



Onderbouwing gezondheidsbevorderende werking van paddestoelen.

Een eerste aanzet!

Dr. Johan Baars⁽¹⁾, Dr. Jogchum Plat⁽²⁾ en Dr. Jurriaan Mes⁽³⁾

¹ Plant Research International, Wageningen UR

² Department of Human Biology, Nutrition and Toxicology Research Institute Maastricht, Maastricht University

³ Agrotechnology and Food Sciences Group, Wageningen UR

© 2007 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Samenvatting	1
2. Inleiding	2
3. Methode	3
Bereiden van glucaan preparaten	3
Bepaling van samenstelling en structuur van glucaanpreparaten	3
Testen van biologische activiteit van de glucaanpreparaten	3
4. Resultaten	4
Bereiden van glucaan preparaten	4
Bepaling van samenstelling en structuur van glucaanpreparaten	4
Testen van biologische activiteit van de glucaanpreparaten	5
5. Conclusie en discussie	7
Bijlage I. Geciteerde literatuur	I-1

1. Samenvatting

Één van de grote kansen voor de paddenstoelensector is het positioneren van hun producten als gezond voedsel of zelfs als functioneel voedsel. De verwachting is dat indien in reclame-uitingen nadruk gelegd mag worden op de gezondheids-effecten die met consumptie van paddestoelen verbonden zijn, er meer paddestoelen gegeten zullen worden. Er is een overvloedige hoeveelheid wetenschappelijke literatuur voorhanden met betrekking tot mogelijke gezondheids-bevorderende effecten die met stoffen uit paddestoelen zouden zijn te bereiken. De gesuggereerde gezondheids-effecten betreffen dan vooral positieve effecten op ouderdoms-suikerziekte (diabetes type II) en een te hoog cholesterol gehalte welke beiden bijdragen aan het verminderen van het risico op hart- en vaatziekten. Daarnaast zijn effecten beschreven die een mogelijke rol suggereren in het versterken van het immuunsysteem of in het voorkomen of vertragen van diverse vormen van kanker.

In het hier beschreven onderzoek is gekeken naar het effect van stoffen uit eetbare paddenstoelensoorten op de werking van cellen van het immuunsysteem. Dit is gedaan op menselijke celkweken. De stoffen die onderzocht zijn worden door het mycelium in vloeistofkweken uitgescheiden. In het onderzoek zijn mycelia van de volgende soorten meegenomen: champignon (*Agaricus bisporus*), oesterzwam (*Pleurotus ostreatus*), het waaiertje (*Schizophyllum commune*), amandelpaddestoel (*Agaricus blazei*), eikhaas (= Maitake, *Grifola frondosa*), shii take (*Lentinula edodes*) en judasoor (*Auricularia auricula-judae*). Het blijkt dat de aanwezigheid van door de schimmels uitgescheiden stoffen, macrofaagcellen van het immuunsysteem aanzetten tot activiteit (productie van stikstofoxide).

Met behulp van een scheidingstechniek is bepaald uit hoeveel componenten de stoffen bestaan die door de schimmels zijn uitgescheiden. Het aantal componenten varieerde van 1 tot 3. Deze componenten verschilden sterk van elkaar m.b.t. de molecuulgrootte, variërend van bijzonder groot (1500 en 3000 kiloDalton), middelgroot (12 tot 17 kiloDalton), klein (2 tot 6 kiloDalton) tot heel klein (16 en 25 Dalton).

Door het gebrek aan overeenkomst in aantal en grootte van de verschillende componenten, was het niet mogelijk om aan te geven welke van deze componenten de stimulatie van de macrofaagcellen stimuleerde.

