-D-Glucan aus manchen Pilzen (GF-Power®, Pleuran, Lentinan), Algen (Laminarin) und Bakterien (Curdlan) isoliert werden.

Von 1,3- oder **(1,3/1,6)- β -D-Glucan** sind die folgenden Eigenschaften bekannt:

Immunsystem und Krebs

Die Schwächung und Störung verschiedener Immunfunktionen im Anschluss an Intensivbelastungen ist ein Phänomen, das nicht zuletzt ein Problem für Sportler darstellt und die Gefahr für Infektionen erhöht. An der Universität Houston wurde deshalb getestet, inwieweit das für seine Immunsystem stimulierende Wirkung bekannte β -Glucan, ein natürliches Polysaccharid, die Immunfunktion beeinflussen kann. Dazu erhielten 60 sportlich aktive Frauen und Männer in einer Placebo kontrollierten Crossover Studie vor einer intensiven Trainingsbelastung 10 Tage lang den Wirkstoff β -Glucan oder Placebo. Sportler, die β -Glucan erhielten, wiesen nach der Extrembelastung einen geringeren Abfall der Monozyten-Konzentration auf sowie im LPS-Stimulationstest, einem Standardtest für die Ansprechbarkeit bestimmter Immunfunktionen, eine stärkere Produktion verschiedener Interleukine und gamma-Interferon (Carpenter et al. 2013).

2011 wurde (1,3/1,6)- β -Glucan (Lentinan) aus Shiitake-Pilzen in einer klinischen Studie an 42 gesunden älteren Menschen doppelblind gegen Placebo untersucht. Sie erhielten 2,5 mg Lentinan oder Placebo täglich über einen Zeitraum von sechs Wochen. Lentinan erhöhte nachweislich die Zahl der B-Zellen und NK-(Killer)Zellen, ohne dabei zu unerwünschten Nebenwirkungen zu führen (Gaulhier et al. 2011).

Unlösliches 1,3- β -Glucan aus *Pleurotus ostreatus* (Pleuran) unterstützte die Aktivität von NK Zellen von Athleten bei einem intensiven Trainingsprogramm (Bobovcak et al., 2010).

β -Glucan aus Hefe stimuliert im Mausmodell dendritische Zellen (Vorläufer der T-Zellen) und reife T-Zellen bei ihrer Antitumor-Aktivität. β -Glucan aktiviert damit die körpereigene Tumorbekämpfung. Dabei konnten die Wissenschaftler den Stoff in verschiedenen Körperorganen wie der Milz sowie in den Lymphknoten nachweisen (Li et al. 2010).

Betamun, ein kommerzielles β -Glucan aus Hefe, wirkt ebenfalls nachweislich stimulierend auf Phagozyten und die Sekretion von Interleukinen und TNF-alpha. Es hemmt das Tumorstadium in vivo und unterdrückt wichtige Gene in Brustkrebszellen (Vetvicka et al. 2008).

Im Zellversuch löst β -Glucan aus Pilzen bei humanen Prostatakrebszellen den Zelltod aus und wirkt durch Vitamin C noch stärker. Vermutlich induziert Glucan speziell in den Krebszellen oxidativen Stress, der zur Apoptose führt (Fullerton et al. 2000).

US-Wissenschaftler zeigten an Ratten, dass Phycarin die Chemotherapie bei Lungenkrebs effektiv unterstützen kann, die Erholungszeit nach Chemotherapie oder Bestrahlung stark verkürzt und das Immunsystem stärkt, indem es die Bildung von Antikörpern anregt. Dabei wird es oral ebenso gut absorbiert wie über den Darm (enteral) verabreicht. So könnte es auch bei Magen-Darm-Erkrankungen gut eingesetzt werden (Vetvicka et al. 2007).

In einer anderen Studie wurde die Überlebensrate von Patienten mit einem Magenkarzinom durch β -Glucan in Kombination mit Chemotherapie signifikant verlängert (Furue et al. 1981). In Japan wurde (1,3/1,6)- β -Glucan (Lentinan) aus Shiitake-Pilzen empfohlen als Biomodulator (englisch BRM - biological response modifier) bei Heilung des Magenkarzinoms (Roupas et al. 2014).

Fungales β -Glucan, von seiner Größe abgesehen, kann durch die Peyerschen Plaques (Lymphknoten des Dünndarms) aufgenommen werden. Verschiedene Zellen des Immunsystems sind in der Lage, β -Glucane durch eigene β -D-Glucan Rezeptoren (Dectin-1, Rezeptor 3) zu binden und eine entsprechende Immunantwort auszulösen. β -Glucan bindet sich z.B. direkt an Makrophagen oder Dendritische Zellen und aktiviert dadurch B- und T-Lymphozyten, natürliche Killer-Zellen (NK-Zellen), Interleukins (IL-4, IL-6) und

Tumornekrosefaktor (TNF) alpha (Goodridge et al. 2009, van Bruggen et al. 2009, Batbayar et al. 2012). Forscher der Universität Hongkong weisen darauf hin, dass (1,3)- β -Glucan in Tierversuchen nicht verdaut wurde, sondern von Makrophagen aufgenommen, zerteilt und möglicherweise wieder freigelassen wurde (Chan et al. 2009). Wasserunlösliche β -Glucane unterstützen die Immunabwehr effektiver als wasserlösliche β -Glucane (Lee & Kim 2014).

Antikrebsaktivität von β -Glucanen erklärt man durch die Aktivierung des Immunsystems via den direkten Einfluss auf Östrogenrezeptoren und die Aromatase Aktivität (bei Brustkrebs) sowie durch Apoptose oder ihren antiproliferativen Effekt auf Krebszellen (Roupas et al. 2014).

