

Ondersteuning van het immuunsysteem

Met paddenstoelen

Ondersteuning van het immuunsysteem met paddenstoelen

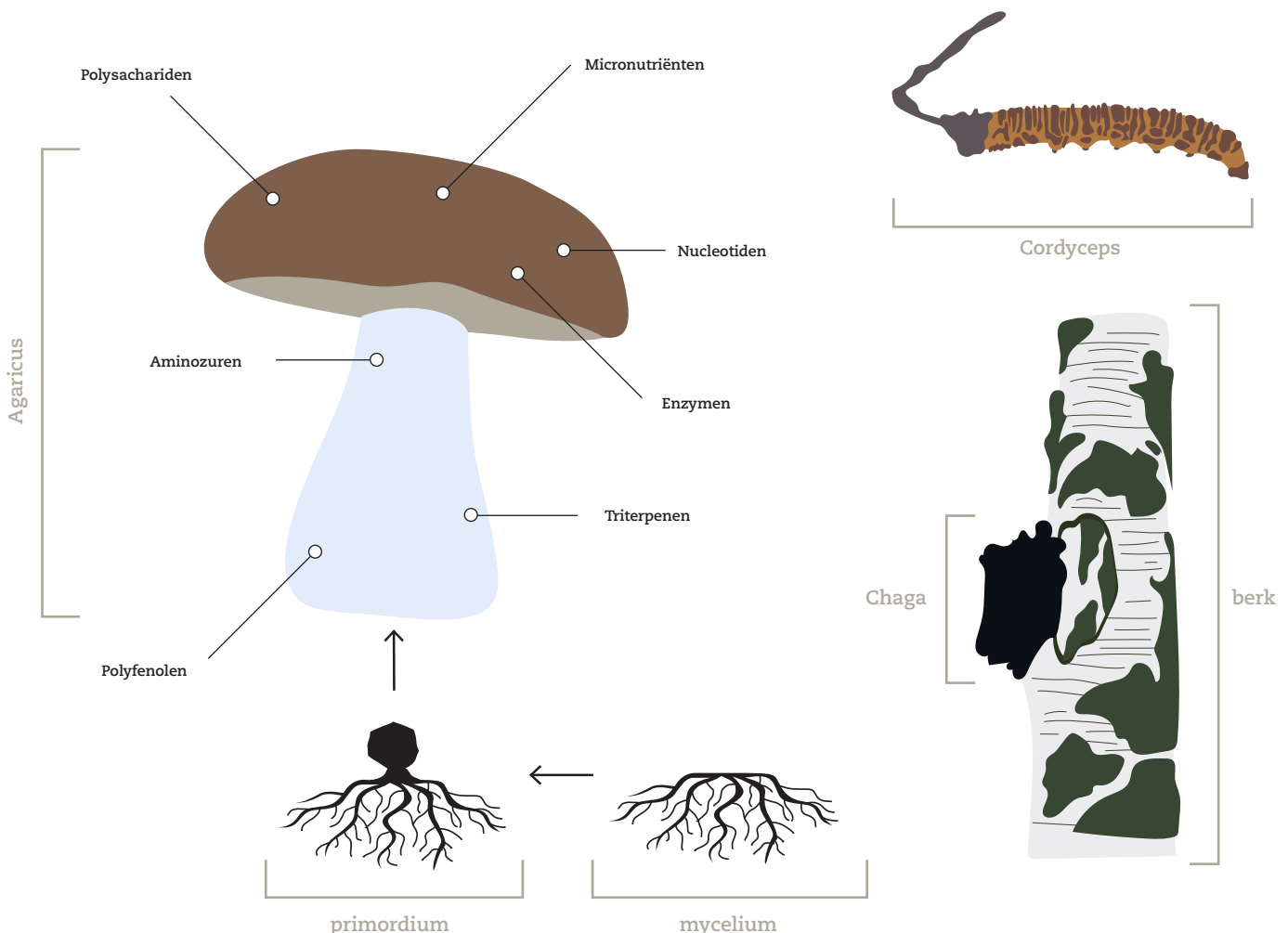
Het gebruik van paddenstoelen ter ondersteuning van de gezondheid komt voornamelijk uit Azië. De ondersteuning van het immuunsysteem middels paddenstoelen is een van de belangrijkste toepassingsgebieden. Naast ondersteuning op het immuunsysteem helpen paddenstoelen ook in het behoud van onder andere een gezond hart en gezonde bloedvaten, ondersteunen ze de stemming en dragen ze bij aan de vitaliteit en energie. Bekende paddenstoelen die ingezet worden ter ondersteuning van het immuunsysteem zijn Shii-take, Reishi, Chaga, Agaricus, Maitake en Cordyceps.

