

**EFFECT VAN GROENTEN EN FRUIT, ZEMELEN OF
PECTINE OP CHOLESTEROL-STOFWISSELING EN
DARMFUNCTIES BIJ GEZONDE VRIJWILLIGERS**



BIBLIOTHEEK L.H.

26 FEB. 1979

ONTV. TIJDSCHR. ADM.

Lh

VAKGROEP HUMANE VOEDING

EFFECT VAN GROENTEN EN FRUIT, ZEMELEN OF PECTINE OP CHOLESTEROL-STOFWISSELING
EN DARMFUNCTIES BIJ GEZONDE VRIJWILLIGERS.

door

Ir. Marianne Stasse-Wolthuis

Joke van Jeveren

Wil de Jong

Hugo Albers

december 1978

Vakgroep Humane Voeding

Landbouwhogeschool Wageningen

Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door een subsidie van de Nederlandse
Hartstichting, subsidienummer 75.035.

E 303664



BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUW HOGESCHOOL
WAGENINGEN

DANKWOORD

Onze dank gaat in de eerste plaats uit naar de proefpersonen zonder wier geweldige medewerking dit onderzoek niet mogelijk was geweest. Wij danken hen voor de consciëntieuze manier waarop zij aan de proef hebben meegedaan, voor het ondergaan van allerlei metingen, voor het feit dat zij zich veel sociale contacten hebben moeten ontzeggen; kortom voor alle moeite die zij zich hebben getroost.

Met veel plezier denken wij terug aan de samenwerking met Marita Engelen en Gerdi Oskam. Wij zijn hen veel dank verschuldigd voor hun ongelooflijke inzet bij de bereiding en verstrekking van de proefvoedingen. Marita bedanken wij tevens voor haar aandeel in de berekening van de proefvoedingen en Gerdi voor de uitwerking van de dagboeken-gegevens.

Zowel bij het opzetten van de proef als bij de uitvoering daarvan hebben wij veel steun ondervonden van prof.dr. J.G.A.J. Hautvast, dr.ir. R.J.J. Hermus en dr. M.B. Katan. Voor de prettige samenwerking en stimulerende begeleiding zijn wij hen zeer erkentelijk.

Mw. A.W.F. Wright, mw.A.C.Amelink, de heer M.B. Folman en andere medewerkers van de Academie Dienenoot bedanken we voor hun hulp bij de bereiding van de warme maaltijden.

De heren ir. P. Sluimer en dr. B. Belderok van het Instituut voor Graan, Meel en Brood, T.N.O. te Wageningen zeggen wij dank voor resp. adviezen bij de bereiding van (zemelen-)brood en chemische analyse van zemelen, broden enz.

Prof. W. Pilnik, mw. J.C.E. Reitsma en overige leden van de vakgroep Levensmiddelenchemie willen we hartelijk bedanken voor al hun adviezen bij de verwerking van geïsoleerd citrusspectine in voedingsmiddelen, en de analyses die daartoe voor ons zijn verricht.

De heren dr.ir. M.A.J. van Montfort, M. Keuls, drs. S. Knijpstra en drs. A. Otten van de vakgroep Wiskunde betuigen we onze dank voor hun hulp bij de statistische verwerking.

Prof.dr. J.W.M. Osse en de heer B.P.H. van Schie van de vakgroep Experimentele

Diermorfologie en Celbiologie zijn we erkentelijk voor de gastvrijheid op hun afdeling en de hulp bij het maken van röntgenfoto's t.b.v. de meting van darm-passagetijsd.

Voor het ontwikkelen van de röntgenfoto's waren we te gast in het Binnengasthuis te Amsterdam, waarvoor we dr. Marinkovic dank zeggen.

Graag willen wij hier ook bedanken prof.dr. M.T.M. Willemse en alle overige medewerkers van de vakgroep Plantkunde die hebben meegewerkt aan een anatomisch en cytologisch onderzoek naar de structurele aantasting van zemelen tijdens de vertering.

De heren W.G. Brydon en dr. M.A. Eastwood van de University of Edinburgh, Dept. of Medicine, zijn wij veel dank verschuldigd voor hun analyses van galzuren, totaal vet en electrolyten in faeces.

Voor de apolipoproteïne-B bepalingen zijn we dr. P.H.E. Groot van de Erasmus Universiteit te Rotterdam zeer erkentelijk.

De heer H. Koopman, werkzaam in de technologische hal van het Biotechnion van de Landbouwhogeschool, danken wij hartelijk voor zijn hulp bij vele zaken van technische en organisatorische aard.

Dit onderzoek hadden we niet kunnen uitvoeren zonder de hulp van een groot aantal collega's van de vakgroep Humane Voeding:

Bloedmonsters werden op zeer prettige en bekwame wijze afgenomen door Cock Germing-Nouwen, Bea Nijhof en Jacqueline Breedveld-Kwakkel. Lipidenanalyses in serum en faeces werden zeer vakkundig verricht door Frans Schouten, Bea Nijhof en Henny Verwey. De analyses in voedingsmiddelen waren bij Peter van de Bovenkamp, Janny Andriessen-Bos en Cock Germing-Nouwen in goede handen. De heer G. Keller en Martijn Katan waren behulpzaam bij de analyse van polygalacturonzuur (pectine). Bij de beoordeling van gegevens uit de dagboeken hebben meegeholpen Ruud Hermus, Martijn Katan en Henk Nijkrake, die tevens de beoordeling van de medische vragenlijst op zich nam. Hannie van Oosten-van der Goes hielp ons met de verwerking van voedingsenquêtes. In alle tijden van nood was Annelies Geenen ons behulpzaam bij het verstrekken van voedingsmiddelen. Daddie en Bob Zwaagstra hebben zich beiden op zeer energieke wijze gekweten van hun taak als keukenhulp. Verder willen we graag memoreren dat we voor het ver-

strekken van weekend-pakketten nooit tevergeefs een beroep hebben gedaan op Tineke Rietberg-Brussaard, Ypie Blauw, Anneke Geerts-van der Weij en Martijn Katan. Ook enkele proefpersonen hebben ons daarbij geholpen. Martijn Katan was ons bijzonder behulpzaam bij de rapportage.

De afdeling Tekstverwerking van de Landbouwhogeschool (hoofd mw. E. Vrieling-Olofsen) verzorgde het typewerk en de vormgeving.

Alle genoemde personen zijn we dankbaar voor hun aandeel in dit onderzoek.

Tot slot willen we alle anderen die ertoe hebben bijgedragen het onderzoek tot een goed einde te brengen, hiervoor dank zeggen.

INHOUDSOPGAVE

<u>SUMMARY</u>	1
<u>SAMENVATTING</u>	4
1. <u>INLEIDING EN VRAAGSTELLING</u>	6
2. <u>PROEFOPZET, MATERIALEN EN METHODEN</u>	
2.1 Proefschema en proefvoedingen	11
2.2 Werving en selectie van proefpersonen	13
2.3 Argumentatie verzamelde gegevens en analysemethoden	14
2.4 Statistische verwerking	20
3. <u>SAMENSTELLING PROEFVOEDINGEN</u>	
3.1 Geplande nutriënten-samenstelling	22
3.2 Voedingsvezel- en polygalacturonzuur (pectine)- gehalten in voedingsmiddelen	25
3.3 Nutriëntensamenstelling van de proefvoedingen "vertaald" in voedingsmiddelen	27
3.3.1 Energiegroepen	29
3.3.2 Voedselverstrekkingen	30
3.4 Controle van de nutriëntenopname	31
3.4.1 Methoden	31
3.4.2 Resultaten voedingsenquêtes	32
3.4.3 Resultaten chemische analyse van verstrekte voeding	37
3.5 Discussie	41
4. <u>VERLOOP VAN LICHAAMSGEWICHT EN GEGEVENS UIT DAGBOEKEN</u>	
4.1 Lichaamsgewichten	45
4.2 Gegevens uit dagboeken	46
4.3 Mogelijk afwijkende waarnemingen	48
5. <u>INVLOED VAN VOEDINGSVEZEL OP SERUM-LIPIDENCONCENTRATIES</u>	
5.1 Literatuuroverzicht	50
5.1.1 Effect op serum-cholesterolgehalte	50

	pagina
5.1.2 Effect op High Density Lipoprotein-cholesterol- gehalte	51
5.2 Resultaten	52
5.2.1 Serum-cholesterolgehalte	52
5.2.2 High Density Lipoprotein-cholesterolgehalte	55
5.2.3 Apolipoproteïne-B concentratie	56
5.3 Discussie en conclusies	58
6. <u>INVLOED VAN VOEDINGSVEZEL OP DARMFUNCTIES</u>	
6.1 Literatuuroverzicht	63
6.1.1 Effect op nat gewicht en watergehalte van de faeces	63
6.1.2 Effect op darmpassagetijd	64
6.1.3 Effect op ontlastingsfrequentie	65
6.2 Resultaten	66
6.2.1 Faeces nat gewicht en percentage droge stof	66
6.2.2 Darmpassagetijd	68
6.2.3 Ontlastingsfrequentie	70
6.3 Correlaties tussen faecesproduktie, darmpassagetijd en de opname van voedingsvezel	71
6.4 Discussie en conclusies	72
7. <u>INVLOED VAN VEZELRIJKE VOEDING OP EXCRETIE VAN GALZUREN EN NEUTRALE STEROÏDEN, TOTAAL VET EN ELECTROLYTEN</u>	
7.1 Literatuuroverzicht	78
7.2 Resultaten	80
7.2.1 Neutrale steroïden en galzuren	80
7.2.2 Verschil tussen opname en uitscheiding van steroïden	83
7.2.3 Concentraties van steroïden in de faeces en bacteriële omzetting	85
7.2.4 Vetuitscheiding	87
7.2.5 Electrolyten	87
7.3 Discussie en conclusies	87

8.	<u>INVLOED VAN EEN VOEDING RIJK AAN GROENTEN EN FRUIT</u>	
	<u>OP DE BLOEDDRUK</u>	
8.1	Inleiding	92
8.2	Resultaten	93
8.3	Discussie	94
9.	<u>ALGEMENE DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN</u>	96
10.	<u>LITERATUURVERWIJZINGEN</u>	107
11.	<u>BIJLAGEN</u>	
A.	Proefschema	119
B.	Lichaamsgewicht, lengte en percentage lichaamsvet aan het begin van de proef	120
C.	Informatie over de proefopzet zoals gegeven aan de deelnemers	121
D.	Verstreckte hoeveelheden voedingsmiddelen per energie- groep	
	D.1. controle-groep	122
	D.2. groente- en fruit-groep	122
	D.3. pectine-groep	133
	D.4. zemelen-groep	136
E.	Keuzelijst voor 100 "vrije" kcal (420 kJ)	139
F.	Voorbeeld van een receptenboekje voor het weekend	142
G.	Vragenlijst van het dagboek	144
H.	Correlaties (regressievergelijkingen) tussen faeces- gewicht, darmpassagetijd, serum-cholesterolgehalte, steroïdexcretie en voedingsvezelopname	145

SUMMARY

Effects of vegetables and fruits, bran or pectin on serum lipids, faecal lipids and colonic function in man.

Epidemiological studies have suggested that the incidence of atherosclerosis and large-bowel disorders in Western communities is linked to a low intake of dietary fibre. Dietary fibre has been defined as the plant polysaccharides and lignin which are resistant to hydrolysis by the digestive enzymes of man. The main components of dietary fibre are cellulose, hemicelluloses, pectic substances (polygalacturonic acid) and lignin.

Controlled experiments have shown that pectin, one of the components of dietary fibre, can indeed lower the level of serum cholesterol, while fibre-rich cereal products (bran) have no significant effect. On the other hand, bran causes a significant increase in faeces production and shortens intestinal transit time, while the effect of pectin on colonic functions is less clear. In most experiments dietary fibre was added to the diet in the form of bran, isolated pectin, etc. Furthermore, mostly a small group of subjects was employed.

We were interested in the effects of "natural" high-fibre diets providing various types of dietary fibre in a large group of healthy volunteers. In an earlier experiment the effects were studied of a high-fibre diet, in which half of the dietary fibre was provided by vegetables and fruits and the rest came from bread and other cereal products. On that diet the concentration of serum cholesterol decreased on average by 0.38 mmol/l, only part of which might be due to dietary fibre per se, as during the high-fibre period subjects consumed less fat and cholesterol, and more carbohydrates, than during the low-fibre periods. During the execution of that study, preparation of high-fibre dishes containing as much fat as those with low-fibre content, was found to be rather difficult.

The present report describes a trial on the effects of fibre from different sources. Sixty-two volunteers (40 male and 22 female; aged 18-28) consumed a relatively low-fibre diet for 2.5 weeks, after which period they were divided into 4 groups. During another 5 weeks Group 1 continued on the low-fibre diet, Group 2 received a high-fibre diet rich in vegetables and fruits, Group 3 a low-fibre diet to which citrus pectin NF (78% degree of esterification) had been added and Group 4 a low-fibre diet enriched with coarse wheat bran (dietary fibre content 50 g/ 100 g fresh weight). All foodstuffs except for 100 kcal

(0,42 MJ) per day were separately weighed out for each subject, appropriate to his energy needs. Blood samples were taken 10 times during the study, and at the end of the control and the experimental period faeces were collected for 7 days. Measurements were made of body weight, food consumption (by questionnaires and chemical analysis of duplicate samples), serum total- and HDL-cholesterol, blood pressure, weight and frequency of stools, intestinal transit time, and faecal excretion of neutral steroids, bile acids, fat and electrolytes. Participants were asked to note illness, stressful situations and departures from the diet in diaries.

As a result of the rigid control on nutrient intake, no important differences in intake of fat, cholesterol, protein and carbohydrates were found between the 4 groups. The control, vegetables/fruits, pectin and bran group consumed on average 18, 43, 28, and 37 g total dietary fibre per day respectively. Consumption of polygalacturonic acid (pectin) amounted to 1.7, 7.5, 8.8, and 1.7 g/day in these 4 groups respectively.

