



Fytonutriënten: klein, maar fijn

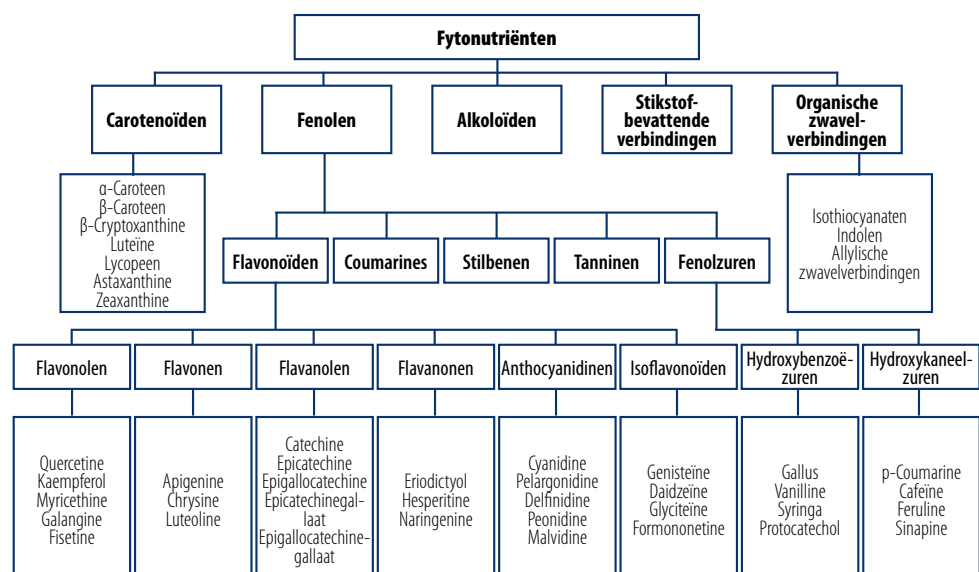
'Fyto-' is afgeleid van het Griekse 'phytos', wat 'plant' betekent. Fytonutriënten of fytochemicaliën zijn chemische verbindingen die van nature voorkomen in planten. Deze termen refereren aan chemicaliën (stoffen) die mogelijk invloed hebben op de gezondheid, maar niet worden gezien als essentiële nutriënten. Het zijn bioactieve plantaardige stoffen die voorkomen in fruit, groenten, granen en andere plantaardige voeding en die gekoppeld zijn aan het verminderen van het risico op ernstige chronische ziekten.^(1,2,3)

Er zijn naar schatting meer dan 5000 fytonutriënten geïdentificeerd in verschillende soorten fruit, groenten en granen. Er is echter ook nog een percentage onbekend. Tegelijkertijd is er steeds meer wetenschappelijk bewijs dat suggereert dat de gezondheidsvoordelen van fytonutriënten misschien nog wel groter zijn dan

tot nu toe bekend. Dit voornamelijk omdat oxidatieve stress geïnduceerd door vrije radicalen ten grondslag ligt aan vele chronische aandoeningen en fytonutriënten hoofdzakelijk een antioxiderende werking hebben.^(1,3,4)

Oxidatieve stress is een stofwisselingsstoestand waarbij er meer reactieve zuurstofverbindingen (ROS, reactive oxygen species) vrijkomen dan gebruikelijk. ROS zijn bijproducten van de normale zuurstofstofwisseling. Als deze verbindingen echter in overmaat aanwezig zijn kunnen zij schade toebrengen aan alle delen van de cel.

Fytonutriënten kunnen worden geclassificeerd in carotenoïden, fenolen, alkaloiden, stikstof bevattende verbindingen en organische zwavelverbindingen zoals te zien in het figuur hieronder.



Figuur 1. Overzicht fytonutriënten.⁽⁴⁾

Wanneer het gaat om onderzoek specifiek naar fytonutriënten, is er hoofdzakelijk onderzoek verricht naar carotenoïden en fenolen. Het zijn dan ook deze nutriënten waar de meeste gezondheidsbevorderende effecten aan toegeschreven worden, voornamelijk omdat plantaardige voeding erg rijk is aan deze stoffen.⁽⁴⁾ Van de fenolgroep wordt specifiek de flavonoïden subgroep geacht voor positieve effecten op de gezondheid te zorgen.⁽⁵⁾

Tomatensap, spinazie, boerenkool, bieten, wortelen, en broccoli bevatten veel **carotenoïden**.

Carotenoïden

Carotenoïden zijn veel voorkomende pigmenten in de natuur die kleur geven aan groenten en fruit en daarnaast ook een rol spelen als provitamine en antioxidant.⁽⁴⁾ In het menselijke dieet komen voornamelijk β -caroteen, α -caroteen, lycopene, luteïne en cryptoxanthine voor (samen 90% van de totale hoeveelheid carotenoïden).^(5,6) Carotenoïden spelen een grote rol in de fotoprotectie (bescherming bij oxidatieve stress) van planten waarbij ze belangrijk zijn bij het verminderen en deactiveren van singletzuurstof of andere ROS. Deze werking wordt gerelateerd aan de antioxiderende werking in humane gezondheid.⁽⁴⁾ De antioxiderende eigenschappen van de carotenoïden worden verantwoordelijk gehouden voor hun heilzame effecten.⁽⁵⁾ Carotenoïden kunnen met vrije radicalen reageren zodat deze hun schadelijke eigenschappen verliezen en kunnen wanneer voldoende aanwezig oxidatie van lipiden en daaraan gerelateerde oxidatieve stress voorkomen.⁽⁴⁾

Vrije radicalen zijn stoffen met een sterk oxiderende werking, wat wil zeggen dat ze elektronen stelen bij andere stoffen. Ze vallen moleculen en genen aan en veranderen deze van structuur. Hierdoor worden ceileigenschappen veranderd wat de gezondheid van het lichaam niet ten goede komt.

Verschillende epidemiologische studies hebben een omgekeerd evenredig verband aangetoond tussen inname van carotenoïden en risico op chronische ziekten. Lycopene en β -caroteen zijn voorbeelden van carotenoïden die veel voorkomen in het humane voedingspatroon. Tomatensap, spinazie, bieten, wortelen, en broccoli bevatten veel van deze carotenoïden. β -Caroteen en lycopene worden

voornamelijk in verband gebracht met een lager risico op cardiovasculaire ziekten en bepaalde kankers.^(5,6)

Gevolgen van oxidatieve stress zijn dat cellen meer energie gaan verbruiken om de beschadiging(en) te bestrijden. Ook wordt het DNA beschadigd, omdat ROS ook reageren met eiwitten (de bouwstenen van het DNA). Aangestast DNA is een factor die bijdraagt aan een versneld verouderingsproces. Ook gaat de conditie van de huid en onderliggende bindweefsels achteruit door de beschadiging. En tot slot zorgt oxidatieve stress ook voor een verminderde weerstand.