Infektionen

Pleuran, wasserunlösliches 1,3- β -Glucan aus *Pleurotus ostreatus*, reduziert signifikant Infektionen der oberen Atemwege bei Athleten bei Erhöhung der Anzahl von NK Zellen. Es wird empfohlen als Nahrungsergänzungsmittel für Athleten mitschweren körperlichen Anstrengungen (Bergendiova et al. 2011, Majtan 2012). Die ähnlichen positiven Ergebnisse zeigte Pleuran in der Studie mit kleinen Kindern, welche verschiedene Infektionen der tiefen Atemwege hatten (Jesenak et al. 2013). Interessant ist, dass genauso wie bei der Immunabwehr (Lee & Kim 2014) wasserlösliche 1,3- β -Glucane weniger effektiv sind in der Infektionsbekämpfung als wasserunlösliche (Majtan 2012).

In drei klinischen Studien wurde Risikopatienten vor operativen Eingriffen (1,3/1,6)- β -Glucan aus Hefe zum Schutz vor Infektionen injiziert und dabei gegen Placebo getestet. β -Glucan verminderte in den Studien das Infektionsrisiko, verkürzte die Zeit der Intensivbehandlung und senkte die Sterberate (Babineau et al. 1994a, 1994b, Dellinger et al. 1999).

In einer randomisierten Doppelblindstudie wurde die Makrophagen-Stimulation durch (1,3/1,6)- β -Glucan bei Patienten mit Polytrauma untersucht. In der mit (1,3/1,6)- β -Glucan behandelten Gruppe traten signifikant weniger Infektionen (Pneumonie, Sepsis) auf als in der unbehandelten Gruppe. Zusätzlich zeigte diese Studie die Sicherheit von (1,3/1,6)- β -Glucan (Browder et al. 1990).

Laut Studien soll 1,3- β -Glucan auch behilflich sein zur Vorbeugung gegen höhere fungale Infektionsgefährdung bei Dialysepatienten (Ishibashi et al., 2011).

Pilzliche Proteine und Polysaccharide wirken gegen den menschlichen Immunschwächevirus Typ 1 (HIV-1) durch Hemmung der viralen Reverse-Transkriptase und Protease. Hepatitis B und Herpes Simplex Virus Typ 1 wurde auch unterdrückt. Wissenschaftler sind der Meinung, dass solche antiviralen Effekte nicht passieren durch Adsorption oder durch die viruzide (d.h. die Pilze töten die Viren nicht) Wirkung der Pilze, sondern durch Hemmung der Virusvermehrung in der ersten Phase (Faccin et al. 2007, Roupas et al. 2014).

Darmschleimhaut

Laut einer klinischen Studie an der Universität Minnesota ist β -Glucan aus Hafer in der Lage, mehr Butyrat, eine Fettsäure, und Salz der Buttersäure freizusetzen als andere Ballaststoffe. Dadurch wirkt sich β -Glucan positiv auf die Darmgesundheit aus (Queenan et al. 2007).

Forscher aus Japan verabreichten Mäusen täglich 25 mg β -Glucan aus Hefe im Futter. Dadurch vermehrte sich bei den Tieren die Zahl der Lymphozyten in der Darmschleimhaut deutlich. So kann β -Glucan das Immunsystem des Darms stärken (Tsukada et al. 2003).

US-Wissenschaftler zeigten an Ratten, dass (1,3)- β -Glucan aus Laminaria (Phycarin) die Chemotherapie bei Lungenkrebs effektiv unterstützen kann, die Erholungszeit nach Chemotherapie oder Bestrahlung stark verkürzt und das Immunsystem stärkt, indem es die Bildung von Antikörpern anregt. Dabei wird es oral

ebenso gut absorbiert wie über den Darm (enteral) verabreicht. So könnte es auch bei Magen-Darm-Erkrankungen gut eingesetzt werden (Vetvicka et al. 2007).

Chitin- β -Glucan Komplex aus Pilzen wirkte bei übergewichtigen Mäusen auf fettreicher Diät gegen mehrere gesundheitsschädliche Wirkungen dieser Ernährung. Bei Tieren, denen β -Glucan im Futter verabreicht wurde, beobachteten die Forscher geringere Gewichtszunahme, weniger Fettgewebe, niedrigere Blutzuckerlevel, weniger Glukoseintoleranz, weniger Fettablagerung in der Leber und niedrigere Cholesterinlevel, egal wie viel sie fraßen. Zudem fanden die Wissenschaftler, dass der Effekt hauptsächlich auf eine bessere bakterielle Darmflora zurückzuführen ist (Neyrinck et al. 2012).

Die antioxidative Kraft von β -1,3-Glucan Pleuran (10 % im Futter) schützt Ratten vor Darmverletzungen, die zu Darmkrebs führen können (Bobek & Galbavy 2001).

Wundheilung

An der Wundheilung sind die weißen Blutzellen entscheidend beteiligt und insbesondere die Makrophagen spielen durch Absonderung von wachstumsregulierenden und blutgefäßbildenden Peptiden und durch das Abräumen abgestorbener Zellen und Gewebebruchstücken eine dominierende Rolle. In der Haut agiert eine Teilpopulation der Makrophagen, die sog. Langerhans-Zellen. Sie befinden sich direkt unter der Epidermis. Auch ihre Aktivität wird durch β -Glucan gesteuert (Reis et al. 1993). Sie produzieren Collagen, beschleunigen die Wundheilungszeit und verbessern die Wundheilung. Die für Abwehrprozesse der Haut verantwortlichen ortsansässigen Makrophagen bilden einen Schutz gegen Einflüsse von außen, wie z. B. Sonnenbrand, alltägliche Belastungen durch Waschmittel, Chemikalien, Gifte, Lösungsmittel und verschiedenste Keime in der Umgebung. Auch bei alltäglichen, weniger eingreifenden Prozessen können sie ihren Abwehraufgaben mit Hilfe des β -Glucan-Schutzes besser gerecht werden.

Die Medical University of South Carolina, Charleston SC, USA wertete die Behandlungen von 6 Wochen bis 16 Jahre alten Kindern mit Verbrühungen bzw. Verbrennungen aus, die zwischen 1 bis 35% der Körperoberfläche betrafen. Auf die Wundfläche wurde ein mit β -Glucan angereicherter Collagenfilm aufgelegt, der bei 79% der Kinder intakt blieb und unter dem die Wunde verheilte. Die Autoren berichten von "excellent cosmetic results, minimal analgesic requirements, and no need for repetitive dressing changes" (Delatte et al. 2001).

