

A close-up photograph of a bundle of golden wheat stalks, showing the grain heads and the stems. The wheat is set against a plain white background, and its shadow is cast onto the surface below. The lighting is soft, highlighting the texture of the grain.

Volkoren & Gezondheid

LITERATUURSTUDIE 2011

Inleiding

Waarvoor dit boekje is geschreven

Sinds circa 10.000 jaar zijn graanproducten onderdeel van onze dagelijkse voeding. Graanproducten zijn een belangrijke bron van energie, koolhydraten, voedingsvezels, sommige vitamines en mineralen. De wetenschappelijke literatuur geeft aanwijzingen dat een grotere consumptie van volkoren producten, zoals brood, ontbijtgranen, zilvervliesrijst, bijdraagt aan een verminderd ziekte- en sterfterisico^[1,2,3,4,5,6]. Dit boekje neemt u mee in de ontwikkelingen rondom volkoren granen en geeft een overzicht van de wetenschappelijke literatuur over volkoren en gezondheid. Het zal ook duidelijk maken wat de gezondheidswinst kan zijn van het eten van meer volkoren producten in plaats van geraffineerde graanproducten. Tevens zal worden aangegeven waar meer onderzoek nodig is om mogelijke gezondheidseffecten van een hogere consumptie van volkoren producten verder te onderbouwen.

Richtlijnen Goede Voeding en consumptie van volkoren producten

Een verantwoord voedingspatroon is van belang voor een goede gezondheid. Dagelijks gebruik van producten uit de 5 belangrijkste basiscategorieën (schijf-van-5) wordt daarbij aanbevolen. Algemeen wordt erkend dat de consumptie van voedingsvezel moet worden verhoogd. De Richtlijnen Goede Voeding van de Gezondheidsraad geven aan dat het voor de voorziening van voedingsvezel gewenst is om onder andere veel volkoren graanproducten te consumeren^[7]. Deze richtlijnen komen overeen met diverse andere adviezen ten aanzien van de consumptie van volkoren producten en voedingsvezel^[8,9].

Healthgrain Europa

Een aantal jaren geleden is het Europese HealthGrain project van start gegaan om meer kennis te ontwikkelen over de gezondheidsaspecten van granen^[10]. Dit project is in 2010 afgerond. De volledige keten (van veredeling via teelt en verwerking tot consument) is in dit project betrokken. Er is onder andere onderzoek gedaan naar de verschillen in voedingsstoffensamenstelling tussen graanrassen onder diverse klimatologische en geografische omstandigheden. Tevens is onderzoek gedaan naar de gezondheidseffecten van de verschillende graansoorten en graancomponenten. Met technologisch onderzoek is nagegaan hoe volkoren graancomponenten kunnen worden verwerkt in graanproducten die door de consument worden geaccepteerd en gewaardeerd. Ook is onderzocht hoe acceptabel volkoren producten zijn voor consumenten uit verschillende geografische regio's in Europa. Tenslotte is onderzoek gedaan naar mogelijke gezondheidseffecten van volkoren producten. In dit boekje is veel van het onderzoek uit het Europese Healthgrain project verwerkt.

In dit boekje wordt ingegaan op het begrip volkoren en hoeveel volkoren producten in Nederland worden geconsumeerd. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van de wetenschappelijke kennis over de effecten van volkoren producten op de gezondheid. De beschrijving is gericht op de belangrijkste gezondheidsproblemen die in de literatuur zijn gerelateerd aan de consumptie van volkoren producten. Aan het slot van het boekje wordt aangegeven welke beperkingen het wetenschappelijk onderzoek kent en wat de witte vlekken zijn in onze kennis over de relatie tussen de consumptie van volkoren producten en gezondheid.



meel

Definitie van Volkoren

Volkoren en voedingsvezel

Producten gebaseerd op volkoren granen zijn doorgaans rijk aan voedingsvezel. Vanwege het hoge gehalte aan voedingsvezel wordt dit begrip regelmatig als equivalent van volkoren gebruikt. De volle graankorrel bestaat daarnaast ook uit macrovoedingsstoffen, microvoedingsstoffen en plantbeschermende stoffen. Aan het relatief hoge gehalte van microvoedingsstoffen en plantbeschermende stoffen wordt een gezondheidsbevorderend effect toegekend^[5].

Dat mensen voedingsvezel en volkoren als equivalent beschouwen is begrijpelijk. Volkoren producten zijn rijk aan voedingsvezel en de gezondheidseffecten van de andere in volkoren producten aanwezige voedingsstoffen zijn nog weinig onderzocht. De Europese Commissie heeft in 2008 een definitie van voedingsvezels opgesteld (zie kader op de volgende pagina). Ook is op CODEX Alimentarius niveau consensus bereikt over de definitie. In tabel 1 wordt getoond welke voedingsvezels vooral in granen worden aangetroffen.

Wanneer is een product volkoren?

Het is niet altijd helder wanneer en of een product, waarin granen zijn verwerkt, als volkoren mag worden gezien. In het Engels wordt *volkoren* vertaald naar *hele graan (whole grain)* wat mogelijk de lading van de betekenis beter dekt.

In de Europese Unie is in de regelgeving geen definitie voor het begrip volkoren opgesteld. Diverse lidstaten hebben het begrip volkoren wel in hun nationale regelgeving gedefinieerd. In de Nederlandse warenwet is in het Warenwetbesluit Meel en Brood vastgelegd dat een brood volkoren mag worden genoemd als in het

	tarwe	haver	rogge
Arabinoxylanen	XX	X	X
β-glucanen	X	XX	X
Cellulose	X	XX	X
Fructanen (inuline)	X		XX
Oligosacchariden	X	X	X
Resistant starch	X	X	X
Lignine	X	XX	X

Tabel 1: voedingsvezels in granen

brood “alle van nature voorkomende bestanddelen van de desbetreffende graansoort in de natuurlijke verhouding, al dan niet na een bewerking te hebben ondergaan, aanwezig zijn”. Alleen brood, waarvan het meel 100% volkoren is, mag de aanduiding volkorenbrood hebben. Voor andere producten, zoals ontbijtgranen, koek en gebak, waarin volkoren granen worden verwerkt, is het begrip “volkoren” niet wettelijk geregeld. Het is echter normale praktijk dat de aanduiding “volkoren” in andere producten pas wordt gebruikt als tenminste 50% van het gebruikte graan volkoren is.

Dit zijn echter nationale afspraken. Andere Europese landen en bijvoorbeeld ook Amerika hebben hierover hun eigen afspraken of zelfs geen afspraken. Bij import is er daardoor geen duidelijkheid over hoeveel volkoren er nu eigenlijk in een volkoren product is verwerkt.

Definitie van Volkoren

Definitie van Voedingsvezel (EU-richtlijn 2008/100/EG)

Voedingsvezels zijn koolhydraatpolymeren¹ bestaande uit drie² of meer monomere eenheden, die in de menselijke dunne darm niet verteerd en niet opgenomen worden en tot de volgende categorieën behoren:

- eetbare koolhydraatpolymeren die van nature voorkomen in levensmiddelen zoals die worden geconsumeerd;
- eetbare koolhydraatpolymeren die langs fysische, enzymatische of chemische weg uit grondstoffen voor levensmiddelen zijn verkregen en een gunstig fysiologisch effect hebben dat door algemeen aanvaarde wetenschappelijke gegevens wordt gestaafd;
- eetbare synthetische koolhydraatpolymeren met een gunstig fysiologisch effect dat door algemeen aanvaarde wetenschappelijke gegevens wordt gestaafd.

¹ De koolhydraatpolymeren van plantaardige oorsprong die aan de definitie van voedingsvezel voldoen, kunnen in de plant voorkomen in nauwe associatie met lignine of andere niet-koolhydraatbestanddelen zoals fenolverbindingen, wassen, saponinen, fytaten, cutine of fytosterolen. Wanneer deze stoffen in nauwe associatie met koolhydraatpolymeren van plantaardige oorsprong voorkomen en samen met die koolhydraatpolymeren worden geëxtraheerd, mogen zij voor de analyse van het vezelgehalte als voedingsvezels worden aangemerkt. Wanneer deze stoffen echter van de koolhydraatpolymeren worden gescheiden en aan een levensmiddel worden toegevoegd, mogen zij niet als voedingsvezels worden beschouwd.

² Codex Alimentarius hanteert in de definitie voor voedingsvezel een minimum van 10 monomere eenheden. Daarbij wordt opgemerkt dat de beslissing of een aantal van 3 tot 9 monomere eenheden meegeteld worden bij de koolhydraatpolymeren aan de nationale autoriteiten overgelaten.

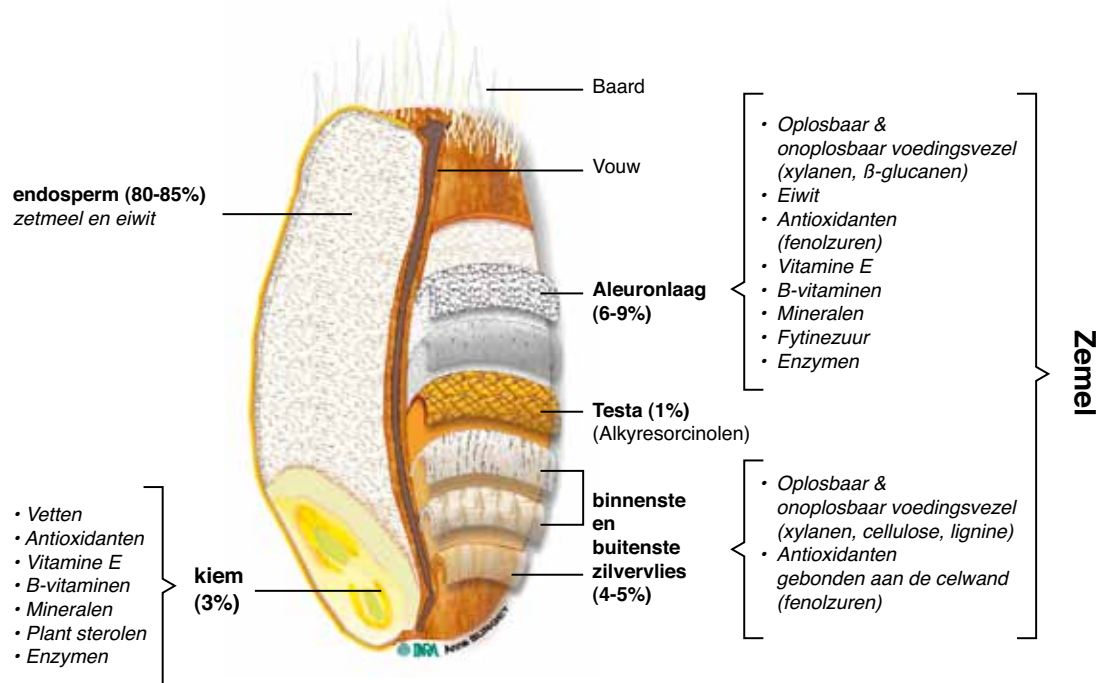
Healthgrain voorstel voor een definitie van het begrip volkoren

In het kader van het eerder genoemde Europese Healthgrain project is, naar analogie van de definitie van de Amerikanen, een voorstel voor een definitie voor het begrip volkoren opgesteld:

Volkoren graanproducten moeten bestaan uit de volledige, gemalen, gebroken of geplette graankorrel na het verwijderen van de niet-eetbare delen, zoals de buitenste laag. De componenten – endosperm, kiem en de zemel – zijn aanwezig in dezelfde verhoudingen zoals die van nature in de intacte graankorrel voorkomen. Geringe verliezen van de betreffende anatomische componenten, minder dan 2% van de graankorrel of minder dan 10% van de zemel, die veroorzaakt worden door productie methoden die de veiligheid en kwaliteit van de granen waarborgen, zijn toegestaan.