β -Caroteen

Verschillende in vitro-experimenten met humane cellen hebben bewijs geleverd voor antioxidantende eigenschappen. β -Caroteen heeft bijvoorbeeld een beschermende werking bij het blootstellen van menselijke dermis fibroblasten (cellen in de huid die bijdragen aan de synthese van bindweefsel) aan UV-straling. Naast de gezondheidsverbeterende effecten van β -caroteen, zijn er ook aanwijzingen voor pro-oxiderende eigenschappen wanneer geconsumeerd in grote hoeveelheden. Maar om dit te bevestigen is er echter meer onderzoek nodig met β -caroteen bevattende voedingsmodellen.⁽⁵⁾ Van β -caroteen is wel bekend dat het omgezet kan worden in vitamine A (β -caroteen = provitamine A) dat goed is voor het immuunsysteem. Het onderzoek is zich de laatste tijd echter meer gaan richten op de rol van lycopene en de relatie met de gezondheid.^(5,6)

Lycopene

Lycopene wordt als een potente antioxidant en singletzuurstof-vanger beschouwd en is voornamelijk onderzocht in relatie tot de risico's op kanker, hart- en vaatziekten, hypertensie en osteoporose.⁽⁶⁾

Kanker

De rol van lycopene is het meest onderzocht in relatie met prostaatkanker. Maar er zijn tevens omgekeerd evenredige relaties gevonden met de inname van lycopene en andere kankers. Een verhoogde lycopene-inname met als gevolg een verhoogd serumniveau kan de kans op verschillende kankers doen verlagen.⁽⁶⁾ Lycopene kan namelijk als krachtige antioxidant cellen beschermen tegen oxidatieve schade en daarmee de kans op verschillende soorten

kanker mogelijk verminderen. Er werd bij (prostaat)kankerpatiënten namelijk een verlaagde lycopeenspiegel geconstateerd. Dit komt vaak voor in combinatie met een verhoogde prostaatspecifiek antigeen (PSA) spiegel en toegenomen oxidatie van lipiden en proteïnen wat duidt op een hogere mate van oxidatieve stress bij deze patiënten. Na het toedienen van 30 mg lycoppeen per dag verminderde de oxidatieve schade aan DNA en daalde de PSA concentratie met 20%. Dit geeft aan dat lycoppeen mogelijk niet alleen een rol speelt in het voorkomen van kanker, maar ook het behandelen ervan.^(6,7)

PSA is een eiwit dat normaal in geringe mate in het bloed aanwezig is. De hoeveelheid PSA in het bloed is een maat voor de activiteit van de prostaat. Bij prostaatkanker en/of oxidatieve stress is vaak de totale PSA concentratie in het bloed verhoogd.

Hart- en vaatziekten

Een onderzoek waarin gekeken werd naar de relatie tussen lycoppeen en een acuut myocardinfarct (hartinfarct) gaf aan dat de inname van lycoppeen in verband stond met het risico op een hartinfarct.⁽⁸⁾ Er wordt van lycoppeen ook gesuggereerd dat het een reducerend effect heeft op LDL- en totaal-cholesterolgehalte in het bloedserum wat kan resulteren in een verminderd risico op hart- en vaatziekten. Hoewel er enig (kleinschalig) bewijs voor deze effecten bestaat, moeten grotere, goed gecontroleerde humane studies dit gegeven in de toekomst bevestigen.^(5,6)

LDL, Low Density Lipoproteïne. Hoge concentraties LDL zijn een indicatie voor een verhoogd risico op een hartinfarct en atherosclerose.

Osteoporose

Osteoporose is de meest voorkomende metabole botziekte en wordt geassocieerd met oxidatieve stress. Oxidatieve stress in de botten heeft effect op de functies van zowel de osteoclasten als de osteoblasten. Antioxidanten, zoals lycoppeen, kunnen de schadelijke effecten van deze oxidatieve stress tegengaan. Van lycoppeen wordt gedacht dat het een stimulerend effect heeft op de celdeling en vorming van alkalische

Osteoclasten breken bot af. **Osteoblasten** bouwen bot op. Bij osteoporose hebben de osteoclasten de overhand.

fosfatase (botformatie-indicator) door osteoblasten, terwijl het aan de andere kant een remmend effect heeft op de formatie van osteoclasten.^(6,9)

Hoewel grote humane studies uitblijven zijn er kleinschalige bevindingen dat lycoppeen ook positieve effecten kan hebben op ziekten zoals hypertensie, onvruchtbaarheid (bij mannen), longemfyseem en neurodegeneratieve ziekten zoals Alzheimer, Parkinson en ALS. Bij de laatste drie op basis van de relatie van dergelijke aandoeningen met oxidatieve stress. Een hoge behoefte aan zuurstof, maar een beperkte antioxidatieve capaciteit maken de hersenen kwetsbaar voor oxidatieve schade. Gezien het feit dat lycoppeen de BHB (bloed-hersenbarrière) kan passeren en een krachtige antioxiderende werking heeft zou er een mogelijkheid kunnen bestaan voor een positieve gezondheidsrelatie. Op dit vlak zullen echter ook meer humane studies moeten plaatsvinden om het consumeren van lycoppeen definitief te kunnen relateren aan een betere gezondheid.⁽⁶⁾

(Poly)Fenolen

Fenolen zijn secundaire metabolieten, bijproducten van het primaire metabolisme (o.a. fotosynthese, citroenzuurcyclus) in planten, die niet noodzakelijk zijn voor het overleven van de plant maar wel bijdragen aan zijn overlevingskansen. Fenolen zijn van essentieel belang in de voortplanting en groei van planten; daarnaast vormen ze het afweermechanisme tegen pathogene stoffen, parasieten en andere natuurlijke vijanden. Daarnaast dragen ze net zoals carotenoïden bij aan de kleur van planten.⁽⁴⁾ Fenolen komen in planten voornamelijk voor als polyfenolen (poly = meer dan één/meerdere).

Appels, bessen, broccoli, spinazie, wortelen en kolen zijn de voornaamste bronnen van **fenolen**.