Nutriënten in paddenstoelen: van mycelium tot vruchtlichaam

Paddenstoelen kennen meerdere groeifasen en elke fase kent zijn eigen specifieke samenstelling in nutriënten¹. Het vruchtlichaam is het meest bekende, bovengrondse deel van de paddenstoel. Onder de grond bevindt zich nog een belangrijk deel van de paddenstoel, namelijk het mycelium. Dit is het complex van schimmeldraden dat nutriënten uit de ondergrond onttrekt en die middels enzymen omgezet worden naar actieve nutriënten. Deze nutriënten kunnen vervolgens door de paddenstoel gebruikt worden. Het primordium is de eerste fase waarin de paddenstoel zich boven de grond ontplooit.

De aanwezige nutriënten in paddenstoelen worden grotendeels bepaald door de ondergrond waarin het mycelium en de primordia zich bevinden en waarop de paddenstoel groeit. Zo kunnen paddenstoelen onderscheiden worden die op (dood of ziek) hout groeien, op mest, of zoals de *Cordyceps sinensis* parasiteert op dierlijk materiaal, in dit geval een rups.

Paddenstoelen bevatten zeer veel verschillende nutriënten

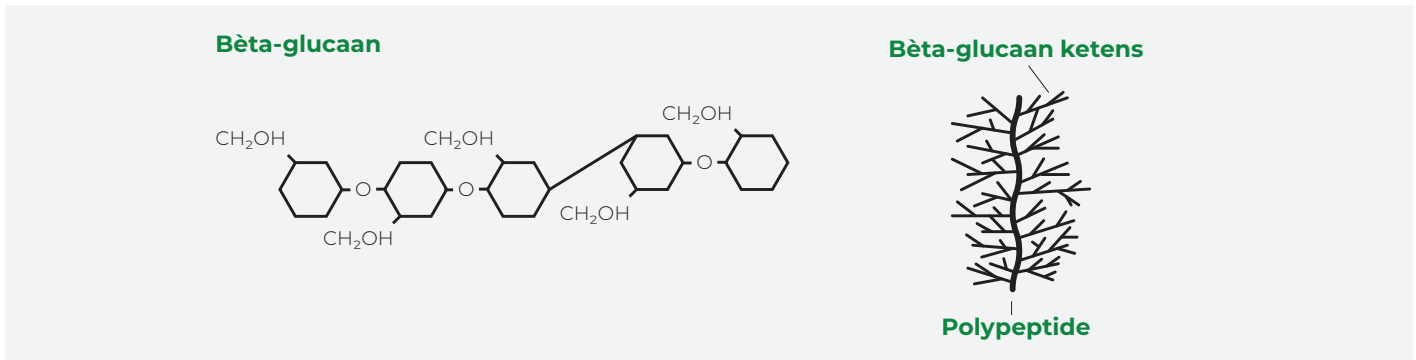


Figuur 1. Paddenstoelen bevatten veel verschillende nutriënten en stoffen. Het vruchtlichaam, de primordia en het mycelium hebben hun eigen unieke samenstelling¹