Metabolismus, Diabetes und oxidativer Stress

β -Glucane aus Hafer und Gerste werden aufgeführt auf der von der EU Kommission genehmigten „Liste zulässiger anderer gesundheitsbezogener Angaben über Lebensmittel als Angaben über die Reduzierung eines Krankheitsrisikos sowie die Entwicklung und die Gesundheit von Kindern“ (VO (EU) Nr. 432/2012 vom 16. Mai 2012). Die Aufführung auf der Liste bestätigt,

- dass die Aufnahme von β -Glucanen aus Hafer oder Gerste als Bestandteil einer Mahlzeit dazu eiträgt, dass der Blutzuckerspiegel nach der Mahlzeit weniger stark ansteigt (mind. 4g β -Glucane in einer Portion).
- dass β -Glucane zur Aufrechterhaltung eines normalen Cholesterinspiegels im Blut beitragen (mind. 1g β -Glucane in einer Portion).

Gut klinisch untersucht ist inzwischen die positive Wirkung von β -Glucan auf die Blutfettwerte. An der Universität Minnesota gaben Mediziner Männern und Frauen mit erhöhten Cholesterinwerten täglich sechs Gramm β -Glucan aus Hafer oder Glukose (Kontrolle) über sechs Wochen. β -Glucan konnte in der Studie den Gesamtcholesterin Level und insbesondere den LDL-Cholesterin Level deutlich senken (Queenan et al. 2007).

Japanische Forscher zeigten in einer Placebo-kontrollierten Studie mit 44 männlichen Teilnehmern, dass der Verzehr von Gerste (entsprechend sieben Gramm β -Glucan täglich) cholesterinsenkend wirkt und Fettgewebe in den Eingeweiden abbaut (Shimizu et al. 2008).

Eine klinische Studie aus Kanada zeigt, dass Hafer-Glucan, wie es in einigen Frühstücksflocken vorkommt, denselben Effekt auf die Cholesterinwerte hat. Jedoch dürfen die β -Glucane laut den Wissenschaftlern ein bestimmtes Molekulargewicht (MW) nicht unterschreiten. β -Glucane mit einem MW von 530.000 g/mol waren in ihren Versuchen noch voll wirksam, doch Sorten mit 210.000 g/mol zeigten einen um 50 Prozent reduzierten Effekt (Wolever et al. 2009).

2011 analysierten Ernährungswissenschaftler der Universität Manitoba, Kanada, alle klinischen Studien zur Cholesterinsenkung durch β -Glucan. Sie kamen zu dem Schluss, dass eine tägliche Menge von drei Gramm β -Glucan aus Hafer ausreicht, um die maximale Wirkung zu erreichen (Othman et al. 2011).

An jungen Schweinen zeigen wasserunlösliche pilzliche (1,3/1,6)- β -Glucane (15 mg/kg BW Tag) eine bremsende Wirkung auf TNF- α und Kortisolspiegel und eine stimulierende Wirkung auf Wachstum, phagozytische Aktivität der Makrophagen, Produktion von IL-2 (Vetvicka & Oliveira 2014).

Als Forscher Ratten mit Diabetes β -Glucan (200 mg/kg Körpergewicht) aus Hafer und Bittermelone verabreichten, fanden sie, dass die Tiere im Vergleich zur Kontrollgruppe niedrigere Blutzuckerlevel, weniger Leber- und Nierenschäden und bessere Blutfettwerte aufwiesen (Kim et al. 2012).

Diabetes verursacht oxidativen Stress in Nerven und Gehirn. Eine aktuelle Studie belegt, dass (1,3/1,6)- β -Glucan (50 mg/kg Körpergewicht) aus Hefe bei Ratten mit Diabetes als effektives Antioxidans wirkt. Zudem zeigt die Studie, dass β -Glucan dadurch Nerven und Hirn vor Schäden bewahrt. β -Glucan erwies sich als ebenso wirkungsvoll wie Sulfonylharnstoffe, die bereits als Antidiabetika eingesetzt werden (Alp et al. 2012).

Die hohe antioxidative Wirkung von β -Glucan aus Hefe (Saluk-Juszczak et al. 2010) und Pilzen (Guerra et al. 2007) ist bereits nachgewiesen.

1996 wurde mit Haferkleie angereichertes Brot im Vergleich zu Weißbrot in einer Pilotstudie an acht Männern mit Diabetes Typ II getestet. Das Haferkleiebrot hatte einen positiven Effekt auf Zucker-, Insulin- sowie Fettstoffwechsel (Pick et al. 1996).

Der Verzehr von Gerstenpasta mit β -Glucan lässt den Blutzucker langsamer ansteigen und verzögert die Insulinausschüttung im Vergleich zu Pasta aus Weizenmehl, wie eine Studie mit elf gesunden Teilnehmern zeigt. Zusätzlich wirkt sie positiv auf die Blutfettwerte (Bourdon et al. 1999).

Der Verzehr von β -Glucan-reichen Nahrungsmitteln wirkt sich laut einer klinischen Studie mit 97 gesunden Teilnehmern positiv auf Kohlenhydratstoffwechsel und Blutdruck aus. Eine antioxidative Wirkung der Nahrung konnte in der Studie nicht belegt werden (Maki et al. 2007).

Vitalpilze wirken gegen Diabetes durch Hemmung der Glukoseaufnahme, Schutz der Beta-Zellen, vermehrte Ausschüttung des Blutzucker senkenden Hormons Insulin, antioxidative Wirkung, Regulierung des Glukosestoffwechsels und der Insulin-Signalwege (Lo & Wasser 2011).