De resultaten van deze studie zijn voor de onderzoekers dermate interessant dat gekeken gaat worden naar de mogelijkheden om bij de vakgroep Humane Biologie van de Universiteit Maastricht een vervolgonderzoek te starten. Grote winstpunt voor de paddenstoelensector is dat zij daarmee binnen de medisch universitaire wereld interesse heeft gewekt voor onderzoek naar mogelijk gezondheidsbevorderende stoffen in paddenstoelen. Alleen al het feit dat op een medische faculteit dit type onderzoek wordt uitgevoerd, kan de inspanningen van de paddenstoelensector om haar producten van een beter "gezondheidsimago" te voorzien, ondersteunen.

2. Inleiding

Een deel van de problemen waar de paddenstoelensector momenteel voor staat, zou verminderd worden indien de paddenstoelenconsumptie zou stijgen. De verwachting is dat indien in reclame-uitingen nadruk gelegd zou kunnen worden op de gezondheids-effecten die met consumptie van paddenstoelen verbonden zijn, er meer paddenstoelen gegeten zouden worden. Echter, volgens de EU regelgeving mag niet met gezondheidsclaims worden geadverteerd als daar geen solide wetenschappelijke onderbouwing aan ten grondslag ligt.

Er is in overvloedige mate wetenschappelijke literatuur voorhanden met betrekking tot mogelijke gezondheidsbevorderende effecten die met stoffen uit paddenstoelen zouden zijn te bereiken. De gesuggereerde gezondheids-effecten betreffen dan vooral positieve effecten op ouderdoms-suikerziekte (diabetes type II), en een te hoog cholesterol gehalte, welke beiden bijdragen aan het verminderen van het risico op hart- en vaatziekten. Daarnaast zijn effecten beschreven die een mogelijke rol suggereren in het versterken van het immuunsysteem of in het voorkomen of vertragen van diverse vormen van kanker. Echter, deze effecten worden vooral gesuggereerd op basis van onderzoek in celkweken en proefdieren.

Voor een goede wetenschappelijke onderbouwing van gezondheidsclaims in reclame boodschappen is meer nodig. Een wetenschappelijke onderbouwing behelst studies in mensen, i.p.v. proefdieren. Er moet worden aangetoond dat de gezondheidseffecten die door proefdieronderzoek worden gesuggereerd ook daadwerkelijk bij mensen optreden. Daarnaast moet worden aangetoond dat het mogelijk is om met consumptie van normale porties paddenstoelen de gezondheidseffecten te bereiken zijn en dat er geen risico's op een overdosering mogelijk zijn. Dit type onderzoek is nog niet gedaan en om die reden is de wetenschappelijke onderbouwing nog te mager.

De vakgroep Humane Biologie van de Universiteit Maastricht onderzoekt in hoeverre het mogelijk is om via het dieet invloed uit te oefenen op diabetes type II en het cholesterolgehalte. Ook doet de vakgroep onderzoek naar de invloed van voedselcomponenten op het immuunsysteem omdat het immuunsysteem een belangrijke rol speelt in de gezondheid. In dit type onderzoek is door Maastricht nog niet eerder glucaanpreparaten van diverse paddenstoelen meegenomen. Een probleem voor de vakgroep Humane Biologie was de beschikbaarheid van paddenstoelglucanen. In dit project is daarom door PRI Paddenstoelen een aantal gezuiverde glucaan-fracties uit mycelium van diverse paddenstoelsoorten (met een focus op champignons) geleverd ten behoeve van bovenstaand onderzoek. In eerste instantie is dit onderzoek bedoeld om te kijken of de preparaten een effect hebben en of er verschillen zijn tussen de paddenstoelsoorten.

De uiteindelijke doelstelling van dit type projecten is om 'evidence based' uitspraken te kunnen doen over gezondheidsbevorderende werking van paddenstoelen. Deze uitspraken kunnen dienen als middel om de consument te overtuigen van de extra voordelen van paddenstoelconsumptie. Voorliggend project is een eerste stap in de richting van een samenwerking tussen PRI Paddenstoelen en de vakgroep Humane Biologie van de Universiteit Maastricht met als doel om onderzoek te doen naar effecten van de consumptie van glucanen op het immuunsysteem en de mogelijkheden om glucanen te gebruiken voor de ondersteuning dan wel correctie van de werking van ons immuunsysteem.