The level of serum cholesterol decreased on the diet containing citrus pectin, and on the diet containing vegetables and fruits, by 0.34 and 0.17 mmol/l respectively. On the other hand, the addition of bran causes a statistically significant increase in concentrations of serum cholesterol by on average 0.34 mmol/l. From these results it can be concluded that: at least in short-term controlled experiments, pectic substances in vegetables and fruits can lower the level of serum cholesterol, but this favourable effect is small in comparison with the effect of the amount and degree of saturation of dietary fat and the amount of cholesterol. On the other hand, dietary fibre may indirectly reduce the level of serum cholesterol by displacing fat- and cholesterol-rich products from the menu.

The amount and type of dietary fibre had no substantial effect on the level of serum high density lipoprotein-cholesterol.

The excretion of faecal bile acids was increased by 0.34 mmol/day in the group taking citrus pectin, while there was no effect in the vegetables/fruits group. The latter group showed an increase in excretion of neutral steroids by 0.53 mmol/day. The increase of serum cholesterol in the group taking bran was not accompanied by a change in total amount of faecal steroids. From these results it seems clear that the effects on serum cholesterol can not be explained completely by effects on steroid excretion. The same is true for the excretion of faecal fat: this went up during the experimental period in all 4 groups, the increase being most marked in the pectin and bran groups.

On the vegetables and fruits diet as well as on the bran diet a statis-

tically significant increase in faeces production and a shortening of intestinal transit time were found. These effects are more marked on the bran diet (on average 77 g/day more faeces were produced in the experimental period than in the control period, while transit time was 19 h shorter) than on the diet with vegetables and fruits (faeces production went up by 49 g/day and transit time went down by 13 h).

The higher consumption of potassium on the diet containing vegetables and fruits was not accompanied by a lowering of blood pressure (on average 4.5 g/day K was consumed in the vegetables and fruits group versus 3.4 g/day in the control group; Na intake was 4.0 and 3.7 g/day respectively).

In view of the remarkable interindividual variation in the response of serum lipids and colonic functions on the high-fibre diets, we suggest that at present, no recommendations for individual dietary fibre intake can be given. However a higher intake than 26.5 g/day which is on average consumed with the usual diet in the Netherlands, is advisable.

SAMENVATTING

Effect van groenten en fruit, zemelen of pectine op cholesterol-stofwisseling en darmfuncties bij gezonde vrijwilligers.

Twee en zestig vrijwilligers kregen gedurende een inlooperperiode van twee en een halve week een relatief vezelarme (controle-) voeding. Daarna werden de deelnemers verdeeld in 4 groepen, die gedurende een experimentele periode van vijf weken elk een verschillende proefvoeding kregen, waarin alleen de soort en de hoeveelheid voedingsvezel verschilde. Groep 1 kreeg een vezelarme voeding, identiek aan de controle-voeding van de inlooperperiode; groep 2 kreeg een vezelrijke voeding, waarin voedingsvezel afkomstig was van groenten en fruit; bij groep 3 werd zoveel geïsoleerd citrusedpectine aan de controle-voeding toegevoegd, dat het gehalte polygalacturonzuur gelijk was aan dat van de groente/fruitvoeding, en groep 4 tenslotte, kreeg zoveel tarwezemelen toegevoegd aan de controle-voeding, dat het gehalte niet-polygalacturonzuur-voedingsvezel gelijk was aan dat van de groente/fruit-groep. Op 100 kcal (0,42 MJ) na werd de gehele voeding aan de deelnemers verstrekt. Gedurende het onderzoek werd 10 maal bloed afgenomen, en aan het einde van de inloop- en de experimentele periode werd gedurende 7 dagen faeces verzameld. De volgende metingen werden verricht: lichaamsgewicht, nutriëntenopname (d.m.v. voedingsenquêtes en d.m.v. chemische analyse van de verstrekte voeding), serum totaal- en high density lipoproteïne (HDL)-cholesterol, bloeddruk, faecesgewicht, ontlastingsfrequentie, darmpassagetijsd en uitscheiding van neutrale steroïden, galzuren, totaal vet en elektrolyten in de faeces. De deelnemers werden gevraagd ziekte, stress-situaties en afwijkingen van de voedingsvoorschriften in een dagboek te noteren.

Tengevolge van de strenge controle op nutriëntenopname, werden er geen belangrijke verschillen in vet-, cholesterol-, eiwit- en koolhydraatopname gevonden tussen de vier proefgroepen. De controle-, groente/fruit-, pectine- en zemelen-groep consumeerde gemiddeld respectievelijk 17, 43, 28 en 36 g voedingsvezel per dag, waarvan respectievelijk 1,7 , 7,6 , 8,8 en 1,7 g polygalacturonzuur.

Het gehalte serum-cholesterol daalde bij zowel de pectine- als de groente/fruit-groep, met gemiddeld 0,34 resp. 0,17 mmol/l. Daarentegen resulteerde toevoeging van zemelen aan de controle-voeding in een statistisch significante verhoging van serum-cholesterolconcentraties met gemiddeld 0,34 mmol/l. Uit deze resultaten kan worden geconcludeerd dat - tenminste bij kortdurende experimenten - pectinestoffen (polygalacturonzuurverbindingen) in groenten en fruit het

serum-cholesterolgehalte kunnen verlagen, doch dit effect is slechts gering in vergelijking met het effect van verlaging van de verhouding verzadigd : onverzadigd vet en verlaging van de hoeveelheid cholesterol in de voeding. Voedingsvezel kan echter wel een indirect gunstig effect hebben doordat consumptie van vezelrijke produkten de opname van vet en cholesterol over het algemeen vermindert. De hoeveelheid en soort voedingsvezel had binnen 5 weken geen wezenlijke invloed op het HDL-cholesterolgehalte.

De excretie van faecale galzuren was bij de pectine-groep aan het einde van de experimentele periode gemiddeld 0,34 mmol/dag hoger dan aan het begin, terwijl de groente/fruit-groep geen verschil vertoonde tussen inloop- en experimentele periode. Omgekeerd was bij de laatste groep de excretie van neutrale steroïden verhoogd (met 0,53 mmol/dag), bij de eerste groep niet. Toevoeging van zemelen aan de controle-voeding had geen effect op de steroïdexcretie. De waargenomen veranderingen in serum-cholesterolconcentraties kunnen niet volledig worden verklaard door veranderingen in de uitscheiding van cholesterol-metabolieten. Ditzelfde geldt ook voor de excretie van vet in de faeces: bij alle groepen steeg de uitscheiding van vet in de experimentele periode. Deze toename was het duidelijkst bij de pectine- en de zemelen-groep.

Zowel de groente/fruit-voeding als de zemelen-voeding veroorzaakten een statistisch significante verhoging van faecesproduktie en verkorting van darmpassagetijd. Deze effecten waren duidelijker bij de zemelen-voeding (gemiddeld werd de faecesproduktie verhoogd met 77 g/dag, terwijl de darmpassagetijd 19 uur korter werd) dan bij de groente/fruit-voeding (verhoging van de faecesproduktie van 49 g/dag en daling van darmpassagetijd van 13 uur). Er was een opvallende inter-individuele spreiding in zowel faecesproduktie als darmpassagetijd.

De hogere kaliumopname bij de groente/fruit-voeding ging niet gepaard met een verlaging van de bloeddruk. Gemiddeld consumeerde de groente/fruit-groep 4,5 g kalium per dag, vgl. 3,4 g/dag in de controle-groep. De natriumopname bedroeg in deze twee groepen respectievelijk 4,0 en 3,7 g/dag.

Gezien de grote tussenpersoons-variatie in de respons op vezelrijke voeding, zowel wat betreft serum-lipidenconcentraties als darmfuncties, wordt het onverantwoord geacht een algemene norm voor de opname van voedingsvezel te geven. Wel wordt een hogere opname dan momenteel in Nederland gebruikelijk is (gemiddeld 26,5 g/dag) wenselijk geacht.

1. INLEIDING EN VRAAGSTELLING

Literatuuroverzicht.

De belangstelling voor voedingsvezel is ontstaan doordat bij epidemiologische studies het voorkomen van zg. welvaartsziekten w.o. hart- en vaatziekten, constipatie en diverticulosis in verband werd gebracht met een verminderde opname van voedingsvezel (zie o.a. Burkitt et al., 1974; Trowell, 1976, 1978^a). Deze studies zijn aanleiding geweest tot experimenten zowel bij mens als proefdier, waarbij de invloed van voedingsvezel op serum-lipidenconcentraties en darmpassagetijd is onderzocht. (Een hoog serum-lipidengehalte, met name een hoog cholesterolgehalte wordt als een risicofactor voor hart- en vaatziekten beschouwd; o.a. Stamler et al., 1971; Keys, 1975; Glueck en Connor, 1978). Bij de meeste van deze studies zijn echter kleine groepen mensen onderzocht, waarbij vezelrijke voedingsmiddelen (bv. zemelen) of afzonderlijke componenten van voedingsvezel (bv. cellulose, pectine) werden gebruikt.

Bovenstaande was aanleiding om, met subsidie van de Ned. Hartstichting, bij grote groepen gezonde vrijwilligers de invloed van voedingsvezel met gebruikmaking van normale voedingsmiddelen, te onderzoeken.

In het rapport over een eerder uitgevoerd experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978) is een literatuur-onderzoek opgenomen. Hieronder worden slechts die gegevens die van belang zijn bij de opzet van het huidige experiment samengevat. Tevens zijn recente literatuurgegevens opgenomen. Buiten bestek van deze inleiding vallen gegevens over de relatie tussen voedingsvezel en diverticulosis (zie o.a. Eastwood et al., 1978) en diabetes (zie o.a. Trowell, 1978^b). Recent verschenen boeken en overzichtsartikelen over fysiologische effecten van voedingsvezel zijn: Symposia: Marabou symposium "Food and Fibre", 1976 en "Role of dietary fiber in health", 1978; Burkitt en Trowell, 1975; Spiller en Amen, 1976; Spiller, 1978; Huang, 1978; Kelsay, 1978.

Er zijn nog geen algemeen aanvaarde definitie en analysemethode voor het gehalte "onverteerbare" bestanddelen in de voeding. Het gehalte aan ruwvezel is geen bruikbare maat bij het verklaren van fysiologische effecten. In dit rapport wordt gesproken van voedingsvezel (dietary fibre), i.e. die polysacchariden en lignine, die niet door spijsverteringsenzymen van de mens in het maagdarmkanaal worden gehydrolyseerd (definitie van Trowell et al., 1976). De belangrijkste componenten van voedingsvezel zijn: cellulose, hemicelluloses, pectinestoffen (polygalacturonzuur-derivaten) en lignine. Deze stoffen worden in de dikke darm in meerdere of mindere mate gefermenteerd door bacteriën, waarbij als omzettings-

produkten zuren en gassen ontstaan (zie o.a. Van Soest, 1978; Hellendoorn, 1978^{a,b}). Verschillende auteurs hebben nogal uiteenlopende waarden voor het percentage schijnbare verteerbaarheid gerapporteerd, nl. voor cellulose van 28 tot 80 %, en voor hemicellulose van 35 tot 96 % (Williams en Olmsted, 1936; Southgate en Durnin, 1970 en Holloway et al., 1978). Lignine wordt hoegenaamd niet afgebroken. Het is nog onbekend of bij de mens de vluchtige vetzuren die bij de fermentatie ontstaan, worden geresorbeerd en aldus bijdragen tot de metaboliseerbare energie (zie Van Soest, 1978). Volgens Southgate en Durnin (1970) draagt voedingsvezel in geringe mate bij tot de energie-opname, nl. 0,1 - 0,4 energie %. Voedingsvezel beïnvloedt waarschijnlijk de schijnbare verteerbaarheid van andere componenten (vet, eiwit) in de voeding (o.a. Calloway et al., 1978; Southgate en Durnin, 1970).

Veel discussie is momenteel gaande over de rol van voedingsvezel m.b.t. inductie van verzadigingsgevoel, het afvlakken van de piek in serum-glucose en -insuline na een vezelrijke maaltijd in vergelijking met een vezelarme maaltijd, het voorkómen van "over-eten" en obesitas (o.a. Kay en Stitt, 1978; Heaton, 1973; Cleave, 1977; Haber et al., 1977; Heaton et al., 1978; Albrink, 1978; Van Itallie, 1978; Jenkins et al., 1978). Deze onderwerpen worden hier verder niet besproken.

De samenstelling van voedingsvezel wisselt per voedingsmiddel en hangt verder voor één produkt nog af van graad van rijpheid e.d.. Bij de bereiding (koken) van voedingsmiddelen kunnen veranderingen in het voedingsvezelgehalte optreden (Matthée en Appledorf, 1978; Van Soest, 1978). Uit anatomisch en cytologisch onderzoek van Willemse et al., 1978 (persoonlijke mededeling) bleek dat zemelen worden aangetast door bakken in brood (afbraak van hemicelluloses en pectines).

Invloed van voedingsvezel op serum-lipidenconcentraties en darmfuncties: experimentele gegevens.

Experimenten waarbij de invloed van voedingsvezel op darmpassagetijsd, faeces- productie, serum-lipidenconcentraties en steroïduitscheiding zijn onderzocht zijn onderling moeilijk te vergelijken omdat:

1. verschillende soorten voedingsvezel zijn gebruikt, die bovendien vaak onnauwkeurig zijn beschreven.
 2. Controle op invoering van andere variabelen in de voeding vaak ontbrak.
- Het is van groot belang dat gecontroleerd wordt, of de opname van macronutriënten (eiwit, vet en koolhydraten) tijdens de toevoeging van vezelrijke voedings-

middelen of geïsoleerde vezelcomponenten gelijk is gebleven. Met name de invloed van de aard en hoeveelheid vet op de serum-cholesterolconcentratie is goed bekend. Vooral bij een voeding met vezelrijke voedingsmiddelen is een verschuiving in de opname van de verschillende nutriënten zeer waarschijnlijk. Zo hebben Kahaner et al. (1976) verschuivingen vastgesteld, die optraden bij toevoeging van zemelen aan de voeding. Ons inziens is bij de meeste studies aan dit punt te weinig aandacht besteed.

3. de proefpersonen vaak gering in aantal en van verschillende leeftijd waren.
4. de proefduur verschild.

Bij het meten van darmpassagetijs zijn bovendien verschillende technieken toegepast.