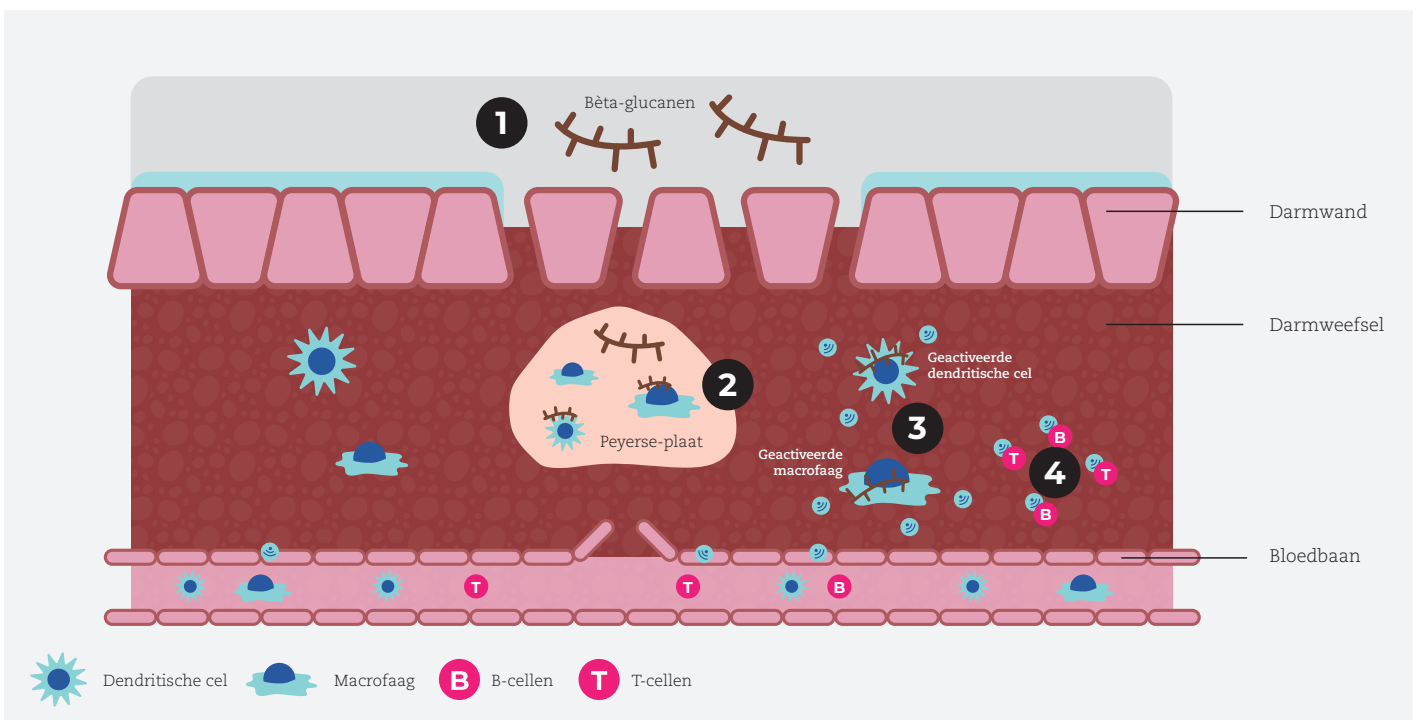
Polysacariden: bèta-glucanen

Bèta-glucanen zijn complexe koolhydraten (polysacariden) die voorkomen in de celwanden van het vruchtlichaam van paddenstoelen. Ook sommige granen (haver en gerst), algen en zeewier bevatten bèta-glucanen. Paddenstoelen bevatten naast bèta-glucanen ook alfa-glucanen. Vooral de bèta-glucanen zijn in de afgelopen decennia onderwerp geweest van wetenschappelijke onderzoeken.

- De paddenstoel *Agaricus blazei* is rijk aan de polysacharide bèta-glucaan²
- Bèta-glucanen activeren immuuncellen uit het aangeboren immuunsysteem.^{2,3} Deze immuuncellen bevatten bèta-glucaan receptoren die, indien geactiveerd, bijdragen aan het functioneren van het immuunsysteem en het beschermen van het lichaam tegen invloeden van buitenaf



Figuur 2. Structuurformule van de polysacharide 1,3 bèta-glucaan, als onderdeel van celwandstructuren van paddenstoelen



Figuur 3. Activatie van het aangeboren immuunsysteem door bèta-glucanen

- 1 Bèta-glucanen worden opgenomen vanuit de darm in de Peyserse plaat
- 2 In de Peyserse plaat worden bèta-glucanen gekoppeld aan cellen uit het aangeboren immuunsysteem (o.a. macrofagen en dendritische cellen)
- 3 De cellen uit het aangeboren immuunsysteem worden geactiveerd en produceren signaalstoffen
- 4 Er is een verhoogde activiteit van het immuunsysteem, zowel cellen vanuit het aangeboren immuunsysteem als cellen uit het verworven immuunsysteem (T-cellen en B-cellen)

Micronutriënten

In paddenstoelen komen vrijwel alle vitaminen, mineralen en spoorelementen voor.⁴ Zo bevatten paddenstoelen (pro-)vitamine D (vitamine D2). Pro-vitamine D wordt in de nieren omgezet naar vitamine D3, de actieve vorm van vitamine D. Verder komen ook verschillende B-vitaminen voor in paddenstoelen die bijdragen aan de energieproductie en het functioneren van het zenuwstelsel, en mineralen waaronder ijzer, calcium en kalium.