Chitin/Chitosan sind Aminopolysaccharide, die aus N-Acetyl-D-Glucosamin- und D-Glucosamin-Einheiten aufgebaut sind. Sie sind durch β -1,4-glycosidische Bindungen verknüpft. Bei höherem prozentualem Anteil von Acetylgruppen spricht man über unlösliches Chitin. Nach dem Abbau der Mehrheit der Acetylgruppen (Deacetylierung) entsteht lösliches, positiv geladenes Chitosan. Natürliches Chitin ist eine Mischung aus Chitin und Chitosan, das nicht verdaut und nicht in den Blutkreislauf aufgenommen wird. Chitin besitzt sehr gute mechanische Eigenschaften (es ist hart und biegsam) und kommt bei Pilzen als eine der

Zellwandkomponenten vor. Im Vergleich zu dem Chitin von Schalentieren, hat fungales Chitin kaum Allergene, umweltfreundlicher bei der Produktion wegen weniger Abfälle und eingesetzte Chemikalien, und ist besser verwendbar in dem Bereich Personal Care, Landwirtschaft, und in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie (Okada & Kubo 1999, Kaur & Dhillon 2013).

Regeneration

Chitin/Chitosan kann die Geweberegeneration fördern, Wundheilung bei Menschen beschleunigen (Muzzarelli 2009, Kim 2013, Gupta et al. 2013) und Anti-Aging Wirkung zeigen (Morganti et al. 2012, 2014). Experimentelles Verbandmittel, welches Chitin/Chitosan enthält, kann das Ausmaß der resultierenden fibrovaskulären Narbe günstig beeinflussen, antimikrobiell wirken und das Wachstum von Nervenzellen anregen. Als Mechanismen der Beschleunigung wurde die Aktivierung von Makrophagen und von dem vaskulär-endothelialen Wachstumsfaktor (welcher ein natürlicher Wachstumsfaktor ist, der die Bildung neuer Blutgefäße (Angiogenese) stimuliert) genannt als auch das Unterdrücken von Metalloproteinase-2 (welche Basalmembrankomponent Collagen IV hydrolysieren kann) (Muzzarelli 2009).

Schmerzlinderung

Bei Entzündungen oder Verletzungen kann Chitin/Chitosan die Schmerzempfindlichkeit an der betroffenen Körperstelle senken (reviewed in Dhillon et al. 2012). Der Effekt von Chitin entsteht durch Absorbierung von Bradykinin und Chitosan wirkt durch Absorbierung von an Entzündungsstellen freigesetzten Protonen (Okamoto 2002).

Infektionen

Es gibt zahlreiche wissenschaftliche Nachweise über Wirkung von Chitin/Chitosan gegen Bakterien und Hefen (Wu et al. 2005, Raafat & Sahl 2009, Muzzarelli 2009, Luo & Wang 2013, reviewed in Dhillon et al. 2012, Kaur & Dhillon 2013).

Chitosan wird verwendet als Zahnpastazusatz (Chitodent) zur Bindung der schädlichen Bakterien (<http://www.chitodent.de/pages/de/chitodent.php?lang=DE>)

Antioxidative Wirkung

Chitin/Chitosan wirkt gegen freien Radikale, oxidationshemmend und als Helatbildner (reviewed in Kaur & Dhillon 2013).

Absorbent

Chitosan ist in der Lage, zahlreiche Stoffe wie Schwermetalle, Radionuklide, Farbstoffe, organische Verbindungen, anorganische Stoffe (Nitrate und Phosphate) und Pathogene zu absorbieren und aus dem Körper auszuleiten (reviewed in Kaur & Dhillon 2013).

Fettbindende Wirkung

Die Eigenschaft von Chitosan, Fette zu binden, wurde in vitro nachgewiesen. Die systematische Analyse der durchgeführten wissenschaftlichen Studien zeigt einen geringen Effekt bezüglich des Körpergewichts und des Cholesterins, aber die mangelhafte Qualität vieler Studien lässt keine abschließende Beurteilung zu (<http://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Chitosan>).

Kosmetik

Two clinical studies were conducted to evaluate the tolerance and effects of a copolymer of chitin and beta-glucan, forming the exoskeleton of fungal cell walls, now supplied for cosmetic applications. A 6-week

randomized, double-blind, placebo-controlled study was conducted on 13 volunteers with sensitive skin to compare with 0.5–2% formulations chitin–glucan applied twice daily. Biometrological evaluations showed that erythema did not develop, the water retention capacity of the stratum corneum increased and the transepidermal water loss moderately decreased. Another 16-week randomized, double-blind, placebo-controlled study was conducted on 20 men showing signs of ageing skin. A 1.5% chitin–glucan formulation was applied twice daily. Objective biometrological assessments showed a progressive increase in skin firmness and stratum corneum hydration when desquamation and skin roughness decreased. In conclusion, the chitin–glucan formulations appear safe. They significantly mitigate some signs of skin ageing and improve both stratum corneum hydration and skin barrier function.

Die natürlichen negativ geladenen Pigmente, Melanine, sind für fast alle lebendigen Organismen enorm wichtig, und deswegen von Bakterien bis Menschen verbreitet. Es gibt unterschiedliche Melaninarten: Eu- und Pheomelanin bei Menschen und Tieren, Neuromelanin in Nervenzellen, Pimelanin bei Bakterien, Allomelanin bei Pflanzen und Pilzen (Riley 1997). Ausgeprägter Melanin-Mangel findet man bei der Weißfleckkrankheit (Vitiligo), beim Down-Syndrom, bei Parkinson- und Alzheimer-Erkrankungen (Double 2006).