Wanneer aanwezig in voeding zouden fenolen, gezien hun rol in planten, voordelen voor de gezondheid kunnen opleveren in de vorm van een verminderde kans op chronische ziekten zoals kanker.⁽¹⁰⁾ Appels, broccoli, spinazie, wortelen en kolen zijn de voornaamste bronnen van fenolen.⁽⁴⁾ Vooral de schillen van vruchten hebben een hoog gehalte aan polyfenolen. De dagelijkse inname van polyfenolen is ongeveer 1 gram, waarvan 2/3 bestaat uit flavonoïden en 1/3 uit fenolzuren.^(10,11)

Polyfenolen zijn als natuurlijk voorkomende antioxidanten goede kandidaten voor een beschermende werking tegen ziektebeelden zoals hart- en vaatziekten en kanker. Uit een meta-analyse blijkt dat er op basis van verschillende humane studies gesuggereerd wordt dat het eten van polyfenolen voordelen heeft voor de gezondheid. Naast hun antioxiderende werking hebben dierproefmodellen en in vitro-studies mogelijkheden getoond op onder andere het gebied van apoptose-inductie en het remmen van celdeling en angiogenese.⁽¹²⁾

Celdeling en angiogenese (vorming van bloedvaten) zijn twee essentiële processen bij kanker. Het remmen van deze twee processen zorgt voor verminderde tumorgroei.

Hart- en vaatziekten

Verschiedende meta-analyses maken melding van humane studies die polyfenolen in verband brengen met een positieve uitwerking op de gezondheid.^(12,13,14,15) Een aantal studies toonden een afname van wel 65% op het gebied van mortaliteit en risico op hart- en vaatziekten. Er zijn in Nederland en in de Verenigde Staten verschillende studies geweest met een grote patiëntenpopulatie waar deze bevindingen uit bleken. In een enkele studie werd echter het effect alleen gezien bij mannen met een voorgeschiedenis van hart- en vaatziekten.^(12,13)

Door middel van dierproefmodellen heeft men geprobeerd te ontdekken wat het achterliggende mechanisme is. Er zijn signalen dat polyfenolen een positieve uitwerking hebben op de cholesterolconcentraties in het bloed.^(14,16) Polyfenolen uit appel vertonen een hypocholesterolemische activiteit (hypo = laag). Polyfenolen hebben geen directe uitwerking op cholesterol, maar werken indirect via het verkleinen van de ratio tussen non-HDL-cholesterol en HDL-cholesterol. Daarnaast staan polyfenolen ook in verband met de concentratie CETP op een dosisafhankelijke manier.⁽¹⁶⁾

CETP, cholesteryl ester transport proteïne speelt een rol bij het cholesteroltransport in de bloedbaan. Een teveel aan CETP verhoogt de kans op atherosclerose (aderverkalking).

Kanker

Van de fenolen heeft de subgroep fenol-

zuren vanwege hun antioxiderende eigenschappen mogelijk een anti-carcinogene (carcinogene = kankerverwekkende) werking. Cafeïnezuur is een nutriënt dat veel in appels voorkomt en in dierproeven een anti-carcinogene werking vertoonde. Uit enkele humane studies is gebleken dat fenolen, specifiek de subgroepen flavanolen en flavonen, mogelijk de kans op longkanker en darmkanker kunnen verlagen.^(10,12,14)

Flavonoïden

Flavonoïden zijn een subgroep van de fenolen met tevens een antioxiderende werking, die ook veel voorkomen in fruit en groenten en belangrijk zijn voor de vitamine C-stofwisseling. Er zijn er meer dan 400 in de natuur gevonden. Flavonoïden zijn gekoppeld aan het verminderen van de kans op verschillende chronische ziekten zoals bovengenoemde hart- en vaatziekten en kanker. Er wordt geschat dat de gemiddelde persoon ongeveer 650 mg per dag binnenkrijgt.^(4,14,15) Flavonoïden zijn ook weer verder opgedeeld in verschillende subgroepen, waarvan de subgroep flavanolen er één is. Quercetine is een flavonol die veel in relatie wordt gebracht met mogelijke gezondheidsbevorderende effecten.⁽¹³⁾

Quercetine (flavonol)

Uit recent onderzoek van TNO is gebleken dat quercetine positieve effecten heeft op ontsteking, oxidatieve stress en ongewenste celgroei.⁽¹⁷⁾ Quercetine is een polyfenol (flavonoïde) dat onder andere veel voorkomt in appels en groene bladgroenten en gekenmerkt wordt door zijn antioxidatieve en anti-inflammatoire eigenschappen die bijdragen aan het voorkomen van hart- en vaatziekten.⁽¹¹⁾ Een Zweeds onderzoek heeft zelfs aangetoond dat een hoge dagelijkse dosering quercetine anti-carcinogeen kan werken en dat de beschermende werking voornamelijk sterk is bij vrouwen die blootstaan aan oxidatieve stress.⁽¹⁸⁾

H₂O₂ geïnduceerde lipidenperoxidatie wil zeggen dat er door de aanwezigheid van H₂O₂ en daaruit gevormde vrije radicalen oxidatieve degeneratie van de lipiden in het celmembraan optreedt, wat voor celschade zorgt.

Met behulp van humane in vitro-modellen is gebleken dat quercetine bescherming biedt tegen H₂O₂ geïnduceerde lipidenperoxidatie. Met vitamine E, een veel

gebruikte referentie voor antioxidatieve effecten, als controle blijkt quercetine een vergelijkbaar positief effect te hebben.⁽¹⁷⁾

In vivo blijkt quercetine humaan C-reactive protein (CRP) te verminderen, waardoor er op de korte termijn anti-ontstekings-effecten kunnen worden waargenomen en het risico op hart- en vaatziekten afneemt.⁽¹⁷⁾

CRP is een acutefase-eiwit, wat wil zeggen dat de concentratie in het bloed verandert bij een ontsteking. Er is kort na het ontstaan van een ontsteking al een verhoogde concentratie CRP waar te nemen in het bloed.

Groenten en fruit

Voedingsrichtlijnen bevelen in toenemende mate groente- en fruitconsumptie aan. Het eten van 2 ons groenten en 2 stuks fruit of 'An apple a day, keeps the doctor away' zijn algemeen bekende richtlijnen. Het komt erop neer dat het eten van 5 stuks fruit en/of groenten per dag goed voor je gezondheid is. Groenten en fruit zitten boordevol met voedingsstoffen, die je lichaam gezond houden en beschermen tegen allerlei ziekten en aandoeningen. Groenten en fruit zijn namelijk goede bronnen van antioxidanten die de schadelijke effecten van oxidatieve stress verlichten. Oxidatieve stress levert op zijn beurt een belangrijke bijdrage aan de kans op het ontwikkelen van chronische ziekten zoals kanker, hart- en vaatziekten, en diabetes.^(1,19,20)

De Voedsel Consumptie Peiling heeft geconstateerd dat de gemiddelde Nederlander de helft van de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid groente en fruit consumeert. Daarbij komt ook nog eens dat 45% van de volwassenen en 15 % van de kinderen lijdt aan overgewicht, waar het eten van groente en fruit een goed hulpmiddel kan zijn bij de bestrijding hiervan.