3. Methode

Bereiden van glucaan preparaten

In het project is door Plant Research International in vloeistofcultuur mycelium opgekweekt van champignon (*Agaricus bisporus*), oesterzwam (*Pleurotus ostreatus*), het waaiertje (*Schizophyllum commune*), amandelpaddestoel (*Agaricus blazei*), eikhaas (= Maitake, *Grifola frondosa*), shii take (*Lentinula edodes*) en judasoor (*Auricularia auricula-judae*). Vloeistofkweek is uitgevoerd in gedefinieerd medium met glucose als koolstofbron en asparagine als voornaamste stikstofbron. Na voldoende lange kweekduur is het mycelium uit de kweekvloeistof verwijderd. De in de kweekvloeistof uitgescheiden stoffen zijn gezuiverd door drie maal een precipitatie uit te voeren in 70% ethanol. Vervolgens zijn de gezuiverde fracties gevriesdroogd en is de opbrengst bepaald door de droge stof te wegen. Uit eerder onderzoek is gebleken dat het uiteindelijk verkregen product voornamelijk uit β -glucanen bestaat maar dat er ook andere niet gedefinieerde componenten in kunnen zitten. In het verdere verslag zal echter alleen gesproken worden over β -glucanen.

Bepaling van samenstelling en structuur van glucaanpreparaten

Om de componenten in de glucaanpreparaten te karakteriseren is bij Agrotechnology and Food Sciences Group gebruik gemaakt van gelpermeatie chromatografie. Hierbij worden de componenten voornamelijk gescheiden op basis van hun molecuulgrootte. Voor de detectie van de gescheiden componenten is gebruik gemaakt van twee detectoren; een laser light scattering detector en een reference flow viscometer.

De tijd die een component nodig heeft om het traject door de gelpermeatie kolom af te leggen is een maat voor de molecuulgrootte. De light scattering detector reageert op de concentratie van de component, terwijl de reference flow viscometer reageert op de absolute viscositeit en op de concentratie. De absolute viscositeit is omgekeerd evenredig aan de moleculaire dichtheid. De combinatie van deze variabelen geeft een beeld van de moleculaire structuur van de componenten.

Testen van biologische activiteit van de glucaanpreparaten

De β -glucanen uit schimmels hebben duidelijke stimulerende effecten op de cellen van het immuunsysteem. Die effecten bestaan uit het verhogen van de fagocyterende activiteit, de productie van reactieve zuurstofradicalen, stoffen betrokken bij ontstekingsreacties en cytokines. De biologische activiteit van de glucaanpreparaten is door vakgroep Humane Biologie van Universiteit Maastricht getest in twee verschillende celkweeksystemen, één gebaseerd op cellen uit de darm (caco-2 cellen) en één gebaseerd op uit beenmerg afkomstige macrofaagcellen.

In de celkweekexperimenten met caco-2 cellen is gekeken naar de productie van NF- κ B in respons op de aanwezigheid van schimmelglucanen. Deze stof is een belangrijke en veel bestudeerde factor in de regulatie van ontstekingsprocessen. NF- κ B is een 'transcriptiefactor', een eiwit dat DNA kan binden en zo cruciale genen betrokken in de immuunrespons kan aanschakelen. Hierdoor komt de immuunrespons op gang.

In de celkweekexperimenten met uit beenmerg afkomstige macrofaagcellen is gekeken naar de productie van stikstofoxide (NO) in respons op de aanwezigheid van schimmelglucanen. NO is een belangrijk molecuul bij het in gang zetten van de immuunrespons en heeft bovendien bacterie-dodende eigenschappen.

Glucaanpreparaten zijn gebruikt in concentraties van 50, 100 of 200 μ g/ml.