Melanine:

- schützen die Zellen gegen UV-Strahlung, welche zu DNA-Mutationen führen können (Riley 1997, Butler & Day 1998)
- binden potenzielle Zellgiftstoffe wie radioaktive Ionen, Schwermetalle, hochreaktive Übergangsmetalle (Ni, Cu, Zn, Cd, Pb etc.), chemische Substanzen und sogar verschiedene Schlangengifte (Fogarty & Tobin 1996, Hung et al. 2004)
- schützen die Zellen gegen radioaktive Strahlung (Schweitzer et al. 2009). Orale Einnahme des Melanins wurde als Strahlenschutzmittel empfohlen (Casadevall & Dadachova 2012). Dank Melanin sind manche Pilze in der Lage nicht nur jahrelang extrem erhöhte Radioaktivität zu überleben, sondern auch die Gammastrahlung als Energiequelle für eigenes Wachstum zu benutzen (Castelvecchi 2007).
- dienen als eine der wichtigsten Antioxidationsmittel durch ihre Beteiligung an der Entgiftung zytotoxischer freier Radikale, reaktiver Sauerstoff- und Stickstoffspezies (Goncalves & Pombeiro-Sponchiado 2005, Reszka et al. 1998)
- haben eine Antikrebsaktivität (El-Obeid et al. 2006)
- schützen die Leber vor oxidativen Stress, erzeugt durch Hydrazin als DNA-reaktiven chemischen Agent (Hung et al. 2003)
- wirken antiviral (Montefiori & Zhou 1991)
- Zwischenprodukte bei der Synthese von Melanin haben antibiotische Eigenschaften (Riley 1997, Sakemi et al. 1995).

Glucan-Chitin-Melanin aus dem *Fomes fomentarius* (Zunderschwamm)

In den zahlreichen Untersuchungen und Studien wurde nachgewiesen, dass die isolierte Zellwand als auch der Extrakt aus dem *Fomes fomentarius* folgende Eigenschaften besitzen:

- Hat antibakterielle, antivirale und fungizide Wirkung [reviewed in Neifar et al. 2013, Seniuk et al., 2011, ROBLES-HERNÁNDEZ 2008, Beketova et al. 2001]

- Absorbiert Infektionen in Magen-Darm [Seniuk et al., 2011]
- Stimuliert die Immunabwehr durch Aktivierung von Leukozyten (Phagozyten, T-Lymphozyten), Zytokinen (TNF-alpha, IFN-gamma, IL-1 und IL-2) [Seniuk et al., 2011, Gao et al. 2009, Venckovsky et al. 2001]
- Neutralisiert zytotoxische freie Radikale [Seniuk et al., 2011]
- Ethanol Extrakt wirkt zytotoxisch gegen Krebszellen in vivo und in vitro [Patel and Goyal 2012, Liu et al. 2005, Chen et al. 2011, Zang et al. 2013]
- wirkt als Strahlenschutzmittel [Seniuk and Gorovoj 2001]
- Wasserextrakt verbessert Blutparameter (Cholesterol, antioxidierende Leberenzyme und Blutzucker) der Ratten mit Streptozotocin (STZ)-induzierten Diabetes [Jeong-Sook Lee 2005]
- Entzündungshemmende und schmerzstillende Eigenschaften zeigt Ethanol Extrakt aus *Fomes fomentarius* in Experimenten mit Mäusen und Ratten [Young-Mi Park et al. 2004]
- Therapie mit der isolierten Zellwand aus dem *Fomes fomentarius* wurde empfohlen bei komplizierten akuten und chronischen infektiösen Krankheiten [Beketova et al. 2001], bei der Wundheilung [Venckovsky et al. 2001], um diabetische Komplikationen zu vermeiden [Jeong-Sook Lee 2005].

Referenzen:

- Alp H, Varol S, Celik MM, Altas M, Evliyaoglu O, Tokgoz O, Tanriverdi MH, Uzar E.. Protective effects of β glucan and gliclazide on brain tissue and sciatic nerve of diabetic rats induced by streptozosin. *Exp Diabetes Res.* 2012, 2012:230342. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22291696>
- Babineau TJ, Hackford A, Kenler A, Bistran B, Forse RA, Fairchild PG, Heard S, Keroack M, Caushaj P, Benotti P.. A phase II multicenter, double-blind, randomized, Placebo-controlled study of three dosages of an immunomodulator (PGG-glucan) in high-risk surgical patients. *Arch Surg.* 1994, 129(11):1204-10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7979954>
- Babineau TJ, Marcello P, Swails W, Kenler A, Bistran B, Forse RA.. Randomized phase I/II trial of a macrophage-specific immunomodulator (PGG-glucan) in high-risk surgical patients. *Ann Surg.* 1994, 220(5):601-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7979607>
- Batbayar S, Lee DH, Kim HW Immunomodulation of Fungal β -Glucan in Host Defense Signaling by Dectin-1. *Biomol Ther (Seoul).* 2012, 20(5):433-45. doi: 10.4062/biomolther. 2012.20.5.433
- Beketova GV, Savichuk NO, Savichuk AV, Senyuk OF, Gorovoj LF, Alexeenko NV, Senyuk CV Efficiency of the Mushroom Preparation Mycoton in Treatment of Chronic Lesions of the Upper Parts of the Digestive Tube. *International Journal of Medicinal Mushrooms.* 2001, 3:116
- Bergendiova K, Tibenska E, Majtan J. Pleuran (β -glucan from *Pleurotus ostreatus*) supplementation, cellular immune response and respiratory tract infections in athletes. *European Journal of Applied Physiology.* 2011, 111:2033-2040
- Bobek P, Galbavy S. Effect of pleuran (β -glucan from *Pleurotus ostreatus*) on the antioxidant status of the organism and on dimethylhydrazine-induced precancerous lesions in rat colon. *Br J Biomed Sci.* 2001, 58(3):164-8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11575739>
- Bobovcak M, Kuniakova R, Gabriz J, Majtan J. Effect of pleuran (β -glucan from *Pleurotus ostreatus*) supplementation on cellular immune response after intensive exercise in elite athletes. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism.* 2010, 35: 755-762.
- Bourdon I, Yokoyama W, Davis P, Hudson C, Backus R, Richter D, Knuckles B, Schneeman BO.. Postprandial lipid, glucose, insulin, and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with β -glucan. *Am J Clin Nutr.* 1999 Jan;69(1):55-63. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9925123>
- Browder W, Williams D, Pretus H, Olivero G, Enrichens F, Mao P, Franchello A: Beneficial effect of enhanced macrophage function in the trauma patient. *Ann Surg* 1990; 211:605-613
- Butler MJ, Day AW. Fungal melanins: a review, *Can. J. Microbiol.* 1998, 44:1115–1136
- Carpenter KC, Breslin WL, Davidson T, Adams A, McFarlin BK. Baker's yeast β -glucan supplementation increases monocytes and cytokines post-exercise: implications for infection risk? *Br J Nutr.* 2013, 109(3): 478-86. doi: 10.1017/S0007114512001407. Epub 2012 May 10.
- Casadevall A, Dadachova E. Oral administration of melanin for protection against radiation. 2012 Patent WO 2012129047 A1
- Castelvecchi D. Dark Powder: Pigment seems to put radiation to good use. *Science News* 2007. 171:325
- Chan GC, Chan WK, Sze DM.. The effects of β -glucan on human immune and cancer cells. *J Hematol Oncol.* 2009,2:25. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19515245>