- De Shii-take, Agaricus blazei en de Chaga paddenstoelen zijn rijk aan vitamine D2. Vitamine D is belangrijk voor een goede werking van het immuunsysteem

Nucleotiden

Paddenstoelen bevatten nucleotiden.⁴ Dit zijn bouwstoffen van DNA en RNA en hebben onder andere een ondersteunend effect op het immuunsysteem⁵ en de darmen⁶

- Cordyceps sinensis bevat het adenosine-derivaat Cordycepin wat de afweer tegen micro-organismen ondersteunt⁷

Enzymen

Vooral het mycelium van de paddenstoel is rijk aan enzymen. In het mycelium worden voedingsstoffen vanuit de ondergrond opgenomen en middels enzymatische reacties omgezet naar bioactieve nutriënten die door de paddenstoel gebruikt kunnen worden.

- Paddenstoelen bevatten onder andere antioxidant enzymen zoals Superoxide Dismutase (SOD) en peroxidase⁸, proteases⁹ en CYP450 enzymen die de detoxificatie ondersteunen¹⁰

Terpenen

Terpenen zijn bioactieve stoffen uit paddenstoelen met uiteenlopende gezondheidsbevorderende eigenschappen. Er zijn bijna 300 verschillende terpenen bekend. Deze terpenen hebben onder andere anti-oxidatieve capaciteit, ondersteunen het immuunsysteem, helpen bij ontstekingsmechanismen en dragen bij aan de balans in bloedlipiden.¹¹

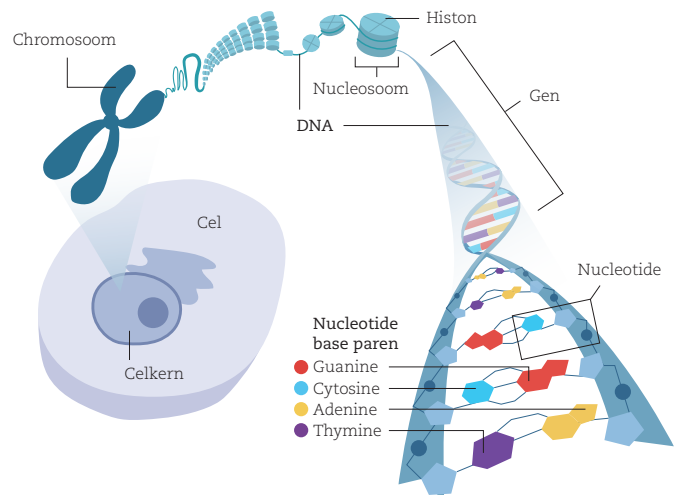
Polyfenolen

Polyfenolen zijn de belangrijkste anti-oxidatieve nutriënten van paddenstoelen.¹² Deze bevinden zich in het vruchtlichaam, het mycelium en in de primordia.¹³

- Polyfenolen uit onder andere paddenstoelen dragen bij aan de verlaging van oxidatieve stress¹⁴
- De anti-oxidatieve capaciteit van paddenstoelen draagt voor een belangrijk deel bij aan de ondersteunende effecten van paddenstoelen op het immuunsysteem¹³

Aminozuren

- Paddenstoelen bevatten alle essentiële aminozuren en bijna alle niet-essentiële aminozuren.⁴ Dit maakt dat paddenstoelen een goede bron zijn van aminozuren, ook voor vegetariërs en veganisten die minder of geen dierlijke aminozuren binnenkrijgen. Aminozuren zijn belangrijk voor de algehele gezondheid.