In het verleden bestond het malen van graan uit het verpulveren van de graankorrel (steenmolentechniek). Logischerwijs waren vrijwel alle bestanddelen van de oorspronkelijke graankorrel aanwezig in het eindresultaat van de maalstap. De moderne maaltechnologie verschilt wezenlijk van de steenmolentechniek. Tegenwoordig wordt de volledige graankorrel vermalen waarbij door middel van verschillende scheidingstechnieken de verschillende onderdelen van de graankorrel van elkaar wordt gescheiden. Door combinaties van de verschillende onderdelen kunnen specifieke meel en bloemvariaties worden gemaakt voor specifieke doeleinden. Sommige onderdelen hebben goede, anderen hebben minder goede effecten op verwerkingsprocessen. Om tot een volkorenmeel te komen worden na initiële scheiding de

Tarwekorrel



Bron: (c)INRA, Anne Surget, adapted from Surget et Barron, 2005; Hemery et al., 2007

Definitie van Volkoren

onderdelen in de oorspronkelijke van nature aanwezige verhoudingen weer bij elkaar gebracht.

Toepassing van de definitie van volkoren in wetenschappelijk onderzoek

In de meeste onderzoeken naar de relatie tussen de consumptie van volkoren producten en het risico op (chronische) ziekte wordt niet uitgegaan van een uniforme definitie van het begrip volkoren. Vaak wordt het begrip volkoren zelfs niet omschreven^[11,12,13]. De definities van volkoren producten in Europese landen verschillen van die in Amerika. De onderzoeken uitgevoerd in Amerika zijn bovendien gebaseerd op een ander consumptiepatroon. In dit overzicht van de wetenschappelijke kennis omtrent de relatie tussen de consumptie van volkoren producten en gezondheid zijn we ons ervan bewust dat resultaten daardoor niet altijd direct vergelijkbaar zijn. Daarom is in dit boekje met name uitgegaan van de meest recente rapporten ter onderbouwing van nationale en internationale adviezen, aangevuld met recente overzichtsartikelen (meta-analyses en reviews).

Voedingsstoffensamenstelling van granen

Uit voedingsmiddelentabellen, zoals de NEVO-tabel, is het duidelijk dat grote verschillen in voedingsstoffensamenstelling bestaan tussen de diverse graansoorten. Zo kan de energetische waarde van diverse soorten tot 15% verschillen (tarwe ten opzichte van haver). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het

verschil in vetgehalte. Ook de vezelgehaltes, gehalten van eiwit, mineralen en vitamines verschillen substantieel van elkaar. Zo is het vezelgehalte van zilvervliesrijst ongeveer een kwart van het vezelgehalte van tarwe. Ter illustratie wordt in tabel 2 een overzicht gegeven van de gemiddelde voedingsstoffensamenstelling van een aantal granen.

Het moet worden opgemerkt dat binnen de soort eveneens grote verschillen kunnen bestaan in voedingsstoffensamenstelling. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de subsoorten, geografische en klimatologische omstandigheden^[14].

Omdat ook van andere gewassen, zoals peulvruchten, meel en bloem kan worden verkregen, is afgesproken om de volgende graanrassen in relatie tot definitie van volkoren te beschrijven: tarwe, spelt, emmer, faro, einkorn, kamut, durum, rijst, gerst, mais, rogge, haver, gierst, sorghum, teff, triticale, rietgras, job's tears, fonio en wilde rijst. Daarnaast worden de pseudogranen als amaranth, boekweit en quinoa eveneens meegerekend in de definitie.

		Tarwe (hard rood, winter)	Tarwe (zacht rood, winter)	Rogge (donkere bloem)	Gerst	Haver
Voedingstof	Eenheid	Waarde per 100gram	Waarde per 100gram	Waarde per 100gram	Waarde per 100gram	Waarde per 100gram
Water	g	13.1	12.2	10.6	9.4	8.2
Energie	kcal	327.0	331.0	338.0	354.0	389.0
Energie	kJ	1368.0	1385.0	1414.0	1481.0	1628.0
Eiwit	g	12.6	10.4	10.3	12.5	16.9
Vet totaal	g	1.5	1.6	1.6	2.3	6.9
As	g	1.6	1.7	1.6	2.3	1.7
Koolhydraten	g	71.2	74.2	75.9	73.5	66.3
waarvan voedingsvezel totaal	g	12.2	12.5	15.1	17.3	10.6
waarvan suikers totaal	g	0.4	0.4	1.0	0.8	no data
Mineralen						
Calcium, Ca	mg	29.0	27.0	24.0	33.0	54.0
IJzer, Fe	mg	3.2	3.2	2.6	2.6	4.7
Magnesium, Mg	mg	126.0	126.0	110.0	133.0	177.0
Fosfor, P	mg	288.0	493.0	332.0	264.0	523.0
Kalium, K	mg	363.0	397.0	510.0	452.0	419.0
Natrium, Na	mg	2.0	2.0	2.0	12.0	2.0
Zink, Zn	mg	2.7	2.6	2.7	2.8	4.0
Koper, Cu	mg	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6
Mangaan, Mn	mg	4.0	4.4	2.6	1943.0	4.9
Seleen, Se	mcg	70.7		13.9	37.7	no data
Vitamines						
Vitamin C, totaal ascorbinezuur	mg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Thiamine	mg	0.4	0.4	0.3	0.6	0.8
Riboflavine	mg	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1
Niacine	mg	5.5	4.8	4.3	4.6	1.0
Pantotheenzuur	mg	1.0	0.9	1.5	0.3	1.3
Vitamin B6	mg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1
Foliumzuur totaal	mcg	38.0	41.0	38.0	19.0	56.0
Vitamine B12	mcg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Caroteen, beta	mcg	5.0	no data	7.0	13.0	no data
Caroteen, alfa	mcg	0.0	no data	0.0	0.0	no data
Vitamine E (alfa-tocopherol)	mg	1.0	1.0	0.9	0.6	no data

Tabel 2: voedingsstofsamenstelling granen

Bron: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21 (2008)

Consumptie van volkoren producten

Over welke producten praten we?

In menig gedachten zal brood het belangrijkste product zijn dat is gemaakt met graan. In dit boekje willen we ons daar niet toe beperken. Vele andere producten, zoals ontbijtgranen, broodvervangers op basis van granen, volkoren pasta, zilvervliesrijst, koek, gebak en een grote diversiteit aan andere producten waarin de hele graankorrel kan worden verwerkt, kunnen bijdragen aan de consumptie van volkoren granen.

Voedselconsumptie peilingen in Nederland

De afgelopen jaren is in Nederland een aantal keer onderzoek gedaan naar de voedselconsumptie waarbij gebruik is gemaakt van een representatieve steekproef van de Nederlandse bevolking. In deze onderzoeken hebben grote groepen mensen gedurende twee dagen opgeschreven wat ze hebben geconsumeerd. Uit de gegevens van de Voedselconsumptiepeiling (VCP) 87/88 en VCP 97/98 blijkt dat de consumptie van de basisvoedingsmiddelen brood, aardappelen, groenten, fruit en vlees is gedaald^[15]. De consumptie van graanproducten, anders dan brood, is in die periode toegenomen. In de richtlijnen van de Gezondheidsraad wordt aangegeven dat door de daling van de consumptie van bovengenoemde basisvoedingsmiddelen, waaronder brood, het voor de grote groepen van de bevolking steeds moeilijker wordt om de gewenste hoeveelheid voedingsvezel te consumeren^[7]. De verkregen data zijn niet specifiek geanalyseerd op de consumptie van volkoren producten.

In 2011 zullen nieuwe VCP gegevens worden gepubliceerd. Op basis hiervan kan een actueel inzicht en een ontwikkeling van de volkoren consumptie in beeld worden gebracht.

Marktgegevens van de consumptie van volkoren producten

Op basis van marktgegevens kan een schatting worden gemaakt van de consumptie van volkoren producten. Recent marktonderzoek naar de kennis, houding en gedrag ten aanzien van volkoren en voedingsvezel in relatie tot brood rapporteert dat 30% van de Nederlanders dagelijks volkoren brood consumeert. Tevens wordt gerapporteerd dat 60% van de Nederlanders nooit witbrood eet. Dit marktonderzoek geeft geen inzicht in de hoeveelheid brood die op dagelijkse basis wordt geconsumeerd en evenmin in de consumptie van andere graanproducten. Andere marktonderzoeksgegevens zijn voor dit literatuuroverzicht niet beschikbaar gemaakt.

Hoe kunnen we de voedselconsumptie schatten?

Om de relatie tussen voedselconsumptie en de gezondheid te kunnen schatten bestaat er behoefte om goed en efficiënt te schatten wat mensen eten en drinken. Diverse methoden zijn ontwikkeld om de consumptie van voedingsmiddelen te schatten^[79]. Zoals al aangegeven hebben de deelnemers van de Voedselconsumptie peilingen (VCP) in Nederland gedurende twee dagen hun voedselconsumptie in een dagboekje opgeschreven^[15].



pasta

Volkoren en darmassage en stoelgang

De darmen en de belangrijkste functies

De consumptie van volkoren producten wordt door veel mensen in verband gebracht met goed werkende darmen. De darmen hebben een belangrijke functie. Enerzijds moeten de darmen zoveel mogelijk voedingsstoffen uit het gegeten voedsel halen zodat het lichaam hiervan gebruik kan maken. Anderzijds moeten de darmen het lichaam beschermen tegen stoffen die minder goed zijn voor het lichaam en wel met het voedsel mee kunnen komen. In de mond, de maag en de dunne darm wordt voedsel verteerd en opgenomen in de bloedbaan. Niet alles in ons voedsel kan in dit deel van het maagdarmkanaal worden verteerd, zoals de voedingsvezels. In de dikke darm worden de niet verteerde resten door de darmflora omgezet tot stoffen waar energie en voedingsstoffen uit kunnen worden gehaald. Overige resten worden afgevoerd in de vorm van ontlasting.