Uit experimenten met gezonde vrijwilligers kan worden geconcludeerd dat pectine als enige voedingsvezelcomponent het serum-cholesterolgehalte significant verlaagt en de uitscheiding van faecale steroïden verhoogt. (Kay en Truswell, 1977^a; Jenkins et al., 1975^a; Truswell en Kay, 1976; Kay et al., 1978). Er zijn aanwijzingen dat peulvruchten en groenten het serum-cholesterolgehalte verlagen (zie overzichtsartikel Kelsay, 1978). Dit zou misschien toe te schrijven zijn aan de pectinestoffen aanwezig in deze producten.

Van vezelrijke tarweproducten (zemelen) mogen we geen verlagende werking op de serum-lipidengehalten verwachten, (o.a. Truswell en Kay, 1976). In de steroïduitscheiding wordt meestal ook geen verandering waargenomen (o.a. Kay en Truswell, 1977^b; Jenkins et al., 1975^b).

Vezelrijke tarweproducten (zemelen) verhogen de faecesproductie en verkorten de darmpassagetijs, hoewel dit laatste slechts bij enkele studies statistisch significant is (zie ook overzichtsartikel van Kelsay, 1978). Bij experimenten met pectine zijn geen significante veranderingen in darmfunctie waargenomen. Recent rapporteerden Kelsay et al. (1978) een significante verkorting van darmpassagetijs en verhoging van faecesproductie o.i.v. een voeding rijk aan groenten en fruit. In een studie van Hoppert en Clark (1945) was het effect van groenten en fruit op faecesgewicht minder duidelijk dan van zemelen.

Er zijn verschillende werkingsmechanismen van voedingsvezel voorgesteld: Waterbinding door, of fermentatie van bepaalde componenten van voedingsvezel, met name hemicellulose en cellulose, zou het effect van voedingsvezel op darmpassagetijs kunnen verklaren (o.a. Eastwood, 1973; Hellendoorn, 1978^{a,b}); om het effect op serum-cholesterol en steroïdexcretie via verkorte darmpassagetijs te kunnen verklaren zijn geen experimentele bevestigingen gevonden. Galzuurbinding zou in theorie een bijdrage kunnen leveren aan de serum-cholesterolverlagende werking van voedingsvezel (zie o.a. Story en Kritchevsky, 1978); er zijn echter

onvoldoende gegevens om de bijdrage van galzuurbinding aan de serum-cholesterol-verlagende werking van voedingsvezel naar waarde te kunnen schatten. Gelvorming in de dunne darm door pectine zou het effect van pectine op serum-cholesterol kunnen verklaren (Kay en Truswell, 1977^a), alsmede het ontbreken van effect op darmpassagetijd en faecesgewicht. Deze theorie is echter nog niet bevestigd door experimentele gegevens.

Meer kennis is vereist over het lot van de afzonderlijke componenten van voedingsvezel in het menselijk maagdarmkanaal vóór een volledige hypothese kan worden opgesteld voor het werkingsmechanisme van de verschillende componenten van voedingsvezel.

De betekenis voor de Westerse voeding van mogelijke ongunstige effecten van voedingsvezel, zoals verminderde resorptie van mineralen (o.a. Jenkins et al., 1975^b; Ismail-Beigi et al., 1977; Reinhold et al., 1976; James, 1978; Sandstead et al., 1978; Cummings, 1978) en volvulus (i.e. "knoop" in de darm (Elmasri en Khalil, 1976)) zal nader onderzocht moeten worden.

Resultaten vorig onderzoek.

Door Stasse-Wolthuis et al. (1978) werd het effect van een "natuurlijke" vezelrijke voeding vergeleken met dat van een vezelarme voeding bij een groep van 47 vrijwilligers. De vezelrijke voeding bevatte minstens 16 g voedingsvezel/1000 kcal (4,2 MJ); vezelarme voeding ten hoogste 7 g/1000 kcal. Minstens de helft van de voedingsvezel werd geleverd door groenten en fruit, de rest was afkomstig van graanprodukten.

Vezelrijke voeding resulteerde in een gemiddelde verlaging van serum-cholesterolgehalte van 0,44 mmol/l bij een hoog cholesterolgehalte in de voeding, en 0,31 mmol/l bij een laag niveau van voedingscholesterol. Het aandeel van voedingsvezel in de gevonden verschillen in serum-cholesterolgehalte was moeilijk te schatten, aangezien uit voedingsenquêtes gehouden tijdens de proef, was gebleken dat de vezelrijke voeding 7 energie% minder vet, en 7 energie% meer koolhydraten bevatte dan de vezelarme voeding. Ongeveer één derde van alle veranderingen in serum-cholesterolgehalte kwam voor rekening van de high-density-lipoproteïnenfractie.

Bij vezelrijke voeding was de darmpassagetijd verkort: de gemiddelde darmpassagetijd was resp. 37 en 55 uur bij vezelrijke en vezelarme voeding. Ook de faecesproduktie was duidelijk veranderd o.i.v. het vezelgehalte in de voeding: tijdens vezelrijke voeding werd gemiddeld 182 g faeces (nat gewicht) per dag geproduceerd; tijdens vezelarme voeding 71 g/dag.

Aangezien in de proefvoedingen voedingsvezel afkomstig was van zowel graanprodukten als van groenten en fruit, kon niet worden geconcludeerd welk "type" voedingsvezel verantwoordelijk is geweest voor de gevonden effecten op serum-cholesterolgehalte, faecesproduktie en darmpassagetijd.

Vraagstellingen van dit onderzoek:

Bovenstaande was aanleiding voor het huidige experiment met de volgende vraagstellingen:

- a. Heeft voedingsvezel afkomstig van groente en fruit (pectine) bij gelijkblijvende vetopname een serum-cholesterolverlagende werking, zoals bij proeven met geïsoleerd pectine wordt gevonden?
- b. Heeft voedingsvezel uit groenten en fruit hetzelfde effect op darmpassagetijd, faecesproduktie, faecale steroid-excretie en excretie van mineralen, als voedingsvezel uit graanprodukten?

In hoofdstuk 2 wordt de opzet van het experiment beschreven. Hoofdstuk 3 behandelt de samenstelling van de proefvoedingen. In de hoofdstukken 4 t/m 8 worden achtereenvolgens de resultaten van dagboeken en verloop van lichaamsgewicht, serum-lipidenconcentraties, darmfuncties, excretie van faecale steroïden, vet en mineralen, en bloeddruk besproken (bloeddruk werd gemeten om een eventueel effect van verhoogde kalium-opname bij groenten- en fruit-rijke voeding na te gaan). In hoofdstuk 9 volgt een discussie van alle resultaten.

2. PROEFOPZET, MATERIALEN EN METHODEN

In dit hoofdstuk wordt eerst de gekozen opzet besproken en de argumenten die daarbij een rol speelden. Daarna worden de gebruikte methoden beschreven.

2.1 Proefschema en proefvoedingen.

Proefschema:

fig. 2.1 Proefschema

	2,5 weken	5 weken
	inlooperperiode	experimentele periode
	proefvoeding	
groep 1	controle	controle
groep 2	controle	groente/fruit
groep 3	controle	pectine
groep 4	controle	zemelen

De opzet van de proef is weergegeven in fig. 2.1; 64 vrijwilligers (40 mannen en 24 vrouwen: 19-28 jaar) kregen gedurende een inlooperperiode van 2½ week een relatief vezelarme (controle) voeding. Daarna werden de deelnemers verdeeld in 4 groepen, die gedurende 5 weken elk een verschillende proefvoeding kregen, waarin alleen de soort en de hoeveelheid voedingsvezel verschilde. Groep 1 kreeg een vezelarme voeding, identiek aan de controle-voeding van de inlooperperiode; groep 2 kreeg een vezelrijke voeding waarin voedingsvezel afkomstig was van groenten en fruit; bij groep 3 werd zoveel geïsoleerd citrusspectine aan de controle-voeding toegevoegd dat het gehalte polygalacturonzuur (pectine) gelijk was aan dat van de groente/fruit-voeding; en groep 4 tenslotte kreeg zoveel zemelen toegevoegd aan de controle-voeding dat het gehalte niet-polygalacturonzuur-voedingsvezel gelijk was aan dat van de groente/fruit-groep. De samenstelling van de proefvoedingen en de argumenten die daarbij een rol speelden worden besproken in hoofdstuk 3.

Argumentatie proefduur en aantal deelnemers.

De inlooperperiode van 2½ week diende om de voeding van de proefpersonen, die een zeer uiteenlopend voedingspatroon hebben, te normaliseren. De voornaamste

componenten waarin de voeding van de inlooperperiode verschilde van de voeding die de proefpersonen gewend waren te consumeren, zijn de hoeveelheid vet, cholesterol en voedingsvezel (zie ook hfdst. 3). Uit de literatuur (o.a. Erickson et al., 1964 en Mattson et al., 1972; zie ook Stasse-Wolthuis et al., 1978, p. 72) is bekend dat de invloed van verandering in de hoeveelheid vet en cholesterol in de voeding op het serum-cholesterolgehalte grotendeels na 2 à 3 weken is bereikt. Na de inlooperperiode werd alleen de opname van voedingsvezel gevarieerd; de vet- en cholesterol-opname bleven dus constant. Om na te kunnen gaan of de effecten van veranderde vet- en cholesterol-opname inderdaad aan het einde van de inlooperperiode gestabiliseerd waren, werd de controle-groep opgenomen, die gedurende de totale proefperiode van $7\frac{1}{2}$ weken dezelfde proefvoeding kreeg.

Bij het voorgaande experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978) was het effect van een vezelrijke voeding met dat van een vezelarme voeding vergeleken volgens een zgn. "cross-over" opzet van 2 x 3 weken. Bij deze proef leek het effect van voedingsvezel op het serum-cholesterolgehalte na 3 weken nog niet gestabiliseerd te zijn. Bovendien was er met name bij de steroïdexcretie sprake van nawerking van de vezelrijke voeding in de eerste periode tijdens de vezelarme periode daarna. Om deze redenen werd nu besloten tot een experimentele periode van 5 weken, d.w.z. zo lang als uit praktische overwegingen nog mogelijk was. Een tweede reden om nu geen "cross-over" opzet toe te passen, was dat daarbij slechts twee proefvoedingen getest konden worden.

Een voordeel van een "cross-over" opzet is dat iedere persoon als zijn eigen controle fungeert, waardoor binnen-persoons-variatie ondervangen wordt. Dit voordeel valt bij de nu gekozen opzet gedeeltelijk weg; het effect van elk van de drie vezelrijke voedingen t.o.v. de vezelarme voeding op een bepaalde variabele wordt - evenals bij een "cross-over" - gemeten als het verschil van twee metingen van die variabele aan één persoon (d.w.z. aan het eind van de inlooperperiode en aan het eind van de experimentele periode). Eventuele verschillen in effecten tussen de 3 vezelrijke voedingen moeten echter groter zijn om aangetoond te kunnen worden, daar ze alleen in verschillen tussen (groepen) personen tot uiting komen. Daarom werd het aantal proefpersonen uitgebreid tot 64, nl. 4 groepen van 16. Een groter aantal was praktisch niet haalbaar i.v.m. eisen die gesteld moeten worden aan verstrekken van maaltijden, uitvoering van de metingen, enz..

2.2 Werving en selectie van proefpersonen

Voedingsstudenten werden d.m.v. brieven en d.m.v. een oproep in het mededelingenblad van de Landbouwhogeschool gevraagd deel te nemen aan het experiment. Ook niet-voedingsstudenten konden deelnemen.

Een beloning werd niet aangeboden. De te verstrekken maaltijden en voedingsmiddelen waren echter gratis. De deelnemers werden tevoren uitvoerig geïnformeerd over het doel van het onderzoek, de proefopzet, voedingsvoorschriften, metingen die verricht zouden worden enz.. Deelname aan de proef was niet schriftelijk vastgelegd. Voortijdige beëindiging van deelname was mogelijk, zij het dat men was geïnformeerd over de nadelige consequenties voor het experiment tengevolge daarvan.

De volgende criteria werden opgesteld, waaraan de proefpersonen moesten voldoen:

- 1) serum-cholesterolgehalte (gemiddelde van 2 waarnemingen): hoogstens 220 mg/100 ml (5,7 mmol/l)
- 2) serum-triglyceridgehalte (gemiddelde van 2 waarnemingen): hoogstens 150 mg/100 ml (1,7 mmol/l)
- 3) diastolische resp. systolische bloeddruk: hoogstens 90 resp. 150 mm Hg
- 4) lichaamsvetpercentage, geschat m.b.v. de som van 4 huidplooien: mannen hoogstens 23 %; vrouwen hoogstens 30 %
- 5) Zij die allergisch waren voor bepaalde voedingsmiddelen, die een dieet hielden, chronische ziekten hadden of bepaalde medicijnen gebruikten, werden uitgesloten van deelname. Gegevens hierover waren vertrouwelijk en werden alleen aan een arts voorgelegd ter beoordeling.

Argumentatie selectie van proefpersonen:

Door deze selectie werd de homogeniteit van de proefpopulatie bevorderd. Bovendien werd voorkomen, dat deelname een risico voor de proefpersonen zou kunnen inhouden (zie ook Stasse-Wolthuis et al., 1978).

Indeling in groepen

Van de 77 personen die zich aanmeldden trokken zich 9 voor de aanvang van de proef terug. Verder vielen 2 personen af wegens een serum-triglyceridgehalte hoger dan het gestelde criterium, één wegens een te hoog cholesterolgehalte, en één om medische redenen.