- Chen W, Zhao Z, Li Y. Simultaneous increase of mycelial biomass and intracellular polysaccharide from *Fomes fomentarius* and its biological function of gastric cancer intervention. *Carbohydrate Polymers*. 2011, 85(2):369–375
- Delatte SJ, Evans J, Hebra A, Adamson W, Othersen HB, Tagge EP. Effectiveness of β -glucan collagen for treatment of partial-thickness burns in children. *Journal of Pediatric Surgery*. 2001; 36(1):113-8
- Dellinger EP, Babineau TJ, Bleicher P, Kaiser AB, Seibert GB, Postier RG, Vogel SB, Norman J, Kaufman D, Galandiuk S, Condon RE.. Effect of PGG-glucan on the rate of serious postoperative infection or death observed after high-risk gastrointestinal operations. Betafectin Gastrointestinal Study Group. *Arch Surg*. 1999, 134(9):977-83. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10487593>
- Dhillon GS, Kaur S, Brar SK, Verma M. Green synthesis approach: extraction of chitosan from fungus mycelia. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2013, 33(4):379-403
- Donohoe DR, Garge N, Zhang X, Sun W, O'Connell TM, Bunger MK, Bultman SJ. The microbiome and butyrate regulate energy metabolism and autophagy in the mammalian colon. *Cell Metab*. 2011, 13(5):517-26. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21531334>
- Double KL. Functional effects of neuromelanin and synthetic melanin in model systems. *J Neural Transm*. 2006, 113(6):751–756
- El-Obeid A, Al-Harbi S, Al-Jomah N, and Hassib A. Herbal melanin modulates tumor necrosis factor alpha (TNF- α), interleukin 6 (IL-6) and vascular endothelial growth factor (VEGF) production, *Phytomedicine*. 2006, 13:324–333
- Faccin LC, Benati F, Rincao VP., Mantovani MS, Soares SA, Gonzaga ML, Nozawa C. & Carvalho Linhares, RE. Antiviral activity of aqueous and ethanol extracts and of an isolated polysaccharide from *Agaricus brasiliensis* against poliovirus type 1. *Letters in Applied Microbiology*. 2007, 45:24-28
- Fogarty RV, Tobin JM. Fungal melanins and their interactions with metals. *Enzyme Microb Technol*. 1996, 19(4):311-7
- Fullerton SA, Samadi AA, Tortorelis DG, Choudhury MS, Mallouh C, Tazaki H, Konno S.. Induction of apoptosis in human prostatic cancer cells with β -glucan (Maitake mushroom polysaccharide). *Mol Urol*. 2000, 4(1):7-13. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10851301>
- Furue H, Itoh I, Kimura T, Kondo T, Hattori T, Ogawa N, Taguchi T. Phase III study on lentinan (in Japanese). *Jpn J Cancer Chemother* 1981, 8:944-966
- Gao HL, Lei LS, Yu CL, Zhu ZG, Chen NN, Wu SG. Immunomodulatory effects of *Fomes fomentarius* polysaccharides: an experimental study in mice [Article in Chinese] *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2009,29(3):458-61
- Gautier S, Xhaufaire-Uhoda E, Gonry P, Piérard GE. Chitin–glucan, a natural cell scaffold for skin moisturization and rejuvenation. *International Journal of Cosmetic Science*. 2008, 30(6): 459–469.
- Gaullier JM, Sleboda J, Øfjord ES, Ulvestad E, Nurminiemi M, Moe C, Tor A, Gudmundsen O. Supplementation with a soluble β -glucan exported from Shiitake medicinal mushroom, *Lentinus edodes* (Berk.) singer mycelium: a crossover, Placebo-controlled study in healthy elderly. *Int J Med Mushrooms*. 2011, 13(4):319-26. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22164761>