Vanwege het hoge gehalte aan voedingsvezel in volkoren producten wordt in deze paragraaf verder ingegaan op de beschreven effecten van voedingsvezel op de darmfunctie. Zoals al eerder is opgemerkt is voedingsvezel geen equivalent van volkoren omdat volkoren producten naast voedingsvezel een aantal andere voedingsstoffen bevatten die mogelijk de gezondheid kunnen bevorderen^[7,4,16]. De dagelijkse voeding bevat meerdere producten die rijk zijn aan voedingsvezel, zoals groenten, fruit en peulvruchten. De effecten van volkoren producten op het functioneren van het maagdarmkanaal zijn weinig onderzocht. Voedingsvezels daarentegen kennen een grote belangstelling in het wetenschappelijke onderzoek naar de maagdarm functie^[7].

De rol van voedingsvezel bij de maagdarm functie

Uit de wetenschappelijke literatuur is duidelijk dat voedingsvezels een belangrijke rol spelen in het handhaven van een aantal belangrijke functies van de darmen^[7,9]. In granen worden voornamelijk de volgende voedingsvezels aangetroffen: arabinoxylanen, β -glucanen, cellulose, fructanen (inuline), oligosacchariden, resistent starch en lignine. In het advies van de Gezondheidsraad over voedingsvezel^[7] wordt aangegeven dat voedingsvezels één of meer van de volgende fysiologische effecten hebben:

- 1) Versnelling van de passage van het voedsel door het maagdarmkanaal, waarschijnlijk doordat voedingsvezels (cellulose, inuline, fructo-oligosacchariden, polydextrose, psyllium, resistent starch en vezels uit haver) een waterbindend vermogen hebben. Dit geeft een groter volume aan de darminhoud waardoor de darmperistaltiek wordt gestimuleerd.
- 2) Vergroting van de hoeveelheid ontlasting: De voedingsvezels zorgen in de dikke darm voor waterbinding waardoor de ontlastingsvolume behoudt en minder vast wordt. De toename van het ontlastingsgewicht per gram vezel varieert van 5,4g voor tarwevezel; 4,9g voor vezels uit groente en fruit; 3g voor cellulose tot 1,2g voor pectine^[7]. Het blijkt dat grof gemalen producten meer volume geven aan de ontlasting dan fijn gemalen volkoren granen^[7,4]. Recent onderzoek geeft aanwijzingen dat volkoren rogge producten beter helpen obstipatie klachten te verminderen dan tarwe volkoren producten^[17].

- 3) Beïnvloeding van het fermentatie proces in de dikke darm. Bepaalde voedingsvezels, zoals inuline, arabinoxylanen, β -glucanen, stimuleren de groei van, naar men aanneemt, gezonde bacteriën, zoals bifidobacteriën en lactobacillen, in de dikke darm. Dit wordt het prebiotische effect van voedingsvezels genoemd^[18]. Deze bacteriën produceren korte keten vetzuren, zoals boterzuur, propionzuur en azijnzuur van de voedingsvezels. Over de mogelijke gezondheidsvoordelen van het prebiotisch effect wordt nog gediscussieerd.
- 4) Een verlaging van de LDL-cholesterolconcentratie in het bloed. Deze verlaging wordt mogelijk veroorzaakt door de aanmaak van propionzuur tijdens de hierboven beschreven fermentatie processen in de dikke darm^[4,7,5].
- 5) Een gunstig effect op de glucose- en insulineconcentraties in het bloed^[7]. De koolhydraten uit grof gemalen volkoren producten worden goed verteerd maar worden langzamer in de bloedbaan opgenomen dan de koolhydraten uit de geraffineerde graanproducten. Het wordt verondersteld dat het hogere voedingsvezelgehalte van volkoren producten hierin een belangrijke rol speelt, maar ook de malinggraad is van belang. Daarnaast lijkt in bepaalde graansoorten, zoals rogge, een nog onbekende component direct invloed te hebben op de insuline excretie^[19].

Negatieve effecten van volkoren producten op de darmwerking

Volkoren producten bevatten eveneens een aantal componenten dat een optimale darmwerking negatief kunnen beïnvloeden, zoals fytinezuur, tannines en enzymremmers. Fytinezuur kan de absorptie van mineralen verminderen door tweewaardige mineralen te binden. Vooral in een ongebalanceerde voeding of bij ondervoeding kan dit leiden tot deficiënties^[20]. Enzymremmers kunnen de werking van verteringsenzymen in het darmkanaal vertragen waardoor de vertering van de macrovoedingsstoffen vermindert^[4,16,5].

Conclusie

In wetenschappelijk onderzoek is veel aandacht voor de effecten van voedingsvezels op de functie van het maagdarmkanaal. Er is overtuigend bewijs dat voedingsvezels, (waaronder die van tarwe, rogge en haver) een aantal functies van het maagdarmkanaal, zoals passagesnelheid en hoeveelheid ontlasting, gunstig beïnvloeden. Van volkoren producten zijn de effecten op de darmgezondheid echter minder goed onderzocht. Omdat de meeste volkoren producten rijk zijn aan voedingsvezel mag worden aangenomen dat de consumptie van volkoren producten gunstige effecten op het maagdarmkanaal heeft, vanwege het gehalte aan voedingsvezel.

Volkoren en lichaamsgewicht

Onderzoek naar lichaamsgewicht i.r.t. voedselinneming

Het wordt algemeen aangenomen dat een te hoge consumptie van voedsel ten opzichte van de lichamelijke activiteit leidt tot een toename in het lichaamsgewicht. In epidemiologische onderzoeken worden verbanden gerapporteerd tussen eetgedrag en diverse maten voor lichaamssamenstelling, zoals BMI, middelomtrek, vetpercentage^[9]. In veel van de lange termijn onderzoeken wordt onderzocht of en hoe een dagelijkse voeding die minder energie bevat dan nodig is om op gewicht te blijven, het lichaamsgewicht en/of lichaamssamenstelling beïnvloedt. Daarnaast wordt vaak onderzocht in hoeverre mensen na het volgen van een energiebeperkte voeding in staat zijn om het bereikte lichaamsgewicht te behouden. De belangrijkste interventies in deze onderzoeken betreffen de energetische inhoud en de verhouding van de eiwitten, vetten en koolhydraten in de dagelijkse voeding.

In korte termijn interventieonderzoek wordt veel aandacht besteed aan de effecten van voedsel op verzadiging en eetlust. In dit type onderzoek wordt onder andere onderzocht in hoeverre de samenstelling van een product of een maaltijd de inneming tijdens een maaltijd kan beïnvloeden en in hoeverre dit de tijd tussen de maaltijden kan beïnvloeden. Diverse onderzoeken rapporteren dat bepaalde eiwitten of voedingsvezels, indien in hogere concentraties aanwezig dan gangbaar in de maaltijd, het gevoel van verzadiging kunnen verhogen ten opzichte van maaltijden met een vergelijkbaar energiegehalte en een normale hoeveelheid eiwitten of voedingsvezels^[21].

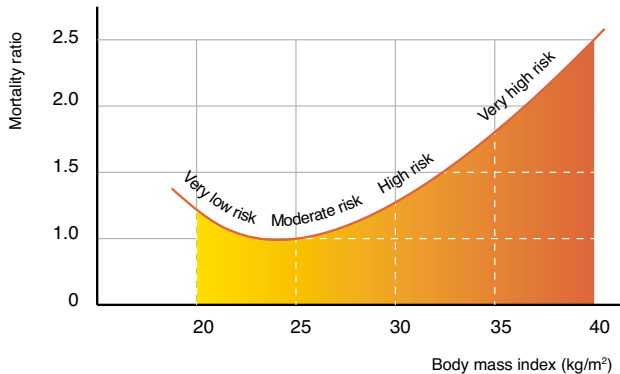
Ons lichaamsgewicht en gezondheidsrisico's

Epidemiologische onderzoeken laten een exponentieel verband zien tussen de zogenoemde body mass index

(BMI= gewicht in kg gedeeld door het kwadraat van de lengte in meters) en gezondheidsrisico's zoals obesitas, hart- en vaatziekten en ouderdomsdiabetes. Uit deze onderzoeken blijkt dat deze risico's bij volwassenen het laagst zijn bij een BMI tussen de 20 kg/m² en 25 kg/m². Enige tijd geleden is vastgesteld dat de buikomtrek, gemeten over de navel, ook een gevoelige maat is voor het schatten van het risico op bovengenoemde aandoeningen. Uit diverse onderzoeken is gebleken dat de vetopslag rond de organen in de buik een hoger risico geeft dan vetopslag elders in het lichaam. Bij mannen is er sprake van een verhoogd risico bij een middelomtrek > 95 cm en bij vrouwen > 80 cm. Het is tevens duidelijk dat gezondheidsrisico's kunnen verminderen als te zware mensen afvallen. De combinatie van minder eten en meer lichamelijke activiteit lijkt daar het meest succesvol in te zijn. Diverse onderzoeken geven aan dat een lagere energiedichtheid van de voeding de kans op succes verhoogt^[22,23].

Overgewicht i.r.t. consumptie van volkoren producten

De relatie tussen de consumptie van volkoren producten en lichaamsgewicht en/of vetverdeling over het lichaam is in diverse epidemiologische cohorten nagegaan. Diverse cross-sectionele onderzoeken hebben lichaamsgewicht onderzocht in relatie tot de consumptie van volkoren producten. De meeste onderzoeken rapporteren een lagere BMI in de groep mensen die de hoogste volkoren consumptie hebben ten opzichte van mensen met de laagste volkoren consumptie. De meeste prospectieve onderzoeken laten zien dat een hogere consumptie van volkoren producten resulteert in een lager risico op een toename in het lichaamsgewicht bij volwassenen^[24,13,12,25,26,27,28]. Sommige onderzoeken vinden echter geen verband tussen de consumptie van volkoren



Relatief risico van mortaliteit i.r.t. BMI

Bron: Bray GA., *Handbooks in Health Care Co* 1998

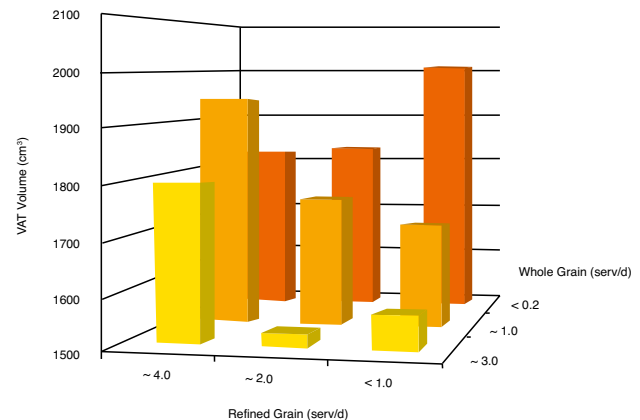
producten en lichaamsgewicht^[29,30,31]. In een Amerikaans onderzoek, waarbij mensen gedurende 8 jaar zijn gevolgd, wordt gerapporteerd dat voor elke 40 g extra volkoren consumptie per dag de toename van het lichaamsgewicht bij de deelnemers bijna 0,5 kg minder was^[24]. Een hoge consumptie van volkoren producten kan bijdragen aan een gunstiger vetverdeling over het lichaam. Recent onderzoek rapporteert een vermindering van buikvet bij hogere consumptie van volkoren producten^[25].