Van de 64 personen die uiteindelijk aan de proef deelnamen hebben 2 (vrouwelijke) deelnemers de proef niet beëindigd. Eén persoon viel af wegens ziekte, de tweede om persoonlijke redenen. In bijlage B zijn per groep het lichaamsgewicht, lengte en percentage lichaamsvet aan het begin van het experiment, weergegeven. Er was gepland evenveel mannen als vrouwen per groep toe te wijzen. Omdat er echter minder vrouwen zich hadden aangemeld werden uiteindelijk 10 mannen en 6 vrouwen in elke groep ingedeeld. De indeling geschiedde door loting, zodanig dat het gemiddelde serum-cholesterolgehalte en de gemiddelde energie-opname van de 4 groepen zo weinig mogelijk uiteen lagen. Daartoe werden de deelnemers eerst gescheiden op geslacht, vervolgens gerangschikt op cholesterol-niveau en ingedeeld in groepjes van 8; d.w.z. de 8 met de hoogste cholesterolwaarden bij elkaar, 8 met de daarna hoogste waarden enz.. Deze groepjes van 8 werden daarna gerangschikt op energie-opname, en weer ingedeeld in 2 groepjes van 4 (de energie-opname van deze 4 lag zo dicht mogelijk bij elkaar). Tenslotte werd elk groepje van 4 verdeeld over de 4 proefgroepen m.b.v. een random permutatietabel. Door ruilen van enkele proefpersonen (op nummers) die vergelijkbaar waren wat betreft cholesterolgehalte en energie-opname, werd ervoor gezorgd dat mannen en vrouwen die samen één huishouding hadden, dezelfde proefvoeding kregen. Dit vergemakkelijkt o.a. het zelf bereiden van de maaltijden in het weekend (zie hfdst. 3). Er waren 5 van dergelijke paren. De proef duurde van 10 oktober t/m 2 december 1977. De selectie vond plaats tussen 20 en 30 september 1977.

2.3 Argumentatie verzamelde gegevens en analysemethoden

In tabel 2.2 is vermeld welke gegevens tijdens de proef werden verzameld. De tijdstippen van de metingen zijn vermeld in bijlage A.

Argumentatie

Lichaamsgewicht.

Het lichaamsgewicht werd 1 à 2 keer per week gecontroleerd. Wanneer het lichaamsgewicht ca. 1 kg veranderde werd in overleg met de proefpersoon de energie-opname aangepast.

Een verandering van meer dan 2,0 kg in de inloop- of experimentele periode was aanleiding de resultaten van de betrokkene volgens een speciale procedure te behandelen (zie hfdst. 4).

tabel 2.2 Overzicht van uitgevoerde bepalingen

lichaamsgewicht	
dagboek	: ziekte, afwijking van de voedingsregels enz.
voedingsenquêtes	
chemische analyse van de proefvoedingen	: nutriëntensamenstelling
serum-bepalingen	: totaal cholesterolgehalte, high density lipoproteïn (HDL)-cholesterolgehalte
faeces	: nat en droog gewicht, darmpassagetijd, ontlastingsfrequentie, excretie van galzuren, neutrale steroïden, totaal vet en electrolyten
bloeddruk	

dagboek

Het is bekend dat factoren zoals ziekte, emotionele spanning, gebruik van bepaalde medicijnen, gebruik van orale anticonceptiva en verandering in rookgewoonte invloed kunnen hebben op serum-(HDL)cholesterolgehalte en darmfuncties (ref. zie Stasse-Wolthuis et al., 1978). De proefpersonen werd gevraagd in een dagboekje het optreden van dergelijke factoren bij te houden (zie bijlage G). Tevens werd gevraagd afwijkingen van de voedingsregels hierin te noteren.

Op grond van de informatie uit de dagboeken werd beoordeeld van welke proefpersonen de resultaten mogelijk minder betrouwbaar waren. Zulke resultaten werden volgens een speciale procedure behandeld (zie hfdst. 4).

Voedingsenquêtes en chemische analyse van de proefvoedingen

Deze beide metingen dienden ter controle van de nutriëntenopname, d.w.z. om te controleren of de verstrekte voedingen de geplande samenstelling van nutriënten hadden en daarnaast om een indruk te krijgen of de proefpersonen zich aan de regels hielden.

De toegepaste methodiek en de voor- en nadelen van voedingsenquêtes enerzijds en chemische analyse van zgn. mengmonsters van proefvoedingen anderzijds worden besproken in hfdst. 3.4.

bloedbepalingen

In totaal werd 10x bloed afgenomen om het verloop van totaal cholesterol-gehalte en HDL-cholesterolgehalte in het serum na te gaan. Aan het begin van de proef en aan het einde van de inloop- en de experimentele periode werden de waarden van 2 bloedmonsters, afgenomen met tussentijd van 2 dagen, gemiddeld, om de nauwkeurigheid van deze waarden te verhogen. De laatste bloedafname geschiedde ca. 4 weken na afloop van de proef, ter controle of het serum-cholesterolgehalte weer de aanvangswaarde had bereikt. Bij die proefpersonen waarbij dit niet het geval was werd 8 weken na de proef nogmaals het serum-cholesterolgehalte gecontroleerd.

Het HDL-cholesterolgehalte wordt beschouwd als een onafhankelijke risicofactor voor hart- en vaatziekten (Miller en Miller, 1975). I.v.m. de grote intra-individuele spreiding in serum-triglyceridenwaarden die bij het voorgaande experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978) was waargenomen, werd besloten bij dit experiment analyse van serum-triglyceriden achterwege te laten.

In een klein aantal bloedmonsters is het apolipoproteïne-B gehalte bepaald, om enig inzicht te krijgen of verandering in cholesterolgehalte gepaard gaat met veranderingen in de samenstelling van low-density- en very-low-density-lipoproteïnen.

faeces-onderzoek

Aan het eind van de inloop- en experimentele periode werd gedurende 7 dagen faeces verzameld om nat en droog gewicht van de faeces en darmpassage-tijd te kunnen onderzoeken. Daarnaast werd de excretie van steroïden en totaal vet bepaald, omdat een verhoogde excretie van galzuren, neutrale steroïden of totaal vet mogelijk een verklaring zouden kunnen geven voor eventuele veranderingen in het serum-cholesterolgehalte (o.a. Kay en Truswell, 1977^a; Cummings et al., 1976^c; Jenkins et al., 1975^b). De excretie van electrolyten is gemeten in verband met literatuur-gegevens waaruit blijkt dat voedingsvezel van vnl. tarweproducten de resorptie van electrolyten (mineralen) vermindert (o.a. Reinhold et al., 1976; Jenkins et al., 1975^b).

Om een kwalitatieve indruk te krijgen van de mate van aantasting van zemelen tijdens de vertering, is door de vakgroep Plantkunde (o.l.v. prof. M.T.M. Willemsse) een anatomische en cytologische studie van de zamel uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn samengevat in een verslag van genoemde vakgroep.

bloeddruk

Bloeddruk werd gemeten aan het einde van de inlooperperiode en in de 4e week van de experimentele periode om een eventueel effect van verandering in natrium/kalium verhouding in de voeding na te gaan (zie verder hfdst. 8).

Analysemethoden

Somatometrie

De proefpersonen werden nuchter gewogen, gekleed, maar zonder zware kledingsstukken als schoenen, jassen, vesten e.d., m.b.v. een Seca balans (maximum 150 kg, afleesbaar tot op 0,1 kg). Lengte werd gemeten m.b.v. een rolmaat met vensteraflezing (microtoise nr. 4.116). Huidploidikte (bicipitaal, tri-cipitaal, subscapulair en supra-ileacaal) werd bepaald met een Harpenden huidplooimeter (merk Holtain). Het percentage lichaamsvet werd geschat uit de som van de 4 huidplooien m.b.v. tabellen, ontleend aan Durnin et al. (1967, 1974). De bloeddruk werd gemeten met een automatische bloeddrukmeter BE 207S (Elag Köln) en geregistreerd met de bijbehorende BR110 schrijver. Dit apparaat meet m.b.v. een drukballon in de manchet de drukgolven die ontstaan door de bewegingen van de aderwand bij het openen van de ader. Het ontstaan van de drukgolven komt overeen met het begin van de harttonen volgens Korotkow (I). Het verdwijnen van de drukgolven bij het volledig open blijven van de ader komt overeen met het begin van de IV harttonen volgens Korotkow. De meting is dus vergelijkbaar met de normale metingen zoals uitgevoerd door de huisartsen in Nederland en met de aanbevolen bloeddrukmeting door The American Heart Association. Het verschil met de aanbevelingen van o.a. de Nederlandse Hartstichting die de V harttonen volgens Korotkow als grens voor de diastolische bloeddruk aanbeveelt is ongeveer 5 mm Hg (IV hoger dan V). (Koster et al., 1978).

Serumbepalingen

Bloedafname geschiedde 's morgens voor het ontbijt. Per keer werd ca. 10 ml bloed afgenomen d.m.v. venepunctie in zittende houding. De deelnemers werd gevraagd de avond tevoren geen alcohol te gebruiken.

Van elk serummonster werd tweemaal ca. 1 ml geampulleerd en bewaard bij -20°C . Na de proefperiode werden hierin het totaal cholesterol- en het HDL-cholesterolgehalte bepaald.

Cholesterol werd bepaald m.b.v. een automaat volgens Huang (1961). Als ijkstandaarden werden echter geen cholesteroloplossingen gebruikt, maar sera, waarin het cholesterolgehalte bepaald was volgens de referentiemethode van Abell et al. (1952). Op deze wijze zijn de uitkomsten equivalent met Abell-waarden (V.d. Haar et al., 1978). Blinde controlesera werden verstrekt door het Center for Disease Control, Atlanta, Georgia. De precisie (reproduceerbaarheid) voor de controlesera bedroeg $\pm 1,4\%$ (1 S.D.) en de gevonden waarden lagen binnen $1,8\%$ van de juiste ("target")waarden.

HDL- (high-density-lipoprotein) cholesterol werd bepaald na heparine-Mn²⁺-precipitatie van VLDL en LDL (very-low- en low-density-lipoproteïns), volgens Burnstein et al. (1960), zoals beschreven door Van der Haar et al. (1978). De reproduceerbaarheid voor interne controlesera bedroeg in deze periode ca. $\pm 4\%$ (± 1 S.D.).

Apolipoproteïne-B concentraties in serum werden bepaald door dr. P.H.E. Groot, Erasmus Universiteit, Rotterdam, door middel van kwantitatieve immuno-electroforese. Als standaard werd een poolserum gebruikt, dat op zijn beurt geijkt was tegen vers gezuiverd LDL, waarin de eiwitconcentratie was bepaald door middel van kwantitatieve aminozuuranalyse.

Het serum-triglyceridgehalte werd bepaald (t.b.v. de selectie van de proefpersonen; zie boven) volgens Soloni (1971).

faeces onderzoek

Faeces werden verzameld in plastic emmertjes met een inhoud van 1350 ml (Emergo, Landsmeer). Op het deksel bevond zich een etiket, waarop de proefpersonen de dag, het tijdstip van produktie en persoonsnummer dienden te vermelden. De emmertjes, tijdens de inloop- en experimentele periode verzameld, werden zo spoedig mogelijk (binnen 24 uur) na inleveren (ook in het weekend) diepgevroren bij -45°C en bewaard bij -30°C of -45°C .

In de inlooperperiode werd verzameld vanaf donderdag 12 uur tot de week erop donderdag 12 uur en in de experimentele periode van vrijdag 12 uur tot vrijdag erop 12 uur (zie ook bijlage A). Deze verzamelperiode was langer dan in het vorige experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978) (108 uur), omdat de pellet-"recovery" voor de meting van darmpassagetijd toen voor een groot aantal proefpersonen nog niet compleet was (29 van de 43 personen). Verwacht werd dat dit na 7 dagen voor de meeste proefpersonen wel het geval zou zijn.

De darmpassagetijd werd gemeten met behulp van met Ba geïmpregneerde polyetheen ringetjes (Portex, radio-opaque tubing, Stöpler, Utrecht, ca. 1 mm breed, buitendiameter 4,5 mm, s.g. 1,63 gram/cm³), volgens de methode van Cummings et al. (1976^a). De proefpersonen slikten 20 pellets bij de warme maaltijd van resp. de donderdag en de vrijdag. Van alle emmertjes werden röntgenfoto's gemaakt waarop de ringetjes geteld konden worden.

De gemiddelde darmpassagetijd werd berekend volgens de formule:

$$.MTT = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i t_i}{20}$$

x_i = aantal pellets in faecesmonster i

t_i = tijdsinterval tussen sliktijdstip van de pellets en produktie-tijdstip van faecesmonster i

Voor het berekenen van de gemiddelde darmpassagetijd (volgens Cummings et al.) was het nodig dat alle pellets weer terug gevonden werden. Als dit niet het geval was, werd de darmpassagetijd aan de hand van de wel aanwezige gegevens geschat. In eerste instantie werd geprobeerd om te schatten met behulp van regressielijnen op een gedeelte van de pellets. Dit bleek echter onwaarschijnlijke resultaten te geven. De op deze wijze gevonden tijden waren vaak korter dan de minimale tijd die berekend kon worden door als produktietijdstip voor de ontbrekende pellets het einde van de verzamelperiode te nemen. Daarom werd de volgende methode gebruikt: Er werden twee berekeningen gemaakt. Bij de eerste berekening werd er vanuitgegaan dat alle ontbrekende pellets direct aan het eind van de verzamelperiode werden geproduceerd (dus ongeveer 168 uur na het slikken); hierna genoemd "schatting op 7 dagen". De tweede berekening werd gedaan met als theoretisch produktietijdstip voor de ontbrekende pellets een week na het einde van de verzamelperiode (ongeveer 336 uur na het slikken); hierna genoemd "schatting op 14 dagen". Aangenomen werd dat het werkelijke produktietijdstip ergens

daartussen in zou liggen. Geëist werd dat beide berekeningen tot dezelfde kwalitatieve conclusies zouden leiden over het effect van de verschillende voedingen op de darmpassagetijsd. Als dit zo was dan werd verder alleen gerekend met de darmpassagetijsd, geschat volgens de eerste berekeningswijze (schatting op 7 dagen).

Bepaling nat en droog gewicht: Van iedere proefpersoon werden de faeces van één week, na wegen en 1:1 verdunnen met gedemineraliseerd water, gehomogeniseerd in een Colworth Stomacher 3500 (Laméris, Utrecht). Ongeveer 2 x 15 gram homogenaat werd gebruikt voor een duplobepaling van het drogestofgehalte. Daartoe werd het homogenaat één nacht aan de lucht gedroogd en vervolgens 24 uur in een droogstoof bij 100°C. Ongeveer 150 gram homogenaat werd gevriesdroogd en daarna m.b.v. een mixer fijn gemalen, voor analyses van steroïden, electrolyten en vet.

Ontlastingsfrequentie werd berekend aan de hand van gegevens op de emmers tijdens de verzamelperioden, en voor de 1e en 3e week van de experimentele periode m.b.v. gegevens uit de dagboeken (zie ook bijlage A).