Figuur 4. Nucleotiden als bouwstenen van DNA en RNA

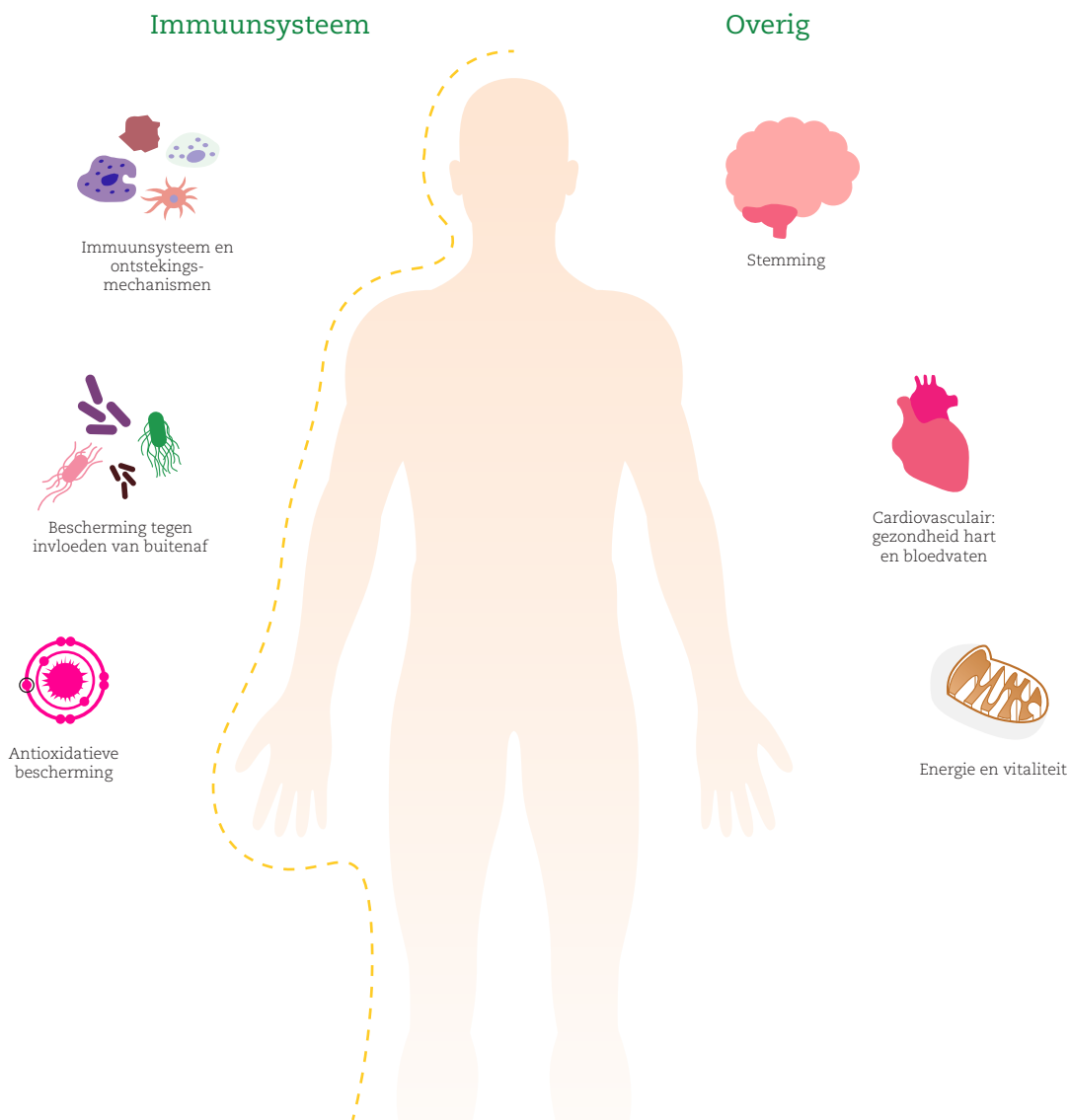
Essentieel aminozuur	Betrokken bij
Histidine	Zenuwstelsel, histamineproductie (immuunsysteem), vruchtbaarheid, spijsvertering
Leucine	Bloedsuikerregulatie, spieren, botten, wondgenezing, productie groeihormoon
Isoleucine	Immuunsysteem, wondgenezing, bloedsuikerregulatie, hormoonproductie, regulatie energielevel
Lysine	Immuunsysteem, spieren en botten, gemoedstoestand, hormoonregulatie
Methionine	Huid, haar en nagels, opname selenium en zink, detoxificatie zware metalen
Fenylalanine	Cognitieve functie
Tryptofaan	Slaap (melatonine), gemoedstoestand en eetlust (serotonine)
Valine	Cognitieve functie, gemoedstoestand, spierwerking
Threonine	Huid en tanden, vetmetabolisme, gemoedstoestand

Tabel 1. Ondersteuning van aminozuren in de gezondheid¹⁵

Ondersteuning van de gezondheid met paddenstoelen

Paddenstoelen worden onder andere gebruikt ter ondersteuning van het immuunsysteem. Via verschillende mechanismen, onder andere activatie van immuuncellen en anti-oxidatieve bescherming, ondersteunen paddenstoelen het immuunsysteem. Naast ondersteuning van het immuunsysteem kunnen paddenstoelen ook helpen in het behoud van onder andere een gezond hart en gezonde bloedvaten, ondersteunen ze de stemming en kunnen ze bijdragen aan vitaliteit en energie.