Een recente systematische review, waarbij de gegevens van bijna 120.000 mensen bij elkaar zijn gevoegd, schat dat drie porties volkoren producten meer per dag (equivalent met ca 50 g volkoren per dag in Amerikaans onderzoek) in een 0,58 kg/m² lagere BMI resulteert en 2,7 cm kleinere middelomtrek^[12].

Tevens zijn diverse interventieonderzoeken uitgevoerd naar de effecten van de consumptie van volkoren producten ten opzichte van geraffineerde graanproducten en de

effectiviteit om af te vallen^[32]. Bij een interventie waarbij de voeding minder energie bevat dan nodig om het lichaamsgewicht te handhaven vallen de mensen in zowel de volkoren groep als de geraffineerde groep af. De meeste interventieonderzoeken laten geen verschillen zien in de mate van gewichtsverlies tussen beide groepen^[23]. Een recent interventieonderzoek rapporteert dat het gebruik van volkoren producten in een voeding die tot doel heeft om af te vallen de vetverdeling gunstig kan beïnvloeden ten opzichte van een voeding met geraffineerde graanproducten^[33].

Het mogelijke verzadigende effect van volkoren producten is pas recent in de belangstelling gekomen. Auteurs rapporteren dat een ontbijt met volkoren gerstproducten minder honger gevoel geeft vlak voor de lunch dan een ontbijt met volkoren tarweproducten of geraffineerde rijstproducten^[34]. Barr et al^[35] rapporteren geen verschil in verzadigingsscores na het eten van een maaltijd met



Buikvetvolume i.r.t. consumptie van geraffineerde of volkoren producten

Bron: McKeown, *The American Journal of Clinical Nutrition* 2010 ^[26]

Volkoren en lichaamsgewicht

volkoren multigranenbrood ten opzichte van een maaltijd met witbrood. Een volkoren roggepap als ontbijt geeft lagere hongerscores en lagere scores voor “zin om te eten” dan een ontbijt met witbrood^[36]. Om eventuele verzadigende effecten te kunnen verklaren is onderzocht of volkoren producten de snelheid waarmee de maag wordt geledigd, vertragen. De resultaten van deze onderzoeken zijn niet consistent waardoor het niet mogelijk is iets over dit mechanisme te concluderen.

Effecten van volkoren producten op lichaamsgewicht

Hoe het effect van volkoren producten op het lichaamsgewicht wordt bereikt is onduidelijk.

Epidemiologisch onderzoek geeft aan dat het hogere vezelgehalte van volkoren producten ten opzichte van geraffineerde producten het risico op gewichtstoename vermindert. Dit kan onder andere worden verklaard doordat het hoge vezelgehalte van volkoren leidt tot een lagere energiedichtheid van de voeding en daarmee kan bijdragen aan een reductie van energie inneming^[22,23]. Hamer^[37] oppert dat de fermentatie producten van voedingsvezels in de dikke darm, zoals boterzuur, bij kunnen dragen aan een gevoel van verzadiging. Volgens van Dam^[22] is nog onvoldoende bewijs beschikbaar dat een verhoging van de vezelconsumptie daadwerkelijk bijdraagt aan gewichtsverlies.

Sommige onderzoekers denken dat de lagere glycemische index (GI) van volkoren producten, vergeleken met geraffineerde graanproducten, een rol speelt^[38]. Door een lagere GI zou een product een eerdere en/of langere verzadiging bewerkstelligen. Dit zou te maken kunnen hebben met de regulering van de insulinegevoeligheid^[12]. De resultaten uit interventieonderzoeken naar de effecten van de GI op lichaamsgewicht zijn onvoldoende consistent om te

concluderen dat een lage GI bijdraagt aan het behoud van een gezond lichaamsgewicht^[22,39].

Epidemiologisch onderzoek laat een verband zien tussen de consumptie van volkoren producten en diverse hormonen die gerelateerd zijn met overgewicht en obesitas. De mechanismen hierachter zijn onvoldoende onderzocht om een conclusie te kunnen trekken^[23,12,40].

Conclusie

Als het gaat om volkoren zijn bij onderzoek naar effecten op lichaamsgewicht diverse benaderingen in de literatuur te vinden:

- Het effect van volkoren op het handhaven van een gezond lichaamsgewicht en op het risico op een toekomstige toename in lichaamsgewicht;
- Het effect van volkoren producten op het voorkomen van de zogenaamde terugval naar het oorspronkelijke te hoge lichaamsgewicht na een periode van afvallen;
- Het effect van volkoren op de mate van gewichtsverlies bij bewust afvallen als mensen te zwaar zijn.

Op grond van de epidemiologische onderzoeken kan worden geconcludeerd dat het consumeren van meer volkoren producten in plaats van geraffineerde graanproducten het risico op gewichtstoename en een ongezonde vetverdeling over het lichaam vermindert.

Het interventieonderzoek naar de effecten van de consumptie van volkoren producten is gericht geweest op gewichtsverlies. Er is onvoldoende bewijs dat volkoren producten een gunstig effect op gewichtsverlies hebben in vergelijking met geraffineerde producten. De effecten van de consumptie van volkoren producten op de handhaving van het gewenste en/of bereikte lichaamsgewicht zijn onvoldoende onderbouwd.



gort

Volkoren en ouderdomsdiabetes

Ouderdomsdiabetes ofwel Type 2 Diabetes

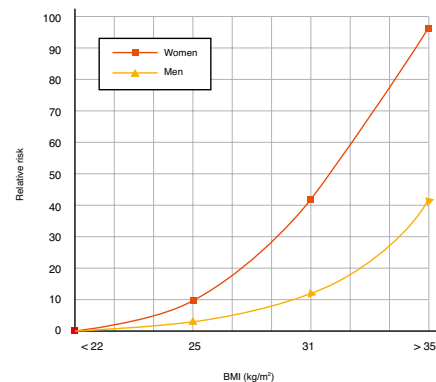
Diabetes is een groep van aandoeningen waarbij het lichaam niet meer in staat is de bloedglucosespiegel goed te reguleren. Grofweg wordt onderscheid gemaakt in diabetes type 1, ook wel juveniele diabetes genoemd, en diabetes type 2, ook wel ouderdomsdiabetes genoemd. Diabetes type 1 wordt veroorzaakt door een auto-immuun aandoening die de insuline producerende cellen in de alvleesklier vernietigt. Diabetes type 2 wordt veroorzaakt door veranderingen in de stofwisseling. De verminderde capaciteit om de bloedglucosespiegel te reguleren bij type 2 diabetes patiënten kan komen doordat de secretie van insuline, een hormoon dat onder andere zorgt voor de opname van glucose uit het bloed en transport naar de organen, niet meer goed functioneert of onvoldoende is, of dat de werking van insuline niet meer optimaal is. Als gevolg van een verslechtering van de regulering van bloedglucosespiegels wordt de koolhydraat-, vet- en eiwitstofwisseling verstoord. Op de lange termijn leidt dat tot gezondheidsproblemen. Zo is het risico op hart- en vaatziekten bij patiënten met suikerziekte aanzienlijk verhoogd^[41]. Diabetes type 2 kwam vroeger voornamelijk voor bij oudere mensen, vandaar ook de naam ouderdomsdiabetes. De recente literatuur beschrijft jonge kinderen met dit type suikerziekte als gevolg van een veel te hoog lichaamsgewicht. De ziekte manifesteert zich doorgaans in de puberteit. De prevalentie op jonge leeftijd is sterk gebonden aan etniciteit. Mensen met een blanke huidskleur hebben een lager risico dan mensen van andere afkomst^[42].

Een leefstijl met te weinig beweging en/of teveel en verkeerd eten, verhoogt het risico op diabetes type 2^[43]. Uit de epidemiologie is duidelijk dat overgewicht het risico op het krijgen van ouderdomsdiabetes verhoogt. Het risico loopt

exponentieel op naarmate de BMI toeneemt. Vrouwen hebben daarbij een hoger risico dan mannen. Als op tijd gewichtsverlies wordt gerealiseerd kunnen in veel gevallen de stofwisselingsproblemen van ouderdomsdiabetes worden verminderd of zelfs geheel worden hersteld^[44].

De relatie tussen de consumptie van volkoren producten en het risico op Type 2 Diabetes

In diverse epidemiologische onderzoeken is de relatie tussen het risico op ouderdomsdiabetes en de consumptie van volkoren producten onderzocht^[44,45,46,6,47]. Resultaten uit cross-sectioneel onderzoek geven aanwijzingen dat groepen met een hoge consumptie van volkoren producten een lager risico hebben op het ontwikkelen van diabetes type 2 dan de groepen die weinig volkoren producten consumeren. Ook in vrijwel alle prospectieve cohortonderzoeken wordt een lager risico op het optreden van ouderdomsdiabetes gerapporteerd bij hoger gebruik van volkoren producten. In Amerikaans onderzoek wordt bij een consumptie van drie porties volkoren producten per dag, wat overeenkomt met



Relatie tussen BMI en risico op ouderdomsdiabetes

Bron: Chan JM et al. Diabetes Care 1994, Colditz G et al. Ann Intern Med 1995

ongeveer 50 g volkoren per dag, een verlaging van het risico op ouderdomsdiabetes van ca 20-40% gerapporteerd ten opzichte van een consumptie van alleen geraffineerde graanproducten^[46]. Een belangrijk deel van het effect wordt verklaard door het gehalte aan graangerelateerde voedingsvezels.

Tevens zijn een aantal interventieonderzoeken uitgevoerd naar de effecten van de consumptie van volkoren producten op het optreden van ouderdomsdiabetes. Omdat in de relatief kortdurende onderzoeken niet kan worden gewacht op het daadwerkelijk optreden van ouderdomsdiabetes, worden intermediaire markers gebruikt die een voorspellende waarde hebben voor het later optreden van de ziekte. In deze interventieonderzoeken wordt onderzocht of en hoe volkorenproducten het risico op het optreden van ouderdomsdiabetes (in de toekomst) kunnen verminderen. Voor het uitvoeren van dergelijke onderzoeken worden vaak mensen gevraagd die een verhoogd risico hebben op het krijgen van ouderdomsdiabetes, bijvoorbeeld mensen die een hoge BMI hebben, of mensen die 's ochtends een verhoogde bloed-glucosespiegel hebben als ze nog niet hebben gegeten/gedronken^[48]. De resultaten uit het beperkte aantal onderzoeken zijn inconsistent. Er kan niet geconcludeerd worden dat volkoren producten de biomarkers voor het risico op ouderdomsdiabetes gunstig kunnen beïnvloeden^[45].

Volkoren producten i.r.t. glucose- en insulinerespons

Veel onderzoeken hebben betrekking op productspecifieke eigenschappen. Bij voedingsmiddelen met een lage glycemische index (GI) stijgt de glucosespiegel in het bloed minder snel en wordt niet zo hoog als bij een hoge GI. Voor mensen met diabetes kan de GI van een product relevant zijn. Voor gezonde mensen, met een goede

bloedglucoseregulering, lijkt de GI minder relevant^[49].