4. Resultaten

Bereiden van glucaan preparaten

Voor de bereiding van glucaanpreparaten zijn de verschillende schimmels opgekweekt in een chemisch gedefinieerd vloeibaar medium. Ten gevolge van verschillen in groeisnelheid van het mycelium is de kweekvloeistof geoogst na 6 (*Schizophyllum commune*), 7 (*Agaricus bisporus*, *Auricularia auricula-judae*), 8 (*Pleurotus ostreatus*), 11 (*Grifola frondosa*) of 17 kweekdagen (*Lentinula edodes*). Afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerd mycellium is ongeveer 800 tot 1000 kweekvloeistof geoogst.

Niet alle aangeënte schimmels groeiden even goed in het gebruikte medium en de opbrengsten verschilden daarom nogal. De gebruikte stam van *Agaricus blazei* bleek helaas geïnfecteerd te zijn en is daarom niet meegenomen.

De glucanen zijn op standaard manier verzameld door precipitatie m.b.v. 70% ethanol. Deze precipitaties zijn 3 maal herhaald. De uiteindelijke opbrengst aan glucanen is opgelost, gefiltreerd over een 0,45 µm filter en gevriesdroogd. Opbrengst na vriesdrogen is weergegeven in Tabel 1. De opbrengst was aanzienlijk lager dan voorzien.

Tabel 1 Opbrengst glucaanpreparaten

Collectienummer	Soort	hoeveelheid (mg)
MES03645	<i>Pleurotus ostreatus</i>	4.16
MES02099	<i>Auricularia auricula-judae</i>	7.92
MES11890	<i>Schizophyllum commune</i>	19.60
MES12161	<i>Grifola frondosa</i>	14.88
MES12061	<i>Agaricus bisporus</i>	18.64
MES02110	<i>Lentinula edodes</i>	11.92
MES02071	<i>Agaricus blazei</i>	Herhaaldelijk geïnfecteerd, geen opbrengst

De opbrengst aan glucanen is gesplitst in twee porties. Hiervan is één portie voor de analyse van aantal componenten en structuur opgestuurd naar Agrotechnology and Food Sciences Group. De andere portie is voor analyse op biologische activiteit opgestuurd naar de vakgroep Humane Biologie van de Universiteit Maastricht.

Bepaling van samenstelling en structuur van glucaanpreparaten

Voor analyse van aantal componenten en structuur is 3 mg afgewogen en opgelost in een bufferoplossing. Voor de glucaanpreparaten van *P. ostreatus* en *A. auricula-judae* is 1.5 mg afgewogen en is een lagere concentratie gebruikt. Het gevriesdroogde materiaal is opgelost bij 60°C en nogmaals gefiltreerd over een 0.45 µm filter. Van de resulterende oplossing is 100 µl monster ge-analyseerd. Om de molecuulgewichten van de monsters te berekenen is gebruik gemaakt van een standaard reeks pullulanen (een bekend α-glucaan).

De molecuulgewichten van de componenten in de glucaanpreparaten staan weergegeven in Tabel 2. De samenstelling van de extracten bleek heel diverse. Extracten van de kweekvloeistof van *Auricularia auricula-judae*, *Schizophyllum commune* en *Agaricus bisporus* bleken slechts één component te bevatten. Extracten van kweekvloeistof van *Pleurotus ostreatus* en *Lentinula edodes* bevatten 2 componenten en het extract van kweekvloeistof van *Grifola frondosa* bevat er zelfs 3.

Met betrekking tot de molecuulgrootte zien we 4 categoriën; bijzonder grote moleculen (1500 en 3000 kiloDalton), grote (12 tot 17 kiloDalton), kleine (2 tot 6 kiloDalton) en heel kleine moleculen (16 en 25 Dalton).

Tabel 2. Samenstelling glucaanpreparaten

Collectie-nummer	Soort	Aantal componenten	Geschat molecuulgewicht (kiloDalton)					
			1 ^e piek	# vormen	2 ^e piek	# vormen	3 ^e piek	# vormen
MES03645	<i>P. ostreatus</i>	2	14.6		4.1	n.b.		
MES02099	<i>A. auricula-judae</i>	1	12.3	1				
MES11890	<i>S. commune</i>	1	1582	1				
MES12161	<i>G. frondosa</i>	3	2967	1	2.2	1	0.016	n.b.
MES12061	<i>A. bisporus</i>	1	17.6	2				
MES02110	<i>L. edodes</i>	2	6.4	n.b.	0.025	n.b.		