Ondersteuning van paddenstoelen in de gezondheid



Figuur 5. Paddenstoelen hebben diverse toepassingsmogelijkheden, een combinatie van verschillende paddenstoelen zorgt voor synergie

Ondersteuning van het immuunsysteem

Immuunsysteem en ontstekingsmechanismen

Immuuncellen en immuunstoffen zijn belangrijk in de verdediging van het lichaam tegen invloeden van buitenaf, maar ook voor immuun- en ontstekingsgerelateerde processen in het lichaam. Paddenstoelen zijn in staat om het immuunsysteem en ontstekingsmechanismen te moduleren.

- Paddenstoelen hebben immuun modulerende eigenschappen en ondersteunen de werking van onder andere lymfocyten, macrofagen, T-cellen, dendritische cellen en Natural Killer cellen (NK cellen)^{2,16}
- Via modulatie van immuun- en ontstekingsmechanismen kunnen paddenstoelen ondersteuning bieden bij inflammatie^{17,18}
- Stimulatie van immuuncellen door met name bèta-glucaan uit paddenstoelen bevordert de afgifte van pro-inflammatoire cytokines, stikstofdioxide, waterstof peroxide, lysosomale enzymen en de activatie van het arachidonzuur metabolisme^{2,19,20}
- Uit onderzoek blijkt dat een mengsel van verschillende paddenstoelen een sterker immuun-modulerend effect heeft dan enkelvoudige paddenstoelen²¹

Anti-oxidatieve bescherming

Oxidatieve stress kan nadelige invloed hebben op de gezondheid en is gerelateerd aan diverse chronische aandoeningen. Het lichaam neutraliseert vrije radicalen middels antioxidant en anti-oxidatieve enzymen te neutraliseren.

- Paddenstoelen bevatten enzymatische en niet-enzymatische bestanddelen met antioxidant eigenschappen, zoals Superoxide Dismutase (SOD), catalase, glutathion, enzymen die betrokken zijn bij de glutathion stofwisseling, vitamine C en vitamine E²²
- Paddenstoelen zijn in staat de activiteit van antioxidant enzymen te vergroten¹⁷
- De chaga paddenstoel is rijk aan melanine, een pigmentstof met hoge antioxidant activiteit²³

Bescherming tegen invloeden van buitenaf

In het geval lichaamsvreemde stoffen het lichaam zijn binnengedrongen, is het immuunsysteem actief. Met name de polysachariden uit paddenstoelen kunnen ondersteuning bieden.²⁴

- De polysacharide lentinan uit de Shii-take paddenstoel verhoogt de productie van interferon, een cytokine die betrokken is bij de virale afweer²⁴
- Polysachariden uit de Chaga paddenstoel zijn in staat de vermenigvuldiging van virusdeeltjes²⁴ en bacteriën²³ te remmen
- Agaricus blazei kan via anti-oxidatieve werking, ondersteuning op het immuunsysteem en ontstekingsreacties gunstig effect hebben bij parasitaire infecties²⁵
- Cordyceps sinensis bevat het adenosine-derivaat Cordycepin wat, samen met ophiocordin, de afweer tegen micro-organismen ondersteunt^{7,26}
- Paddenstoelen van de Agarius soorten vertonen activiteit tegen schimmels en bacteriën²⁷

Paddenstoel	Immuunmodulatie	Antioxidatieve bescherming	Bescherming tegen invloeden van buitenaf
Agaricus	+++++	++	++
Chaga	++++	++++	++
Cordyceps	+++	++	+++
Maitake	++++	+++	++
Reishi	++++	+++	+++
Shii-take	++++	+++	+++

Tabel 2. Ondersteuning van enkele bekende paddenstoelen op het immuunsysteem

Ondersteuning van overige gezondheidsaspecten

Naast ondersteuning van het immuunsysteem kunnen paddenstoelen ook bredere ondersteuning bieden.