Galzuren, neutrale steroïden, totaal vet en electrolyten.

Analyses van galzuren, totaal vet en electrolyten werden uitgevoerd door W.G. Brydon (Wolfson Laboratories, Gastro-intestinal Unit, Western General Hospital, Edinburgh, Scotland; hoofd dr. M.A. Eastwood). Galzuren en neutrale steroïden werden gaschromatografisch bepaald volgens de methoden van resp. Evrard en Jansen (1968) en Miettinen et al. (1965) (zonder dunne-laag-chromatografie, zoals beschreven in Stasse-Wolthuis et al., 1978). Totaal vet werd bepaald volgens Van de Kamer et al. (1949); Na⁺ en K⁺ werden gemeten m.b.v. vlamfotometrie en Ca²⁺ en Mg²⁺ m.b.v. atomaire absorptie spectrofotometrie.

2.4 Statistische verwerking

Mogelijk afwijkende waarnemingen: De gegevens uit de dagboeken en veranderingen in lichaamsgewicht gaven aanleiding om de waarnemingen van enkele personen te toetsen t.o.v. de gegevens van de overige deelnemers (methode en resultaten, zie hfdst. 4).

Verwerking van de resultaten

Bij alle gemeten parameters is per proefgroep een gepaarde t-toets toegepast op de verschillen tussen de experimentele en inlooperperiode (Snedecor en Cochran, 1967). Daarnaast werd op de uitkomsten van de verschillende metingen variantie-analyse toegepast (m.b.v. een standaard computerprogramma (SPSS)).

3. SAMENSTELLING PROEFVOEDINGEN

In dit hoofdstuk wordt de samenstelling van de voeding van de proefgroepen behandeld. Als leidraad hiervoor dienen de volgende vragen:

- wat is de geplande samenstelling van de proefvoedingen uitgedrukt in nutriënten, en waarop is die gebaseerd?
- hoe is dat vertaald in voedingsmiddelen?
- hoe is onderzocht wat de werkelijke opname aan nutriënten tijdens de proef was?

3.1 Geplande nutriëntensamenstelling

Tabel 3.1 vermeldt de geplande samenstelling van de proefvoedingen, uitgedrukt in nutriënten.

Tabel 3.1 Geplande nutriëntensamenstelling van de proefvoedingen

proefgroep:		controle (en inloop- periode)	groente/ fruit	citrus- pectine	zemelen
nutriënt (eenheid)					
totaal voedingsvezel (g/1000 kcal*)		6,0	16,0	9,4	13,3
polygalacturonzuur (g/1000 kcal)		0,6	3,3	3,3	0,6
niet-polygalacturonzuur-voedings- vezel (g/1000 kcal)		5,4	12,7	6,1	12,7

eiwit	(energie %)		12		
vet	(energie %)		38		
	linolzuur (energie %)		< 5		
	oligosacchariden (energie %)		22		
cholesterol	(mg/1000 kcal)		150		
vitamine C	(mg/1000 kcal)		65		

* 1000 kcal = 4,2 MJ

Argumentatie voedingsvezelgehalte

Uit de literatuur (zie hfdst. 1) is bekend dat geïsoleerd pectine het serum-cholesterolgehalte verlaagt. Om na te gaan of pectine (polygalacturon-

zuur) zoals dat voorkomt in groenten en fruit, dezelfde werking heeft, werd ervoor gezorgd dat de opname aan polygalacturonzuur (uitgedrukt in mg/1000 kcal (4,2 MJ) gelijk was in de groepen 2 en 3 (zie tabel 3.1).

Van tarweprodukten (zemelen) is bekend dat zij de faecesproductie verhogen en de darmpassagetijd verkorten. Geïsoleerd pectine heeft geen effect op darmfuncties, en de invloed van groenten en fruit is onzeker (zie hfdst. 6). Dit onderzoek had tot doel na te gaan of voedingsvezel-componenten met uitzondering van pectine (polygalacturonzuur) van 2 verschillende bronnen ook verschillende invloed hebben op de darmfuncties. Daartoe werd de opname aan niet-polygalacturonzuur-voedingsvezel in de groepen 2 (groente/fruit) en 4 (zemelen) aan elkaar gelijk gesteld.

Aan de groente/fruit-groep werd een hoeveelheid polygalacturonzuur in de vorm van groente en fruit gegeven, die enerzijds vergelijkbaar is met andere experimenten waarbij geïsoleerd pectine is gebruikt, anderzijds te realiseren is met gangbare voedingsmiddelen in een voeding die niet al te zeer van de Nederlandse voeding afweek.

Groep 3 kreeg dezelfde hoeveelheid polygalacturonzuur als groep 2 in de vorm van geïsoleerd citrusespectine. Het gebruikte citrusespectine bestond voor 95 g/100 g uit voedingsvezel, waarvan 76 g/100 g polygalacturonzuur en 19 g/100 g andere vezelcomponenten. (zie fig. 3.1). Verdere gegevens over de samenstelling van het citrusespectine worden vermeld in hfdst. 3.3. Door de toevoeging van citrusespectine aan de voeding van groep 3, leverde deze voeding dus ook meer voedingsvezel dan de controle-voeding (zie fig. 3.2).

Voedingsvezel van de groente/fruit-voeding bestond voor ca. 80 % uit niet-polygalacturonzuur-componenten (zie fig. 3.2). Bij groep 4 werd de hoeveelheid niet-polygalacturonzuur-voedingsvezel in de voeding gelijk getrokken met die in de groente/fruit-voeding, m.b.v. zemelen. De gebruikte zemelen bevatten 50,4 g/100 g voedingsvezel, waarvan een te verwaarlozen hoeveelheid polygalacturonzuur was (zie fig. 3.1). Verdere gegevens over de samenstelling van de zemelen worden vermeld in hfdst. 3.3.

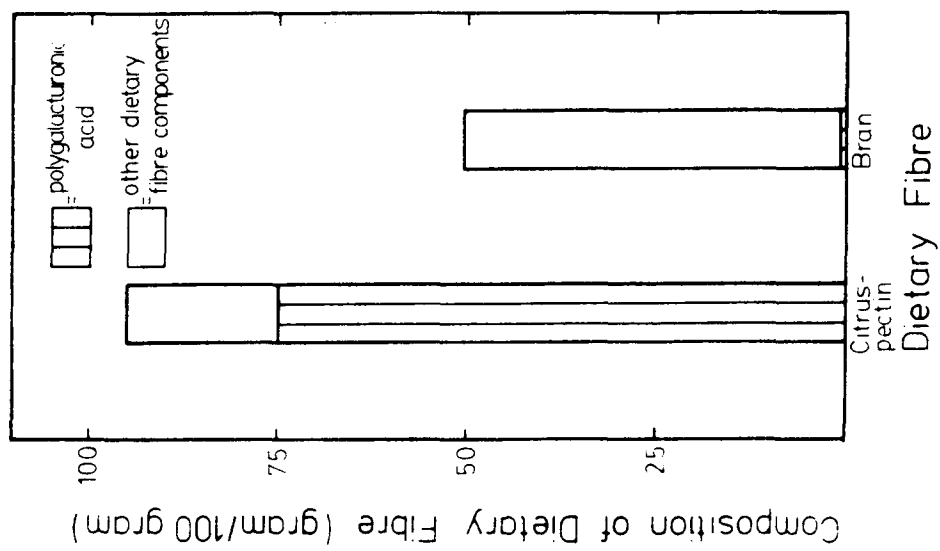


Fig.3.1.: Gehalte aan totaal voedingsvezel en polygalacturonzuur in citruspectine en zemelen in g per 100 g eetbaar product.

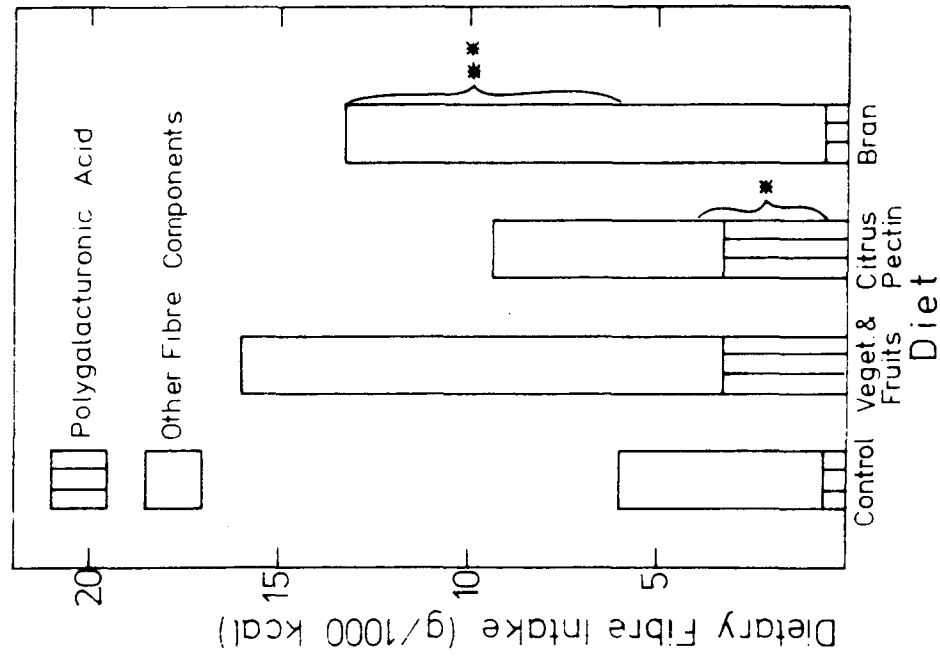


Fig.3.2.: Geplande samenstelling en hoeveelheid voedingsvezel in g/1000 kcal (4,2 MJ) in de experimentele voedingen.
 *) uit geïsoleerd citruspectine
 **) uit zemelen

Argumentatie overige nutriënten:

De hoeveelheden eiwit, vet, oligosacchariden, polysacchariden, cholesterol, de vetzuursamenstelling, en de verhouding plantaardig : dierlijk eiwit werden zodanig gekozen, dat de proefvoeding wat dat betreft vergelijkbaar was met het voorgaande experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978) en met een voeding zoals die door de meeste Nederlanders wordt geconsumeerd (gegevens ontleend aan Nutrient intake, 1975; Kromhout, 1977).

In tegenstelling tot het voorgaande experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978) werd de opname aan voedingscholesterol en vitamine C - om praktische redenen - afhankelijk gesteld van de energie-opname. De geplande opname van 150 mg cholesterol / 1000 kcal (4,2 MJ) lag tussen de niveau's van de cholesterolrijke (> 600 mg/dag) en cholesterolarme (< 200 mg/dag) voedingen van de vorige proef. Het niveau is vergelijkbaar met dat in de "gemiddelde Nederlandse voeding". Op basis van bruto verbruiksgegevens van 1973 berekende Kromhout (1977) een gemiddelde opname van 137 mg cholesterol/1000 kcal (4,2 MJ).

Het vitamine C gehalte van de groente/fruit-voeding was hoog in vergelijking met de gemiddelde Nederlandse voeding (ca. 30 mg/1000 kcal (4,2 MJ) volgens Nutrient intake, 1975). In de literatuur vinden we tegenstrijdige berichten over effecten van de vitamine C-opname op bloed-lipidenconcentraties (o.a. Krumdieck et al., 1974; Peterson et al., 1975). Daarom werd de opname aan vitamine C in de andere groepen gelijk gehouden aan die in de groente/fruit-groep.

Aangezien uit voedingsenquêtes die tijdens de vorige proef (Stasse-Wolthuis et al., 1978) gehouden zijn, bleek dat de vezelrijke voeding meer oligosacchariden (lagere suikers) bevatte dan de vezelarme voeding, werd het gehalte oligosacchariden in de 4 proefvoedingen nu gepland gelijk te zijn aan dat van de groente/fruit-voeding, nl. 22 energie%. Ter vergelijking: volgens berekening van Kromhout (1977) bedroeg de opname aan lagere suikers in Nederland in 1973 gemiddeld 26 energie%.

3.2 Voedingsvezel- en polygalacturonzuur (pectine) gehaltes in voedingsmiddelen

Kennis omtrent het voedingsvezelgehalte van voedingsmiddelen werd uit verschillende bronnen verzameld (Hellendoorn et al., 1975; Southgate et al., 1976; McCance en Widdowsen, 1960; Van de Bovenkamp et al., niet gepubliceerd). Genoemde auteurs hanteren verschillende analysemethoden (zie ook Stasse-Wolthuis et al., 1978; hfdst. II), maar de resultaten zijn vergelijkbaar (Southgate et al., 1976).

Vóór de proef werd van de in de proef te gebruiken voedingsmiddelen het

gehalte voedingsvezel en polygalacturonzuur bepaald (Van de Bovenkamp et al., niet gepubliceerd). Met behulp van de resulterende tabel (voedingsvezel- en polygalacturonzuurgehaltes in de belangrijkste voedingsmiddelen zijn vermeld in tabel 3.2) werden de menu's opgesteld.

Tabel 3.2 : Geplande en werkelijke gehalten aan totaal voedingsvezel en polygalacturonzuur in enkele voedingsmiddelen (g/100 g eetbaar produkt).

	totaal voedingsvezel		polygalacturonzuur	
	planning ^{a)}	werkelijk ^{b)}	planning ^{a)}	werkelijk ^{b)}
aardappelen ^{c)}	3,0	3,0	0,3	0,2
groenekool ^{c)}	2,6	3,4	0,7	0,7
snijbonen ^{c)}	3,8	4,4	0,8	0,8
wortelen ^{c)}	2,8	2,7	0,7	0,9
andijvie ^{c)}	3,4	5,6	0,9	0,8
bieten ^{c)}	3,0	2,8	0,5	0,4
sinaasappelen	1,4	2,2	0,4	0,7
appelen (+ schil)	2,4	2,3	0,6	0,5
tomaten	1,3	1,4	0,3	0,3
witbrood ^{e)}	3,2 ^{d)}	^{g)}	0 ^{h)}	0,1
zemelen brood ^{f)}	8,6 ^{d)}	^{g)}	0 ^{h)}	0,1

- ^{a)} Gebaseerd op analyses uitgevoerd vóór de proef; Voedingsvezel werd bepaald als "niet beschikbare koolhydraten plus lignine" volgens de verschilmethode van McCance et al. (1936). Polygalacturonzuur werd enzymatisch bepaald (Galambos, 1967) en/of d.m.v. een Cu²⁺-ion uitwisselingsmethode volgens Keijbets en Pilnik (1974).
- ^{b)} Analysecijfers van monsters van voedingsmiddelen verzameld tijdens de proef (zie hfdst. 3.4).
- ^{c)} per 100 g gekookt produkt.
- ^{d)} geschat uitgaande van het zemelengehalte en van analysecijfers voor broden van Southgate et al., 1976.
- ^{e)} met 2 % zemelen (zie pag. 27).
- ^{f)} met 17 % zemelen.
- ^{g)} niet bekend; de methode van McCance et al. levert voor graanprodukten te hoge waarden in vergelijking met de methode van Southgate et al. (zie ook hfdst. 3.5), nl. 6,4 resp. 8,8 voor wit- en volkorenbrood.
- ^{h)} geschat.

