

DE INVLOED VAN PECTINE SUPPLETIE OP DE TOTALE ENERGIE-INNAME



Bachelor opleiding Voeding en Diëtetiek

Hogeschool van Amsterdam

2012217, juni 2012

Lydia Schotema-van Es | Matty Karsten

Titel

De invloed van pectine suppletie op de totale energie-inname

Opdrachtgever

Wageningen University
Afdeling Humane Voeding
Biotechnion, Gebouw 307
Bomenweg 2
6703 HD Wageningen

Opleidingsinstituut

Hogeschool van Amsterdam
Domein Bewegen Sport en Voeding
Opleiding Voeding en Diëtetiek
Dokter Meurerlaan 8
1067 SM Amsterdam

Auteurs

Matty Karsten
matty.karsten@hva.nl

Lydia Schotema-van Es
lydia.van.es@hva.nl

Docentbegeleider

Ir. H. Ozturk
h.ozturk@hva.nl

Tweedebeoordelaar

J.E.M. Groenewoud
j.e.m.groenewoud@hva.nl

Praktijkbegeleiders

Ir. A.Wanders
anne.wanders@wur.nl

K. Borgonjen
karin.borgonjen@wur.nl

Afstudeernummer: 2012217

Voorwoord

Na vier jaar te hebben gestudeerd aan de Hogeschool van Amsterdam, Bachelor opleiding Voeding en Diëtetiek, ronden wij de opleiding met deze scriptie af. De scriptie is uitgevoerd in opdracht van de Wageningen University, afdeling Humane Voeding te Wageningen.

Het schrijven van deze scriptie is voor ons een zeer leerzame en interessante ervaring geweest, omdat we ons nog meer hebben kunnen verdiepen in een onderwerp waar we in de toekomst veel mee te maken zullen krijgen. Daarbij is de kennis, opgedaan tijdens de opleiding, goed van pas gekomen.

Graag willen wij een aantal personen bedanken die ons hebben geholpen met het tot stand komen van deze scriptie. Allereerst willen wij onze praktijkbegeleiders Anne Wanders en Karin Borgonjen bedanken voor de ondersteuning en begeleiding tijdens het onderzoek en voor het geven van positieve feedback op de tussentijdse stukken. Ook willen we alle medewerkers Diëtetiek van de WUR bedanken voor hun hulp en gezelligheid tijdens de onderzoeksweken.

Tevens willen wij onze docentbegeleider, Halime Ozturk bedanken voor het beantwoorden van al onze vragen, de steun en adviezen gedurende de hele afstudeerperiode. Daarnaast willen we ook onze tweede beoordelaar Els Groenewoud bedanken voor haar kritische blik.

Tot slot maar zeker niet het minst belangrijke willen wij onze privéomgeving bedanken voor de enorme steun en support gedurende onze hele opleiding.

Lydia – Dank je wel Rob, dat je je eigen dromen opzij hebt gezet zodat ik de mijne kan realiseren. En Tim, Bas en Stijn bedankt voor jullie steun en hulp, voor het uitlaten van de honden en voor jullie begrip dat moeders ook dromen hebben.

Matty – Dank je wel mama, voor alle goede zorgen, warme kopjes thee en onuitputtelijke steun tijdens mijn hele opleiding. En Maro voor een luisterend oor, adviezen en een knuffel als ik het even niet meer wist.

Bedankt voor iedereen die ons gesteund heeft en in ons geloofde, dit is een mijlpaal waar we trots op mogen zijn.

Wageningen, juni 2012

Lydia Schotema-van Es en Matty Karsten

De invloed van pectine suppletie op de totale energie-inname

L.E. Schotema-van Es, M.D.A. Karsten, Hogeschool van Amsterdam in opdracht van de Wageningen University

Samenvatting

Achtergrond: De toenemende prevalentie van overgewicht en obesitas wordt in verband gebracht met een verhoogd risico op gezondheidsproblemen, zoals hart- en vaatziekten, diabetes mellitus type 2 en verschillende typen kanker. Uit epidemiologisch onderzoek blijkt dat er een duidelijk verband bestaat tussen het risico op overgewicht en het gebruik van vezelarme voeding.

Doel: Onderzoeken wat het effect is van het twee weken dagelijks innemen van een voedingsvezelsupplement met een hoge viscositeit en een gel-vormende textuur (LM-pectine) ten opzichte van een placebo-supplement (gelatine) zonder voedingsvezel op de totale energie-inname bij gezonde volwassenen tussen de 18 en 30 jaar.

Methoden: Een dubbelblind gerandomiseerd cross-over onderzoek met twee interventieperiodes. Gedurende een interventieperiode van 16 dagen hebben 32 gezonde (BMI $21,9 \pm 1,9$) volwassenen tussen de 18 en 30 jaar een voedingsvezelsupplement (LM-pectine) of een placebo-supplement in de ochtend geconsumeerd. De eerste twee en de laatste drie dagen van iedere interventieperiode volgden de proefpersonen een gecontroleerd ad-libitum dieet en werden het ontbijt, de warme lunch en de avondmaaltijd op de universiteit gegeten. Daarnaast werd er een variatie aan tussendoortjes meegegeven, die in de middag en/of avond konden worden gegeten. Alle voedingsmiddelen werden verstrekt door de onderzoekers. De proefpersonen mochten zonder beperking in de hoeveelheid eten. Het ging erom dat men at totdat men het punt van verzadiging had bereikt. Alle verpakkingen en restanten van de maaltijden werden teruggewogen om de exacte energie-inname te kunnen bepalen. Tijdens de onderzoeksdagen werden de proefpersonen 's ochtends voor het ontbijt gewogen en droegen ze een stappenteller.

Resultaten: Tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement zijn geen significante verschillen gevonden op de totale energie-inname na 2 weken ($P=0,94$). Ook is geen significant verschil gevonden in de energie-inname na 1 dag ($P=0,059$). Per maaltijdmoment ontbijt ($P=0,94$), lunch ($P=0,25$) en broodmaaltijd ($P=0,71$) zijn geen significante verschillen gevonden. Tevens is er geen significant verschil gevonden in gewichtsverandering ($P=0,39$) na twee weken.

Conclusie: De resultaten van het huidige onderzoek laten geen significant verschil zien in energie-inname tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement na 2 weken (lange termijn), na 1 dag (korte termijn) en per maaltijdmoment. Gewichtsafname door dieetbehandeling is pas effectief op langere termijn. Er is meer onderzoek nodig om te bepalen of pectine als vezelsupplement gebruikt kan worden als onderdeel van een dieetbehandeling bij gewichtsreductie of overgewicht en wat het effect is op lange termijn.

Trefwoorden: voedingsvezel, energie-inname, vezelsuppletie, pectine, gewichtscontrole.

Inhoudsopgave

Titelpagina	1
Voorwoord.....	2
Samenvatting	3
Inhoudsopgave.....	4
1. Inleiding	5
1.1 Definitie van voedingsvezels.....	5
1.2 Aanbevolen dagelijkse hoeveelheid in Nederland.....	6
1.3 Werkingsmechanismen voedingsvezels op energie-inname en lichaamsgewicht	6
1.4 Probleemstelling en deelvragen	7
2. Methodes.....	8
2.1 Introductie	8
2.2 Onderzoekspopulatie	8
2.3 Productspecificatie	9
2.4 Onderzoekdesign.....	10
2.5 Onderzoeksprocedure.....	10
2.6 Verzamelen data.....	12
2.7 Statistische analyse.....	12
3. Resultaten	14
3.1 Kenmerken onderzoekspopulatie.....	14
3.2 Onderzoeksresultaten energie-inname.....	14
3.3 Onderzoeksresultaten gewicht en stappenteller	17
4. Discussie	18
4.1 Onderzoeksvragen en resultaten	18
5. Conclusie en aanbevelingen.....	22
5.1 Conclusie	22
5.2 Aanbevelingen	22
Referenties.....	23

1. Inleiding

De toenemende prevalentie van overgewicht en obesitas wordt in verband gebracht met een verhoogd risico op gezondheidsproblemen, zoals hart- en vaatziekten, diabetes mellitus type 2 en verschillende typen kanker.⁽¹⁻⁴⁾ Overgewicht en obesitas ontstaan op de eerste plaats door een disbalans in energie-inname en energieverbruik.⁽⁵⁾ Tevens blijkt uit epidemiologisch onderzoek dat er een duidelijk verband bestaat tussen het gebruik van vezelarme voeding en het risico op overgewicht.⁽⁶⁾ Andere studies laten zien dat obese personen een significant lagere vezelinname hebben: obese mannen (20.9 ± 1.8 gram) en vrouwen (15.7 ± 1.1 gram) versus mannen (27.0 ± 1.8 gram) en vrouwen met een normaal gewicht (22.7 ± 2.1 gram).⁽⁵⁻⁷⁾ Uit meerdere interventieonderzoeken is gebleken dat vezelrijke voeding belangrijk is ter voorkoming van overgewicht en obesitas door vermindering van de eetlust en totale energie-inname.⁽⁸⁻¹¹⁾

1.1 Definitie van voedingsvezels

In 1953 definieert Hipsley voor het eerst de term voedingsvezel om de onverteerbare plant celwandcomponent in voeding aan te geven. Zijn definitie voor voedingsvezel is in eerste instantie alleen gericht op de bouwstoffen van de celwand zoals cellulose, hemicellulose, pectine en lignine.⁽¹²⁾ In de afgelopen jaren zijn er diverse definitie opgesteld,⁽¹³⁻¹⁶⁾ maar binnen de internationale gemeenschap bestaat tot op heden nog geen consensus over de definitie. De discussie bestaat of geïsoleerde vezels ook tot de groep voedingsvezels behoren. Geïsoleerde vezels zijn geen bouwstoffen van de celwand en een aantal hebben geen vezelstructuur, maar ze hebben wel een vergelijkbare werking; ze worden namelijk niet verteerd door menselijke spijsverteringsenzymen in de dunne darm.^(17, 18) De drie analysemethoden (AOAC of Prosky, Englyst en Uppsala) zijn ook een punt van discussie. Een eenduidige analysemethode om totaal voedingsvezel te bepalen blijft door nieuwe inzichten betreffende fysiologische eigenschappen en de discussie over de definitie van voedingsvezels moeilijk te realiseren.⁽¹⁹⁾