Stemming

- Paddenstoelen zijn een belangrijke bron van aminozuren en leveren relatief veel L-tryptofaan. Dit is de voorloper van serotonine (het 'gelukshormoon') en melatonine (het 'slaaphormoon')²⁸
- Paddenstoelen bevatten een kleine hoeveelheid serotonine dat via de hersen-darm-as betrokken is bij de stemming²⁸

Cardiovasculaire gezondheid

De meeste paddenstoelen ondersteunen de cardiovasculaire gezondheid. Voornamelijk vanwege invloed op ontstekingsmechanismen, de antioxidant capaciteit, en stabiliserende effecten op bloedlipiden en bloedglucose.⁴

- Via anti-oxidatieve eigenschappen, modulatie van ontstekingsmechanismen en invloed op bloedlipiden, hebben paddenstoelen de potentie om de gezondheid van hart en bloedvaten te beschermen²⁹
- Net als groenten, fruit, thee, cacao en koffie zijn ook paddenstoelen rijk aan polyfenolen met belangrijke anti-oxidatieve eigenschappen wat belangrijk is voor de cardiovasculaire gezondheid¹⁴
- Polysachariden en triterpenen uit paddenstoelen, waaronder de Agaricus blazei en Shii-take, hebben gunstige effecten op het bloedsuikergehalte en dragen bij aan een goede insuline gevoeligheid³⁰⁻³²

Energie en vitaliteit

Paddenstoelen worden in Azië al duizenden jaren gebruikt ter ondersteuning van de energie en vitaliteit. Diverse nutriënten uit de paddenstoelen dragen hieraan bij.

- Polysachariden, nucleotiden, polyfenolen en triterpenen uit paddenstoelen ondersteunen bij vermoeidheid³³
- Paddenstoelen, waaronder Cordyceps sinensis en Shii-take, verminderen de productie van melkzuur en reguleren de opslag van glycogeen³³
- Diverse paddenstoelen ondersteunen de vitaliteit, kwaliteit van leven en energie^{4,34}

Overzicht van paddenstoelen met hun belangrijkste nutriënten en eigenschappen

Paddenstoel	Groeimedium (hout, mest, parasitair)	Belangrijke nutriënten	Eigenschappen
Agaricus	Paardenmest	Polysachariden (bèta-glucanen)	Immuun-modulatie, Anti-oxidatief, Bloedsuikerregulatie
Chaga	Berkenhout	Melanine Polysachariden	Anti-oxidatief, Immuun-modulatie, Bescherming tegen micro-organismen
Cordyceps	Mest en parasiterend op rups	Nucleotidezuren (o.a. cordycepin) Ophiocordin Polysachariden	Bescherming tegen micro-organismen, Immuun-modulatie, Energie-, vet- en bloedsuikerregulatie
Maitake	Eiken-, kastanje-, beukenhout	Polysachariden (alfa- en bèta-glucanen, o.a. 'D-fractie')	Immuun-modulatie, Bloedsuikerregulatie, Anti-oxidatief
Reishi	Eikenhout	Triterpenen Polysachariden (alfa- en bèta-glucanen)	Immuun-modulatie, Anti-oxidatief, Bloedsuikerregulatie, Bescherming tegen micro-organismen
Shii-take	Eikenhout	Polysachariden (alfa- en bèta-glucanen, o.a. lentinaan)	Immuun-modulatie, Bescherming tegen micro-organismen, Vet- en bloedsuikerregulatie, Anti-oxidatief

Tabel 3. Belangrijke nutriënten en eigenschappen van enkele bekende paddenstoelen^{23,26,35-38}

Interactieschema

Nutriënt	Interacties en contra-indicaties
Agaricus	Bij het gebruik van immuun-onderdrukkers is het raadzaam om te overleggen met de behandelend arts. Bij het gebruik van gebruik van bloed-glucose verlagende middelen is het raadzaam om bloedsuikerwaarden te controleren. Gebruik tijdens de zwangerschap of de borstvoeding wordt afgeraden
Chaga	Bij het gebruik van bloedverdunners en immuun-onderdrukkers is het raadzaam om te overleggen met de behandelend arts. Bij het gebruik van gebruik van bloedglucose verlagende middelen is het raadzaam om bloedsuikerwaarden te controleren. Gebruik tijdens de zwangerschap of de borstvoeding wordt afgeraden
Cordyceps	Bij het gebruik van immuun-onderdrukkers en bloedverdunners is het raadzaam om te overleggen met de behandelend arts. Gebruik tijdens de zwangerschap of de borstvoeding wordt afgeraden
Maitake	Bij het gebruik van immuun-onderdrukkers en bloedverdunners is het raadzaam om te overleggen met de behandelend arts. Bij het gebruik van gebruik van bloedglucose en bloeddruk verlagende middelen is het raadzaam om respectievelijk bloedsuikerwaarden en de bloeddruk te controleren. Gebruik tijdens de zwangerschap of de borstvoeding wordt afgeraden
Reishi	Bij het gebruik van immuun-onderdrukkers is het raadzaam om te overleggen met de behandelend arts. Gebruik tijdens de zwangerschap of de borstvoeding wordt afgeraden
Shii-take	Bij het gebruik van immuun-onderdrukkers is het raadzaam om te overleggen met de behandelend arts. Gebruik tijdens de zwangerschap of de borstvoeding wordt afgeraden