3.3 Nutriëntensamenstelling van de proefvoedingen "vertaald" in voedingsmiddelen

Er werd gebruik gemaakt van algemeen verkrijgbare voedingsmiddelen en daarnaast van grove, bloem-vrije zemelen en geïsoleerd citrusspectine.

Samenstelling en verwerking van zemelen

Grove, bloem-vrije zemelen werden betrokken van fa. Meneba te Rotterdam. Samenstelling per 100 g nat produkt: 13,3 g vocht; 6,5 g as; 15,0 g eiwit; 6,8 g vet; 50,4 g voedingsvezel (geanalyseerd als Neutral Detergent Fiber volgens de methode van Van Soest (1973)); 10,3 g zetmeel en 0,2 g reducerende suikers. Deze analyses zijn verricht door het Instituut voor Graan, Meel en Brood te Wageningen.

De zemelen werden verwerkt in brood en in desserts. Er werd brood gebakken (Bakkerij Bouwman, in samenwerking met het Instituut voor Graan, Meel en Brood te Wageningen) van 83 % bloem plus 17 % zemelen voor de zemelen-groep en 98 % bloem plus 2 % zemelen voor de andere 3 groepen. Op deze wijze kreeg de zemelen-groep 80 à 90 % van de dagelijkse portie zemelen in de vorm van brood en de rest in de vorm van desserts (zie ook bijlage D.4). De toevoeging van een geringe hoeveelheid zemelen (2 %) aan het witbrood voor de overige groepen was bedoeld als een tegemoetkoming aan de proefpersonen die over het algemeen voorkeur hebben voor volkorenbrood. Gemiddeld consumeerden de proefpersonen van groep 4 38 g zemelen per dag.

Samenstelling en verwerking van citrusspectine

Citrusspectine (N.F.) werd geleverd door Bulmer Ltd. te Hereford, Engeland, via bemiddeling door prof. W. Pilnik, afd. Levensmiddelentechnologie van de Landbouwhogeschool.

Het gebruikte citrusspectine bevatte 76 g polygalacturonzuur/100 g; de veresteringsgraad bedroeg 78 % (methode Keijbets en Pilnik, 1974). Het totaal voedingsvezelgehalte was 95 g/100 g (zie fig. 3.1) (volgens verschilmethode van McCance *et al.*, 1936). Het drogestofgehalte was 98,9 g/100 g en het asgehalte was 4 g/100 g. Eventuele verontreinigingen van het preparaat worden buiten beschouwing gelaten.

In eerste instantie werd gedacht het citrusspectine te verwerken in brood. Door mw. H. Reitsma van de afdeling Levensmiddelentechnologie van de Landbouwhogeschool werd onderzocht welke veranderingen pectine ondergaat tijdens het

bakken van brood. Tevens werd nagegaan welke veranderingen in pectinestoffen plaatsvinden bij het koken van groenten. De specifieke viscositeit, de geleerkracht en de zuiverheid van pectine bleek te verminderen door het bakken van pectine in brood, zodat deze verwerkingsmethode als ongeschikt moest worden beschouwd. (Ook bij koken van andijvie en wortelen bleek de specifieke viscositeit achteruit te gaan.).

Hierna werd besloten het citrusspectine te verwerken in desserts met als basis karnemelk of magere yoghurt (en vruchtensap). (Desserts met als basis melk, volvette yoghurt of alleen vruchtensap waren minder goed van smaak). Over het algemeen werden deze desserts door de proefpersonen als "plakkerig" ervaren. Door de massa 2 maal met een mixer op te kloppen werd dit iets verbeterd. De smaak werd gevarieerd m.b.v. vruchtjes, smaakstoffen e.d., waarbij zoveel mogelijk rekening werd gehouden met de voorkeur van de proefpersonen.

De verstrekte desserts bevatten 4 g citrusspectine per 150 g karnemelk of magere yoghurt (en vruchtensap). De hoeveelheid die verstrekt werd varieerde van 150 g tot 560 g per dag afhankelijk van de energie-opname. Deze hoeveelheid werd in 2 porties gegeven (zie 3.3.2). Gemiddeld consumeerden de proefpersonen ca. 9 g citrusspectine per dag.

Overige voedingsmiddelen

Alle groepen kregen roomboter, margarine (arm aan linolzuur), kaas (volvet), vleeswaren, vlees, vis, eieren, melk (3,5 % vet), aardappelen, macaroni en rijst. Voor de vegetariërs werden vleeswaren door kaas vervangen, het vlees in de warme maaltijd echter niet.

De groente/fruit-groep kreeg de groenten voor het grootste gedeelte gekookt (zie bijlage D.3). (Gekookte groenten zijn minder volumineus dan rauwe groenten, zodat grotere porties geconsumeerd kunnen worden.) De andere groepen kregen de groente als rauwkost. De rauwkost werd aangemaakt met slaolie of slasaus, welke allebei rijk aan linolzuur zijn. Om de linolzuur-opname in de groente/fruit-groep gelijk te trekken werd voor het afmaken van de gekookte groente margarine met $\pm$ 40 % meervoudig onverzadigde vetzuren in het vet gebruikt, met uitzondering van het weekend, waarin - om praktische redenen - roomboter werd verstrekt.

Ter compensatie van de koolhydraten (m.n. oligosacchariden) en vitamine C die de groente/fruit-groep uit groente en fruit betrok, kregen de andere groepen jam, honing, suiker, appelsap, sinaasappelsap en rozebottelsiroop.

De groente/fruit-groep kreeg wat minder brood om de polysacchariden uit groente te compenseren. Deze groep kreeg ook wat meer eiwit uit groente; dit

werd gecompenseerd door minder melk te geven. De geringe verschuiving in de verhouding tussen plantaardig en dierlijk eiwit, die hiervan het gevolg was, werd niet gecompenseerd.

Voor de extra hoeveelheid eiwit, vet en koolhydraten die de zemelen-groep uit zemelen betrok (zie hierboven), werd gecompenseerd door minder kaas of vleeswaren te geven en minder bloem in het brood te verwerken (zie boven). Dit had geen noemenswaardige verschuiving in de vetzuursamenstelling tot gevolg.

De pectine-groep kreeg behalve polygalacturonzuur ook extra voedingsvezel uit geïsoleerd citrusspectine. Hiervoor werd niet gecompenseerd (zie fig. 3.1 en 3.2).

Van een aantal voedingsmiddelen werd geen gebruik gemaakt, vanwege hun mogelijke invloed op darmpassagetijd of serum-cholesterolgehalte (lit. referenties, zie Stasse-Wolthuis et al., 1978, p. 80), of omdat het voedingsvezel- of polygalacturonzuurgehalte van deze voedingsmiddelen onbekend was. Dit waren: peulvruchten, prei, knoflook, noten, cacao, kaneel en Spaanse peper. Met mate werd gebruik gemaakt van ui (max. 25 g/dag), scherpe specerijen.

3.3.1 Energiegroepen

Op grond van vóór de proef op 3 achtereenvolgende dagen ingevulde voedings-enquêtes, werden de proefpersonen ingedeeld in energiegroepen. Oorspronkelijk waren er 8 ("hoofd")-energiegroepen gepland, variërend van 1550-3300 kcal/dag (6,5 - 13,9 MJ), steeds met intervallen van 250 kcal (1,05 MJ). Tussen twee energiegroepen was er een overbruggingsgroep, een "+-groep". De overbrugging bestond uit een boterham met 5 g boter (zie bijlage D.1 - D.4). Eén boterham met 5 g boter levert ca. 100 kcal (420 kJ); de verdeling van nutriënten hierin komt redelijk overeen met de geplande samenstelling van de voeding, nl. 40 energie% vet, waarvan 3 energie% meervoudig onverzadigde vetzuren, 9 energie% eiwit, 50 energie% koolhydraten, en 9 g voedingsvezel/1000 kcal (4,2 MJ), zodat door deze toevoeging geen wezenlijke verschuiving in de verdeling van nutriënten ontstaat.

Uit de voedingsenquêtes gehouden vóór de proef was gebleken dat een aantal proefpersonen minder dan 1550 kcal (6,5 MJ) /dag opnamen. Anderen hadden meer dan 3300 kcal/dag (13,9 MJ) nodig. Hierdoor was het noodzakelijk 6 extra energiegroepen te berekenen, met een totale energie-opname van 1150 (groep 0), 1300 (groep 0+), 1400 (groep 1-), 3450 (groep 9), 3800 (groep 10) en 4100 kcal/dag (groep 11); respectievelijk 4,8; 5,5; 5,9; 14,5; 16,0 en 17,2 MJ/dag.

Voor het begin van de proef was de proefpersonen gevraagd naar hun suiker-

en melkgebruik in koffie en thee. Hiermee werd rekening gehouden bij de indeling in energiegroepen: Per energiegroep was een hoeveelheid energie geschat die men uit suiker zou betrekken, nl. 40 kcal (0,17 MJ) voor energiegroep 1; 60 kcal (0,25 MJ) voor groep 2; 80 kcal (0,34 MJ) voor de groepen 3 t/m 5; 100 kcal (0,42 MJ) voor groep 6; 120 kcal (0,50 MJ) voor de groepen 8 t/m 11 (zie ook bijlage D). Koffiemelkgebruik werd voor iedereen geschat op 10 g/dag (15 kcal of 0,06 MJ). Een proefpersoon die niet de hoeveelheid suiker en melk gebruikte die voor zijn/haar energiegroep was ingecalculeerd, werd zonodig in een hogere energiegroep geplaatst. Bv. iemand die gemiddeld 2800 kcal (11,8 MJ) /dag consumeerde zou in energiegroep 6 worden ingedeeld wanneer hij/zij per dag ca. 100 kcal (0,4 MJ) uit suiker en melk betrok. Gebruikte deze persoon geen suiker en melk in koffie en thee, dan werd hij/zij in energiegroep 6+ ingedeeld.

3.3.2 Verstrekingen

Op werkdagen kregen de deelnemers tussen 12 en 2 uur een warme maaltijd op de afdeling Humane Voeding. Ze kregen dan ook voedingsmiddelen mee voor de broodmaaltijden. Op vrijdag werden voedingsmiddelen voor 5 broodmaaltijden en 2 warme maaltijden verstrekt.

Men kreeg bijna de volledige voeding verstrekt behalve koffie en thee, waarin men suiker en melk naar eigen gewoonte kon blijven gebruiken. Daarnaast moest men 100 kcal (0,42 MJ) zelf kiezen uit een keuzelijst (zie bijlage E). Deze keuzelijst was voor alle groepen gelijk en bevatte produkten die weinig of geen voedingsvezel en polygalacturonzuur bevatten. Buiten deze lijst mocht niets zonder overleg gekozen worden. Dit is zo gedaan, omdat in de vorige proef (Stasse-Wolthuis et al., 1978) (waarschijnlijk) mede door verschillende keuzelijsten voor de vezelrijke en vezelarme groepen er een verschil in vetopname was ontstaan. Om die reden was ook besloten het aantal "vrije" kcal van 200 naar 100 te verlagen.

Voor de warme maaltijden in het weekend werden alle ingrediënten behalve het vlees verstrekt, met een receptenboekje en een vleeskeuzelijst (zie bijlage F).

Alle voedingsmiddelen werden in standaardverpakkingen of -eenheden (bv. sneden brood) verstrekt, of per persoon afgewogen (bv. fruit). Voor de warme maaltijd werd voor ieder afzonderlijk alles afgewogen op een elektronische balans met printer (Mettler, PS 15).

Iedere deelnemer kreeg een lijst waarin voor de eigen proefgroep de te ontvangen hoeveelheden voedingsmiddelen per energiegroep waren vermeld, zodat

men kon controleren of de juiste hoeveelheid was verstrekt. Er waren aparte lijsten voor week- en weekenddagen (zie bijlagen D.1 - D.4). Daarnaast werd informatie over de proefopzet gegeven (zie bijlage C).

3.4 Controle van de nutriëntenopname

Op twee manieren werd gecontroleerd of de werkelijke nutriëntenopname overeenkwam met de geplande opname: d.m.v. voedingsenquêtes en d.m.v. chemische analyse.

3.4.1 Methoden

Voedingsenquêtes

Door het invullen van de enquêtes over alle proefdagen te verdelen, kon een schatting gemaakt worden van de nutriëntenopname in de verschillende groepen en periodes. In de inlooperperiode werden gedurende 2, in de experimentele periode gedurende 5 dagen voedingsenquêtes ingevuld. Deze dagen werden voor iedere proefpersoon afzonderlijk door loting vastgesteld. In de inlooperperiode werden de 2 dagen geloot over alle weekdays. (De inlooperperiode bestond uit 13 weekdays en 4 weekenddagen). Tijdens de experimentele periode werd op 3 weekdays en 2 weekenddagen een enquête ingevuld. (In totaal waren in de experimentele periode 26 weekdays en 10 weekenddagen opgenomen). Voor het invullen van de enquêtes waren de weekenddagen dus oververtegenwoordigd. Dit is gedaan omdat in de weekends de kans op afwijkingen het grootst is.