1.1.2 Wat zijn voedingsvezels?

Voedingsvezels behoren tot de groep koolhydraten. Koolhydraten kunnen op basis van de verteerbaarheid in het spijsverteringskanaal worden gescheiden in twee groepen.⁽²⁰⁾ Verteerbare koolhydraten worden gehydrolyseerd door enzymatische reacties en geabsorbeerd in de dunne darm. Tot deze groep behoren onder andere fructose, galactose, maltose en zetmeel.⁽²¹⁾

Onverteerbare koolhydraten (voedingsvezels) worden niet verteerd en geabsorbeerd in de dunne darm omdat deze resistent zijn tegen spijsverteringsenzymen. Uit onderzoek is gebleken dat circa 70% van de voedingsvezels door darmbacteriën in de dikke darm wordt gefermenteerd waarbij energie vrijkomt.⁽²²⁾ Tot deze groep behoren onder andere: resistent zetmeel, pectine, (hemi)cellulose, β -glucanen en oligosacchariden. In 2008 is door de Commissie van Europese Gemeenschappen in Richtlijn 2008/100/EG de gemiddelde energetische waarde van voedingsvezels, ongeacht het type vezel, op 8 kJ/gram (2 kcal/gram) vastgesteld.⁽²³⁾

Voedingsvezels worden in het algemeen ingedeeld in groepen als: oplosbaar/niet-oplosbaar, visceus/niet-visceus en fermenteerbaar/niet-fermenteerbaar. Voedingsvezels hebben in het algemeen een of meerdere van de volgende fysiologische eigenschappen^(5, 24, 25): versnelde passage van het voedsel door het maagdarmkanaal, vergroting van de hoeveelheid ontlasting (bulkvorming), fermentatie in de dikke darm, verlaging van de

concentratie van LDL-cholesterol in het bloed en een gunstige beïnvloeding van de (post-prandiale) glucose- en insulineconcentraties in het bloed.^(26, 27) Tevens is er een relatie tussen de eigenschappen van voedingsvezels en verzadiging (zie paragraaf 1.3).

Het type voedingsvezel waar in deze scriptie onderzoek naar wordt gedaan is de Low Methoxyl (LM)-Pectine. Pectine is een oplosbaar polysaccharide, opgebouwd uit aan elkaar gekoppelde veresterde D-galacturonzuur moleculen. Op basis van de mate van verestering wordt pectine in twee groepen verdeeld; High Methoxyl (HM) (>50% methyl veresterd) en Low Methoxyl (<50% methyl veresterd). HM-pectine vormt in een zure omgeving een gel terwijl LM-pectine een gel vormt in een calciumrijke omgeving.⁽²⁸⁾

1.2 Aanbevolen dagelijkse hoeveelheid in Nederland

De Gezondheidsraad heeft de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid voedingsvezel voor de Nederlandse bevolking van 14 jaar en ouder vastgesteld op 3,4 gram per Megajoule (MJ) (14,2 gram per 1000 kilocalorieën). Dit komt neer op 30-40 gram voedingsvezel per dag.⁽²⁶⁾ Slechts 10% van de Nederlandse bevolking voldoet aan deze richtlijn.^(26, 29, 30) De gemiddelde vezelinname bij jongvolwassenen is, volgens de Voedselconsumptiepeiling 2003, 2,1 gram per MJ of 19,3 gram per dag. Het gaat om voedingsvezels die van nature voorkomen in voedingsmiddelen.⁽²⁹⁾ De Gezondheidsraad stelt geen bovengrens aan de consumptie van voedingsvezels. Door het volumineuze karakter van vezels is overconsumptie onwaarschijnlijk.⁽²⁶⁾

1.3 Werkingsmechanismen voedingsvezels op energie-inname en lichaamsgewicht

Voedingsvezels in het algemeen kunnen op veel verschillende manieren een effect op energie-inname en lichaamsgewicht hebben. Een aantal korte termijn effecten van het eten van voedingsvezels zijn: een effect op de sensorische verzadiging; een verlaging van de energiedichtheid van de voeding; een toename van het aantal kauwbewegingen, wat de duur van het voedsel in de mond en de secretie van speeksel en maagsap bevordert; een toename van uitzetting van de maag; een vertraagde maagontleding; een verzadigd gevoel wat langer aanhoudt en een vermindering van de opname-efficiëntie in de dunne darm.^(31, 32) Op basis van deze korte termijn effecten van voedingsvezels kan worden verwacht dat, wanneer deze processen op langere termijn blijven werken, het eten van extra voedingsvezels op langere termijn een vermindering in energie-inname en een afname in lichaamsgewicht kan opleveren.

Eerdere studies naar energie-inname met gefermenteerde voedingsvezels laten een verminderde energie-inname van 6-20% zien na een interventie van twee weken.^(11, 33, 34) In diverse studies wordt een hogere vezelconsumptie geassocieerd met een lager lichaamsgewicht.^(5, 35, 36)

Voedingsvezels met een hoge viscositeit lijken de sensorische verzadiging te kunnen verhogen. Een eerdere kortdurende studie met verschillende pectinen laat zien dat LM-pectine, met een hoge viscositeit en een hoge mate van gelering, leidt tot de grootste verlaging van het hongergevoel. Voedingsvezels kunnen grote hoeveelheden water vasthouden in de maag. Door het ontstaan van een gel, kan dit leiden tot het langer hebben van een vol gevoel en vertraging van de maagontleding. Door een vertraagde maagontleding wordt de opname van voedingsstoffen in de dunne darm verlengd. Deze voedingsstoffen kunnen van invloed zijn op de afgifte van peptiden in de dunne darm, zoals CCK (cholecystokine), de peptide tyrosine-tyrosine (PYY) en de glucagon-like peptide 1 (GLP-1), die het terugkeren van het hongergevoel kunnen uitstellen.^(37, 38)

1.4 Probleemstelling en deelvragen

In deze scriptie staat de volgende probleemstelling centraal:

Wat is het effect van het twee weken dagelijks innemen van een voedingsvezelsupplement met een hoge viscositeit en een gel-vormende textuur (LM-pectine) ten opzichte van een placebo-supplement (gelatine) zonder voedingsvezel op de totale energie-inname bij gezonde volwassenen tussen de 18 en 30 jaar?

Verwacht wordt dat na het twee weken dagelijks innemen van het voedingsvezelsupplement, de energie-inname zal verlagen in tegenstelling tot het placebo-supplement zonder voedingsvezel.

Deze scriptie geeft antwoord op de probleemstelling en de daarbij behorende deelvragen:

- Wat is het verschil in de totale energie-inname tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement?
- Welke verandering is waar te nemen op de totale energie-inname op korte termijn (verschil op meetdag 1 tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement)?
- Welke verandering is per maaltijdmoment waar te nemen op de totale energie-inname tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement?
- Is er na twee weken interventie een effect op lichaamsgewicht waar te nemen?

2. Methoden

2.1 Introductie

Het onderzoek werd uitgevoerd door de afdeling Humane Voeding aan Wageningen University (WUR). Onze afstudeeropdracht was een onderdeel binnen deze FLITS studie.

2.2 Onderzoekspopulatie

2.2.1 Inclusiecriteria

De onderzoekspopulatie bestond uit 35 gezonde mannen en vrouwen in de leeftijd van 18-30 jaar, allen woonachtig in of in de omgeving van Wageningen. Proefpersonen met een BMI tussen de 18,5 en 25 kg/m² werden opgenomen in het onderzoek. De geïncludeerde proefpersonen werden allen op de WUR geworven door middel van posters en een e-mailbestand voor benadering van geïnteresseerden in deelname aan onderzoek op de WUR.

2.2.2 Exclusiecriteria

Personen met een gewichtsverlies- of toename van meer dan 5 kg, binnen de afgelopen 2 maanden, werden geëxcludeerd. Andere exclusiecriteria waren: het volgen van een energiebeperkt dieet in de afgelopen 2 maanden; gebrek aan eetlust zonder reden; roken en/of consumptie van meer dan 5 glazen alcohol per dag. Ook personen met maag of darmstoornissen (PDS); diabetes mellitus; voedselintolerantie/allergie; schildklierafwijkingen of andere endocriene afwijkingen werden uitgesloten. Medicatiegebruik anders dan de anticonceptiepil; paracetamol; aspirine; hooikoorts- en astmamedicatie was niet toegestaan evenals het gebruik van antibiotica binnen 2 maanden voor aanvang van het onderzoek. Personen die vezelsuppletie gebruikten en personen die de aangeboden voedingsmiddelen niet wilden eten, konden ook niet deelnemen. Vegetariërs of restrictieve eters (mannen score >2.89/vrouwen score >3.39, gemeten door DEBQ (Dutch Eating Behaviour Questionnaire) werden ook geëxcludeerd. In verband met een risico op diabetes werden personen met een nuchtere bloedglucose-waarde >5.8 mmol/l en personen die bekend waren met problemen betreffende bloedafname niet geïncludeerd. Tenslotte mochten deelnemers van de ProVe studie (eerdere studie over voedingsvezel en verzadiging) evenals thesis studenten of medewerkers van de divisie Humane Voeding aan de Wageningen University niet deelnemen.

2.2.3 Steekproefgrootte

Voor een P-waarde van 0,05 en een power van 80%, waren minimaal 27 proefpersonen nodig voor het onderzoek. De steekproefgrootte werd berekend om een significant effect van 10% te kunnen vinden voor energie-inname. Er werd gekozen om 35 proefpersonen te includeren zodat er 8 personen extra waren bij een eventuele uitval of bij missende waarden.⁽³⁹⁾

2.2.4 Toelatingsprocedure

Geïnteresseerden in deelname aan het onderzoek konden zich via internet inschrijven door middel van het invullen van een vragenlijst. De vragenlijst bevatte naast een aantal algemene- en gezondheidsvragen ook de DEBQ. Naar aanleiding van de inschrijving en ingevulde vragenlijst werden de potentiële deelnemers uitgenodigd voor een informatiebijeenkomst. Tijdens deze bijeenkomst werd verdere informatie over het onderzoek gegeven en was er gelegenheid tot het stellen van vragen. Om definitief toegelaten te worden volgde nog een screening. Tijdens deze screening werden lengte en gewicht gemeten en werd door middel van een vingerprik de bloedglucose gemeten. In januari 2012

werd begonnen met de werving en vond ook de eerste informatiebijeenkomst en screening plaats. De laatste informatiebijeenkomst en screening vonden plaats een dag voor aanvang van het onderzoek. De 35 proefpersonen kregen nadat ze toegelaten waren een FFQ (Food Frequency Questionnaire) die ze moesten invullen voor aanvang van het onderzoek. De FFQ, ontwikkeld door diëtisten van de afdeling Humane Voeding van de Wageningen University is afgeleid van een gevalideerde FFQ.⁽⁴⁰⁾

Het onderzoek werd goedgekeurd door de Medisch Ethische Toetscommissie (METc). De deelnemers gaven hun toestemming door ondertekening van het toestemmingsformulier. Deelname aan het onderzoek was vrijwillig en men mocht stoppen zonder dat daar consequenties aan verbonden waren.