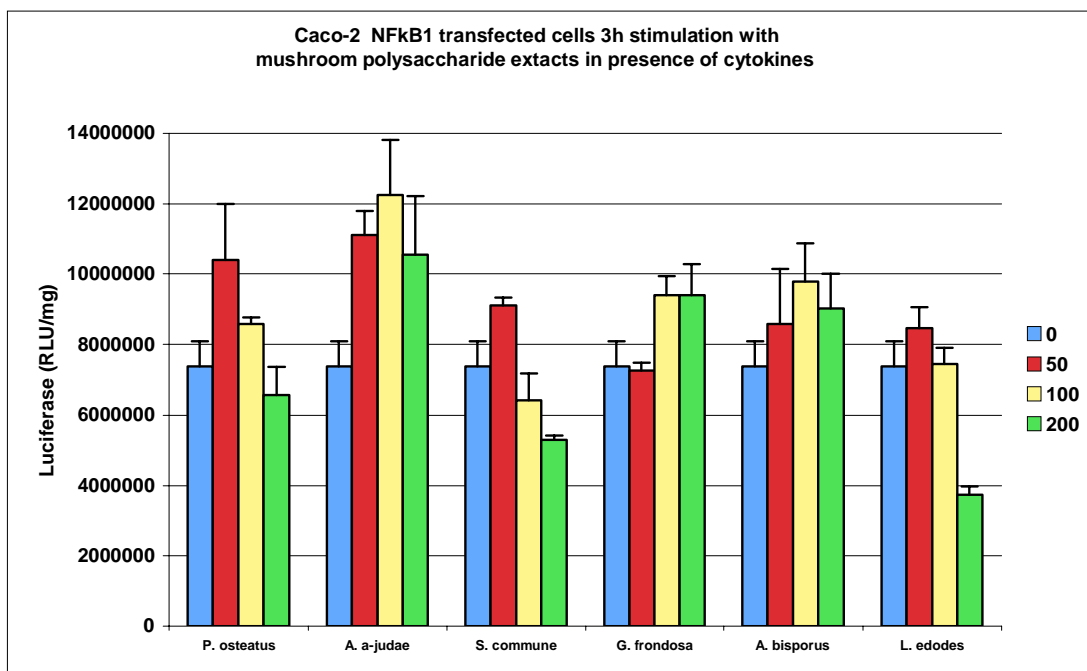
n.b.: ten gevolge van lage viscositeit niet te bepalen.

Ter vergelijking is een monster met lentinan, een uit shiitake paddenstoelen geïsoleerd β -glucan geanalyseerd. Lentinan heeft een molecuulgrootte van 400 kiloDalton. De molecuulgrootte van de in extracten van kweekvloestofgevonden componenten wijkt daar aanzienlijk van af.

De moleculen van een zuivere stof kunnen verschillende ruimtelijke vormen (conformaties) aannemen. Verschillende ruimtelijke vormen kunnen van elkaar worden onderscheiden doordat ze de viscositeit (stroperigheid) van de vloeistof waarin ze zich bevinden veranderen. Voor hele kleine moleculen is dat effect erg klein. Daardoor kan middels meting van viscositeit weinig gezegd worden over de ruimtelijke structuur van de kleinere moleculen. Voor de grote moleculen is dat wel mogelijk. Het blijkt dat de component in het extract van de kweekvloestof van *Agaricus bisporus* in twee ruimtelijke vormen aanwezig is.