Referenties

1. Zhang et al. 2016. *Molecules*. Jul; 21(7): 938.
2. Hetland, 2008. *Scan J Immunology* 68, 363–370
3. Smiderle, 2011. *BMC Compl Altern Med*, 11:58
4. Michiels, 2014. Amsterdam, Nederland: Frontier Publishing
5. Riera et al. 2013. *J Int Soc Sports Nutr*. Apr 8;10(1):20
6. Hess, J.R. et al. 2012. *Nutr Clin Pract*. Apr;27(2):281-94.
7. Huang et al. *PLoS One*. 2019 Jun 14;14(6):e0218449.
8. Dama et al. 2010. *J Food Sci Technol*. Dec; 47(6): 650–655.
9. Nakamura et al. 2011. *Mycoscience*. Vol 52(4), p: 234-241
10. Crešnar. 2011. *Biochim Biophys Acta*. Jan;1814(1):29-35.
11. Duru et al. 2015. *Rec Nat Prod* 9:4. 456-483
12. Dhakal et al. 2019. *Int J Mol Sci*. Oct; 20(20): 5090.
13. Kozarski et al. 2015. *Molecules*. Oct 27;20(10):19489-525.
14. Cheng et al. 2017. *Oxid Med Cell Longev*; 2017: 8526438.
15. Medical News Today. URL (geraadpleegd op 15-12-2020): <https://www.medicalnewstoday.com/articles/324229>
16. Guggenheim et al. 2014. *Integr Med (Encinitas)*. Feb;13(1):32-44.
17. Bhardwaj et al. 2014. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov*; 8(2):104-17.
18. Førland et al. 2010. *Scand J Immunology* 73, 66–75
19. Fang et al. 2016. *Int J Med Mushrooms*, 18(2): 123–132
20. Kozarski et al. 2011. *Food Chemistry* 129. 1667–1675
21. Mallard et al. 2019. *PLoS ONE* 14(11): e0224740.
22. Islam et al. 2019. *Int J Med Mushrooms*. 2019;21(3):237-251.
23. Balandaykin et al. 2015. *Int J Med Mushrooms*, 17(2): 95–104
24. Shahzad et al. 2020. *Nutrients* 2020, 12, 2573;
25. Val et al. 2015. *Malar J*. 14:311
26. Das et al. 2010. *Fitoterapia* 81 (2010) 961–968.
27. Stojkovic et al. 2014. *Food Funct*, 5, 1602
28. Muszyńska et al. 2015. *Psychiatr Pol*. May-Jun 2015;49(3):435-53.
29. Amirullah et al. 2018. *Food Res Int*. Mar;105:517-536.
30. Yang et al. 2019. *Int J Biol Macromol*. 2019 Apr 1;126:466-474.
31. Wińska et al. 2019. *Molecules*. Nov; 24(22): 4075.
32. Martel et al. 2017. *Nat Rev Endocrinol*. Mar;13(3):149-160.
33. Geng et al. 2017. *Biomed Res Int*.: 9648496.
34. Talcott et al. 2007. *BMC Compl Altern Med*. 7:32
35. PDQ Integrative, Alternative, and Complementary Therapies Editorial Board. 2020 Oct 5. In: *PDQ Cancer Information Summaries [Internet]*. Bethesda (MD): National Cancer Institute (US); 2002
36. Wachtel-Galor et al. 2011. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; Chapter 9.
37. He et al. 2017. *Int J Biol Macromolecules* 101. 910–921
38. Bisen et al. 2010. *Cur Med Chem*, 2010, 17, 2419-2430