2.3 Productspecificatie

De twee supplementen waren twee laag calorische puddingachtige/lepelbare producten op basis van pectine en gelatine. De LM-pectine in dit onderzoek had een lage methyl veresteringsgraad (10%) en een hoog D-galacturonzuur gehalte (90%). Het voedingsvezelsupplement was minder stevig bij koelkasttemperatuur ten opzichte van het placebo-supplement. De temperatuur van het voedingsvezelsupplement daalde bij opwarming in de mond minder snel dan het placebo-supplement. Daardoor was de stevigheid van het voedingsvezelsupplement in mond minder afhankelijk van temperatuur.⁽⁴¹⁾ De samenstelling van het voedings- en placebo-supplement wordt in **tabel 1** weergegeven.

Tabel 1: Productspecificatie supplementen per 100 gram

Ingrediënt	Voedingsvezelsupplement(pectine) Code 873 (% g/g)	Placebosupplement (gelatine/zetmeel) Code 216/815 (% g/g)
LM pectin CU 901 (Herbsreith & Fox) (E440a)	5,0	-
Gelatine bloom 75 (Rousselot, Frankrijk) (E441)	-	1,5
Suiker (CSM, Nederland)	10,4	9,4
Calcium (Puracal PP, Purac, Nederland)	0,12	0,12
Zetmeel (Avebe, Nederland)	1,5	3,5
Citroenzuur 50% (g/g) tot pH 4.0 (BBCA Biochemical, China)	0,4	0,5
Vanille aroma (De Lange, Belfeld, Nederland)	0,1	0,1
Water	82,5	84,9
TOTAAL	100	100

Beide producten werden verstrekt in de vorm van een vloeistof die qua consistentie vergelijkbaar was met appelmoes. Tabel 2 laat de voedingswaarde van beide supplementen zien. Beide supplementen hebben een portiegrootte van 200 g. Een portie van beide supplementen levert 116 kcal.

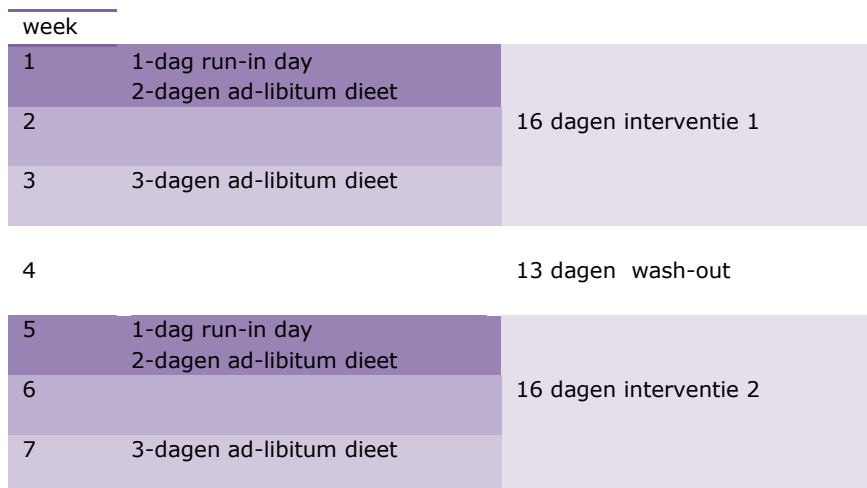
Tabel 2: Voedingswaarden supplementen per 100 gram

Macronutriënten per 100 g	Voedingsvezelsupplement (pectine) (% g/g)	Placebo-supplement (gelatine/zetmeel) (% g/g)
Kcal	58	58
Koolhydraten	12	13
waarvan suikers	10,5	9,5
Voedingsvezel	5	-
Eiwit	-	1,5

Zowel het voedingsvezelsupplement als het placebo-supplement werden geproduceerd door NIZO food research BV, Postbus 20, 6710 BA EDE, Kernhemseweg 2, 6718 ZB Ede.

2.4 Onderzoeksdesign

De opzet van de studie is een dubbelblind gerandomiseerd cross-over onderzoek met twee interventieperioden, waarbij de proefpersonen hun eigen controlegroep waren. Binnen de interventieperiode van 16 dagen is de eerste dag de run-in day. De twee interventieperioden werden door een wash-out periode van 13 dagen gescheiden. **Figuur 1** geeft een onderverdeling van beide interventieperioden en de wash-out periode aan.



Figuur 1: Onderzoeksdesign

2.5 Onderzoeksprocedure

2.5.1 Dosering van de supplementen

De dagelijkse dosis van 10 gram vezel in het voedingsvezelsupplement is vastgesteld op basis van eerdere onderzoeken waarbij gekeken is naar: een ad-libitum energie-inname⁽⁴²⁾, sensorische verzadiging^(43, 44) en verminderde maagontlediging.⁽⁴⁴⁻⁵¹⁾

De dosis van 10 gram LM-pectine per dag werd eerder toegepast tijdens een kortdurende interventiestudie.⁽⁵²⁾ Het placebo-supplement, gelatine, bevatte geen voedingsvezel en had dezelfde textuur als pectine.⁽⁵³⁾ In tegenstelling tot pectine wordt gelatine snel opgenomen in de maag en snel verteerd. Daarnaast heeft gelatine geen effect op de bloedglucose.⁽⁵⁴⁾

2.5.2 Beschrijving van de interventie

Gedurende de twee interventieperioden kregen de proefpersonen op 15 achtereenvolgende dagen in de ochtend een voedingsvezelsupplement of een placebo-supplement. Het was belangrijk dat het supplement tussen 10.30 uur en 11.00 uur werd gegeten, omdat het hongergevoel tot twee uur na inname van het supplement het meest wordt verlaagd, wat van invloed kon zijn op de energie-inname.⁽⁵⁵⁾

De eerste dag van iedere interventieperiode was een run-in day. Op deze dag kregen alle proefpersonen het placebo-supplement. Gedurende deze dag konden de proefpersonen wennen aan een ad-libitum dieet. Deze dag diende als nulmeting.

Tijdens de onderzoeksdagen werden de proefpersonen 's ochtends voor het ontbijt gewogen. Hierbij werd gebruik gemaakt van een digitale gekalibreerde weegschaal (Seca-Delta, model 707. Seca Hamburg, Duitsland). Het gewicht werd gewogen tot op 0,1 kg

nauwkeurig. De proefpersonen werden gewogen zonder zware kledingstukken. De beweging werd genoteerd met behulp van een stappenteller (Yamax Digiwalker, SW 200. Yamax, Tokyo, Japan) die de proefpersonen de hele dag droegen. Aan het begin van iedere dag werd de stappenteller gereset.

De eerste twee en de laatste drie dagen van iedere interventieperiode volgden de proefpersonen een gecontroleerd ad-libitum dieet en werden het ontbijt, de warme lunch en de avondmaaltijd op de universiteit gegeten. Daarnaast werd een variatie aan tussendoortjes meegegeven, die de proefpersonen in de middag en/of de avond konden eten. Alle voedingsmiddelen werden verstrekt door de onderzoekers. De proefpersonen mochten zonder beperking in de hoeveelheid eten tijdens het ontbijt, de warme lunch en de broodmaaltijd 's avonds. Het ging erom dat ze aten totdat het punt van verzadiging was bereikt. Er was gekozen om eenvoudige voedingsmiddelen en maaltijden aan te bieden die overeen kwamen met voedingsmiddelen uit het dagelijks voedingspatroon van de proefpersonen. Daarnaast was gekozen om geen producten met vloeibare calorieën aan te bieden.

Het ontbijt en de broodmaaltijd 's avonds werden in buffetvorm geserveerd. De proefpersonen konden kiezen uit kleine bruine bolletjes en 1 soort cracker, halvarine, 2 soorten vleeswaren, 2 soorten kaas, 4 soorten zoet beleg en 3 verschillende soorten fruit. Aan dranken bestond de keuze uit koffie, thee of water. Voor elk nieuw kopje koffie, glas thee of glas water werd een nieuw kopje of glas gepakt. Om te voorkomen dat de proefpersonen hun gebruikelijke inname konden volgen, werden de portiegroottes van alle producten in extreem grote hoeveelheden aangeboden. Alle producten waren, op de bruine bolletjes en het fruit na, door de onderzoekers zelf verpakt. De bruine bolletjes hadden een gewicht van 25 gram. Door de afwijking in gewicht en vorm van normale bolletjes konden de proefpersonen ook hier niet hun gebruikelijke inname volgen. Zo bestond een portiegrootte vleeswaren en kaas uit 4 plakken van 15 gram per plak. Voor het zoet beleg werd 150 gram als 1 portie gerekend. Alle lege verpakkingen en schillen van fruit bleven op het dienblad liggen, en werden vervolgens teruggewogen op een digitale gekalibreerde weegschaal tot 1,0 gram nauwkeurig (Mettler-Toledo PJ15, Mettler-Toledo, Tiel, Nederland en Denver Instrument S-4001, Denver, Verenigde Staten).

Voor de warme maaltijd die tijdens de lunch werd gegeten werden de proefpersonen ingedeeld in 4 verschillende energiegroepen op basis van hun energiebehoefte. De energiebehoefte was berekend met behulp van de Schofield-formule⁽⁵⁶⁾, plus een toeslag van 60%. Door de indeling in energiegroepen kregen alle proefpersonen $\pm 200\%$ van de gebruikelijke warme maaltijd verstrekt. Hierdoor werd het verzadigingsgevoel niet beïnvloed door een beperkte portiegrootte en was er geen risico dat de proefpersonen de gehele aangeboden maaltijd zouden opeten. De warme maaltijd bestond uit een samengesteld gerecht en niet uit een maaltijd met verschillende componenten. Door de homogeniteit van de maaltijd werden alle componenten gegeten, waardoor er geen verschil kon ontstaan in samenstelling van de warme maaltijd. Daarnaast werd bij elke maaltijd een vaste portie rauwkost geserveerd en bestond het toetje uit een vaste portie fruitsalade. Het restant van de warme maaltijd, de rauwkost en fruitsalade werd teruggewogen.