Testen van biologische activiteit van de glucaanpreparaten

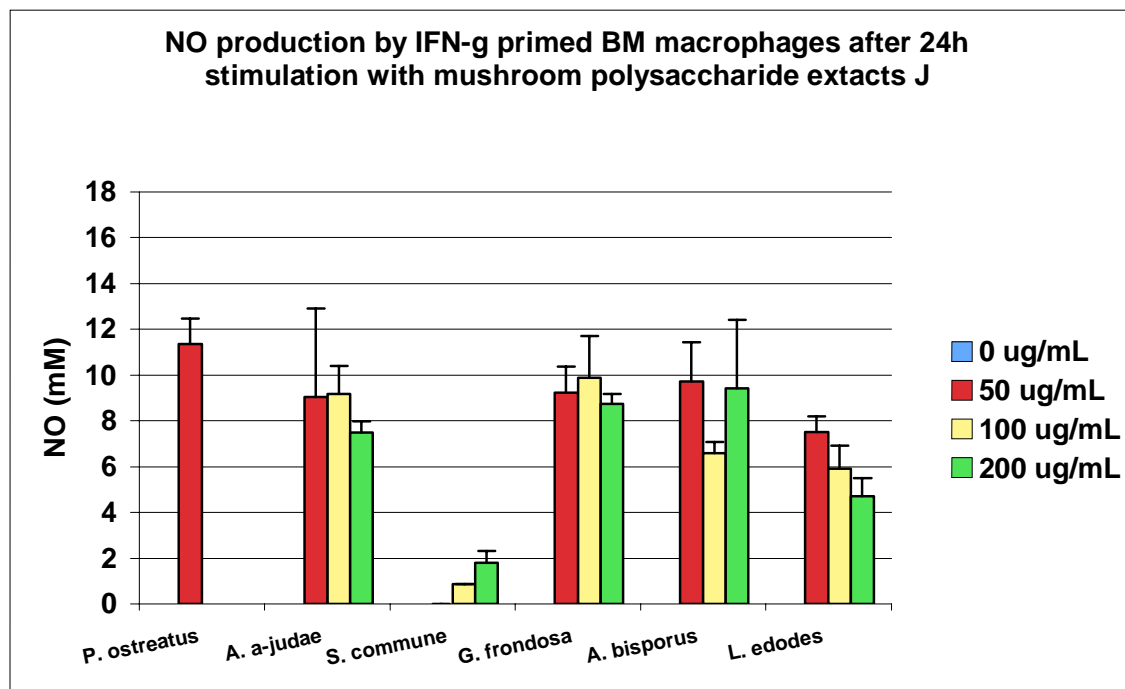
De biologische activiteit van de verschillende glucaanpreparaten is door de vakgroep Humane Biologie van de Universiteit Maastricht getest in twee typen celkweken. Het effect van de verschillende glucaanpreparaten op de productie van HK-kB door Caco-2 darmcellen is te zien in Figuur 1. Het is duidelijk dat het basisniveau van



Figuur 1. Effect van toevoegen van glucaanpreparaten op de productie van NF-kB door Caco-2 darmepitheelcellen.

NF- κ B productie (de blauwe staven) slechts in geringe mate wordt beïnvloed door aanwezigheid van de verschillende extracten. Feitelijk zijn deze resultaten eerder een aanwijzing voor ontstekingsremmende eigenschappen in de darm en niet zo zeer een immunactiverende werking. De meest duidelijke stimulering lijkt plaats te vinden bij toevoeging van extract van de kweekvloeistof van *A. auricula-judae*.