Er zijn meerdere onderzoeken geweest naar de effecten van het eten van groenten en fruit op de gezondheid. In Nederland is bijvoorbeeld bij 20.069 mannen en vrouwen 10 jaar onderzoek gedaan naar coronaire hartziekten (CHD) in relatie met het eten van rauwe of verwerkte groenten. Hier wordt gesuggereerd dat het regelmatig tot vaak eten van groenten en fruit 34% minder kans geeft op CHD.⁽²¹⁾ Het niet (volgende) eten van groenten en fruit heeft niet alleen negatieve gevolgen voor de individuele gezondheid, maar ook voor de

volksgezondheid. Verschillende onderzoeken hebben uitgewezen dat een lage consumptie van groenten en fruit gerelateerd is aan het ontwikkelen van verschillende welvaartsziekten zoals voornamelijk hart- en vaatziekten en kanker.^(1,19,20,21,22,23)

Het eten van groenten en fruit is ook belangrijk voor het behouden van het zuur/base-evenwicht in het lichaam. Dit concept is in het verleden ontstaan, toen uit observaties is gebleken dat het eten van rauwe groenten en fruit gezondheidsbevorderende effecten heeft in relatie met een dergelijk evenwicht. Voeding draagt namelijk bij aan of een zure of een basische verschuiving van het evenwicht.⁽²⁴⁾ Er is gebleken dat het eten van rauwe groenten en fruit een basisch effect heeft en acidose (verzuring van het bloed) tegengaat.⁽²⁵⁾ Acidose heeft mogelijk effecten op het bot, de spieren en op het ontstaan van nierstenen.⁽²⁴⁾ Hoewel dit basische effect voornamelijk toegeschreven wordt aan mineralen is er een grote kans dat fytonutriënten door middel van synergie hier ook een rol in spelen.

Microalgen

Door het feit dat microalgen de voedingswaarde van humane voeding kunnen verhogen, kunnen ze een positieve bijdrage leveren aan de gezondheid. Het hoge gehalte aan proteïnen maakt dat microalgen een goede voedingsbron zijn. Daarbij komt dat de aminozuurpatronen van microalgen vergelijkbaar zijn met andere voedingsproteïnen en dat microalgen bronnen zijn van essentiële aminozuren voor mensen. Microalgen bevatten tevens koolhydraten in de vorm van zetmeel, glucose, suikers en andere polysachariden. Het lipidengehalte van microalgen varieert per soort van 1% tot wel 90%, ook afhankelijk van hoe ze verwerkt zijn, en ze bevatten zowel verzadigde als onverzadigde vetzuren. Microalgen zijn naast bovenstaande nutriënten ook een goede bron van vitaminen, zoals A, B1, B2, B3, B6, B12, C, E, biotine en foliumzuur. Tot slot zijn microalgen ook rijk aan pigmenten zoals carotenoiden en chlorofyl.^(26,27)

De hoeveelheid van alle bovengenoemde stoffen varieert echter wel door verschil-

Essentiële aminozuren

- Histidine
- Isoleucine
- Leucine
- Lysine
- Methionine
- Fenylnalanine
- Threonine
- Tryptofaan
- Valine

Product	Proteïnen	Koolhydraten	Lipiden
Bakkersgist	39%	38%	1%
Melk	26%	28%	28%
Rijst	8%	77%	2%
Sojabonen	37%	30%	20%
Spirulina	60-71%	13-16%	6-7%
Chlorella	51-58%	12-17%	14-22%

lende factoren zoals het milieu of manier van drogen. Microalgen zijn daarnaast zeer goed verteerbaar en daarom hangt er geen limiet aan hoeveel microalgen er in zijn geheel (gedroogd) toegevoegd kunnen worden aan het dieet of aan een specifiek voedingsproduct. Spirulina en Chlorella zijn twee van de vier rassen die veelvuldig commercieel worden toegepast.⁽²⁷⁾

Spirulina

Spirulina is een blauwalg, die zijn naam dankt aan zijn spiraalvormige filamenten. Naast het feit dat het voor 70% uit proteïne bestaat, is het rijk aan fenolzuren en bevat Spirulina voornamelijk vitamine B12, provitamine A en het mineraal ijzer.⁽²⁸⁾ Spirulina bevat alle essentiële aminozuren, echter wel met een verminderde hoeveelheid lysine en methionine.⁽²⁹⁾ Daarnaast bevat Spirulina in vergelijking met Chlorella vijf keer meer fenolen en heeft daardoor een groter antioxidant effect.⁽³⁰⁾ Daarnaast heeft Spirulina geen cellulose-bevattende celwanden, wat het makkelijker verteerbaar maakt.⁽²⁸⁾

Allergie

De literatuur geeft aan dat Spirulina een ontstekingsremmende werking heeft dankzij het tegengaan van histamine vrijlating door mestcellen bij een allergische reactie.⁽²⁸⁾ In proefdieronderzoek is namelijk aangetoond dat door de aanwezigheid van C-fycocyanine cyclooxygenase-2 (Cox-2) geremd wordt. Het remmen van Cox-2 heeft als gevolg dat er geen prostaglandinen vrijkomen in het bloed die, wanneer aanwezig, de vrijlating van histamine door mestcellen stimuleren.^(31,32) Daarnaast heeft C-fycocyanine ook een antioxidant effect (het kan vrije radicalen wegvangen), hetgeen nog meer zou kunnen bijdragen aan de ontstekingsremmende eigenschappen van Spirulina.⁽³³⁾ Er is tevens uit onderzoek gebleken dat het toevoegen van Spirulina aan het dieet een positief effect heeft op de cytokineproductie bij patiënten met allergische

rinitis. Een hoge dosis Spirulina (1000 tot 2000 mg per dag) bleek de IL-4 concentratie zelfs met 32% te reduceren.⁽³³⁾ Daarbij is er door middel van proefdieronderzoek aangetoond dat Spirulina de toename van IgE tegengaat en die van IgA stimuleert en hiermee bescherming biedt tegen door voeding geïnduceerde allergische reacties.^(28,33)

IL-4 is een essentiële cytokine die een belangrijke rol speelt bij een overgevoeligheid type 1 reactie zoals astma of hooikoorts.