Volkoren producten hebben over het algemeen een lagere GI dan de vergelijkbare producten gebaseerd op geraffineerde granen^[50] alhoewel dit niet in zijn algemeenheid kan worden gezegd^[38]. Producten met een van nature hoog gehalte aan β -glucanen, zoals producten met volkoren meel van haver en gerst, geven een betere bloedglucose- en insulinerespons dan producten met een laag β -glucangehalte^[51]. De lagere GI van volkoren producten resulteert mogelijk ook in een betere glucosetolerantie gedurende de dag^[52,5]. Dit kan mogelijk worden veroorzaakt door een verbeterde insulinegevoeligheid waardoor de bloedglucosespiegel beter kan worden gereguleerd. Producten gemaakt met volkoren roggemeel lijken een nog gunstiger effect te hebben op de bloedglucose- en bloedinsulinerespons dan producten gebaseerd op volkoren tarwemeel^[53]. Een avondmaaltijd met gekookte, intacte gerstkorrels heeft zelfs nog een gunstig effect op de glucoserespons na het ontbijt de volgende dag^[19,43]. Niet de GI, maar het vezelgehalte lijkt hier een rol te spelen.

Conclusie

Beschrijvend epidemiologisch onderzoek toont aan dat een hoge consumptie van volkoren producten bijdraagt aan een lagere kans op het krijgen van ouderdomsdiabetes. De interventieonderzoeken hebben niet consistent aangetoond dat de consumptie van volkoren producten biomarkers voor het risico op het krijgen van diabetes type 2 gunstig beïnvloedt. Er bestaat echter nog onduidelijkheid over het mechanisme waarmee volkoren producten het risico op het krijgen van ouderdomsdiabetes zouden kunnen verminderen.

Volkoren en hart- en vaatziekten

Hart- en vaatziekten

Ons hart en bloedvaten hebben een centrale functie in het lichaam. Het is een soort snelweg die zorg draagt voor het transport van voedingsstoffen, energie en zuurstof naar alle weefsels in het lichaam en de afvoer van afvalstoffen die worden geproduceerd in die weefsels. Daarnaast draagt het bloed bij aan het afweersysteem van ons lichaam. Het is dus zaak om dat systeem goed te onderhouden.

In de wetenschappelijke literatuur wordt bij ziekten van het hart en bloedvaten in relatie tot voeding onderscheid gemaakt tussen:

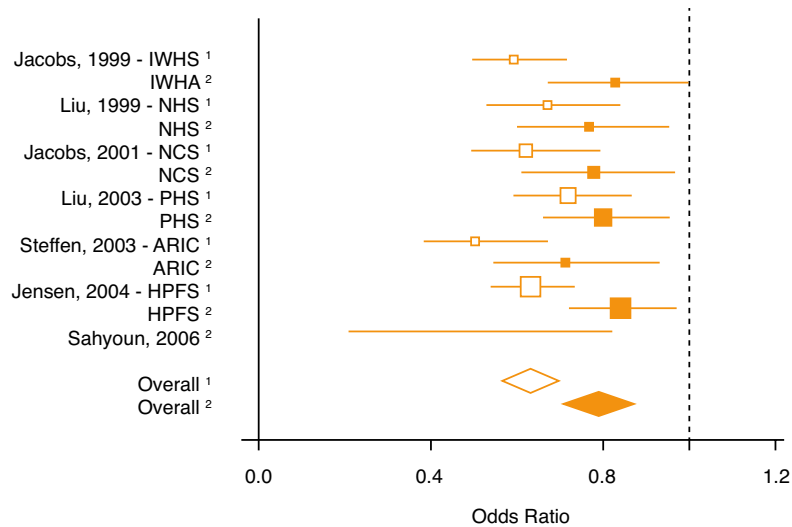
- Algemene aandoening van het totale circulatiesysteem, ook wel hart- en vaatziekten genoemd. Om het functioneren van het vaatstelsel te controleren wordt vaak de bloeddruk gemeten. Bloeddruk is daarmee een van de meest gebruikte biomarkers om het risico op hart- en vaatziekten te schatten.
- De gezondheid van het bloedvatstelsel rondom het hart, de zogenaamde coronaire vaten. Dit heeft voornamelijk te maken met het risico op een vermindering van de hartfunctie met de daaraan gerelateerde gezondheidsrisico's. Hier wordt doorgaans gesproken over coronaire hartziekten.
- De gezondheid van de bloedvaten, meestal de slagaders. Als gevolg van hoge bloedcholesterolspiegels treedt aderverkalking op, ook wel atherosclerose genoemd. Atherosclerose is een proces waarbij aan de binnenkant van de vaatwand bij slagaders plaques worden gevormd die geleidelijk de bloeddorstrooming verminderen en uiteindelijk belemmeren. Uit onderzoek blijkt dat een toename van ontstekingsverschijnselen in de plaques mede

verantwoordelijk is voor een toename in het risico om hart en vaatziekten te ontwikkelen. In dat verband wordt sinds enige tijd veel aandacht besteedt aan de antioxidant capaciteit van en ontstekingsverschijnselen in het bloed.

- Het bloed als belangrijke drager van voedingsstoffen en afvalstoffen. Veel van deze stoffen kunnen in het bloed worden gemeten. Diverse parameters geven een beeld van de status van het metabolisme in het lichaam. In de paragraaf over diabetes is al besproken over bloed-glucosespiegels en insulinespiegels. Om het risico voor hart- en vaatziekten te schatten is een grote diversiteit aan intermediaire biomarkers ontwikkeld waarvan de cholesterolgehalten en trombose factoren in het bloed de meest bekende zijn.
- De hersenen als een vitaal orgaan van ons lichaam. De bloedvoorziening is daar bijzonder belangrijk. Bij een hersenbloeding, waarbij een bloedvat kapot gaat en een bloeding in de hersenen geeft, of een herseninfarct, waarbij een bloedvat verstopt raakt waardoor het achterliggende hersenweefsel geen zuurstof en voedingsstoffen meer krijgt, kunnen vitale functies van het lichaam worden verminderd of zelfs geheel uitvallen.

Epidemiologisch onderzoek naar de relatie tussen de consumptie van volkoren producten en het risico op aandoeningen van het hart en bloedvaten

In diverse grote epidemiologische onderzoeken is de relatie tussen de consumptie van volkoren producten en het risico op hart- en vaatziekten onderzocht^[2,11]. In sommige onderzoeken is de relatie onderzocht tussen consumptie van volkoren producten en het sterfterisico als gevolg van hart- en vaatziekten en coronaire hartziekten.



Risico op hart- en vaatziekte i.r.t. hoge en lage consumptie van volkoren producten
 Bron: Mellen PB, Walsh TF, Herrington DM. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2008 [56]

In de grote prospectieve onderzoeken is meestal het optreden van een aandoening aan het hart en/of de bloedvaten gebruikt als meetpunt om de relatie vast te stellen. Zo is in diverse onderzoeken het optreden van een hartinfarct gebruikt als meetpunt voor hart en vaatziekten. Diverse onderzoeken hebben een relatie gerapporteerd tussen de consumptie van volkoren producten en het optreden van een hartinfarct. Cross-sectionele data analyses van diverse epidemiologische onderzoeken geven aan dat mensen met een hogere consumptie van volkoren producten een lager risico hebben op het optreden van hart en vaatziekten dan mensen met een lage consumptie^[11]. In prospectieve cohortonderzoeken wordt consistent gevonden dat een hogere consumptie van volkoren producten het

risico op diverse vormen van hart- en vaatziekten en coronaire hartziekten verlaagt. Een hogere consumptie van volkoren producten resulteert gemiddeld in betere bloedcholesterolspiegels, een lagere bloeddruk, minder risico op het optreden van hersenbloedingen, herseninfarcten, hartinfarcten en een lager sterfterisico als gevolg van hart en vaatziekten^[2,54,55,56,57]. Hogere consumptie van volkoren producten (volgens Amerikaans onderzoek ca 2,5 porties per dag, t.o.v. 0,2 portie per dag) is geassocieerd met een 20% verlagings van risico op hart- en vaatziekten. Uit analyses blijkt dat een deel van het risicoverlagende effect van volkoren granen kan worden toegeschreven aan de voedingsvezels aanwezig in volkoren producten.

Interventieonderzoek naar de effecten van de consumptie van volkoren producten op risicomarkers voor hart- en vaatziekten

De relatie tussen de consumptie van volkoren producten en het optreden van hart- en vaatziekten die in epidemiologisch onderzoek is gevonden, heeft geleid tot groot aantal interventieonderzoeken om na te gaan of specifieke granen of producten de bloedcholesterolspiegels positief kunnen beïnvloeden. Dergelijk onderzoek is zowel uitgevoerd met gezonde mensen als met mensen met een verhoogd risico op hart- en vaatziekten^[11]. Diverse interventieonderzoeken zijn uitgevoerd naar de mogelijke effecten van haver op bloedcholesterolspiegels, doorgaans bij mensen die al een verhoogde, maar niet behandelde cholesterolspiegel hebben. Haver is een graan dat rijk is aan de voedingsvezel β -glucan. Van deze voedingsvezel is aangetoond dat deze bij een consumptie van tenminste 3 g/dag bijdraagt aan het realiseren van een gezond bloedcholesterolgehalte^[58,11,59]. Ook de interventieonderzoeken met gerst laten een reductie in bloed cholesterolspiegels zien^[11]. Relatief weinig interventieonderzoek is gedaan naar de effecten van andere granen op bloedcholesterolspiegels^[60,61]. De resultaten van deze onderzoeken zijn niet consistent waardoor voor andere granen geen conclusies kunnen worden getrokken^[62].

Om de effecten op bloeddruk te onderzoeken, zijn een aantal onderzoeken uitgevoerd bij mensen met een

licht verhoogde, niet medisch behandelde bloeddruk en gezonde mensen. Bij een tweetal onderzoeken is een bloeddrukverlagend effect gevonden als gevolg van de consumptie van volkoren producten ten opzichte van een voeding met geraffineerde graanproducten^[63,61]. De andere onderzoeken rapporteren geen effect op de bloeddruk^[64,48,60]. Door het beperkte aantal studies en inconsistente resultaten kunnen hier nog geen conclusies aan worden verbonden.