Het totaalaanbod van het tussendoortje bestond uit 3 appels, 5 sneetjes ontbijtkoek, 5 mini krentenbollen, 15 zakjes suiker en 15 melkcupjes. Het tussendoortje kregen de proefpersonen na de warme maaltijd mee in een tas die de volgende dag met alle lege verpakkingen en restanten van de producten weer werd ingeleverd en teruggewogen.

Tijdens de dagen dat de proefpersonen niet op de universiteit aten, volgden ze hun normale voedingspatroon.

2.5.3 Overige metingen

Tijdens dit onderzoek is er naast energie-inname ook honger en verzadiging gemeten met behulp van een handcomputer (PDA) en zijn nuchter glucosewaarden gemeten. Verder is fermentatie door H₂ gemeten, de samenstelling van de darmflora, energieverbruik en gastrointestinale klachten zijn bijgehouden in een dagboekje. Deze metingen vielen echter niet binnen onze afstudeeropdracht en zijn daarom niet verder beschreven. Na het onderzoek werd door de proefpersonen een anonieme evaluatievragenlijst ingevuld waarmee de compliance werd ingeschat.

2.6 Verzamelen data

De teruggewogen restanten werden gebruikt om de exacte energie-inname te kunnen bepalen. Er werden aparte formulieren gemaakt voor het terugwegen van het ontbijt, de warme maaltijd, de broodmaaltijd, het tussendoortje en voor het noteren van het gewicht en de stappenteller. Alle afwijkingen (bijv. het wisselen van een maaltijd) en relevante opmerkingen werden genoteerd en meegenomen in de verwerking.

Alle verzamelde data werden aan het eind van het onderzoek in het computerprogramma Microsoft Access ingevoerd en verwerkt tot een bruikbare dataset in SPSS. De berekening van de energetische waarde van de voedingsmiddelen gebruikt in het onderzoek, werd gedaan op basis van de Nederlandse Voedingsmiddelen tabel.⁽⁵⁷⁾ Deze waarden werden met behulp van NEVO codes digitaal gekoppeld aan de Access database.

2.7 Statistische analyse

Om antwoord te krijgen op de verschillende onderzoeksvragen werd gekeken naar mogelijke effecten (relatie c.q. verschil) van suppletie met een hoog visceus- en geleerbare voedingsvezel op energie-inname en gewichtsverandering.

Alle verzamelde data zijn kwantitatief. De continue variabelen zijn gerapporteerd als gemiddelde \pm standaard deviatie (SD).

De data zijn in PASW 20.0 Software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) geanalyseerd. Om de verschillen in energie-inname tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement na 2 weken (lange termijn), na 1 dag (korte termijn) en per maaltijdmoment te berekenen, is gebruik gemaakt van de paired-samples t-test. Ook is de paired-samples t-test gebruikt om gewichtsverandering na 2 weken (op lange termijn) te berekenen.

Baseline energie-inname (run-in-day)

De baseline energie-inname is gemeten op de eerste dag van beide interventieperioden, waarbij een gemiddelde is genomen van beide dagen. Op de run-in day hebben alle deelnemers het placebo-supplement gekregen.

Totale energie-inname na 2 weken (lange termijn)

De totale energie-inname is gemeten op de eerste dag en de laatste vier dagen (laatste dag alleen een ontbijt) van iedere interventieperiode (15 onderzoeksdagen). De eerste dag was een run-in day, waarop het placebo-supplement werd gegeven, deze dag is niet meegenomen in de berekeningen voor de totale energie-inname.

Energie-inname na 1 dag (korte termijn)

De energie-inname op korte termijn is gemeten op de eerste onderzoeksdag (lunch, broodmaaltijd en tussendoor) en op de tweede dag (alleen ontbijt). Het ontbijt is op de eerste dag niet meegenomen omdat de deelnemers het voedingsvezel- of placebosupplement pas tussen het ontbijt en de lunch innamen. Om tot een 24-uurs meetdag te komen is het ontbijt op de tweede dag meegenomen.

Energie-inname per maaltijdmoment

Per maaltijdmoment zijn alle onderzoeksdagen bij elkaar opgeteld en gemiddeld. Voor het ontbijt waren dit de dagen 2,12-15. Het ontbijt van dag 1 is niet meegenomen in de berekening, omdat het supplement pas na het ontbijt werd gegeten, waardoor er geen invloed van het supplement op de energie-inname kon zijn. Het ontbijt op dag 2 is meegenomen in de berekening. Voor de lunch, broodmaaltijd en tussendoor waren dit de dagen 1,12-14.

Energie-inname na 1 dag per maaltijdmoment

Voor de energie-inname na 1 dag (korte termijn) is er een onderverdeling per maaltijdmoment gemaakt. Hiervoor zijn de totalen per maaltijdmoment vergeleken in beide interventieperioden. Omdat het supplement op dag 1 pas na het ontbijt werd gegeten, is het ontbijt niet op dag 1 meegenomen maar op dag 2.

Gewichtsverandering en beweging

Voor lichaamsgewicht is het gewicht van dag 15 (laatste dag) afgetrokken van het gewicht op dag 0 (run-in day) in beide interventieperioden. Het aantal stappen is in beide interventieperioden op de eerste dag en de laatste 3 dagen gemeten en opgeteld.

Alle onderzoeksvragen zijn statistisch getoetst aan de hand van de paired samples t-test, waarbij een P-waarde van <0,05 als significant gold.

3. Resultaten

3.1 Kenmerken onderzoekspopulatie

Voor deelname aan het onderzoek werden 37 personen geïncludeerd. Voor aanvang van het onderzoek hadden twee personen aangegeven af te willen zien van deelname. Tijdens het onderzoek waren drie proefpersonen gestopt. Eén van de proefpersonen moest stoppen wegens ziekte, één persoon kreeg een allergische reactie na het eten van het supplement en één persoon vond het supplement niet lekker. De bijwerkingen die de proefpersonen aangaven varieerden van (licht) opgeblazen gevoel tot (lichte) winderigheid. Deze waren echter niet dusdanig hinderlijk dat het tot uitval heeft geleid. Eén proefpersoon had 1 dag geen ontbijt gegeten, waardoor een missende waarde is ontstaan bij de energie-inname. Bij een tweede proefpersoon waren op één dag geen gewicht en stappen genoteerd. Deze zijn ook als missende waarden weergegeven. Uiteindelijk hadden 32 proefpersonen het onderzoek afgerond. De groep van 32 proefpersonen bestond uit 24 vrouwen (BMI $21,8 \pm 1,8$ / gewicht $64,5 \pm 6,9$) en 8 mannen (BMI $22,5 \pm 2,4$ / gewicht $72,5 \pm 14,7$). In tabel 3 worden de kenmerken van de onderzoekspopulatie weergegeven. Hierbij is geen onderverdeling gemaakt tussen vrouwen en mannen.

Tabel 3. Kenmerken onderzoekspopulatie run-in day eerste interventieperiode (N=32)

Kenmerken	Alle proefpersonen $\bar{x} (\pm SD)$
Leeftijd (jaar)	$21,1 \pm 2,4$
Gewicht (kg)	$66,5 \pm 9,8$
Lengte (cm)	$173,8 \pm 8,9$
BMI (kg/m^2)	$21,9 \pm 1,9$

3.1.1 Food Frequency Questionnaire (FFQ)

Uit de FFQ's, ingevuld voorafgaand aan het onderzoek, komt de zelf gerapporteerde gemiddelde energie-inname uit op 1915 kcal en een voedingsvezelinname van 23,3 gram per dag.

3.1.2 Compliance

De proefpersonen hadden zich gedurende het onderzoek geconformeerd aan de voorwaarden c.q. regels van het onderzoek. Tijdens het onderzoek hadden de proefpersonen iedere dag een dagboekje ingevuld en hieruit was o.a. af te lezen dat de proefpersonen elke dag het voedingsvezel- en/of placebo-supplement hadden ingenomen, de stappen-tellers hadden gedragen en of ze eventueel extra voeding hadden ingenomen.

3.2 Onderzoekresultaten energie-inname

Tabel 4 geeft de gemiddelde energie-inname weer van dag 0 (run-in day), dag 1 (korte termijn), de verschillende maaltijdmomenten (ontbijt, lunch, broodmaaltijd) en na twee weken (lange termijn) in beide interventieperioden.

Baseline energie-inname onderzoekspopulatie (run-in day)

De baseline energie-inname geeft weer wat de proefpersonen gemiddeld consumeren tijdens een run-in day en geeft aan in hoeverre de energie-inname verschilt tussen de interventieperiode en de controleperiode. De energie-inname van beide run-in days verschillenden niet significant van elkaar ($P=0,35$).

Tabel 4. Onderzoeksresultaten energie-inname

Parameters	Voedingsvezel-supplement \bar{x} (\pm SD) (N=32)	Placebo-supplement \bar{x} (\pm SD) (N=32)	Gemiddeld Δ \bar{x} (\pm SD)	P-waarde*
<i>dag 0 (run-in day) (kcal/dag)</i>	2212 (\pm 562)	2286 (\pm 621)	74 (\pm 444)	0,35
<i>dag 1 (korte termijn) (kcal/dag)</i>	2169 (\pm 580)	2298 (\pm 576)	129 (\pm 374)	0,059
<i>ontbijt (kcal/dag)</i>	501 (\pm 127) (N=31)	499 (\pm 142) (N=31)	2 (\pm 99)	0,94
<i>lunch (kcal/dag)</i>	620 (\pm 203)	594 (\pm 199)	26 (\pm 1124)	0,25
<i>broodmaaltijd (kcal/dag)</i>	744 (\pm 187)	756 (\pm 215)	12 (\pm 170)	0,71
<i>tussendoor (kcal/dag)</i>	375 (\pm 212)	400 (\pm 229)	25 (\pm 154)	0,36
<i>dag 1- 15 (lange termijn) (kcal/periode)</i>	9908 (\pm 2456)	9893 (\pm 2333)	15 (\pm 1226)	0,94

*Paired samples t-test.

De baseline energie-inname is gemeten op de eerste dag van beide interventieperioden, waarbij een gemiddelde is genomen van beide dagen. Op deze dag hebben alle deelnemers een placebo-supplement gekregen.