Antiviraal

In vitro-onderzoek heeft aangetoond dat de actieve component van een Spirulina waterextract, een gesulfateerde polysaccharide 'calcium spirulan (Ca-Sp)', de replicatie van verschillende virussen met een virusenveloppe kan remmen. Onder andere het Herpes simplex type I-virus, het influenza A-virus, mazelen en HIV 1-virus. Op het gebied van HIV is het mogelijk dat Spirulina de replicatie remt in T-cellen, mononucleaire perifere bloedcellen en Langerhanscellen. Echter moeten deze bevindingen eerst nog verder onderzocht worden in proefdiermodellen en humane studies voordat er gezondheidsbevorderende effecten aan opgehangen kunnen worden.⁽²⁸⁾

Cholesterolverlagend

In een kleine studie met 15 mannelijke vrijwilligers met een dagelijkse inname van 4,2 gram Spirulina was na 8 weken een afname van het LDL-cholesterol geconstateerd. En ander onderzoek suggereert dat Spirulina tevens een positief effect heeft op de concentraties cholesterol, triglyceriden, LDL en HDL in het bloed.⁽²⁸⁾ Er zijn verschillende proefdier- en humane onderzoeken geweest naar de hypolipidemische werking van Spirulina.⁽³⁴⁾ Uit een onderzoek met gezonde vrijwilligers bleek dat een dagelijkse inname (4,5 g per dag gedurende 6 weken) tot 10% cholesterolverlaging kan zorgen, naast tot 28% afna-

me van triglyceriden en een 15% toename van HDL. Daarbij was er tevens sprake van een verlaging van de bloeddruk bij zowel mannen als vrouwen.⁽³⁵⁾

Andere effecten

Spirulina bevat ook β -caroteen met eerder beschreven antioxiderende effecten. Bovendien induceert het eerder genoemde C-fycocyanine apoptose (celdood) bij specifiek geactiveerde macrofagen. Dit laatste is echter nog niet in humane modellen onderzocht.^(28,34,36)

Chlorella

Chlorella is een ander soort microalg (eencellige groene alg) die veel gebruikt wordt als alternatief voedingsmiddel, waarvan gedacht wordt dat het een stimulerend effect heeft op het immuunsysteem en de detoxificatie. Het is een microalg die zich snel kan voortplanten zonder zuurstof, (alleen CO₂, water, zonlicht en een paar mineralen zijn daarvoor nodig) en daarnaast ook een goede bron is van verschillende nutriënten waaronder alle essentiële aminozuren.⁽³⁷⁾ Vergeleken met Spirulina is Chlorella een betere bron van chlorofyl. Het heeft tevens antioxiderende effecten om oxidatieve stress te verlichten.^(30,38)

Immuunsysteem

Laboratoriumonderzoek heeft uitgewezen dat extracten van Chlorella dankzij aanwezige polysachariden (koolhydraten) ontstekingsremmende effecten kunnen vertonen. Tevens is er uit datzelfde onderzoek gebleken dat Chlorella in vivo en in vitro bij vertraagde overgevoeligheidsreacties het immuunsysteem kan onderdrukken.⁽³⁹⁾

Chlorofyl is het meest voorkomende pigment (voor planten) op aarde. Het is cruciaal voor fotosynthese en de absorptie van zonlicht en daarom een goede bron van energie. Het heeft bijna dezelfde structuur als hemoglobine behalve dat magnesium de plaats inneemt van ijzer. Chlorofyl heeft de belangrijke taak reactieve zuurstofverbindingen weg te vangen.⁽⁴⁰⁾

Detoxificatie

β -1,3-glucan is naast chlorofyl ook een belangrijk bestanddeel van Chlorella met vergelijkbare functies zoals het wegvangen van vrije radicalen en het stimuleren van het immuunsysteem. Het schijnt daarnaast ook mogelijk een positieve uitwerking te hebben op maagzweren, wonden en verstopping. Tevens zou het preventief

kunnen werken tegen atherosclerose en hypercholesterolemie en het heeft mogelijk potentie als anti-carcinogeen.^(27,37)

Grassen

Gerstegras

Gerst (barley) is een graan dat in veel landen als hoofdvoedsel wordt gebruikt en is veel voorkomend in verschillende producten zoals brood en soep. Recente onderzoeksresultaten suggereren dat gerstegras het totaal-cholesterol en LDL bij mensen met een mild verhoogd vetgehalte in het bloed zou kunnen verlagen.^(41,42,43) Wanneer een volkoren product ten minste 750 mg oplosbare vezels per portie bevat, mag er geclaimd worden dat het de kans op hart- en vaatziekten verlaagt.⁽⁴¹⁾ Gerst is namelijk erg rijk aan het oplosbare β -glucan, wat positieve effecten heeft op de LDL-cholesterol concentratie. Dit is gebleken uit een onderzoek met β -glucan concentraten in verschillende hoeveelheden (3 g en 5 g) waar tot wel 15% afname in LDL-cholesterol concentratie werd waargenomen.⁽⁴³⁾

Gras is er in overvloed, 9000 verschillende soorten bedekken een derde van deze planeet. Sinds oude tijden zijn grassen een voedselbron van de eerste orde, en ze zijn dat tot op de dag van vandaag. Vier van de vijf meest voorkomende gewassen zijn grassen. Gerstegras en tarwegras zijn twee veel (in sapvorm) geconsumeerde grassen die een gezondheidsbevorderende werking hebben. Sappen gemaakt van puur gras, en dus zonder sporen van zaden, zijn glutenvrij.

Tarwegras

Onbewerkt tarwegras bevat veel cellulose dat slecht verteerbaar is. Om die reden wordt tarwegras voor commercieel gebruik bewerkt tot sap of poeder. Tarwegras (wheat) bevat een compleet proteïnespectrum met ongeveer 30 enzymatische effecten en bestaat voor 70% uit chlorofyl.⁽⁴⁴⁾ Naast dat tarwegras alle essentiële aminozuren bevat (methionine echter in aanzienlijk mindere mate), zitten er ook zeer grote hoeveelheden asparagine in. Daarbij bevat tarwegras vitamine A, C en E, ijzer, calcium en magnesium.⁽⁴⁵⁾ Door de aanwezigheid van de flavonoïde apigenine heeft tarwegras (sap) mogelijk een ontstekingsremmende werking.^(45,46) Uit een studie naar de toxiciteit veroorzaakt door chemotherapie bij borstkanker bleek dat de toxiciteit van de kuur significant verlaagd

werd (17% tegenover 47%) als dagelijks 60 cc tarwegrassap werd ingenomen. Dit effect zou wellicht aan apigenine toegeschreven kunnen worden.⁽⁴⁵⁾ Tarwegras heeft mogelijk door de aanwezigheid van β -caroteen ook een antioxiderende werking.⁽⁴⁷⁾

Paddenstoelen

Paddenstoelen in relatie met gezondheid worden voornamelijk gekoppeld aan hun effecten op het gebied van kankerpreventie en immuunmodulerende/-stimulerende effecten.^(48,49) Paddenstoelen en paddenstoelextracten vertonen in vitro en in vivo anti-carcinogene effecten en stimuleren immuunreacties in experimentele modellen.^(48,50) Deze effecten worden voornamelijk toegeschreven aan de in paddenstoelen aanwezige polysachariden. Van de mogelijk bioactieve stoffen in paddenstoelen zijn de polysachariden het meest onderzocht en als meest potent bevonden.⁽⁴⁹⁾ Het mechanisme achter de mogelijke uitwerking op kanker en immuunmodulatie is toe te schrijven aan het verhogen van het aantal en/of de functie van macrofagen, NK-cellen en verschillende T-cellen.⁽⁴⁸⁾

Paddenstoelen vallen onder de schimmels en worden in Aziatische landen al honderden jaren gegeten en beschouwd als geneeskrachtig. Er wordt van paddenstoelen gedacht dat ze het immuunsysteem versterken en de gezondheid bevorderen.^(48,50)

Helaas zijn op bovengenoemde gebieden epidemiologische studies echter schaars, waardoor het moeilijk te extrapoleren valt naar humane doeleinden. Er zijn echter wel enkele aanwijzingen die duiden op een positief effect van het consumeren van paddenstoelen (≥ 10 gram verse of ≥ 4 gram gedroogde paddenstoelen per dag) en het risico op borstkanker.⁽⁵⁰⁾ Meer humane studies zijn nodig om de bovengenoemde effecten daadwerkelijk te bevestigen.