Het effect van de verschillende glucaanpreparaten op de productie van stikstofoxide (NO) door beenmerg macrofaagcellen is te zien in Figuur 2. Het is duidelijk dat bij de meeste schimmels het toevoegen



Figuur 2. Effect van toevoegen van glucaanpreparaten op de productie van stikstofoxide door uit beenmerg afkomstige macrofaagcellen. Deze resultaten tonen dat er een duidelijke activatie is van de NO productie door de beenmerg macrofagen, hetgeen indiceert dat er stimulatie van het immuunsysteem op is getreden uitmondend in een verhoogde NF- κ B activatie. Echter er is niet een duidelijke dosis respons relatie gevonden, mogelijk doordat de gebruikte concentraties glucanen aan de hoge kant waren Het preparaat uit de kweekvloeistof van *Pleurotus ostreatus* werd slechts in één concentratie uitgetest.

van de preparaten een groot effect heeft op de productie van stikstofoxide. Zonder toevoeging van preparaten vindt geen productie van stikstofoxide plaats. Voor bijna alle geteste schimmels zien we dat toevoeging van glucaanpreparaten een flinke toename van de stikstofoxide productie tot gevolg heeft. Alleen bij het extract van *Schizophyllum commune* blijft de stikstof oxide productie sterk achter. Toevoeging van 50 μ g/ml aan de celkweken geeft reeds effect. Bij toevoeging van hogere doses is er geen hogere respons te zien.

5. Conclusie en discussie

Er is in overvloedige mate wetenschappelijke literatuur voorhanden met betrekking tot mogelijke gezondheidsbevorderende effecten die met stoffen uit paddestoelen zouden zijn te bereiken. De gesuggereerde gezondheids-effecten betreffen dan vooral positieve effecten op ouderdoms-suikerziekte (diabetes type II), een te hoog cholesterol gehalte, hart- en vaatziekten en een mogelijke rol in het voorkomen of vertragen van diverse vormen van kanker. Ouderdoms-suikerziekte (diabetes type II), een te hoog cholesterol gehalte en hart- en vaatziekten worden gezien als uitingen van het "metabool syndroom". Het metabool syndroom is een combinatie van vier vaak voorkomende aandoeningen: een hoge bloeddruk; suikerziekte; verhoogd cholesterol en overgewicht. Een vijfde afwijking die vaak hiermee gepaard gaat is proteïnurie, verhoogde eiwitafscheiding in de urine.

Er wordt van "metabool syndroom" gesproken als tenminste drie van deze kenmerken zijn aangetoond. Het is een stofwisselingsaandoening die veroorzaakt wordt door te veel eten en te weinig beweging.

Wat precies metabool syndroom is, is onderwerp van discussie. Er is een theorie die veronderstelt dat metabool syndroom wordt veroorzaakt door een systemische ontstekingsreactie die het gevolg is van een slecht functioneren van het aangeboren immuunsysteem (Kolb & Mandrup-Poulsen, 2005; Schmidt & Duncan, 2003; Pickup & Crook, 1998).

In deze studie is onderzocht in hoeverre glucanpreparaten uit de kweekvloeistof van verschillende eetbare schimmelsoorten in staat zijn om de werking van cellen van het immuunsysteem te beïnvloeden. De β -glucanen zijn componenten van de celwanden van schimmels en zijn in staat om cellen van het immuunsysteem te activeren (Chen & Seviour, 2007).

In deze studie is er voor gekozen om glucanen uit de kweekvloeistof van schimmels te isoleren, i.p.v. paddenstoelen. Om zeker te zijn dat eventueel gevonden effecten gecorreleerd konden worden met deze β -glucanen, wilden we zo zuiver mogelijke preparaten verkrijgen. Indien paddenstoelen van de verschillende soorten gebruikt zouden worden, was de kans op verontreinigende componenten in de uiteindelijke preparaten groter dan wanneer we glucanen zouden isoleren uit de kweekvloeistof. Daarnaast kost het kweken van een aantal soorten erg veel tijd.

Bij analyse van de samenstelling van de glucanpreparaten van de verschillende schimmels, bleek dat we bij de helft van de gekweekte schimmelsoorten in staat waren om redelijk zuivere preparaten met slechts één component te maken. Bij de andere preparaten waren slechts 2 of maximaal 3 componenten aanwezig.