Conclusie

Het epidemiologisch onderzoek laat zien dat een hoge consumptie van volkoren producten een risicoverlagend effect heeft op het krijgen van hart- en vaatziekten vergeleken met een lage consumptie van volkoren graanproducten. Ook tonen interventieonderzoeken aan dat β -glucan bevattende granen een gunstig effect hebben op bloedcholesterolspiegels. Onderzoek met andere granen geeft vooralsnog geen eenduidig beeld wat betreft het effect op biomarkers voor het risico op hart en vaatziekten.



koek

Volkoren en kanker

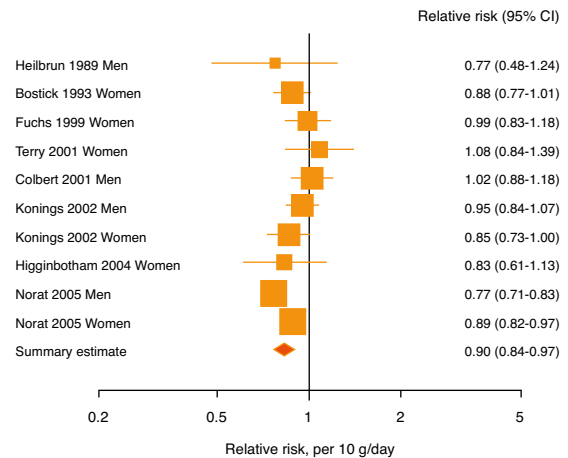
Onderzoek naar de relatie tussen voeding en kanker

De relatie tussen kanker en voeding is moeilijk te onderzoeken. Dit komt doordat de tijd tussen blootstelling aan voedsel / voedingsstoffen die kanker kunnen veroorzaken of tegengaan en het optreden van kanker doorgaans lang is. Tevens zijn nog maar weinig betrouwbare biomarkers gevonden die gevoelig genoeg zijn om het risico op het optreden van kanker goed te kunnen schatten. Daardoor worden geen interventieonderzoeken uitgevoerd om een oorzaak - gevolg relatie vast te stellen tussen voedsel/ voedingsstoffen en kanker. De relatie tussen de consumptie van volkoren producten en kanker is daarom vooral in epidemiologische onderzoeken gerapporteerd.

De relatie tussen de consumptie van volkoren producten en het risico op het krijgen van kanker

De relatie tussen diverse vormen van kanker en de consumptie van volkoren producten is in epidemiologische onderzoeken veelvuldig onderzocht^[4,8]. Enkele decennia geleden is al gerapporteerd dat de consumptie van volkoren graanproducten bescherming zou kunnen bieden tegen kanker. In latere onderzoeken, zowel de cross-sectionele onderzoeken als de prospectieve cohortonderzoeken, wordt een vermindering van risico op slokdarmkanker, dunne darm- en dikke darmkanker gerapporteerd bij hogere consumptieniveaus van volkoren producten^[8,4,65,66]. Vooral voor dikke darmkanker wordt het effect van een hogere consumptie van volkoren

producten als overtuigend beschouwd^[8]. Tevens zijn relaties onderzocht met maagkanker, baarmoederkanker, borstkanker, prostaatkanker, pancreaskanker, en hormoongerelateerde kanker^[67,68,69,70]. Alhoewel de resultaten hiervan minder consistent zijn, lijkt het erop dat een hogere consumptie van volkoren producten ook beschermt tegen deze vormen van kanker.



Cohortstudies: voedingsvezel en dikke darmkanker

Bron: World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research^[8]

Aanbeveling en aanprijzing

Aanbevelingen over voeding

De Richtlijnen Goede Voeding 2006^[7] van de Gezondheidsraad zijn een handvat voor het ontwikkelen van een voedingsbeleid van de overheid en het volgen van de effecten daarvan. De gekwantificeerde richtlijnen zijn met nadruk bevolkingsdoelstellingen en zijn niet één op één te vertalen naar het individu. Deze richtlijnen geven een gemiddeld wenselijke voeding weer die qua samenstelling en hoeveelheid de gezondheid van de Nederlandse bevolking volgens de stand van de wetenschap optimaal ondersteunt. De voedingsrichtlijnen van de Gezondheidsraad zijn gericht op een voldoende voorziening met essentiële voedingsstoffen om de traditionele deficiëntie ziektes te voorkomen en op de preventie van aan voeding gerelateerde chronische ziekten en aandoeningen als van overgewicht, hart- en vaatziekten, diabetes type 2 en bepaalde vormen van kanker. In het advies wordt onder andere aangegeven dat het wenselijk is om volkoren graanproducten te verkiezen boven geraffineerde graanproducten om de richtlijn voor voedingsvezel te halen. Om de voedingsaanbevelingen in de maatschappij hanteerbaar te maken, zijn deze door het Voedingscentrum omgezet in zogenaamde Richtlijnen Voedselkeuze (“food based dietary guidelines”). Dit zijn aanbevelingen voor hoeveelheden te gebruiken voedingsmiddelen uit verschillende categorieën waarbij rekening is gehouden met specifieke subgroepen in de Nederlandse bevolking, zoals jonge kinderen, zwangere vrouwen, en met de mate van lichamelijke inspanning.

Aanprijzing van een product

Voeding- en gezondheidsclaims worden ter aanprijzing gebruikt op individuele voedingsmiddelen. Dergelijke claims benadrukken de aanwezigheid van bepaalde

Het niveau van het bewijs

Voor het opstellen van de Richtlijnen goede voeding is de Gezondheidsraad vooral uitgegaan van de resultaten van interventieonderzoeken en (prospectieve) cohortonderzoeken. De resultaten van de andere typen van onderzoek zijn ter ondersteuning gebruikt. Bij een consistent verband tussen blootstelling en gezondheidsconsequenties met een biologisch plausibel mechanisme wordt het bewijs als overtuigend beschouwd. Een verband tussen blootstelling en gezondheidsconsequenties wordt als waarschijnlijk beoordeeld als de resultaten uit onderzoek minder consistent is en/of de kwaliteit van de onderzoeken waarin dit verband is onderzocht, tekortkomingen kent. Een verband wordt onvoldoende beoordeeld als slechts enkele onderzoeken beschikbaar zijn. In dergelijke gevallen zijn doorgaans geen of weinig resultaten bekend uit interventieonderzoeken.

bestanddelen die een positief effect kunnen hebben op de gezondheid. Doorgaans worden voedings- en gezondheidsclaims op een product gebruikt om het te onderscheiden van concurrerende producten. Sinds de komst van de Europese regelgeving over voeding- en gezondheidsclaims moet een dergelijke claim gebaseerd zijn op wetenschappelijke kennis, om misleiding van de consument te voorkomen.

Om de onafhankelijkheid van de beoordeling van de onderzoeken, die ten grondslag liggen aan een gezondheidsclaim te waarborgen, worden de dossiers waarin deze claims worden onderbouwd beoordeeld

Aanbeveling en aanprijzing

door de European Food Safety Authority (EFSA). De EFSA geeft een advies omtrent de onderbouwing van een gezondheidsclaim aan de Europese Commissie die samen met de lidstaten besluit of de claim al dan niet gerechtvaardigd is. Een aantal belangrijke aspecten bij de beoordeling van een gezondheidsclaim zijn:

- een adequate karakterisering van het actieve (deel van het) voedingsmiddel of de actieve voedingsstof;
- een adequate omschrijving van het effect dat wordt geclaimd en of het een fysiologisch gunstig effect betreft;
- een goede onderbouwing van een oorzaak – gevolg relatie.

Een belangrijke reden dat veel van de bij EFSA ingediende dossiers een negatief advies hebben gekregen is dat één of meer van deze aspecten onvoldoende zijn bevonden.

Gezondheidsclaims en volkoren producten

Ook voor volkoren producten zijn aanvragen ingediend voor het gebruik van generieke gezondheidsclaims.

De geclaimde effecten zijn “gut health/bowel function”, “weight control”, “blood glucose”/“insulin levels”, “weight management”, “blood cholesterol”, “satiety”, “glycemic index”, “digestive function” en “cardiovascular health”.

De EFSA heeft haar beoordeling van deze aanvragen gepubliceerd in de EFSA Journal. De EFSA meent dat de term “volkoren” (whole grain) voor alle aangevraagde gezondheidsclaims onvoldoende is gekarakteriseerd.

Daarom kan geen oorzaak - gevolg relatie worden vastgesteld tussen de consumptie van een volkoren product en het geclaimde effect.



geplette granen

Beperkingen van het onderzoek en de witte vlekken in de kennis

Een aantal beperkingen van het onderzoek naar de relatie tussen de consumptie van volkoren producten en gezondheid

• *Toepassing van de definitie van volkoren in onderzoek*

Voor de vergelijkbaarheid tussen wetenschappelijke onderzoeken naar het effect van volkoren producten op gezondheid is het van belang dat het begrip “volkoren” eenduidig is gedefinieerd. Onderzoek dat in de toekomst wordt gedaan zal hier aandacht aan moeten besteden.

• *Belangrijke beperkingen van epidemiologisch onderzoek*

Epidemiologisch onderzoek wordt opgezet om een verband te zoeken tussen een ziekte en een leef- en eetgewoonte. Om de eetgewoonten van de deelnemers van een onderzoek te schatten, wordt doorgaans één of meerdere keren een voedselfrequentie vragenlijst afgenomen. In sommige epidemiologische onderzoeken is in de vragenlijst onvoldoende onderscheid gemaakt tussen volkoren producten en geraffineerde graanproducten. Niet alle vragenlijsten maken duidelijk onderscheid tussen producten rijk aan voedingsvezel en volkoren producten. Op grond van resultaten van een epidemiologisch onderzoek kan geen onomstotelijke oorzaak – gevolg relatie worden vastgesteld. Om een conclusie te trekken over een eventuele oorzaak - gevolg relatie tussen een leef- of eetgewoonte en een ziekte is interventieonderzoek wenselijk.

• *Interventieonderzoek: sterke en zwakke kanten*

Epidemiologisch onderzoek kan onderzoekshypothesen geven die in interventieonderzoek kunnen worden getoetst op oorzaak - gevolg relatie. Interventieonderzoek werkt met een experimentele en een controlegroep. Het verschil in uitkomst tussen beide groepen kan worden

toegeschreven aan de behandeling of de interventie.

Interventieonderzoek heeft ook haar beperkingen. Vooral bij onderzoek naar de effecten van volkoren producten op de gezondheid zal het moeilijk, wellicht onmogelijk, zijn om een goede controle/placebo te kiezen zonder dat de deelnemers dit in de gaten hebben. Dubbelblind onderzoek is daarmee uitgesloten. Dit kan leiden tot een zekere mate van vooringenomenheid bij de deelnemers. Daarnaast is het vrijwel niet mogelijk om de duur van een interventieonderzoek aan te passen aan het optreden van ziekteverschijnselen. Daarom wordt een interventieonderzoek doorgaans opgezet om veranderingen in biomarkers te meten die een gevalideerde relatie hebben met het optreden van een ziekte.

• *Voedselconsumptie onderzoek*

In het wetenschappelijk onderzoek is het een probleem hoe de werkelijke consumptie van volkoren producten goed te bepalen. Op populatieniveau geven de gangbare voedselconsumptiemethoden bruikbare gegevens. Om een meer nauwkeurige schatting te kunnen maken op individueel niveau wordt gezocht naar goede biomarkers voor de consumptie van volkoren producten. Sinds kort is bekend dat specifieke componenten, die voornamelijk voorkomen in volkoren producten, in de bloedbaan worden opgenomen en dus kunnen worden gemeten. De concentratie van deze stoffen (alkylresorcinol en) geven een weerspiegeling van de consumptie van volkoren producten over de afgelopen paar dagen. Momenteel wordt onderzocht of de concentratie van alkylresorcinolen in het vetweefsel bij mensen een goede weerspiegeling biedt voor de consumptie van volkoren producten over langere tijd^[71,72,73,74,75,76,77,78].