Biologisch

Enkele van de voornaamste redenen dat mensen biologisch voedsel kopen zijn dat het als voedzamer wordt beschouwd en vrij is van pesticiden. Er wordt verondersteld dat het gebruik van pesticiden het natuurlijk afweermechanisme van de plant zijn werk ontnaemt. Hierdoor maakt de plant minder afweerstoffen aan die door middel van het eten van deze plan-

Macrofagen zijn grote cellen die (schadelijke) lichaamsvreemde stoffen opruimen/opeten.

NK-cellen, (Natural Killer) zijn grote lymfocyten (witte bloedcellen) die een rol spelen bij celdoding en cytokine uitscheiding.

T-cellen, (T-lymfocyten) zijn afweercellen die een rol spelen bij specifieke afweer.

ten in ons lichaam terechtkomen en die gunstige effecten op onze gezondheid zouden kunnen hebben. Het behouden van het natuurlijke afweersysteem van planten door minder of geen pesticiden te gebruiken geeft de plant zijn natuurlijke gezondheidsbevorderende krachten terug. Er is het afgelopen decennium meer onderzoek gedaan naar de verschillen tussen biologische en conventionele voeding op het gebied van kwaliteit en veiligheid. Hieruit is gebleken dat er op biologisch geproduceerde voeding minder residuen van pesticiden aanwezig zijn.^(51,52)

Hoewel er op dit gebied meer onderzoek gewenst is, zijn er wel verschillende onderzoeken geweest naar het verschil tussen biologische en conventionele voeding. Uit deze onderzoeken is gebleken dat in sommige gevallen biologische groenten zoals spinazie en broccoli meer vitamine C en carotenoïden bevatten dan conventionele voeding.^(53,54) Het biologisch produceren van voedsel kan resulteren in het feit dat dergelijk voedsel tot één derde meer antioxidanten kan bevatten in vergelijking met conventioneel geproduceerd voedsel. Hoe meer antioxidanten, des te meer vrije radicalen kunnen er worden weggevangen, wat weefselschade vermindert en het verouderingsproces vertraagt.⁽⁵⁵⁾

Maar het is in dit geval altijd beter om complete voedingsproducten rijk aan antioxidanten te eten in plaats van antioxidant-supplementen aan het dieet toe te voegen. Antioxidanten uit planten activeren en moduleren namelijk biosynthetische stoffen in het lichaam. Daarnaast zijn de gezondheidseffecten van antioxidanten afhankelijk van aanwezige proporties en concentraties van andere bioactieve componenten.⁽⁵⁵⁾ Een maatstaf voor totale antioxiderende werking van voeding is de ORAC-waarde, waarin een toenemende interesse is, omdat er steeds meer bewijs is dat ROS een grote rol spelen in het verouderingsproces en de pathogenese

(ontstaan van een ziekte) van meerdere aandoeningen.⁽⁵⁶⁾

ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) staat voor het vermogen dat een voedingsmiddel en al zijn nutriënten (synergie) heeft in het wegvangen van vrije zuurstofradicalen. Van voeding, zoals spinazie en bosbessen, met een hoge ORAC-waarde is bewezen dat het de antioxiderende kracht van het bloed doet toenemen met als gevolg dat het de veroudering van zowel lichaam als hersenen kan vertragen.⁽⁵⁷⁾

Synergie

De natuurlijke combinatie van fytonutriënten in planten is verantwoordelijk voor de antioxiderende effecten. De fytonutriënten in appels hebben bijvoorbeeld ook een dergelijke antioxiderende werking. De antioxiderende waarde van 100 g appel staat gelijk aan 1500 mg vitamine C. Terwijl er in 100 g appel (met schil) maar 5,7 mg vitamine C zit. De antioxiderende werking komt dus merendeels van de fytonutriënten en niet van vitamine C. Dan zit er ook nog verschil in of de appel met of zonder schil geconsumeerd wordt. Kijkend naar de antiproliferatieve uitwerking op kankercellen blijken de fytonutriënten van 50 mg appel met schil voor 42% te remmen, terwijl 50 mg appel zonder schil tumorcelproliferatie met 23% remt.⁽²¹⁾ Appels bevatten dus verschillende bioactieve stoffen die in combinatie met elkaar op verschillende vlakken positieve effecten hebben op de gezondheid.

Er is nog een hoop te leren over de context waarin bioactieve componenten functioneren in de fysiologie van de bron van het voedsel, plant of dier. Alle voeding komt van levende organismen waarin de componenten interactie met elkaar vertonen om een werkend biologisch systeem te verwezenlijken. Deze natuurlijk voorkomende componenten en hun onderlinge interacties noemen we de voedingsmatrix. Deze matrix is relevant wanneer een plant of dier wordt geconsumeerd. De voedingsmatrix beïnvloedt namelijk menselijke biologische (fysiologische) processen die men in eerste instantie probeert te onderhouden door middel van het consumeren van voeding. De term voedingssynergie wordt gebruikt om het gezondheidseffect van de voedingsmatrix aan te duiden.⁽⁵⁸⁾

Positieve effecten van voeding op de gezondheid lijken sterker wanneer voedings-

stoffen bij elkaar in een synergetisch dieet zitten in tegenstelling tot losse voedingsstoffen.⁽⁵⁹⁾ Echter heeft veel onderzoek naar biologische effecten van bepaalde voeding zich beperkt tot onderzoek met enkelvoudige voedingsstoffen of voedingsbestanddelen, het reductionisme.⁽⁶⁰⁾ Hoewel de identificatie van bioactieve componenten in voeding mogelijk kan helpen bij het verklaren van een effect op de gezondheid, is dergelijke informatie hoogstwaarschijnlijk incompleet.⁽⁵⁸⁾ Het omarmen van het bestaan van fytochemicaliën/fytonutriënten heeft bijgedragen aan de shift naar deze reductionistische kijk op voeding.⁽⁶⁰⁾ Terwijl het hoogstwaarschijnlijk is dat voordelen voor de gezondheid worden bepaald door de totaliteit van het dieet. Het effect van een nutriënt kan variëren afhankelijk van of het in geconcentreerde vorm is genomen of dat het onderdeel is van een voedingsmatrix.⁽⁵⁹⁾