Indien we echter de molecuulgrootten van de verschillende componenten bekijken, zien we dat deze sterk afwijken van de molecuulgrootten die voor β -glucanen zijn beschreven in de wetenschappelijke literatuur (Zhang *et al.*, 2007). Het β -glucan van *Lentinula edodes* is ongeveer 400 kD groot. Van *Agaricus bisporus* zijn meerdere β -glucanen geïsoleerd, met molecuulgrootten die variëren van 50 kD tot 800 kD. Het meest bekende β -glucan uit *Grifola frondosa* (Grifolan) heeft een molecuulgrootte van 28 kD, terwijl het meest bekende β -glucan uit *Pleurotus ostreatus* (Pleuran) een molecuulgrootte heeft van meer dan 1000 kD. (Gutierrez *et al.*, 1996). Alleen de molecuulgrootte van de uit kweekvloeistof van *Schizophyllum commune* geïsoleerde component (1600 kD) komt redelijk overeen met die van het bekende β -glucan uit *Schizophyllum commune* (Schizophyllan, molecuulgrootte 2000 kD).

Er bestaat hierdoor gerede twijfel of in deze experimenten gewerkt is met β -glucanen. De gemeten molecuulgrootten lijken eerder te suggereren dat de extracten α -glucanen bevatten.

Desalniettemin lijken de stoffen die in de extracten aanwezig zijn wel grote effecten te hebben op de activiteit van macrofaag cellen uit het beenmerg (gemeten als stikstofoxide productie). De effecten op de activiteit van de Caco-2 cellen uit het darmepitheel zijn daarentegen zeer bescheiden. De resultaten zijn eerder een aanwijzing voor ontstekingsremmende eigenschappen in de darm en niet zo zeer een immunactiverende werking.

Uit de resultaten van het hier beschreven onderzoek is het lastig om een koppeling te leggen tussen de aanwezigheid van een bepaalde component in het extract van de kweekvloeistof en de reactie van de immuuncellen in celkweek. Opmerkelijk is de geringe respons van de macrofagen op toevoeging van het extract van *Schizophyllum commune*. Voor deze schimmel is het het meest aannemelijk dat het extract inderdaad β -glucan bevat.

Het is dus niet mogelijk om uit deze experimenten harde conclusies te trekken over de aard van de stoffen die de activering van de immuuncellen bewerkstelligen. De activering van de immuuncellen is echter overduidelijk.

De voorliggende resultaten zijn voor de onderzoekers dermate interessant dat gekeken gaat worden naar de mogelijkheden om bij de vakgroep Humane Biologie van de Universiteit Maastricht een vervolgonderzoek te starten.

Grote winstpunt voor de paddenstoelensector is dat zij daarmee binnen de medisch universitaire wereld interesse heeft gewekt voor onderzoek naar mogelijk gezondheidsbevorderende stoffen in paddenstoelen. Alleen al het feit dat op een medische faculteit dit type onderzoek wordt uitgevoerd, kan de inspanningen van de paddenstoelensector om haar producten van een beter "gezondheidsimago" te voorzien, ondersteunen.

Bijlage I.

Geciteerde literatuur

- Chen J. & Seviour R. (2007) Medicinal importance of fungal β -(1→3), (1→6)-glucans. *Mycological Research* 111 (6), pp. 635-652.
- Gutierrez A., Prieto A., Martinez A.T. (1996) Structural characterization of extracellular polysaccharides produced by fungi from the genus *Pleurotus*. *Carbohydrate Research* 281, pp 143-154
- Kolb H., Mandrup-Poulsen T. (2005) An immune origin of type 2 diabetes? *Diabetologia* 48 (6), pp. 1038-1050.
- Pickup J.c. & Crook M.A. (1998) Is type II diabetes mellitus a disease of the innate immune system? *Diabetologia* 41 (10), pp. 1241-1248.
- Schmidt M.I., Duncan B.B. (2003) Diabetes: An inflammatory metabolic condition. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* 41 (9), pp. 1120-1130.
- Zhang M., S.W. Cui S.W., P.C.K. Cheung P.C.K. & Wang Q. (2007) Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends in Food Science & Technology* 18 (1), pp. 4-19.