- Goncalves R de C. R, Pombeiro-Sponchiado SR. Antioxidant activity of the melanin pigment extracted from *Aspergillus nidulans*. Biol Pharm Bull. 2005, 28(6):1129-31
- Guerra Dore CM, Azevedo TC, de Souza MC, Rego LA, de Dantas JC, Silva FR, Rocha HA, Baseia IG, Leite EL.. Antiinflammatory, antioxidant and cytotoxic actions of β -glucan-rich extract from *Geastrum saccatum* mushroom. Int Immunopharmacol. 2007,7(9):1160-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17630194>
- Gupta B, Arora A, Saxena S, Alam MS. Preparation of chitosan–polyethylene glycol coated cotton membranes for wound dressings: preparation and characterization. Polymers for Advanced Technologies. 2009, 20:58–65
- Goodridge HS, Wolf AJ, Underhill DM.. β -glucan recognition by the innate immune system. Immunol Rev. 2009, 230(1):38-50. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19594628>
- Hung Y.-C, Sava V, Hong M.-Y, and Huang G. S. Inhibitory effects on phospholipase A2 and antivenin activity of melanin extracted from *Thea sinensis* Linn, Life Sciences. 2004, 74(16):2037–2047
- Hung YC, Sava VM, Blagodarsky VA, Hong MY, Huang GS. Protection of tea melanin on hydrazine-induced liver injury, Life Sci., 2003, 72:1061–1071
- Ishibashi K., Yoshida M., Nakabayashi I., Yoshikawa N., Miura N. N., Adachi Y. & Ohno N. Characterization of blood beta-1,3-glucan and anti-beta-glucan antibody in hemodialysis patients using culinary-medicinal Royal Sun Agaricus, *Agaricus brasiliensis* S. Wasser et al. (Agaricomycetidae). International Journal of Medicinal Mushrooms. 2011, 13: 101-107
- Jesenak M, Majtan J, Rennerova Z, Kyselovic J, Banovcin P, Hrubisko M. Immunomodulatory effect of pleuran (β -glucan from *Pleurotus ostreatus*) in children with recurrent respiratory tract infections. International Immunopharmacology. 2013 15:395-399
- Kim SK ed. (2013). Marine Biomaterials: characterization, isolation, and application. CRC-Press by Taylor & Francis Group, LLC.
- Kim JW, Cho HR, Moon SB, Kim KY, Ku S.. Synergic effects of bitter melon and β -Glucan composition on STZ-induced rat diabetes and its complications. J Microbiol Biotechnol. 2012, 22(1):147-55. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22297232>
- Kaur S, Dhillon GS. The versatile biopolymer chitosan: potential sources, evaluation of extraction methods and applications. Crit Rev Microbiol. 2014, 40(2):155-175
- Lee DH, Kim HW. Innate immunity induced by fungal β -glucans via dectin-1 signaling pathway. Int J Med Mushrooms. 2014, 16(1):1-16
- Lee J-S. Effects of *Fomes fomentarius* supplementation on antioxidant enzyme activities, blood glucose, and lipid profile in streptozotocin-induced diabetic rats. Nutrition research 2005, 25(2):187-195
- Li B, Cai Y, Qi C, Hansen R, Ding C, Mitchell TC, Yan J.. Orally administered particulate β -glucan modulates tumor-capturing dendritic cells and improves antitumor T-cell responses in cancer. Clin Cancer Res. 2010, 16(21):5153-64. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20855461>
- Liu L, Zhou S-B, Zheng W-F. Inhibition of Tumor Cells by Ethanol Extract of *Fomes fomentarius*[J]. Carcinogenesis, Teratogenesis & Mutagenesis. 2005, 17(2):104-106

- Lo HC, Wasser SP. Medicinal mushrooms for glycemic control in diabetes mellitus: History, current status, future perspectives, and unsolved problems (Review). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2011, 13:401-426
- Luo Y, Wang QJ. Recent Advances of Chitosan and Its Derivatives for Novel Applications in Food Science. *J Food Processing & Beverages*. 2013, 1(1):13
- Majtan J. Pleuran (β -glucan from *Pleurotus ostreatus*): an effective nutritional supplement against upper respiratory tract infections? *Medicine and Sport Science*. 2012, 59:57-61
- Maki KC, Galant R, Samuel P, Tesser J, Witchger MS, Ribaya-Mercado JD, Blumberg JB, Geohas J.. Effects of consuming foods containing oat β -glucan on blood pressure, carbohydrate metabolism and biomarkers of oxidative stress in men and women with elevated blood pressure. *Eur J Clin Nutr*. 2007, 61(6):786-95.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17151592>
- Montefiori DC, Zhou J. Selective antiviral activity of synthetic soluble L-tyrosine and L-dopa melanins against human immunodeficiency virus in vitro. *Antiviral Research*. 1991, 15(1):11–25
- Morganti P, Fabrizi G, Palombo P, Guarneri F, Cardillo A, Morganti G. New chitin complexes and their anti-aging activity from inside out. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*. 2012, 16(3):242–245.
doi:10.1007/s12603-011-0358-0.
- Morganti P, Carezzi F, Del Ciotto P, Tishchenko G., Chianese A, Yudin VE. A Green Multifunctional Polymer from Discarded Material: Chitin Nanofibrills. *British J Appl Sci Tech*. 2014, 4(29):4175-4190
- Muzzarelli R A.A. Chitins and chitosans for the repair of wounded skin, nerve, cartilage and bone. *Carbohydrate Polymers*. 2009, 76(2):167-182
- Neifar M, Laouani A, Chaabouni S E. The potent pharmacological mushroom *Fomes fomentarius*. Cultivation processes and biotechnological uses. In: V.K. Gupta et al., (Eds.). *Applications of Microbial Engineering*. CRC Press. 2013, 300-322
- Neyrinck AM, Possemiers S, Verstraete W, De Backer F, Cani PD, Delzenne NM.. Dietary modulation of clostridial cluster XIVa gut bacteria (*Roseburia* spp.) by chitin-glucan fiber improves host metabolic alterations induced by high-fat diet in mice. *J Nutr Biochem*. 2012, (1):51-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21411304>
- Othman RA, Moghadasian MH, Jones PJ.. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan. *Nutr Rev*. 2011, 69(6):299-309. doi: 10.1111/j.1753-4887.2011.00401.x. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21631511>
- Okada T, Kubo I. Fungus useful for chitin production, US Patent 5905035, 1999
- Okamoto Y, Kawakami K, Miyatake K, Morimoto M, Shigemasa Y, Minami S. Analgesic effects of chitin and chitosan. *Carbohydrate Polymers*. 2002, 49(3):249-252
- Patel S, Goyal A. Recent developments in mushrooms as anti-cancer therapeutics: a review. *3 Biotech*. 2012, 2:1-15
- Park Y-M, Kim I-T, Park H-J, Choi J-W, Park K-Y, Lee J-D, Nam B-H, Kim D-G, Lee J-Y and Lee K-T. Anti-inflammatory and Anti-nociceptive Effects of the Methanol Extract of *Fomes fomentarius*. *Food and Nutrition*. 2004, 27(10):1588-93