Het is niet terecht de verminderde kans op hartfalen en diabetes met het eten van meer noten en granen toe te schrijven aan één specifiek fytonutriënt. De kans is net zo groot dat dit effect wordt veroorzaakt door interacties van bepaalde nutriënten en chemicaliën.^(4,60) Er is bijvoorbeeld in vitro aangetoond dat vitamine C in synergie met isoflavonoïden oxidatie van LDL-cholesterol belemmert en daarom de incidentie van kanker en hartziekten zou kunnen verlagen.⁽⁶⁰⁾

Een mooi voorbeeld van synergie en hoe iemands dieet invloed kan hebben op ziekte, is de DASH trial (Dietary Alternatives to Stop Hypertension). Meerdere onderzoeken hebben aangetoond dat vegetariërs over het algemeen een lagere gemiddelde bloeddruk en minder hypertensie hebben terwijl dit effect niet aan de werking van één specifieke (voedings)factor kon worden toegeschreven. De DASH-trial heeft aangetoond dat een dieet rijk aan fruit en groenten de bloeddruk verlaagt. En wanneer datzelfde dieet ook rijk is aan magere melkproducten de bloeddruk nog verder verlaagd wordt en dat een verminderde natrium-inname de bloeddruk zelfs nog verder kan verlagen.⁽⁶⁰⁾

Het bovenstaande onderzoek samengenomen met onderzoeken van hetzelfde kaliber draagt bij aan het mogelijke bewijs voor voedingssynergie en de invloed op de gezondheid. Synergie wijst erop dat het consumeren van diverse plantaardige

voedingsmiddelen belangrijk is voor de gezondheid, hetgeen het van publiekelijk gezondheidsbelang maakt. Het eten van alle eetbare delen van diverse planten wordt aanbevolen om de volledige biologische activiteit voor de gezondheid te benutten, terwijl mogelijke bijwerkingen belemmerd worden.⁽⁶¹⁾

Het is een gegeven dat het eten van groenten en fruit goed voor je is. Fytonutriënten spelen daar mogelijkere wijs een grote rol in. Producten die bovengenoemde nutriënten bevatten zullen daarom hoogstwaarschijnlijk ook goed voor je zijn. Om deze reden wordt er veel onderzoek gedaan naar afzonderlijke nutriënten. Uit deze onderzoeken kunnen potentiële gezondheidsbevorderende effecten gehaald worden.

Er is echter weinig bekend over hoe een dergelijke stof met andere stoffen reageert (synergie). Wordt het effect versterkt of juist afgezwakt, is het in combinatie met een bepaalde stof goed of juist slecht voor je? Zolang dit nog niet bekend is, is het belangrijk om voedingssupplementen met specifieke nutriënten louter als toevoeging te zien. Het is onverstandig om deze te zien en te gebruiken als vervanging van reguliere (gezonde) basisvoeding. Er moet wel vermeld worden dat wanneer gebruikt als supplement, het tekorten waar nodig zeker zal aanvullen. Daarnaast zegt het *in vitro* aantonen van effecten helaas nog niets over het mogelijke effect bij mensen. Voordat er gezondheidsgerelateerde oordelen over fytonutriënten en/of synergie tussen nutriënten gegeven mogen worden, zullen er eerst nog dierproeven en humane klinische studies gedaan moeten worden.

Eén ding is echter wel zeker: een gevarieerd voedingspatroon met voldoende groenten en fruit en hoogwaardige voeding zo rijk mogelijk aan fytonutriënten zijn een goede stap in de richting van een betere gezondheid.

Referenties

1. Liu RH. *Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals*. American Journal of Clinical Nutrition 2003 (78) 517-520
2. Kumar K et al. *Uptake of Pharmaceutical and Personal Care Products by Plants*. American Society of Agronomy Annual Meeting, Oct. 31-Nov. 4, 2010, Long Beach, CA.
3. Zhao J. *Nutraceuticals, Nutritional Therapy, Phytonutrients, and Phytotherapy for Improvement of Human Health: A Perspective on Plant Biotechnology Application*. Recent patents on biotechnology, 2007 (1), 1, 75-97
4. Liu RH. *Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action*. The Journal of Nutrition 2004 (134) 3479-3485
5. Rao AV et al. *Carotenoids and human health*. Pharmacological research 2007 (55), 207-216
6. Rao AV et al. *Biologically active phytochemical in human health: lycopene*. International journal of food properties, 2007 (10), 2, 279-288
7. Rao AV et al. *Bioavailability and in vivo antioxidant properties of lycopene from tomato products and their possible role in the prevention of cancer*. Nutrition and cancer, 1998;31(3):199-203
8. Rissanen T. *Lycopene and cardiovascular disease*. Caledonian Science press, 2006, 141-152
9. Kim L et al. *Lycopene II—Effect on Osteoblasts: The Carotenoid Lycopene Stimulates Cell Proliferation and Alkaline Phosphatase Activity of SaOS-2 Cells*. 2004 (6), 2, 79-86
10. Kahle et al. *Colonic availability of apple polyphenols – A study in ileostomy subjects*. Mol. Nutr. Food Res. 2005, 49, 1143-1150
11. Kahle K et al. *Polyphenol profiles of apple juices*. Mol. Nutr. Food Res. 2005, 49, 797-806
12. Arts ICW et al. *Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies*. American Journal of Clinical Nutrition 2005, 81, 317-325
13. Graf BA et al. *Flavonols, Flavones, Flavonones, and human health: epidemiological evidence*. Journal medicinal food 8, 2005, 3, 281-290
14. Miller NJ et al. *Flavonoids and other plant phenols in the diet: their significance as antioxidants*. Journal of nutritional & environmental medicine, 2002, 12, 39-51
15. Pietta PG. *Flavonoids as antioxidants*. J. Nat. Prod. 2000, 63, 1035-1042
16. Lam CK et al. *Apple polyphenols inhibit plasma CETP activity and reduce the ratio of non-HDL to HDL cholesterol*. Mol. Nutr. Food Res. 2008, 52, 950-958
17. Kleeman R et al. *Anti-inflammatory, anti-proliferative and anti-atherosclerotic effects of quercetin in human in vitro*