Voor het invullen van de voedingsenquêtes kregen de deelnemers een weegschaaltje mee naar huis (merk Soehnle nr. 8000 of Dr. Oetker, nr. 2111, tot op 2 g afleesbaar, maximum 250 g); alles wat men at of dronk moest nagewogen worden, dus ook suiker in koffie en thee en de 100 kcal- (0,42 MJ) besteding. Met behulp van het UCV-computersysteem (Hautvast, 1975) werd uit de voedingsenquêtes de nutriëntenopname berekend. In deze UCV-tabel werden waarden voor voedingsvezel en polygalacturonzuur opgenomen, verzameld uit de literatuur of eigen analyses, zoals beschreven in hfdst. 3.2. Hiertoe waren tijdens de proef dagelijks monsters genomen van alle produkten rijk aan voedingsvezel of polygalacturonzuur (groenten, fruit, broden); zie 3.4 en tabel 3.2.

Analyse van verstrekte voeding

Naaſt de voedingsenquêtes werd ter controle van de nutriëntenopname ook de verſtrekte voeding geanalyseerd. Hietoe liep in elke proefgroep een denkbeeldige extra perſoon mee met een energie-opname van 2300 kcal (9,7 MJ)/dag (energiegroep 4) en de aan deze 4 "perſonen" verſtrekte voedingsmiddelen werden per dag verzameld en ingevroren. In de inlooperperiode liep 1 denkbeeldige perſoon mee.

Na afloop van de proef werden alle voedingsmiddelen die voor één denkbeeldige perſoon waren verzameld gemengd m.b.v. een voedermenger (Stephan). In deze zgn. mengmonsters werd bepaald: droge ſtof gehalte, ruw eiwit, vet, vetzuursamenſtelling, cholesterol, fytosterolen, zetmeel, ſuikers, voedingsvezel, polygalacturonzuur, as en natrium, kalium, calcium, magnesium en fosfor.

Droge ſtof-gehalte werd bepaald m.b.v. een vacuumſtoof bij 70°C (Ballſchmieter, 1967), ruw eiwit volgens Kjeldahl (A.O.A.C., 1975), en vet zowel na zuur-hydrolyſe (A.O.A.C., 1975) als na extractie volgens Folch et al. (1957). De vetzuursamenſtelling werd gaschromatografisch bepaald na voorbehandeling van het vet volgens Metcalfe et al. (1966); de kolom vulling was 10 % SP 2330 op 100/120 Chromosorb W.-AW. (Supelco, 1974). Cholesterol en fytosterol werden, na extractie van het onverzeepbare deel van het vet (Mulder, 1957), gaschromatografisch geanalyseerd door injectie van de trimethylſilyl-derivaten op een 1 % SP-1000 kolom (Nagy, 1973). Zetmeel werd ontsloten met dimethylſulfoxide plus zuur, gehydrolyſeerd met amyloglucosidase volgens Libby (1970) en als glucose enzymatiſch bepaald volgens Boehringer (1976/77) (methode beſchreven in Katan en Van de Bovenkamp (1979)). Suikers werden geëxtraheerd volgens Southgate (1969) en vervolgens gederivatiseerd en gaschromatografisch bepaald (Woods en Durand (1977)). De toegepaste methoden voor analyse van voedingsvezel en polygalacturonzuur zijn beſchreven in tabel 3.2. Het asgehalte werd bepaald uit gewichtsverlies bij 550°C (A.O.A.C., 1975); na natte deſtructie (Linder en Dworſchah, 1966) werden natrium en kalium vlamfotometriſch geanalyseerd en calcium en magnesium werden bepaald m.b.v. een atomaire absorptiespectrofotometer. Het fosfaatgehalte werd volgens de methode van Criswold et al. (1951) vaſtgeſteld.

3.4.2 Resultaten voedingsenquêtes

Vóór de proef, tijdens de inlooperperiode en tijdens de experimentele periode werd de nutriëntenopname berekend uit voedingsenquêtes die resp. 3,2 en 5 dagen waren ingevuld. De gemiddelde resultaten per proefgroep zijn vermeld in tabel 3.3.

Tabel 3.3: Gemiddelde opname aan nutriënten per proefgroep vóór en tijdens de proef, berekend uit voedingsenquêtes (methode, zie 3.4.1).

voedingsstof (eenheid)	vóór de proef	inloop- periode	experimentele periode			
	alle groepen (62)*	alle groepen (62)	controle (16)	groente/ fruit (15)	citrus- pectine (15)	zemelen (16)
<u>energie</u> (kcal)	2595	2520	2610	2495	2715	2630
(MJ)	10,9	10,6	11,0	10,5	11,4	11,1
<u>eiwit</u> (energie %)	14	13	13	13	12	13
plantaardig (en.%)	6	4	4	5	4	6
dierlijk (en.%)	8	8	8	8	8	7
<u>vet</u> (energie %)	32	36	37	37	36	37
verzadigd (en.%)	14	18	19	19	18	18
C ₁₂ -C ₁₆ verz. (en.%)	9	12	12	12	12	11
enkelv. onv. (en.%)	11	12	12	12	11	11
meerv. onv. (en.%)	6	4	4	3	4	4
linolzuur (en.%)	5	4	4	3	4	4
<u>koolhydraten</u> (energie %)	49	48	48	48	48	48
oligosacchariden (en.%)	22	23	23	24	24	23
polysacchariden (en.%)	27	25	25	24	24	26
<u>alcohol</u> (energie %)	4	2	1	1	2	2
<u>cholesterol</u>	115	141	145	143	143	136
(mg/1000 kcal)**						
<u>voedingsvezel</u>	17,0	7,0	6,7	17,3	10,3	13,8
(g/1000 kcal)						
polygalacturonzuur	1,41	0,64	0,64	3,03	3,25	0,64
(g/1000 kcal)						
<u>vitamine C</u> (mg/1000 kcal)	46	71	71	69	56	68

* tussen haakjes het aantal proefpersonen;

**) 1000 kcal = 4,2 MJ.

Voeding vóór de proef

Vóór de proef aten de deelnemers minder vet en cholesterol en meer eiwit dan tijdens het experiment. Hun opname aan nutriënten, uitgedrukt in energie%, is ongeveer gelijk aan die van de deelnemers van het experiment in 1976 (Stasse-Wolthuis et al., 1978). Vergeleken met de "gemiddelde Nederlandse" voeding consumeerden de deelnemers meer voedingsvezel en eiwit, en minder vet en cholesterol. Volgens Kromhout (1977) consumeert men in Nederland gemiddeld 8,9 g voedingsvezel per 1000 kcal (4,2 MJ), 11 energie% eiwit, 42 energie% vet en 137 mg cholesterol/1000 kcal (4,2 MJ) per dag. De verhouding tussen plantaardig en dierlijk eiwit ligt bij deze groep proefpersonen meer ten gunste van plantaardig eiwit (3 : 4 vlg. 7 : 4 bij de gemiddelde Nederlandse voeding, volgens de berekeningen van Kromhout, 1977).

Experimentele voeding

Tijdens de experimentele periode variëren de 4 proefgroepen in energie-opname van 2495 kcal (10,5 MJ) in de groente/fruit-groep tot 2715 kcal (11,4 MJ) in de pectine-groep. Uit tabel 3.4 blijkt dat alle 4 de proefgroepen tijdens de inlooperperiode minder energie opnamen dan vóór de proef (verschil 0,1 - 0,6 MJ (20 - 105 kcal)). Tijdens de experimentele periode steeg de energie-opname weer (verschil t.o.v. de inlooperperiode 0 - 0,9 MJ (0 - 210 kcal)).

Tabel 3.4: Energie-opname per proefgroep vóór de proef, tijdens de inlooperperiode en tijdens de experimentele periode, berekend uit voedingsenquêtes; (methode zie 3.4.1) (gemiddelde $\pm$ 1 S.D.).

groep	vóór de proef	inlooperperiode	experimentele periode
	MJ		
controle	10,4 $\pm$ 3,5	10,1 $\pm$ 3,3	11,0 $\pm$ 3,1
groente/fruit	10,9 $\pm$ 3,5	10,5 $\pm$ 3,5	10,5 $\pm$ 2,7
citruspectine	11,2 $\pm$ 3,5	11,1 $\pm$ 3,3	11,4 $\pm$ 3,4
zemelen	11,1 $\pm$ 3,7	10,7 $\pm$ 3,9	11,1 $\pm$ 3,4

Tussen de proefgroepen is nauwelijks verschil in de opname aan eiwit, vet, koolhydraten, alcohol en cholesterol. Ook wat betreft de vetzuursamenstelling

en de verhouding oligopolysacchariden verschillen de 4 proefvoedingen en de voeding van de inlooperperiode niet noemenswaardig. De zemelen-groep vertoonde een iets hogere polysacchariden-opname dan de overige 3 groepen.

De groente/fruit-groep en, in nog sterkere mate, de zemelen-groep consumeerden naar verhouding meer plantaardig eiwit dan de overige groepen. Dit komt doordat vezelrijke produkten van plantaardige oorsprong zijn. Er is hoegenaamd geen verschil in opname van dierlijk eiwit vóór en tijdens de proef. De vitamine C opname was in de pectine-groep gemiddeld 13 mg/1000 kcal (4,2 MJ) lager dan in de groente/fruit-groep. De iets lagere opname van meervoudig onverzadigde vetzuren (m.o.v.) in de groente/fruit-groep kan een gevolg zijn van het verstreken van roomboter in plaats van margarine met 20 - 40 % m.o.v. in de weekends aan de groente/fruit-groep (zie hfdst. 3.3); zie ook tabel 3.6. De alcohol-opname was tijdens de proef lager dan vóór het experiment.

In tabel 3.5 wordt de opname aan voedingsvezel en polygalacturonzuur tijdens de proef - berekend op grond van voedingsenquêtes - vergeleken met de geplande opname.

Tabel 3.5 Opname aan voedingsvezel en polygalacturonzuur vóór en tijdens de proef berekend uit voedingsenquêtes, methode zie 3.4.1, en de geplande opname.

	vóór de proef	inloop- periode	experimentele periode			
		alle groepen	controle	groente/ fruit	pectine	zemelen
g/1000 kcal (4,2 MJ)						
<u>opgenomen</u> : voedingsvezel	17,0	7,0	6,7	17,3	10,3	13,8
polygalacturonzuur	1,4	0,6	0,6	3,0	3,3	0,6
niet-polygalacturon- zuur-voedingsvezel	15,6	6,4	6,1	14,3	7,0	13,2

<u>gepland</u> : voedingsvezel		6,0	6,0	16,0	9,4	13,3
polygalacturonzuur		0,6	0,6	3,3	3,3	0,6
niet-polygalcaturon- zuur-voedingsvezel		5,4	5,4	12,7	6,1	12,7

Tabel 3.6: Gemiddelde nutriëntenopname per proefgroep op weekdagen en in het weekeinde tijdens de experimentele periode, berekend uit voedings-enquêtes; methode zie 3.4.1.

groep voedingsstof (eenheid)	controle		groente/fruit		citruspectine		zemelen	
	week- dagen	week- einde	week- dagen	week- einde	week- dagen	week- einde	week- dagen	week- einde
<u>energie</u> (kcal)	2645	2560	2555	2405	2825	2545	2675	2570
(MJ)	11,1	10,8	10,7	10,1	11,9	10,7	11,2	10,8
<u>eiwit</u> (energie %)	13	12	13	12	13	12	13	13
plant. (en.%)	5	5	5	5	4	4	5	5
dierl. (en.%)	8	8	8	8	8	8	7	7
<u>vet</u> (energie %)	37	36	36	38	37	36	37	36
verzadigd (en.%)	18	19	18	21	18	19	18	18
enkelv. onverz. (en.%)	12	11	12	12	12	11	11	11
meerv. onverz. (en.%)	4	3	4	3	4	3	4	3
<u>koolhydraten</u> (en.%)	48	49	49	47	48	48	48	49
oligosacch. (en.%)	23	23	24	23	23	24	23	23
polysacch. (en.%)	25	26	24	23	25	24	26	26
<u>alcohol</u> (en.%)	1	2	1	1	2	2	2	2
<u>cholesterol</u> (mg/1000 kcal*)	157	130	149	134	152	130	147	121
<u>voedingsvezel</u> (g/1000 kcal)	6,8	6,6	18,0	16,4	10,0	10,4	14,4	13,1
polygalacturon- zuur (g/1000 kcal)	0,6	0,7	3,1	2,9	3,2	3,3	0,6	0,7
<u>vitamine C</u> (mg/1000 kcal)	68	77	61	81	53	61	68	69

*) 1000 kcal = 4,2 MJ.

De opname van voedingsvezel komt redelijk overeen met de geplande opname. Over het algemeen ligt de werkelijke opname aan voedingsvezel hoger dan de geplande opname. Dit wordt waarschijnlijk verklaard door de verschillen in werkelijke en geplande voedingsvezelgehalten in voedingsmiddelen gebruikt tijdens de proef (zie tabel 3.2). De opname niet-polygalacturonzuur-voedingsvezel ligt hoger bij de groente/gruit-groep dan bij de zemelen-groep, terwijl dit gepland was in beide groepen gelijk te zijn. Met uitzondering van de groente/fruit-groep is de opname aan polygalacturonzuur steeds in overeenstemming met de planning. Een verklaring voor de lagere opname aan polygalacturonzuur bij de groente/fruit-groep moet ook gezocht worden in de verschillen in gepland en werkelijk polygalacturonzuurgehalte van de gebruikte voedingsmiddelen (zie tabel 3.2).

Onderzoek naar verschillen in opname tussen werkdagen en het weekeinde tijdens de experimentele periode (tabel 3.6) laat slechts geringe verschillen zien. In het weekeinde werd in alle 4 proefgroepen iets minder energie opgenomen, maar de bijdrage van vet, eiwit, koolhydraten en alcohol tot de totale energie-opname vertoont over het algemeen geen belangrijke verschillen tussen weekdagen en weekeinde. Bij 3 van de 4 groepen is in het weekeinde de vetconsumptie (1 energie%) lager dan op weekdagen, terwijl de 4e (groente/fruit-) groep juist meer (verzadigd) vet consumeerde. Bij alle 4 groepen is de opname aan meervoudig onverzadigde vetzuren in het weekeinde 1 energie% lager dan door de week. Ook de cholesterol- en voedingsvezelopname, uitgedrukt per 1000 kcal (4,2 MJ), was in het weekeinde steeds lager dan op weekdagen. Het omgekeerde was het geval voor vitamine C. Alleen de groente/fruit-groep vertoonde een lagere opname aan polygalacturonzuur tijdens het weekeinde. Bij de overige groepen was de consumptie aan polygalacturonzuur nagenoeg gelijk op weekdagen en in het weekeinde.