- Pick ME, Hawrysh ZJ, Gee MI, Toth E, Garg ML, Hardin RT.. Oat bran concentrate bread products improve long-term control of diabetes: a pilot study. *J Am Diet Assoc.* 1996, 96(12):1254-61.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8948386>
- Queenan KM, Stewart ML, Smith KN, Thomas W, Fulcher RG, Slavin JL. Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutr J.* 2007, 6:6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17386092>
- Reis e Sousa C, Stahl PD, Austyn JM. Phagocytosis of antigens by Langerhans cells in vitro. *Journal of Experimental Medicine* 1993; 178(2):509-19
- Reszka KJ, Matuszak Z, Chignell CF. Lactoperoxidase-catalyzed oxidation of melanin by reactive nitrogen species derived from nitrite (NO_2^-): an EPR study. *Free Radic Biol Med.* 1998, 25:208-216
- Robles-Hernandez L, Gonzales-Franco AC.; Crawford DL, Chun WWC. Review of environmental organopollutants degradation by white-rot basidiomycete mushrooms. *Tecnociencia Chihuahua.*, 2008,. 2(1):32-39
- Riley PA. Melanin. *Int J Biochem Cell Biol.* 1997, 29(11): 1235-9
- Roupas P, Krause D, Taylor P. Mushrooms and Health 2014: Clinical and Nutritional Studies in Humans. 2014 Report CSIRO Food and Health Flagship, Australia,
[http://www.mushroomsandhealth.com/files/Files/FINAL%20Mushrooms%20and%20Health%20Report%20014%2003062014%20\(1\).pdf](http://www.mushroomsandhealth.com/files/Files/FINAL%20Mushrooms%20and%20Health%20Report%20014%2003062014%20(1).pdf).
- Saluk-Juszczak J, Krolewska K, Wachowicz B.. β -glucan from *Saccharomyces cerevisiae* as a blood platelet antioxidant. *Platelets.* 2010, 21(6):451-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20446807>
- Sakemi S, Inagaki T, Kaneda K, Hirai H, Iwata E, Sakakibara T, Yamauchi Y, Norcia M, Wondrack LM, Sutcliffe JA, Kojima N. CJ-12,371 and CJ-12,372, two novel DNAGyrase inhibitors. Fermentation, isolation, structural elucidation and biological activities. *J. Antibiot. (Tokyo).* 1995, 48:134–142
- Schweitzer AD, Howell RC, Jiang Z, Bryan RA, Gerfen G, Chen CC, Mah D, Cahill S, Casadevall A, Dadachova E. 2009 Physicochemical evaluation of rationally designed melanins as novel nature-inspired radioprotectors. *PLoS One* 4:e7229
- Seniuk OF, Gorovoj LF, Beketova GV, Savichuk NO, Rytik PG, Kucherov II, Prilutskaya AB, Prilutsky AI. Anti-Infective Properties of the Melanin-Glucan Complex obtained from *Fomes fomentarius*. *Int J Med Mushrooms.* 2011, 13(1):7-18
- Senyuk OF, Gorovoj LF Health Protection and Restoration under Low-Level Irradiation Conditions Using a Mycoton Preparation. *International Journal of Medicinal Mushrooms.* 2001, 3:219-220
- Shimizu C, Kihara M, Aoe S, Araki S, Ito K, Hayashi K, Watari J, Sakata Y, Ikegami S.. Effect of high β -glucan barley on serum cholesterol concentrations and visceral fat area in Japanese men -a randomized, double-blinded, Placebo-controlled trial. *Plant Foods Hum Nutr.* 2008, 63(1):21-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18074229>
- Topping DL, Clifton PM. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiol Rev.* 2001, 81(3):1031-64.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11427691>

Tsukada C, Yokoyama H, Miyaji C, Ishimoto Y, Kawamura H, Abo T.. Immunopotential of intraepithelial lymphocytes in the intestine by oral administrations of β -glucan. *Cell Immunol.* 2003, 221(1):1-5.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12742376>

van Bruggen R, Drewniak A, Jansen M, van Houdt M, Roos D, Chapel H, Verhoeven AJ, Kuijpers TW. Complement receptor 3, not Dectin-1, is the major receptor on human neutrophils for β -glucan-bearing particles. *Mol Immunol.* 2009, 47(2-3):575-81

Venckovsky BM, Tovstanovskaya VA, Bichkova NG, Priluckaya AB, Gorovoj LF Infected Wound Treatment In an Obstetric Practice with Use of the Preparation Mycoton. *International Journal of Medicinal Mushrooms.* 2001, 3:243

Vetvicka V, Dvorak B, Vetvickova J, Richter J, Krizan J, Sima P, Yvin JC.. Orally administered marine (1 \rightarrow 3)- β -D-glucan Phycarine stimulates both humoral and cellular immunity. *Int J Biol Macromol.* 2007, 40(4):291-8.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16978690>

Vetvicka V, Vashishta A, Saraswat-Ohri S, Vetvickova J.. Immunological effects of yeast- and mushroom-derived β -glucans. *J Med Food.* 2008, (4):615-22. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19053851>

Vetvicka V, Yvin JC. Effects of marine β -1,3 glucan on immune reactions. *Int Immunopharmacol.* 2004, (6):721-30. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15135314>

Vetvicka V, Oliveira C. β (1-3)(1-6)-D-glucans modulate immune status in pigs: potential importance for efficiency of commercial farming. *Ann Transl Med.* 2014, 2(2):16. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2014.01.04.

Wolever TM, Tosh SM, Gibbs AL, Brand-Miller J, Duncan AM, Hart V, Lamarche B, Thomson BA, Duss R, Wood PJ.. Physicochemical properties of oat β -glucan influence its ability to reduce serum LDL cholesterol in humans: a randomized clinical trial. *Am J Clin Nutr.* 2010, 92(4):723-32.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20660224>

Zang Y, Xiong J, Zhai WZ, Cao L, Zhang SP, Tang Y, Wang J, Su JJ, Yang GX, Zhao Y, Fan H, Xia G, Wang CG, Hu JF. Fomentarols A-D, sterols from the polypore macrofungus *Fomes fomentarius*. *Phytochemistry.* 2013, 92:137-45. doi: 10.1016/j.phytochem.2013.05.003. Epub 2013 Jun 6