• *Biomarkers; meetbaarheid en validatie*

Veel van de kennis over het verband van eetgewoonten, waaronder de consumptie van volkoren producten, en chronische ziekten is voornamelijk gebaseerd op epidemiologisch onderzoek. De interventieonderzoeken die getracht hebben om een oorzaak – gevolg relatie vast te stellen tussen het consumeren van volkoren producten en de gezondheidseffecten zijn veelal gebaseerd op biomarkers waarvoor relatief grote fysiologische veranderingen nodig zijn, die meestal niet optreden tijdens de relatief kortdurende studies. De laatste jaren is sprake van een technologische ontwikkeling, zoals de nutrigenomics techniek, waarmee men in staat is om kleinere fysiologische veranderingen op de korte termijn meetbaar te maken. Deze kleinere fysiologische veranderingen kunnen van belang zijn voor het behoud van gezondheid op de langere termijn.

De effecten van volkoren producten zijn waarschijnlijk gerelateerd aan de veelheid van componenten die worden aangetroffen in de hele graankorrel. Daardoor kan worden verwacht dat ook via diverse mechanismen effecten op de gezondheid worden bereikt. De nieuwe ontwikkelingen in de nutrigenomics techniek bieden perspectieven om de diverse gezondheidseffecten van volkoren producten te onderbouwen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de biomarkers of sets van biomarkers, die deze techniek zal gaan opleveren, eerst moeten worden gevalideerd. Daarna kan de techniek worden ingezet om oorzaak – gevolg effecten meetbaar te maken.

Witte vlekken in het onderzoek naar de relatie tussen de consumptie van volkoren producten en gezondheid

• *Samenvatting van wat we wel en niet weten*

Uit het voorgaande overzicht kunnen we het volgende concluderen over de relatie tussen volkoren en gezondheid:

- Darmfunctie wordt gunstig beïnvloed door voedingsvezels; volkoren kan, via de voedingsvezels, dus ook een gunstig effect hebben. Of er daarnaast nog een effect is, onafhankelijk van vezelgehalte, is onvoldoende onderzocht.
- Mensen die veel volkoren eten, komen minder snel aan in gewicht; hoe dit precies komt is nog onvoldoende duidelijk. Of men door meer volkoren te eten gemakkelijker afvalt en daarna op gewicht blijft, is nog niet aangetoond.
- Mensen die veel volkoren eten hebben minder kans op ouderdomsdiabetes. Hoe dat komt en of er inderdaad sprake is van een oorzaak - gevolgrelatie is nog onzeker.
- Mensen die veel volkoren eten hebben minder kans om allerlei vormen van hart- en vaatziekten te krijgen. Hun bloeddruk en cholesterol zijn over het algemeen lager dan die van mensen die minder volkoren eten. Of er sprake is van een oorzaak - gevolgrelatie is voor de meeste granen nog niet eenduidig aangetoond. Voor granen die rijk zijn aan β -glucanen is dat wel het geval.
- Diverse vormen van kanker komen minder vaak voor, naarmate er meer volkoren wordt gegeten. Vooral voor dikke darmkanker wordt het beschermend effect van hoge consumptie van volkoren producten als overtuigend beschouwd.

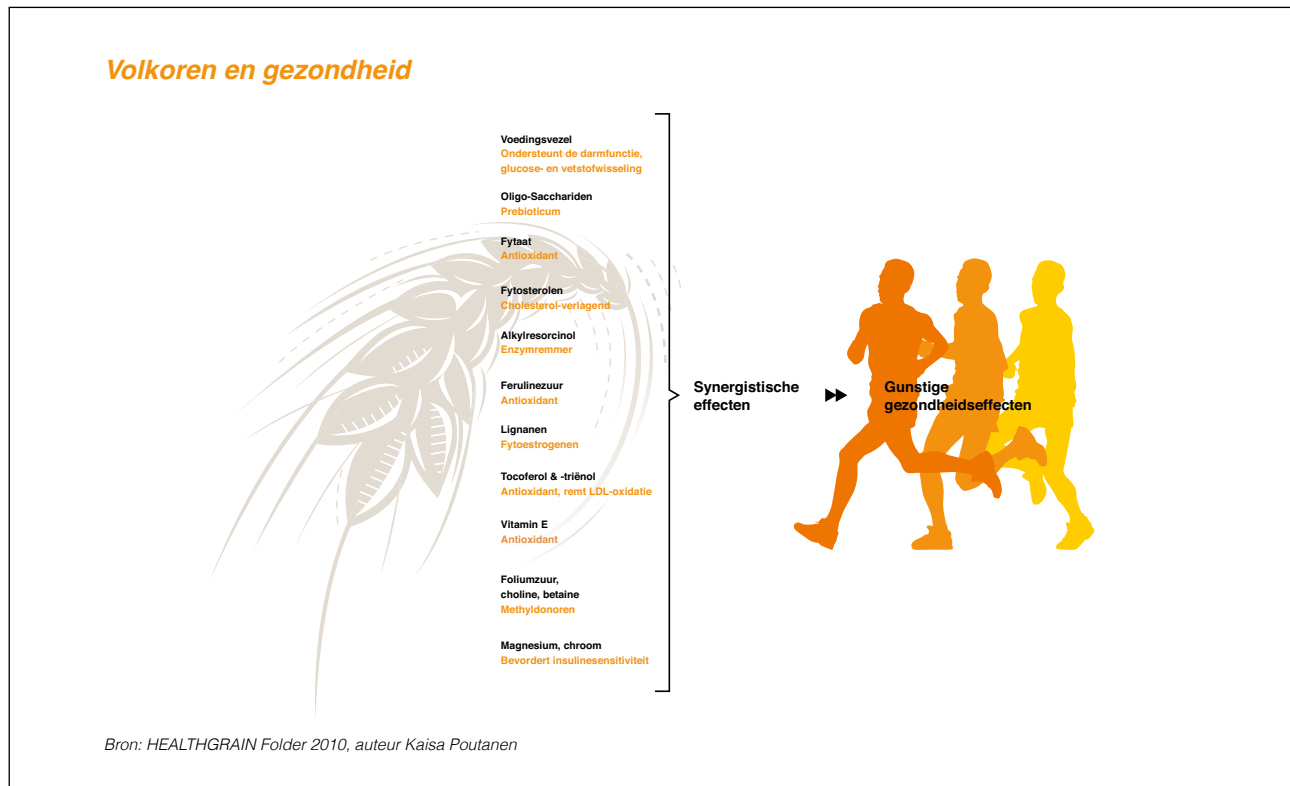
Beperkingen van het onderzoek en de witte vlekken in de kennis

Er kunnen dus al veel relaties gelegd worden tussen de consumptie van volkoren producten en effecten op de gezondheid. Maar over de diepere achtergrond van de gezondheidseffecten is vaak nog onvoldoende bekend.

• Definitie van volkoren

De American Association for Cereal Chemistry heeft in de 90-er jaren een definitie opgesteld voor het begrip volkoren. Tevens is door de deelnemers van het Europese

Healthgrain project een voorstel opgesteld voor een definitie van het begrip volkoren voor de Europese landen. Beide definities vertonen veel overeenkomsten en maken het mogelijk om het begrip volkoren eenduidig te gebruiken in wetenschappelijk onderzoek. Het is wenselijk dat vervolgonderzoek naar de effecten van volkoren producten op gezondheid gebruik maakt van deze definities.





brood

Beperkingen van het onderzoek en de witte vlekken in de kennis

• *Mechanistisch onderzoek*

Uit het epidemiologische en interventieonderzoek komen aanwijzingen dat de consumptie van volkoren producten bij kan dragen aan de gezondheid. Weinig onderzoek is gericht geweest op de vraag hoe volkoren producten een dergelijk effect kunnen veroorzaken. Een beschrijving van de mechanismen, die ten grondslag kunnen liggen aan het effect van volkoren producten op de gezondheid, draagt bij de wetenschappelijke onderbouwing van het gezondheidseffect. Daarom is het wenselijk om in vervolg onderzoek aandacht te besteden aan die mechanismen.

• *Interventieonderzoek*

De epidemiologische onderzoeken geven voldoende ondersteuning om nieuwe interventieonderzoeken naar de mogelijke risico verlagende effecten van volkoren producten op diverse chronische ziekten op te zetten. Daarvoor is het nodig om zorgvuldig na te gaan welke biomarkers kunnen worden gebruikt en welke populatie voor het onderzoek moet worden ingezet.

• *De consument*

Diverse onderzoekers opereren dat een hogere consumptie van volkoren producten mogelijk geassocieerd kan zijn met een algemeen gezondere leefstijl waardoor mensen minder zwaar zijn en minder risico lopen op voedinggerelateerde chronische ziekten. In diverse onderzoeken blijkt bovendien dat door een

hogere consumptie van volkoren producten de inneming van verzadigd vet lager wordt, meer voedingsvezel wordt geconsumeerd en de voedingsstoffendichtheid van de voeding verbetert^[12,4]. De vraag is hoe consumenten kunnen worden verleid om te kiezen voor gezondere producten en het volgen van een gezondere leefstijl.

• *Consumptie van volkoren producten*

Het is opvallend hoe weinig bekend is over de werkelijke consumptie van volkoren producten in Nederland. Het is noodzakelijk om, gebruikmakend van onderzoeksresultaten van de Nederlandse voedselconsumptie peilingen, een goed beeld te krijgen van de consumptie van volkoren producten.

• *Technologische ontwikkelingen*

Met de huidige maaltechnologieën is het mogelijk om de graankorrel in een groot aantal fracties te scheiden. In dit boekje is geen aandacht besteed aan de procesttechnologie om volkoren granen te verwerken tot producten. Het is algemeen bekend dat productieprocessen invloed kunnen hebben op de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor het lichaam. Het is wenselijk om te onderzoeken hoe veranderingen in maal- en andere productietechnologieën de beschikbaarheid van de potentieel bioactieve stoffen uit de graankorrel kunnen verhogen.