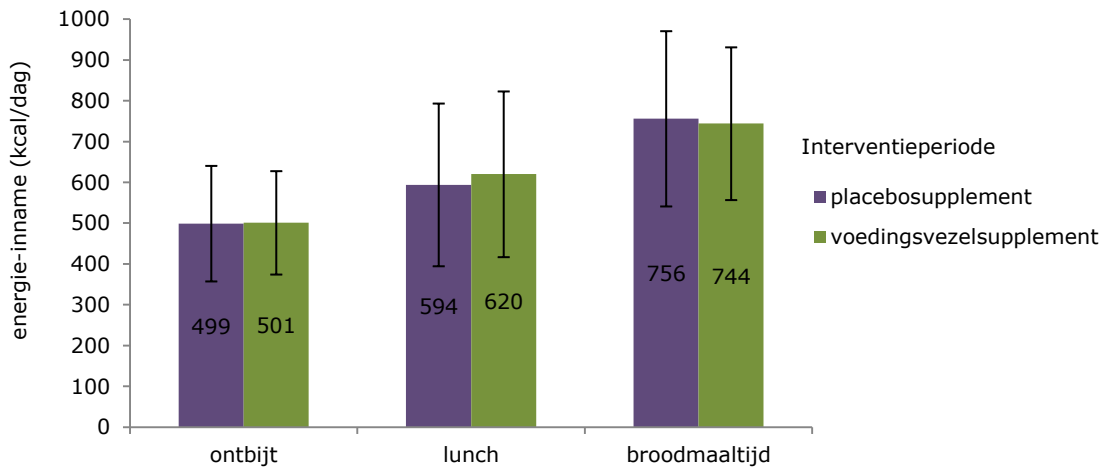
De energie-inname op korte termijn is gemeten op de eerste onderzoeksdag (lunch, broodmaaltijd en tussendoor) en op de tweede dag (alleen ontbijt). Het ontbijt is niet meegenomen op de eerste dag maar op de tweede dag om een 24-uurs meting te kunnen bepalen. Per maaltijdmoment zijn alle onderzoeksdagen bij elkaar opgeteld en gemiddeld. Voor het ontbijt waren dit de dagen 2,12-15. Voor de lunch, broodmaaltijd en tussendoor waren dit de dagen 1,12-14. De totale energie-inname is gemeten op de eerste dag en de laatste vier dagen (laatste dag alleen een ontbijt) van iedere interventieperiode (15 onderzoeksdagen).

Energie-inname op korte termijn

Tabel 4 laat de energie-inname op korte termijn zien. Onder korte termijn wordt een eerste onderzoeksdag van elke interventieperiode (dag 1) verstaan. Op beide run-in days was de energie-inname gemiddeld 2286 kcal en 2212 kcal. Beide run-in days verschilden niet significant van elkaar ($P=0,35$). Op onderzoeksdag 1 was dit voor het placebo-supplement 2298 kcal en voor het voedingsvezelsupplement 2169 kcal. Op de eerste onderzoeksdag werd een verminderde energie-inname van gemiddeld 130 kcal gevonden na inname van het voedingsvezelsupplement. Dit komt neer op een verminderde energie-inname van 5,7% bij het voedingsvezelsupplement ten opzichte van het placebo-supplement. Dit verschil was echter niet significant ($P=0,059$).

Energie-inname per maaltijdmoment

Tabel 4 laat zien wat de gemiddelde energie-inname tijdens de verschillende maaltijdmomenten was. Bij de analyses tussen de verschillen in maaltijdmomenten, tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement, waren de verschillen in energie-inname bij zowel het ontbijt als de lunch en de broodmaaltijd niet significant. Figuur 2 laat de energie-inname per maaltijdmoment van beide interventieperioden zien.

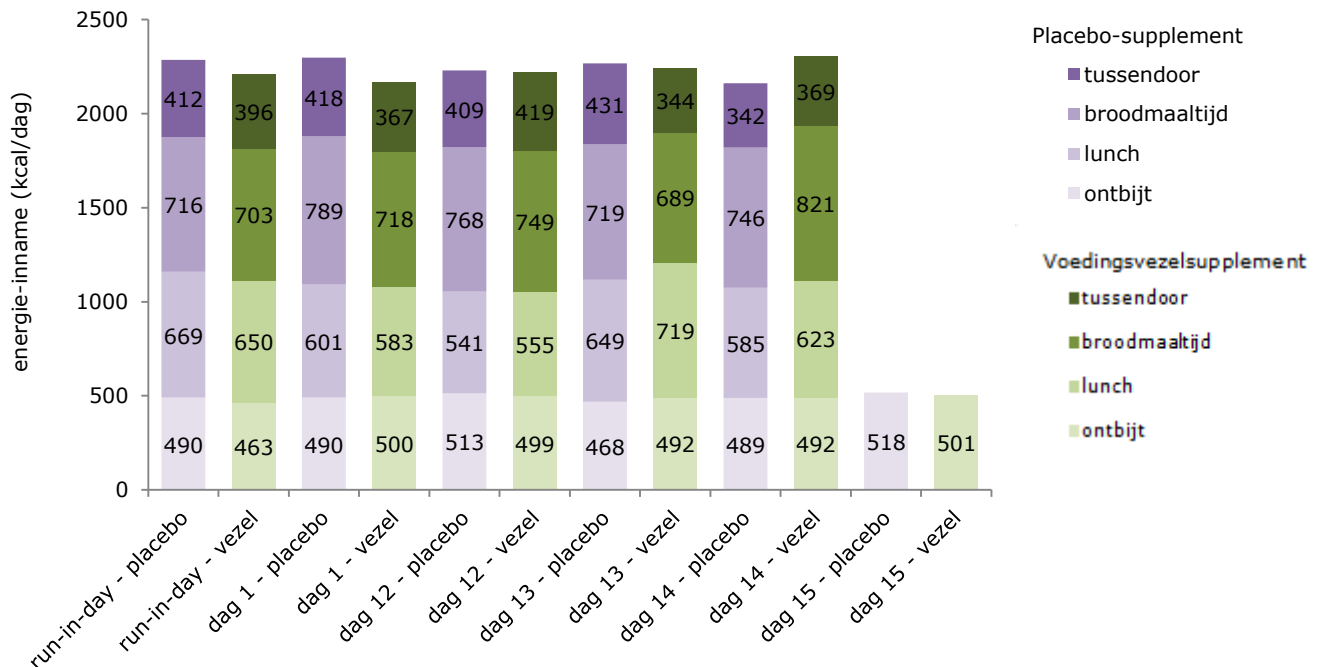


Figuur 2. Energie-inname per maaltijdmoment uit beide interventieperioden

Totale energie-inname

Tabel 4 laat de totale energie-inname op lange termijn zien. Onder lange termijn wordt een totale interventieperiode verstaan. Hierbij is een som gemaakt voor totale energie-inname (ontbijt, lunch, broodmaaltijd en tussendoor) op alle onderzoeksdagen (dag 1,2,12-15). Op lange termijn werd geen verschil in de totale energie-inname gevonden ($P=0,94$) tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement.

Figuur 3 laat de totale energie-inname zien van de run-in days en alle onderzoeksdagen zien, onderverdeeld in maaltijdmomenten.



Figuur 3. Totale energie-inname run-in day en onderzoeksdagen, verdeeld in maaltijdmomenten.

Energie-inname na 1 dag per maaltijdmoment

Tabel 5 laat de energie-inname per maaltijdmoment zien op dag 1 (korte termijn). Op de energie-inname na 1 dag (korte termijn) werd een bijna significant verschil gevonden. Na vergelijking van de individuele maaltijdmomenten op dag 1 in beide interventieperioden werd geen significant verschil gevonden. (ontbijt: P=0,62, lunch: P=0,46, broodmaaltijd: P=0,12 en tussendoor: P=0,21)

Tabel 5: Onderzoeksdag 1 onderverdeeld in ontbijt, lunch, broodmaaltijd en tussendoor

Parameters	Voedingsvezel-supplement $\bar{x} (\pm SD)$ (N=32)	Placebo-supplement $\bar{x} (\pm SD)$ (N=32)	Gemiddeld Δ $\bar{x} (\pm SD)$	P-waarde*
<i>dag 1 ontbijt (kcal/dag)</i>	500 (\pm 137)	490 (\pm 161)	10 (\pm 108)	0,62
<i>dag 1 lunch (kcal/dag)</i>	583 (\pm 215)	601 (\pm 225)	18 (\pm 132)	0,46
<i>dag 1 broodmaaltijd (kcal/dag)</i>	718 (\pm 204)	789 (\pm 239)	71 (\pm 248)	0,12
<i>dag 1 tussendoor (kcal/dag)</i>	367 (\pm 225)	418 (\pm 261)	51 (\pm 222)	0,21

*Paired samples t-test.

De totalen per maaltijdmoment van dag 1 zijn vergeleken in beide interventieperioden. Voor de berekening is het ontbijt van dag 1 niet meegenomen, maar van dag 2.

3.3 Onderzoekresultaten gewicht en stappenteller

Tabel 6 laat de gewichtsverandering en beweging zien. Bij de analyse naar lichaamsgewicht werd geen verschil gevonden in het lichaamsgewicht tussen het begin en het einde van iedere interventieperiode. Het aantal stappen was niet significant afwijkend in beide interventieperioden (P=0,41).

Tabel 6. Gewichtsverandering en beweging

Parameters	Voedingsvezel-supplement $\bar{x} (\pm SD)$ (N=32)	Placebo-supplement $\bar{x} (\pm SD)$ (N=32)	Gemiddeld Δ $\bar{x} (\pm SD)$	P-waarde*
<i>Gewichtsverandering na 15 dagen (kg)</i>	0.14 (\pm 0,61)	0.01 (\pm 0,67)	0.13 (\pm 0,87)	0,39
<i>Aantal stappen gemiddeld totaal</i>	51406 (\pm 15801)	52026 (\pm 16142)	1620 (\pm 10903)	0,41

*Paired samples t-test.

Voor lichaamsgewicht is het gewicht van dag 16 (laatste dag) afgetrokken van het gewicht op dag 0 (run-in day) in beide interventieperioden. Het aantal stappen is in beide interventieperioden op de eerste dag en de laatste 3 dagen gemeten en opgeteld.