- and *in vivo* models. Atherosclerosis 2011, article in press
18. Ekstrom AM et al. *Dietary quercetin intake and risk of gastric cancer: results from a population-based study in Sweden*. *Annals of oncology*, 2011 (22), 438-443
 19. *The Lancet*. 2010; 375 (9723): p 1320 (Paolo Boffetta)
 20. Steffen LM. *Eat your fruit and vegetables*. *The Lancet*, 2006; 367 (9507): 278-279
 21. Oude Griep LM et al. *Raw and processed fruit and vegetable consumption and 10-year coronary heart disease incidence in a population-based cohort study in the Netherlands*. *Fruit, Vegetables & CHD*, 2010 (5), 10, 1-6
 22. Boffetta P et al. *Fruit and vegetable intake and overall cancer risk in the European prospective investigation into cancer and nutrition*. *J Natl Cancer Inst*. 2010; 102 (8): 529-537
 23. He FJ et al. *Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies*. *The Lancet*. 2006; 367 (9507): 320 – 326
 24. Pizzorno J et al. *Diet-induced acidosis: is it real and clinically relevant?* *British Journal of Nutrition*. 2010; 103:1185-194
 25. Sebastian A et al. *Estimation of the net acid load of the diet of ancestral pre-agricultural Homo Sapiens and their hominid ancestors*. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2002; 76: 1308 - 1316
 26. Otlés S et al. *Fatty acid composition of chlorella and spirulina microalgae species*. *Journal of AOAC international*, 2001, Vol. 84 (6)
 27. Spolaore P et al. *Commercial applications of microalgae*. *Journal of bioscience and bioengineering*, 2006 , Vol. 101, 2, 87-96
 28. Karkos PD et al. *Spirulina in clinical practice: evidence-based human applications*. Evidence-based complementary and alternative medicine. 2008; Volume 2011
 29. Kim WY *Randomized, double-blind, placebo-controlled study to establish the effects of spirulina in elderly Koreans*. *Ann Nutr Metab*. 2008; 52(4): 322-328
 30. Wu LC et al. *Antioxidant and antiproliferative activities of spirulina and chlorella water extracts*. *J. Agric. Food. Chem*. 2005, 53, 4207-4212
 31. Romay C et al. *Antioxidant and anti-inflammatory properties of C-phycoerythrin from blue-green algae*. *Inflamm res*. 1998; 47: 36-41
 32. Kuby; *Immunology sixth edition*. Kindt, Goldsby, Osborne
 33. Mao TK et al. *Effects of a Spirulina-based dietary supplement on cytokine production from allergic rhinitis patients*. *J. Med. Food* 8, 2005 (1), 27-30
 34. Deng R et al. *Hypolipidemic, antioxidant, and anti-inflammatory activities of microalgae spirulina*. *Cardiovascular Therapeutics*, 2010 (28), 33-45
 35. Torres-Duran PV et al. *Antihyperlipemic and antihypertensive effects of Spirulina maxima in an open sample of Mexican population: a preliminary report*. *Lipids Health Dis* 2007; 6:1-8
 36. McCarty MF et al. *Potential complementarity of high-flavanol cocoa powder and spirulina for health protection*. *Medical Hypotheses*, 2010 (74), 370-373
 37. *Chlorella*. Natural Standard Professional Monograph, 2011.
 38. Lee SH et al. *Six-week supplementation with Chlorella has favourable impact on antioxidant-status in Korean male smokers*. *Nutrition*, 2010; 26: 175-183
 39. Guzman S. et al. *Anti-inflammatory and immunomodulatory activities of polysaccharide from Chlorella Stigmatophora and Phaedactylum Tricornutum*. *Phytother. Res.*, 2003; 17: 665-670
 40. Hortensteiner S *Stay-green regulates chlorophyll and chlorophyll-binding protein degradation during senescence*. *Trend in plant science*, 2009; 14 (3): 155-162
 41. *Barley*. Natural Standard Professional Monograph, 2011
 42. Keogh GF et al. *Randomized controlled crossover study of the effect of a highly β -glucan-enriched barley on cardiovascular disease risk factors in mildly hypercholesterolemic men*. *Am J Clin Nutr*, 2003; 78: 711-718
 43. Keenan JM et al. *The effects of concentrated barley β -glucan on blood lipids in a population of hypercholesterolaemic men and women*. *British Journal of Nutrition*, 2007; 97: 1162-1168
 44. *Wheatgrass*. Natural Standard Professional Monograph, 2011
 45. Bar-Sela et al. *Wheat grass juice may improve hematological toxicity related to chemotherapy in breast cancer patients: a pilot study*. *Nutrition and Cancer*. 2007; 58(1): 43-48
 46. Ben-Ayre et al. *Wheat Grass Juice in the Treatment of Active Distal Ulcerative Colitis*. *Scand J Gastroenterol*, 2002; 37: 444-449

-
47. Shyam R et al. *Wheat grass supplementation decreases oxidative stress in healthy subjects: a comparative study with spirulina*. The journal of alternative and complementary medicine. 2007; 13(8): 789-791
 48. Borchers AT et al. *The immunobiology of mushrooms*. Experimental biology and medicine, 2004; 233: 259-276
 49. Wasser SP *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides*. Appl Microbiol Biotechnol, 2002; 60: 258-274
 50. Zhang M et al. *Dietary intakes of mushrooms and greens tea combine to reduce the risk of breast cancer in Chinese women*. Int. J. Cancer, 2009; 124: 1404-1408
 51. Bourne D et al. *A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods*. Critical Review in Food Science and Nutrition, 2002; 42(1):1-34
 52. Lairon D. *Nutritional quality and safety of organic food*. A review. Agron. Sustain. Dev. 2010; 30: 33-41
 53. Huber M et al. *Organic food and impact on human health: assessing the status quo and prospect of research*. Wageningen Journal of life science. 2011 in press
 54. Magkos F et al. *Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence*. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2003, (54), 5, 357-371
 55. Benbrook C. *Elevating antioxidant levels in food through organic farming and food processing*. Executive summary, The organic centre, 2005 (2)
 56. Prior RL et al. *Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC)) of plasma and other biological and food samples*. J. Agric. Food Chem., 2003; 51(11): 3273-3279
 57. McBride J *Can foods forestall aging?* Agricultural Research, 1999; 47(2): 14-18
 58. Jacobs RJ. Et al. *Food, not nutrients, is the fundamental unit in nutrition*. Nutrition reviews 2007 (65), 10, 439-450
 59. Jacobs DR et al. *Food synergy: an operational concept for understanding nutrition*. American Journal of Clinical Nutrition 2009 (89) 1543-1548
 60. Messina M et al. *Reductionism and the narrowing nutrition perspective: time for reevaluation and emphasis on food synergy*. Journal of the American Dietetic association, 2001 (101), 12, 1416 – 1419
 61. Jacobs RJ et al. *Nutrients, foods, and dietary patterns as exposures in research: a framework for food synergy*. American Journal of Clinical Nutrition 2003 (78) 508-513