Referentielijst Volkoren & Gezondheid

1. Jacobs DR, Meyer KA, Kushi LH, and Folsom AR. *Am J Clin Nutr* 1998;68:248-57.
2. Seal CJ. *Proc Nutr Soc* 2006;65:24-34.
3. Jacobs DR, Andersen LF, and Blomhoff R. *Am J Clin Nutr* 2007;85:1606-14.
4. Slavin J. *Nutr Res Rev* 2004 Jun;17:99-110.
5. Fardet A. *Nutr Res Rev*. 2010;23:65-134.
6. He M, van Dam RM, Rimm E, Hu FB, Qi L. *Circulation*. 2010;121:2162-8.
7. Gezondheidsraad 2006; publicatie nr 2006/03.
8. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Washington DC: AICR, 2007.
9. Gezondheidsraad 2006; publicatie nr 2006/21.
10. Poutanen K, Shepherd R, Shewry PR, Delcour JA, Björck IM, Kamp JW van der. *Cereal Foods World* 2008;53:32-35.
11. De Moura FF, Lewis KD, Falk MC. *J Nutr*. 2009;139:S2220-6.
12. Harland JI, Garton LE. *Public Health Nutr*. 2008;11:554-63.
13. Williams PG, Grafenauer SJ, O'Shea JE. *Nutr Rev* 2008;66:171-182
14. Shewry PR. *J Exp Bot*. 2009;60:1537-53.
15. Gezondheidsraad 2002; publicatie nr 2002/12.
16. Marquart L, Jacobs, DR, McIntosh GH, Poutanen, K, and Reicks M. *Whole grains and health*. Blackwell Publishing 2007.
17. Holma R, Hongisto SM, Saxelin M, Korpela R. *J Nutr*. 2010 Mar;140(3):534-41.
18. Robertfroid M, Gibson GR, Hoyles L, McCartney AL, Rastall R, Rowland I, Wolvers D, Watzl B, Szajewska H, Stahl B, Guarner F, Respondek F, Whelan K, Coxam V, Davicco MJ, Léotoing L, Wittrant Y, Delzenne NM, Cani PD, Neyrinck AM, Meheust A. *BJN* 2010;104:S1-63.
19. Nilsson A, Ostman E, Preston T, Björck I. *Eur J Clin Nutr*. 2008;62:712-20.
20. Schlemmer U, Frolich W, Prieto RM, Grases F. *Mol Nutr Food Res* 2009;53:S330-75.
21. Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, Westerterp-Plantenga M. *Am J Clin Nutr* 2008;87:S1558-61.
22. van Dam RM, Seidell JC. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61 (Suppl 1):S75-99.
23. Williams PG, Grafenauer SJ, O'Shea JE. *Nutr Rev*. 2008;66:171-82.
24. Koh-Banerjee P and Rimm EB. *Proc Nutr Soc* 2003;62:25-29.
25. Good CK, Holschuh N, Albertson AM, Eldridge AL. *J Am Coll Nutr*. 2008;27:80-7.
26. McKeown NM, Yoshida M, Shea MK, Jacques PF, Lichtenstein AH, Rogers G, Booth SL, Saltzman E. *J Nutr*. 2009;139:1950-5.
27. Newby PK, Maras J, Bakun P, Muller D, Ferrucci L, Tucker KL. *Am J Clin Nutr*. 2007;86:1745-53.
28. Bradlee ML, Singer MR, Qureshi MM, Moore LL. *Public Health Nutr*. 2010;13:797-805.
29. van de Vijver LP, van den Bosch LM, van den Brandt PA, Goldbohm RA. *Eur J Clin Nutr*. 2009;63:31-8.
30. Cheng G, Karaolis-Danckert N, Libuda L, Bolzenius K, Remer T, Buyken AE. *Am J Epidemiol*. 2009;169:667-77.
31. Thane CW, Stephen AM, Jebb SA. *Eur J Clin Nutr*. 2009;63:229-37.
32. Evidence Summary Overview Whole Grain and overweight; DGAC 2010c.
33. Katcher HI, Legro RS, Kunselman AR, Gillies PJ, Demers LM, Bagshaw DM, Kris-Etherton PM. *Am J Clin Nutr*. 2008;87:79-90.
34. Schroeder N, Gallaher DD, Arndt EA, Marquart L. *Appetite*. 2009;53:363-9.
35. Barr SB and Wright JC. *Food Nutr Res* 2010;54:5144.

36. Isaksson H. *Food Nutr Res* 2008 52 doi10.3402.
37. Hamer HM, Jonkers D, Venema K, van Houtvin S, Troost FJ, and Brummer RJ. *Aliment Pharm Therap* 2008;27:104-19.
38. Brand-Miller J, McMillan-Price J, Steinbeck K, Caterson I. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2008;17 (Suppl 1):16-9.
39. Matthews A, Pombo S, Hull S, Johnston K. *Leatherhead Food International RR931*, 2009.
40. Yannakoulia M, Yiannakouris N, Melistas L, Kontogianni MD, Malagaris I, Mantzoros CS. *Metabolism.* 2008;57:824-30.
41. Qi L, van Dam R, Liu S, Franz M, Mantzhoros C, and Hu FB. *Diab Care* 2006; 29:207-11.
42. Rosenbloom AL, Silverstein JH, Amemiya S, Zeitler P, Klingensmith GJ. *Pediatric Diab* 2009;10:17-32.
43. Priebe M, Wang H, Weening D, Schepers M, Preston T, and Vonk RJ. *Am J Clin Nutr* 2010; 91; 90-7.
44. Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical report Series 916; 2003.
45. Priebe MG, van Binsbergen JJ, de Vos R, Vonk RJ. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008 23;CD006061.
46. Sun Q, Spiegelman D, van Dam RM, Holmes MD, Malik VS, Willett WC, Hu FB. *Arch Intern Med.* 2010 14;170:961-9.
47. Kochar J, Djoussé L, Gaziano JM. *Obesity (Silver Spring).* 2007;15:3039-44
48. Rave K, Roggen K, Dellweg S, Heise T, tom Dieck H. *Br J Nutr.* 2007;98:929-36.
49. Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J. *Am J Clin Nutr* 2008;87:S258-68.
50. Foster-Powell K, Holt, SHA and Brand-Miller JC. *Am J Clin Nutr* 2002;76:5-56.
51. Kim H, Stote KS, Behall KM, Spears K, Vinyard B, Conway JM. *Eur J Nutr.* 2009;48:170-5.
52. Nilsson AC, Ostman EM, Granfeldt Y, Björck IM. *Am J Clin Nutr.* 2008;87:645-54.
53. Rosén LA, Silva LO, Andersson UK, Holm C, Ostman EM, Björck IM. *Nutr J.* 2009 25;8:42.
54. Djoussé L, Gaziano JM. *Arch Intern Med.* 2007 Oct 22;167(19):2080-5.
55. Nettleton JA, Steffen LM, Loehr LR, Rosamond WD, Folsom AR. *J Am Diet Assoc.* 2008;108:1881-7.
56. Mellen PB, Walsh TF, Herrington DM. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2008;18:283-90.
57. Flint AJ, Hu FB, Glynn RJ, Jensen MK, Franz M, Sampson L, Rimm EB. *Am J Clin Nutr.* 2009;90:493-8.
58. Theuwissen E, Mensink RP. *J Nutr* 2007;137:583-8.
59. Maki KC, Beiseigel JM, Jonnalagadda SS, Gugger CK, Reeves MS, Farmer MV, Kaden VN, Rains TM. *J Am Diet Assoc.* 2010;110:205-14.
60. Brownlee IA, Moore C, Chatfield M, Richardson DP, Ashby P, Kuznesof SA, Jebb SA, Seal CJ. *Br J Nutr.* 2010;104:125-34.
61. Tighe P, Duthie G, Vaughan N, Brittenden J, Simpson WG, Duthie S, Mutch W, Wahle K, Horgan G, Thies F. 2010;92:733-40.
62. Evidence Summary Overview Whole Grain and CVD; DGAC 2010a.
63. Vuksan V, Whitham D, Sievenpiper JL, Jenkins AL, Rogovik AL, Bazinet RP, Vidgen E, Hanna A. *Diabetes Care.* 2007;30:2804-10.
64. Andersson A, Tengblad S, Karlström B, Kamal-Eldin A, Landberg R, Basu S, Aman P and Vessby B. *J Nutr* 2007; 137:1401-7.
65. Schatzkin A, Mouw T, Park Y, Subar AF, Kipnis V, Hollenbeck A, Leitzmann MF, Thompson FE. *Am J Clin Nutr* 2007;85:1353-60.
66. Schatzkin A, Park Y, Leitzmann MF, Hollenbeck AR, Cross AJ. *Gastroenterology.* 2008;135:1163-7.
67. Olsen A, Landberg R, Aman P, Kamal-Eldin A, Christensen J, Johnsen NF, Overvad K, Tjønneland A. *Eur J Cancer Prev.*

Referentielijst Volkoren & Gezondheid literatuurstudie

- 2010;19:73-7.
68. Egeberg R, Olsen A, Loft S, Christensen J, Johnsen NF, Overvad K, Tjønneland A. *Int J Cancer*. 2009;124:745-50.
 69. Chan JM, Wang F, Holly EA. *Am J Epidemiol*. 2007;166:1174-85.
 70. Lucenteforte E, Garavello W, Bosetti C, La Vecchia C. *Oral Oncol*. 2009;45:461-7.
 71. Landberg R, Aman P, Friberg LE, Vessby B, Adlercreutz H, Kamal-Eldin A. *Am J Clin Nutr* 2009a; 89: 290-6.
 72. Landberg R, Kamal-Eldin A, Andersson SO, Johansson JE, Zhang JX, Hallmans G, Aman P. *J Nutr*. 2009b;139:975-80.
 73. Landberg R, Kamal-Eldin A, Andersson A, Vessby B, Aman P. *Am J Clin Nutr*. 2008;87:832-8.
 74. Jansson E, Landberg R, Kamal-Eldin A, Wolk A, Vessby B, Aman P. *Br J Nutr*. 2010;104:633-6.
 75. Aubertin-Leheudre M, Koskela A, Samaletdin A, Adlercreutz H. *Br J Nutr*. 2010;103:339-43.
 76. Marklund M, Landberg R, Aman P, Kamal-Eldin A. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2010;878:888-94.
 77. Söderholm PP, Koskela AH, Lundin JE, Tikkanen MJ, Adlercreutz HC. *Am J Clin Nutr*. 2009;90:1167-71.
 78. Guyman LA, Adlercreutz H, Koskela A, Li L, Beresford SA, Lampe JW. *J Nutr*. 2008;138:1957-62.
 79. Biró G, Hulshof KFAM, Ovesen L, Amorim Cruz JA from the EFCOSUM Group. *EJCN* 2002;56, suppl 2:S25-32.



meel

Colofon

Uitgave

Productschap Akkerbouw

Tekst

TNO Kwaliteit van Leven

Initiatief

In aansluiting op het Europese HealthGrain project is in Nederland door Productschap Akkerbouw, Nederlands Bakkerij Centrum, TNO Innovation for Life, Universiteit Maastricht en Universitair Medisch Centrum Groningen een initiatief gestart voor het programma HealthGrain Holland. Dit boekje vormt voor het programma een basisoverzicht van de huidige kennis over de relatie volkoren en gezondheid.

Vormgeving

PIXNFLIX B.V. Graphic Design Consultants

Verkrijgbaarheid

Het boekje 'Volkoren en Gezondheid' is gratis te bestellen bij het Productschap Akkerbouw.

Productschap Akkerbouw

Stadhoudersplantsoen 12, 2517 JL Den Haag

Postbus 29739, 2502 LS DEN HAAG

Tel: 070 370 8321

Fax: 070 370 8444

E-mail: pa@hpa.agro.nl

Website: www.productschapakkerbouw.nl

Uitgave mei 2011



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Productschap Akkerbouw | Stadhoudersplantsoen 12 | 2517 JL Den Haag
T +31 (0)70 370 8321 | F +31 (0)70 370 8444 | E pa@hpa.agro.nl | I www.productschapakkerbouw.nl