4. Discussie

4.1 Onderzoeksvragen en resultaten

Het doel van het onderzoek is om te onderzoeken wat het effect is van twee weken dagelijkse inname van een voedingsvezelsupplement met een hoge viscositeit en een gelvormende textuur (LM-pectine) ten opzichte van een placebo-supplement (gelatine) zonder voedingsvezel met een gelijke textuur op de totale energie-inname bij gezonde volwassenen tussen de 18 en 30 jaar.

De hypothese was dat de energie-inname na twee weken (lange termijn) zou verlagen bij gebruik van het voedingsvezelsupplement ten opzichte van het placebo-supplement.

De resultaten laten echter zien dat na een inname van twee weken (lange termijn) geen significant verschil is gevonden in de totale energie-inname tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement. Dit houdt in dat de energie-inname gedurende de twee interventieperioden gelijk is gebleven en dat het voedingsvezelsupplement geen invloed heeft gehad op de totale energie-inname op lange termijn. Dit in tegenstelling tot bevindingen van Howarth et al. (2001), die in hun review een verlaging van 10% in energie-inname lieten zien bij een ad-libitum dieet bij interventies langer dan twee dagen met zowel oplosbare als onoplosbare voedingsvezels en bij een gemiddelde extra vezelinname van 14 gram.⁽⁵⁸⁾

Onderzoek naar het effect van pectine suppletie op energie-inname op lange termijn is voor zover bekend niet eerder uitgevoerd. Hierdoor is het niet mogelijk om studieresultaten te vergelijken.

Er is één lange termijn studie van Howarth et al. (2003) bekend waarbij fermenteerbare vezels (pectine en β -glucan) versus niet-fermenteerbare vezels (methylcellulose) zijn onderzocht. Door een ander werkingsmechanisme bij de combinatie pectine en β -glucan, een controlegroep met andere voedingsvezels (methylcellulose) en het ontbreken van randomisering is het niet mogelijk om deze studie met dit onderzoek te vergelijken.⁽⁵⁹⁾

Wel zijn lange termijn studies bekend naar andere soorten oplosbare voedingsvezels. Diverse langdurige (>2 dagen) studies laten een verlaging van de energie-inname zien. Stevens et al. (1987) zagen significante verschillen bij gezonde personen (BMI 18-25 kg/m²) bij suppletie met psylliumgom en tarwezemelen bij een dosering van 19 gram per dag⁽⁶⁰⁾, Pasman et al. (1997) vonden ook significante verschillen bij obese personen (BMI >25 kg/m²) bij suppletie met guargom en een dosering van 40 gram per dag.⁽⁶¹⁾ Dit in tegenstelling tot Evans & Miller (1975), die bij gezonde personen geen significant verschil zagen bij 10 gram vezelsuppletie met zowel guargom als methylcellulose.⁽⁶²⁾

Uit deze studies blijkt dat in lange termijnstudies (>2 dagen) met oplosbare voedingsvezels bij gezonde volwassenen pas een significante verlaging op de energie-inname wordt gevonden na inname van ≥ 19 gram voedingsvezels. Bij personen met overgewicht en obesitas lijkt een significant effect al bij lagere doseringen te kunnen worden gevonden.⁽⁵⁷⁾ Met de dosering van 10 gram pectine als voedingsvezel gebruikt in de huidige studie, worden elders geen significante effecten gevonden op de energie-inname bij gezonde personen.

In het huidige onderzoek laat pectine geen effect op de energie-inname zien. Dit is tevens te zien in het review van Wanders et al. (2011) waarbij pectine als voedingsvezel niet het grootste effect op vermindering in de energie-inname laat zien. De grootste ef-

fecten op de energie-inname op lange termijn worden met name gevonden bij suppletie van dextrinen, marine-polysachariden en chitosan.⁽⁵⁵⁾ Andere redenen waarom bij pectine suppletie op lange termijn geen effecten worden gevonden kunnen zijn: gewenning aan voedingsvezel door bijvoorbeeld adaptatie van de maag en sensorische verzadiging. Er zijn geen studies die deze redenen kunnen verklaren. Wel zijn er diverse studies die laten zien dat pectine suppletie de sensorische verzadiging verhoogt en maagontleding vertraagt.^(63, 64)

In het huidige onderzoek ligt het resultaat na 1 dag (korte termijn) op de grens van statistische significantie ($P=0,059$). Dit is gelijk aan het resultaat van de studie van Wanders et al.⁽⁵²⁾ en bij benadering gelijk aan de resultaten van eerdere studies naar de relatie tussen oplosbare of visceuze vezels en energie-inname.^(42, 52) Wanneer gekeken wordt naar het verschil in calorieën op korte termijn is er een verschil van 130 kcal per dag gevonden. Een verlaagde energie-inname van 130 kcal per dag zou theoretisch op jaarbasis een vermindering in gewicht van 5,3 kg kunnen opleveren. In een diëtistenpraktijk is deze gewichtsvermindering minder effectief voor de behandeling van overgewicht of obesitas, omdat de 10% gewichtsreductie voor een gezondheidseffect hiermee niet wordt behaald.⁽⁶⁾ Echter voor personen met licht overgewicht (BMI 25,5-26,5) en voor handhaving van een gezond gewicht kan deze gewichtsvermindering wel relevant zijn, omdat uit literatuur blijkt dat volwassenen gemiddeld 1 kg per jaar in gewicht aankomen.⁽⁶⁵⁾

Het voedingsvezelsupplement werd anderhalf tot twee uur voor aanvang van de lunch gegeten. De verwachting was dat het grootste verschil in energie-inname per maaltijdmoment te zien was tijdens de lunch omdat effecten zoals: de sensorische verzadiging; een toename van uitzetting van de maag; een vertraagde maagontleding en een langer aanhoudend verzadigd gevoel met name van invloed zijn op korte termijn (anderhalf tot twee uur).^(31, 32) Op dag 1 is echter bij de broodmaaltijd in de avond de grootste vermindering in energie-inname gevonden van 71 kcal bij het voedingsvezelsupplement. Bij de lunch was dit 18 kcal minder bij het voedingsvezelsupplement in vergelijking tot het placebo-supplement. Dit was beide echter niet significant verschillend. Dit houdt in dat het tijdstip van inname van het voedingsvezelsupplement minder invloed heeft gehad op de energie-inname dan verwacht. Dit in tegenstelling tot een eerder onderzoek waarbij suppletie met LM-pectine anderhalf tot twee uur voorafgaande aan de maaltijd het meeste effect geeft op de energie-inname op korte termijn.⁽⁵²⁾ Een andere mogelijke oorzaak is een grote standaarddeviatie (SD) waardoor per maaltijdmoment geen effect wordt gevonden. Hoe groter de SD, hoe kleiner de kans op een significant verschil. Een grote standaarddeviatie ontstaat omdat de energie inname tussen de proefpersonen en maaltijdmomenten wisselt over de dag.

De onderzoeksresultaten van het lichaamsgewicht laten geen significant verschil zien tussen het begin en het einde van iedere interventieperiode. Dit staat in contrast met andere lange termijnstudies (>2 dagen) met oplosbare voedingsvezels. Walsh et al. (1984) lieten bij volwassenen met overgewicht/obesitas een gewichtsreductie zien van 3,2 kg in 2 maanden bij een suppletie dosering van 3 gram glucomannan per dag.⁽⁶⁶⁾ Bij personen met overgewicht en obesitas wordt een significant effect op lichaamsgewicht echter al bij een lagere dosering oplosbare voedingsvezels gevonden. Tuomilehto et al. (1980) lieten bij gezonde personen een gewichtsverlaging van 2,0 kg zien bij een suppletie van 12 gram oplosbare voedingsvezels (guargom) over een periode van 4 maanden.⁽⁶⁷⁾ Bij gezonde personen wordt een significante gewichtsverlaging pas gevonden bij een inname van ≥ 12 gram oplosbare voedingsvezels.⁽⁵⁸⁾

Een verlaging van 130 kcal per dag zou na twee weken in het huidige onderzoek theoretisch een gewichtsverlaging van 200 gram kunnen opleveren. Na twee maanden zou dit een gewichtsverlaging van 870 gram kunnen opleveren en na vier maanden een gewichtsverlaging van 1,7 kg. Niet alle soorten voedingsvezels lijken op lange termijn even effectief te zijn op vermindering van het lichaamsgewicht. Wanders et al. (2011) lieten in hun review het grootste effect op lichaamsgewicht zien bij inname van arabinoxylan rijke vezels, mannanen en fructanen.⁽⁵⁵⁾ Bij een dieetbehandeling door een diëtist gaat men uit van 500 gram gewichtsverlies per week.⁽⁶⁸⁾ Gewichtsverlaging van 100 gram per week door middel van voedingsvezelsuppletie met pectine zou hieraan een bijdrage kunnen leveren.

Diverse studies laten zien dat de textuur (de mate van viscositeit en geling) een belangrijke rol speelt in de verzadiging en het onderdrukken van het hongergevoel. De mate van textuur kan bepalend zijn voor de inspanning en tijd die nodig is voor het kauwen en doorslikken van voeding.^(69, 70) Het huidige onderzoek laat geen verminderde energie-inname zien, waarbij de gelijke textuur hierbij mogelijk van invloed is geweest.

Wellicht dat een stevigere textuur nodig is om wel een effect op de energie-inname te vinden. Dit komt overeen met eerdere studies. Bolton et al. (1981); Haber et al. (1977); Mattes (2005); Hogenkamp (2012) laten een verlaging van het hongergevoel zien bij een stevige textuur in tegenstelling tot een meer vloeibare textuur.⁽⁷¹⁻⁷⁴⁾

Het huidige onderzoek heeft een aantal sterke punten. Het onderzoeksdesign is een dubbelblind gerandomiseerd cross-over onderzoek. Dit heeft als voordeel dat alle proefpersonen hun eigen controle zijn. De onderzoeksresultaten zijn betrouwbaar, in totaal hebben 32 proefpersonen het onderzoek afgerond. Hiermee is de power van het onderzoek (≥ 27 proefpersonen) behaald. De maaltijden uit het ad-libitum dieet zijn goed doordacht opgesteld om betrouwbare resultaten te verkrijgen door: de diversiteit in het aanbod van producten; voldoende aanbod; de portiegroottes; de samenstelling van de warme maaltijd; het gebruik van eenvoudige maaltijden en geen aanbod van vloeibare calorieën. De onderzoekspopulatie binnen dit onderzoek betreft een gezonde populatie. Door de opgestelde exclusiecriteria zijn confounders vrijwel uitgesloten. De gezonde onderzoekspopulatie is belangrijk omdat in basisonderzoek confounders in de onderzoekspopulatie ruis kunnen geven in de onderzoeksresultaten.

Het huidige onderzoek kent ook een aantal minder sterke punten. Om te kunnen bepalen of de proefpersonen het supplement daadwerkelijk op het juiste tijdstip en helemaal hebben gegeten, zou het beter zijn wanneer het voedingssupplement gecontroleerd op de universiteit werd gegeten.

In de dagboekjes is door de proefpersonen na de eerste interventieperiode aangegeven dat men de warme lunch niet lekker vond. Om confounding te voorkomen is de maaltijd in de tweede interventieperiode niet gewijzigd. Na de tweede interventieperiode is opnieuw aangegeven dat de warme maaltijd niet lekker was. Een aantal proefpersonen heeft aangegeven om die reden minder te hebben gegeten. Hierdoor hebben zij mogelijk niet tot hun verzadigingspunt gegeten. Echter door gebruik van het cross over onderzoek heeft de smakelijkheid minder invloed gehad op de resultaten.

Het tijdstip van de warme maaltijd (tussen 12.30-13.30 uur) en het tijdstip van supplement inname (tussen 10.30-11.00 uur) kunnen van invloed zijn geweest op de energie-inname. Over het algemeen wordt de grootste hoeveelheid energie ingenomen bij de warme maaltijd 's avonds. Wellicht dat de verschuiving van het tijdstip inname warme

maaltijd, van de middag naar de avond, een meer betrouwbaar resultaat oplevert door in te spelen op bestaande gewoontes. Dit was om logistieke redenen echter niet mogelijk. Tijdens de interventieperiode is het supplement iedere dag tussen 10.30 en 11.00 uur ingenomen. Op de onderzoeksdagen is dit voorafgaand aan de warme lunch geweest. Buiten de onderzoeksdagen is de lunch waarschijnlijk een broodmaaltijd geweest. Het supplement is hierdoor waarschijnlijk niet voorafgaand aan hetzelfde maaltijdmoment ingenomen, maar aan twee verschillende maaltijdmomenten. Het heeft de voorkeur om het supplement gedurende de hele studie voorafgaand aan hetzelfde maaltijdmoment in te nemen, omdat op deze manier naar gelijkheid wordt gestreefd.

Verwacht werd dat de warme lunch het maaltijdmoment met de grootste energie-inname zou zijn. Het tijdstip van de inname van het supplement is hierop afgestemd. Op de onderzoeksdagen blijkt het maaltijdmoment met de grootste energie-inname echter de broodmaaltijd 's avonds te zijn. Het was wellicht beter geweest als het supplement voorafgaand aan de maaltijd met de grootste hoeveelheid energie werd gegeten.

Omdat de variatie in energie-inname van dag tot dag verschilt, is gekozen om de proefpersonen een aantal dagen gecontroleerd te laten eten in plaats van bijvoorbeeld een 24-uurs recall of een volledig gecontroleerd ad-libitum dieet. Er zijn per interventieperiode vier hele dagen en twee ontbijten gecontroleerd gegeten op de universiteit, tussen deze gecontroleerde dagen volgden de proefpersonen hun eigen dieet. Dit kan van invloed zijn geweest op de energie-inname en het eten tot het punt van verzadiging tijdens de onderzoeksdagen. Bij een volledig gecontroleerd ad-libitum dieet van 16 dagen zouden de resultaten meer betrouwbaar kunnen zijn geweest. Een 24-uurs recall is daarentegen minder betrouwbaar dan een gedeeltelijk gecontroleerde ad-libitum energie-inname en een volledig gecontroleerd ad-libitum dieet kan een te hoge belasting zijn voor de proefpersonen en brengt hoge kosten met zich mee.

In de loop der jaren is veel onderzoek gedaan naar de invloed van voedingsvezels op het menselijk lichaam. Het is echter niet makkelijk om verschillende studies, waarin voedingsvezels onderzocht worden, met elkaar te vergelijken. Dit komt omdat variabelen als onderzoekspopulatie (man/vrouw, gezond/obees); type interventie (maaltijd of preloads); consumptie van voedingsmiddelen (gecontroleerd aanbod of vrije keuze van voeding); het soort vezel dat gebruikt is (oplosbaar/niet-oplosbaar, visceus/niet-visceus en fermenteerbaar/niet-fermenteerbaar); de dosering en duur van de vezelsuppletie (korte- en lange termijn) verschillend zijn. Deze variabelen zijn belangrijk voor een goede interpretatie van de gevonden resultaten en blijft onderzoek naar de invloed van voedingsvezels een interessant onderwerp.⁽⁷⁵⁾

5. Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

De resultaten van het huidige onderzoek laten geen significant verschil zien in energie-inname tussen het voedingsvezelsupplement en het placebo-supplement na 2 weken (lange termijn), na 1 dag (korte termijn) en per maaltijdmoment. Dit kan te maken hebben met de onderzoekspopulatie, een te lage dosering, het soort voedingsvezel, het tijdstip van inname van het supplement, het tijdstip van de warme maaltijd en het aantal dagen gecontroleerde energie-inname tijdens het onderzoek.

Meer onderzoek is nodig om te bepalen of pectine als vezelsupplement gebruikt kan worden als onderdeel van een dieetbehandeling bij gewichtsreductie of overgewicht en wat het effect is op lange termijn.

5.2 Aanbevelingen

Voor vervolgonderzoek kan rekening worden gehouden met:

- De onderzoekspopulatie en dosering: bij gezonde volwassenen wordt met de huidige dosering geen effect gevonden. Bij volwassenen met overgewicht en/of obesitas wordt met de huidige dosering wel effect gevonden. Het is belangrijk om de dosering af te stemmen op de onderzoekspopulatie, waarbij gelet wordt op een verhoging van de dosering bij gezonde volwassenen en handhaving of verlaging bij volwassenen met overgewicht en/of obesitas.
- Het soort vezel in het voedingsvezelsupplement: andere soorten oplosbare voedingsvezels laten wel een effect op de energie-inname en het gewicht op lange termijn zien, hierdoor is het te overwegen om een van deze oplosbare voedingsvezels te gebruiken.
- Het tijdstip van de warme maaltijd: het tijdstip van de warme maaltijd naar 's avonds verplaatsten om tegemoet te komen aan de gewoonten van de proefpersonen.
- Het tijdstip van inname van het supplement: inname van het supplement voorafgaand aan de maaltijd met de grootste hoeveelheid energie geeft wellicht meer effect op de totale energie-inname.
- Het aantal dagen gecontroleerde energie-inname: een volledig gecontroleerde energie-inname gedurende het gehele onderzoek zou wellicht een meer betrouwbaar resultaat opleveren.

5.2.1 Aanbeveling voor de diëtist

Bovenstaande punten leiden tot een aanbeveling voor de diëtist. Gewichtsafname door dieetbehandeling is pas effectief op langere termijn. Hierdoor is pectine suppletie uit het huidige onderzoek voor dieetbehandeling op lange termijn niet geschikt. Wanneer in de toekomst bovenstaande aanbevelingen gerealiseerd worden en leiden tot een positief effect op lange termijn, dan zou suppletie met pectine een aanvulling kunnen zijn bij dieetbehandeling door de diëtist naast de richtlijnen goede voeding.

Referenties

1. Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, Pennert K, Rybo E, Sjostrom L. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *British medical journal* 1984;289(6454):1257-61.
2. Larsson B, Svardsudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tibblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. *British medical journal* 1984;288(6428):1401-4.
3. Lundgren H, Bengtsson C, Blohme G, Lapidus L, Sjostrom L. Adiposity and adipose tissue distribution in relation to incidence of diabetes in women: Results from a prospective population study in Gothenburg, Sweden. *International Journal of Obesity* 1989;13(4):413-23.
4. Freedman DS, Williamson DF, Croft JB, Ballew C, Byers T. Relation of body fat distribution to ischemic heart disease. The National Health and Nutrition Examination Survey I (NHANES I) Epidemiologic Follow-up Study. *American Journal of Epidemiology* 1995;142(1):53-63.
5. Slavin JL. Dietary fiber and body weight. *Nutrition* 2005;21(3):411-8.
6. Gezondheidsraad. Overgewicht en obesitas. Den Haag: Gezondheidsraad, 2003; publicatie nr 2003/07. ISBN 90-5549-477-1.
7. Miller WC, Niederpruem MG, Wallace JP, Lindeman AK. Dietary fat, sugar, and fiber predict body fat content. *Journal of the American Dietetic Association* 1994;94(6):612-5.
8. Maeda H, Yamamoto R, Hirao K, Tochikubo O. Effects of agar (kanten) diet on obese patients with impaired glucose tolerance and type 2 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism* 2005;7(1):40-6.
9. Parnell JA, Reimer RA. Weight loss during oligofructose supplementation is associated with decreased ghrelin and increased peptide YY in overweight and obese adults. *American Journal of Clinical Nutrition* 2009;89(6):1751-9.
10. King NA, Craig SA, Pepper T, Blundell JE. Evaluation of the independent and combined effects of xylitol and polydextrose consumed as a snack on hunger and energy intake over 10 d. *British Journal of Nutrition* 2005;93(6):911-5.
11. Cani PD, Joly E, Horsmans Y, Delzenne NM. Oligofructose promotes satiety in healthy human: a pilot study. *European journal of clinical nutrition* 2006;60(5):567-72.
12. Hipsley EH. Dietary "fibre" and pregnancy toxemia. *British medical journal* 1953;2(4833):420-2.
13. Codex Alimentarius Commission (CAC). ALINORM 06/29/26 (2006) Report of the 27th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses 21–25 November, 2005. p. 62–63, appendix III.
14. American Association of Cereal Chemists (AACC). The definition of dietary fiber. Report of the Dietary Fiber Definition Committee to the Board of Directors of the American Association of Cereal Chemists. *Cereal Foods World* 2001; 46: 112-116.
15. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference Intakes; Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. Washington, DC: national Academies Press; 2002).
16. Lee, SC, Prosky, L. International survey on dietary fiber: definition, analysis, and reference materials. *Journal of AOAC International* 1995;78:22-36.
17. Vries de J. On defining dietary fibre. *Proceedings of the Nutrition Society* 2003;62(1):37-43.
18. Trowell H, Southgate DA, Wolever TM, Leeds AR, Gassull MA, Jenkins DJ. Letter: Dietary fibre redefined. *Lancet* 1976;1(7966):967.
19. Nederlandse Voedsel-en Warenautoriteit. Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Rapportage Voedingsvezel. 2007. p. 15-20.
20. Englyst KN, Englyst HN. Carbohydrate bioavailability. *The British journal of nutrition* 2005;94(1):1-11.
21. Lattimer JM, Haub MD. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients* 2010;2(12):1266-89.
22. Food and Agriculture Organization of the United States, Food energy – methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. Rome, 3–6 december 2002, p. 24.
23. Publicatieblad van de Europese Unie. L 285/9. Richtlijn 2008/100/EG van de Commissie van Europese Gemeenschappen. 28 oktober 2008.

24. Pereira MA, Ludwig DS. Dietary fiber and body-weight regulation. Observations and mechanisms. *Pediatric clinics of North America* 2001;48(4):969-80.
25. Rolfes SR, Pinna K, Whitney E. *Understanding normal and clinical nutrition*. 7th edition ed. Belmont CA, USA: Wadsworth, 2006.
26. Gezondheidsraad. *Richtlijn voor de vezelconsumptie*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2006; publicatie nr 2006/03. ISBN 90-5549-589-1
27. Papatathanasopoulos A, Camilleri M. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology* 2010;138(1):65-72, e1-2.
28. Schols HA, Visser RGF, Voragen AGJ. *Pectins and Pectinases*. First edition ed: Wageningen Academic Publishers, 2009.
29. Hulshof KFAM, Ocké MC. *Voedselconsumptiepeiling 2003: onderzoek bij jongvolwassen Nederlanders. Focus op voedingsstoffen*. *Nederlands Tijdschrift voor Klinische Chemie en Labgeneeskunde* 2003;30:185-91.
30. TNO Voeding. *Basisrapportage van de derde voedselconsumptiepeiling*. Zeist: TNO Voeding; 1998: V98.804-V98.813.
31. Heaton KW. Food fibre as an obstacle to energy intake. *Lancet* 1973;2(7843):1418-21.
32. Gerstein DE, Woodward-Lopez G, Evans AE, Kelsey K, Drewnowski A. Clarifying concepts about macronutrients' effects on satiation and satiety. *Journal of the American Dietetic Association* 2004;104(7):1151-3.
33. Cani PD, Lecourt E, Dewulf EM, et al. Gut microbiota fermentation of prebiotics increases satietogenic and incretin gut peptide production with consequences for appetite sensation and glucose response after a meal. *The American journal of clinical nutrition* 2009;90(5):1236-43.
34. Guerin-Deremaux L, Li S, Pochat M, et al. Effects of NUTRIOSE(R) dietary fiber supplementation on body weight, body composition, energy intake, and hunger in overweight men. *International journal of food sciences and nutrition* 2011;62(6):628-35.
35. Delzenne NM, Cani PD. A place for dietary fibre in the management of the metabolic syndrome. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care* 2005;8(6):636-40.
36. Liu S, Willett WC, Manson JE, Hu FB, Rosner B, Colditz G. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *The American journal of clinical nutrition* 2003;78(5):920-7.
37. Graaf de C, Blom WA, Smeets PA, Stafleu A, Hendriks HF. Biomarkers of satiation and satiety. *The American journal of clinical nutrition* 2004;79(6):946-61.
38. Marciani L, Gowland PA, Spiller RC, et al. Effect of meal viscosity and nutrients on satiety, intragastric dilution, and emptying assessed by MRI. *American journal of physiology Gastrointestinal and liver physiology* 2001;280(6):G1227-33.
39. Lyman Ott R, Longnecker MT. *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis*. 5th edition, 2001, Duxbury. CA, USA. p. 314-316.
40. Feunekes GI, et al. Relative and biomarker-based validity of a food-frequency questionnaire estimating intake of fats and cholesterol. *Am J Clin Nutr*, 1993. 58(4): p. 489-96.
41. Kanning MW. NIZO-RAPPORT E 2012/DRAFT. Formulering en bereiding van twee producten met een vergelijkbare stevigheid. Projectnummer: 103126. Nizo food reasearch B.V. Ede, mei 2012.
42. Flood-Obbogy JE, Rolls BJ. The effect of fruit in different forms on energy intake and satiety at a meal. *Appetite* 2009;52(2):416-22.
43. Tiwary CM, Ward JA, Jackson BA. Effect of pectin on satiety in healthy US Army adults. *Journal of the American College of Nutrition* 1997;16(5):423-8.
44. Di Lorenzo C, Williams CM, Hajnal F, Valenzuela JE. Pectin delays gastric emptying and increases satiety in obese subjects. *Gastroenterology* 1988;95(5):1211-5.
45. Flourie B, Vidon N, Chayvialle JA. Effect of increased amounts of pectin on a solid-liquid meal digestion in healthy man. *American Journal of Clinical Nutrition* 1985;42(3):495-503.
46. Holt S, Heading RC, Carter DC, Prescott LF, Tothill P. Effect of gel fibre on gastric emptying and absorption of glucose and paracetamol. *Lancet* 1979;1(8117):636-9.
47. Sanaka M, Yamamoto T, Anjiki H, Nagasawa K, Kuyama Y. Effects of agar and pectin on gastric emptying and post-prandial glycaemic profiles in healthy human volunteers. *Clinical and experimental pharmacology & physiology* 2007;34(11):1151-5.
48. Sandhu KS, el Samahi MM, Mena I, Dooley CP, Valenzuela JE. Effect of pectin on gastric emptying and gastroduodenal motility in normal subjects. *Gastroenterology* 1987;92(2):486-92.

49. Iftikhar SY, Washington N, Wilson CG, Macdonald IA, Homer-Ward MD. The effect of pectin on the gastric emptying rates and blood glucose levels after a test meal. *The Journal of Pharmacy and Pharmacology* 1994;46(10):851-3.
50. Shafer RB, Levine AS, Marlette JM, Morley JE. Do calories, osmolality, or calcium determine gastric emptying? *The American journal of physiology* 1985;248(4 Pt 2):R479-83.
51. Shimoyama Y, Kusano M, Kawamura O, et al. High-viscosity liquid meal accelerates gastric emptying. *Neurogastroenterology and Motility* 2007;19(11):879-86.
52. Wanders A. In preparation. Wageningen University. 2012.
53. Hulshof T, Graaf de C, Weststrate, JA. The effects of preloads varying in physical state and fat content on satiety and energy intake. *Appetite* 1993;21(3):273-86.
54. Akhavan T, Luhovyy BL, Anderson GH. Effect of drinking compared with eating sugars or whey protein on short-term appetite and food intake. *International Journal of Obesity* 2011;35(4):562-9.
55. Wanders AJ, van den Borne JJ, de Graaf C, et al. Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. *Obesity Reviews* 2011;12(9):724-39.
56. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Human Nutrition - Clinical Nutrition* 1985;39 Suppl 1: 5-41.
57. Nederlandse Voedingsstoffenbestand: NeVo tabel 2011. 2011, Voedingscentrum: Den Haag.
58. Howarth NC, Saltzman E, Roberts SB. Dietary fiber and weight regulation. *Nutrition reviews* 2001;59(5):129-39.
59. Howarth NC, Saltzman E, McCrory MA, et al. Fermentable and nonfermentable fiber supplements did not alter hunger, satiety or body weight in a pilot study of men and women consuming self-selected diets. *The Journal of nutrition* 2003;133(10):3141-4.
60. Stevens J, Levitsky DA, VanSoest PJ, Robertson JB, Kalkwarf HJ, Roe DA. Effect of psyllium gum and wheat bran on spontaneous energy intake. *The American journal of clinical nutrition* 1987;46(5):812-7.
61. Pasma WJ, Saris WH, Wauters MA, Westerterp-Plantenga MS. Effect of one week of fibre supplementation on hunger and satiety ratings and energy intake. *Appetite* 1997;29(1):77-87.
62. Evans E, Miller DS. Bulking agents in the treatment of obesity. *Nutrition and metabolism* 1975;18(4):199-203.
63. Washington N, Wilson CG, Greaves JL, Danneskiold-Samsoe P. An investigation into the floating behaviour of a pectin-containing anti-reflux formulation (FF5005) by means of gamma scintigraphy. *Scandinavian journal of gastroenterology* 1988;23(8):920-4.
64. Anonymous. Pectin delays gastric emptying. *Nutrition reviews* 1989;47(9):268-70.
65. Hill JO, Wyatt HR, Reed GW, Peters JC. Obesity and the environment: where do we go from here? *Science* 2003;299(5608):853-5.
66. Walsh DE, Yaghoubian V, Behforooz A. Effect of glucomannan on obese patients: a clinical study. *International Journal of Obesity* 1984;8(4):289-93.
67. Tuomilehto J, Voutilainen E, Huttunen J, Vinni S, Homan K. Effect of guar gum on body weight and serum lipids in hypercholesterolemic females. *Acta medica Scandinavica* 1980;208(1-2):45-8.
68. Mero AA, Huovinen H, Matintupa O, et al. Moderate energy restriction with high protein diet results in healthier outcome in women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2010;7(1):4.
69. Burton-Freeman B. Dietary fiber and energy regulation. *The Journal of nutrition* 2000;130(2S Suppl):272S-5S.
70. Anne Moorhead S, Welch RW, Barbara M, et al. The effects of the fibre content and physical structure of carrots on satiety and subsequent intakes when eaten as part of a mixed meal. *The British journal of nutrition* 2006;96(3):587-95.
71. Bolton RP, Heaton KW, Burroughs LF. The role of dietary fiber in satiety, glucose, and insulin: studies with fruit and fruit juice. *The American journal of clinical nutrition* 1981;34(2):211-7.
72. Haber GB, Heaton KW, Murphy D, Burroughs LF. Depletion and disruption of dietary fibre. Effects on satiety, plasma-glucose, and serum-insulin. *Lancet* 1977;2(8040):679-82.
73. Mattes R. Soup and satiety. *Physiology & behavior* 2005;83(5):739-47.
74. Hogenkamp PS, Texture, energy density & learning: implications for food intake. Thesis, Wageningen University, Wageningen, NL (2012). ISBN 9789461731227.
75. Blundell JE, Burley VJ. Satiating, satiety and the action of fibre on food intake. *International Journal of Obesity* 1987;11 Suppl 1:9-25.