3.4.3 Resultaten van chemische analyses van de verstrekte voeding

Dagelijks werden alle voedingsmiddelen zoals die werden verstrekt aan een persoon uit energiegroep 4 (d.w.z. een energie-opname van 2300 kcal (9,7 MJ), bemonsterd voor analyse van nutriëntensamenstelling (methode zie hfdst. 3.4.1). De resultaten zijn vermeld in de tabellen 3.7 en 3.8. Ter vergelijking is in deze tabellen ook de geplande samenstelling van de verstrekte proefvoedingen voor energiegroep 4 weergegeven. De geplande opname aan eiwit en vet uit de verstrekte voedingsmiddelen was 1 resp. 3 energie% hoger dan de geplande opname uit de totale voeding (vgl. tabel 3.1), terwijl de bijdrage uit koolhydraten ca. 4 energie% lager was. Ook de geplande opname aan voedingsvezel en cholesterol uit de verstrekte voeding waren hoger vergeleken met de geplande opname uit de totale voeding. Deze verschillen worden veroorzaakt doordat voorzien was dat

met de 100 "vrije kcal" (0,42 MJ) en de suiker voor koffie en thee voornamelijk koolhydraten en alcohol opgenomen zouden worden (en weinig eiwit, vet en voedingsvezel).

Er zijn een aantal verschillen tussen de geplande samenstelling van de bemonsterde voeding en de geanalyseerde nutriëntensamenstelling: de energetische waarde lag bij alle proefvoedingen lager dan gepland; de bijdrage aan de totale

Tabel 3.7. Geplande nutriëntensamenstelling van de verstrekte proefvoedingen aan energiegroep 4, en resultaten van chemische analyse (methoden zie 3.4.1).

voedingsstof (eenheid)	gepland		geanalyseerd			
	alle groepen	inloop- periode alle groepen	experimentele periode			
			controle	groente/ fruit	citrus- pectine	zemelen
<u>energie</u> (kcal)	2105**	1850	1955	1885	2085	1910
(MJ)	8,8	7,8	8,2	8,2	8,8	8,0
<u>eiwit</u> (energie %)	13	15	14	15	14	15
<u>vet</u> (energie %)	41	44	44	46	44	43
verzadigd (en.%)		21	22	24	22	21
C ₁₂ -C ₁₆ verz. (en.%)		15	16	17	15	15
enkelv. onverz. (en.%)		16	16	17	16	15
meerv. onverz. (en.%)		5	4	4	4	5
linolzuur (en.%)	max. 5	4	4	3	4	4
<u>koolhydraten</u> (en.%)	46	41	41	38	42	42
oligosacch. (en.%)	23	18	20	18	20	21
polysacch. (en.%)		24	21	20	23	21
<u>cholesterol</u>	165	146	147	134	141	136
(mg/1000 kcal*)						
β sitosterol (mg/1000 kcal)		30	30	58	28	36

*) 1000 kcal = 4,2 MJ

**) 2300 kcal - 100 "vrije kcal" - 15 kcal (koffiemelk) - 80 kcal (uit 20 g suiker); zie ook bijlage D.1 - D.4.

Tabel 3.8. Geplande en geanalyseerde gehalten aan totaal voedingsvezel en polygalacturonzuur in de verstrekte proefvoedingen aan energie-groep 4 (methoden zie 3.4.1).

	totaal voedingsvezel		polygalacturonzuur	
	gepland	geanalyseerd*	gepland	geanalyseerd
inlooperperiode (alle groepen)	6,6	14,8	0,7	1,0
controle	6,6	14,9	0,7	0,9
groente/fruit	17,5	26,5	3,6	2,7
citruspectine	10,3	19,8	3,6	3,0
zemelen	14,4	25,0	0,7	1,0

*) volgens McCance et al. (1936); analyse volgens Van Soest (1973) leverde de volgende resultaten: inlooperperiode 9,7; controle 6,4; groente/fruit 12,0; pectine 11,0 en zemelen 13,9.

hoeveelheid energie uit vet en eiwit lag hoger, de bijdrage uit koolhydraten lager dan gepland; de verstrekte voeding bevatte iets minder cholesterol, en aanmerkelijk meer voedingsvezel dan berekend was. Zowel de groente/fruit-voeding als de pectine-voeding bevatten minder polygalacturonzuur vergeleken met de planning.

Vergeleken met de resultaten uit de voedingsenquêtes waren er volgens de chemische analyse grotere verschillen in vet- en koolhydraten-opname tussen de 4 proefgroepen (verschil van 3 resp. 4 energie%). De verstrekte groente/fruit-voeding van energiegroep 4 bevatte meer vet en minder koolhydraten dan de overige 3 proefvoedingen. Evenals uit de voedingsenquêtes naar voren kwam, bleek ook bij de chemische analyse het gehalte linolzuur in de groente/fruit-voeding 1 energie% lager te zijn dan in de overige proefvoedingen (zie boven).

Er waren slechts geringe verschillen in cholesterol-opname tussen de 4 proefvoedingen. Het hoge gehalte β sitosterol in de groente/fruit-voeding is begrijpelijk gezien het grote aandeel van plantaardige produkten in deze voeding.

In tabel 3.9 is het gehalte electrolyten per proefvoeding weergegeven, berekend uit voedingsenquêtes en volgens chemische analyse. Hieruit blijkt dat de voedingsenquêtes de natrium-opname lager schatten dan de chemische analyse, voor de kalium-opname geldt juist het omgekeerde. De beide methoden komen redelijk overeen wat betreft calcium- en fosfor-opname.

Tabel 3.9 Electrolytensamenstelling van de proefvoedingen volgens chemische analyse en berekend uit de voedingsenquêtes (methoden, zie 3.4.1).

CHEMISCHE ANALYSE					
proefgroep:	inloop- periode (controle)	controle	groente/ fruit	citrus- pectine	zemelen
Na	1434	1436	1611	1482	1499
K	1290	1296	1798	1210	1580
Mg	119	117	134	118	232
Ca	572	583	615	548	553
P	625	598	644	610	783

VOEDINGSENQUETES					
Na	1186	1133	1161	1127	1211
K	1462	1413	2127	1371	1554
Ca	530	554	608	535	505
P	628	626	692	624	704

3.5 Discussie

Waardering van de proefvoedingen

Over het algemeen werden de groente/fruit- en de zemelen-voeding door de proefpersonen het meest gewaardeerd, vermoedelijk omdat de meeste deelnemers gewend waren aan een vezelrijke voeding. Ondanks hun voorkeur voor groenten en fruit vonden sommigen - met name de eerste dagen - de porties groenten en fruit te groot (gemiddeld 600 g appel, 170 g tomaat en 300-400 g gekookte groente per dag).

Sommige proefpersonen in de controle- en de pectine-groep klaagden over constipatie. Andere deelnemers van de pectine-groep hadden echter soms last van diarree. Voor de pectine-groep was het de zwaarste opgave zich aan de voedingsvoorschriften te houden vanwege de onprettige smaak en de plakkerigheid van de pectine-desserts. Wel werd tijdens de proef de smaak van deze desserts zoveel mogelijk aangepast aan de voorkeur van de proefpersonen.

Zowel uit de voedingsenquêtes en de dagboeken als uit de waargenomen veranderingen in serum-cholesterolgehalte (overeenkomend met literatuurgegevens; zie hfdst. 5), concluderen wij dat men zich in het algemeen zeer consciëntieus aan de regels hield. Uit de dagboeken (zie 4.2) is ook niet gebleken dat de ene groep meer neiging tot "zondigen" had dan de andere.

Controle van de nutriënten-opname: voedingsvezel en polygalacturonzuur

De nutriënten-opname berekend uit voedingsenquêtes en uit chemische analyse van de verstrekte proefvoedingen leverde nogal verschillende resultaten op. Volgens de voedingsenquêtes was de consumptie van totaal voedingsvezel en polygatacturonzuur redelijk in overeenstemming met de planning. Bij de chemische analyse van de proefvoedingen kwam het voedingsvezelgehalte voor alle 4 groepen echter veel hoger uit dan de geplande waarde. Deze discrepantie in voedingsvezelgehaltes komt voort uit problemen bij de analyse. In de voedingsmiddelen-tabel die gebruikt is bij de verwerking van de voedingsenquêtes zijn voor graanprodukten de analysecijfers volgens de methode van Van Soest (1973) of van Southgate et al. (1976) ingevuld. De in dit laboratorium toegepaste verschil-methode van McCance et al. (1936) levert voor zetmeelhoudende produkten - dus ook voor de zgn. mengmonsters - hogere waarden dan bovengenoemde methoden van Van Soest (neutral detergent fibre (N.D.F.) methode) en (in sommige gevallen) van Southgate. Analyse van de mengmonsters volgens de N.D.F.-methode van

Van Soest, uitgevoerd door het instituut voor Graan, Meel en Brood, T.N.O. te Wageningen, leverde ongeveer tweemaal zo lage waarden (zie voetnoot tabel 3.8) voor alle vier de proefvoedingen. Opgemerkt moet worden dat bij deze methode de oplosbare componenten van voedingsvezel (o.a. pectine) niet worden meebepaald. Bij een recent internationaal vergelijkend onderzoek bleek de in ons laboratorium gebruikte analysemethode waarden te leveren die goed overeenkwamen met de methode Southgate, maar beduidend hoger lagen dan de methode Van Soest (Katan en Van de Bovenkamp, 1979). De discrepantie is daarmee gedeeltelijk terug te brengen tot verschil in definitie en analyse van voedingsvezel. Daarnaast kan het ontstaan van pseudo-vezelverbindingen bij koken, bakken en braden van voedingsmiddelen een rol hebben gespeeld.

Ondanks deze problemen kunnen we wel concluderen dat de verschillen in opname aan voedingsvezel tussen de vier proefgroepen in overeenstemming waren met de planning. Dit blijkt uit zowel de voedingsenquêtes als de chemische analyse.

Uit beide bleek dat de groente/fruit-groep iets minder polygalacturonzuur consumeerde dan de pectine-groep, nl. 0,3 g/1000 kcal (4,2 MJ), mogelijk doordat de geconsumeerde produkten minder polygalacturonzuur bevatten dan de vóór de proef geanalyseerde monsters (tabel 3.2). In overeenstemming met de planning was de opname aan niet-polygalacturonzuur-voedingsvezel in de groente/fruit-groep en de zemelen-groep ongeveer gelijk.

Controle van de nutriënten-opname: overige voedingsstoffen.

Volgens de voedingsenquêtes waren er geen noemenswaardige verschillen tussen de 4 proefgroepen wat betreft de hoeveelheid en aard van vet, eiwit, koolhydraten en de hoeveelheid alcohol en cholesterol in de voeding. De energiepercentages eiwit, vet en koolhydraten waren alle gelijk aan de geplande waarden. Daarentegen was volgens de analyse van de verstrekte voeding het energiepercentage vet ca. 3 energie% hoger en dat van koolhydraten ca. 5 energie% lager dan gepland. Ook waren de verschillen in vet- en koolhydraatopname tussen de 4 groepen iets groter dan bij de enquêtes. Vergeleken met de planning was het cholesterolgehalte iets te laag.

Deze discrepanties tussen de enquêtes en de analyse zijn moeilijk te verklaren.

Nadelen van de twee methodes ter controle van de nutriënten-opname

Nadelen van de voedingsenquêtes zijn: er is slechts een steekproef uit alle proefdagen genomen; onnauwkeurigheden bij het wegen van voedingsmiddelen en het invullen van de enquêtes door de proefpersonen zijn niet gecontroleerd; en het gebruik van een voedingsmiddelentabel i.p.v. directe analyse (met uitzondering van het voedingsvezel- en polygalacturonzuurgehalte).

De chemische analyse van de verstrekte proefvoeding had als zwakke punten, dat slechts voor één energiegroep is bemonsterd (nl. energiegroep 4: 2300 kcal (9,7 MJ) per dag); dat geen rekening werd gehouden met wat eventueel door de proefpersonen werd weggegooid, en met de 100 "vrije kcal"; en dat geen gegevens beschikbaar zijn over de spreiding tussen de personen. Helaas is een rechtstreekse vergelijking tussen de twee methoden niet mogelijk, omdat van de bemonsterde hoeveelheden niet de exacte gewichten zijn genoteerd en verwerkt met het computerprogramma waarmee de enquêtes zijn verwerkt.

Uit de voedingsenquêtes volgde een lagere natrium-opname dan uit de chemische analyses. Voor de kalium-opname was juist het omgekeerde het geval. Omdat de voedingsmiddelentabel op dit punt onvolledig is en omdat bij de voedingsenquêtes geen rekening wordt gehouden met toevoeging van keukenzout aan diverse gerechten, achten wij de resultaten van de chemische analyse op dit punt het meest betrouwbaar.

Vergelijking met het voorgaand onderzoek:

Bij het voorgaande experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978), waarbij een vezelrijke voeding (bestaande uit groenten en fruit én graanprodukten) werd vergeleken met een vezelarme voeding, bleek uit voedingsenquêtes dat de vezelrijke voeding minder vet (7 energie%) en meer koolhydraten (vnl. oligosacchariden oftewel lagere suikers) had bevat dan de vezelarme voeding. Achteraf werden deze verschillen in nutriënten-opname aan verschillende oorzaken toegeschreven: moeilijkheden bij de bereiding van vezelrijke maaltijden die evenveel vet bevatten als vezelarme maaltijden; voorkeur van de proefpersonen om de 200 vrije kcal (0,84 MJ) te besteden aan vezelrijke, vetarme produkten en daarnaast aan onvolledige gegevens t.a.v. het oligosacchariden-gehalte in groenten en fruit. Om deze problemen te ondervangen werd bij de onderhavige proef voor de oligosacchariden-opname uit groenten en fruit gecompenseerd door de overige 3 groepen meer zoet beleg, vruchtensappen e.d. te verstrekken. Bovendien mochten de deelnemers nu slechts 100 kcal (0,42 MJ) naar keuze besteden met nog de restrictie

dat geen vezelrijke produkten gekozen mochten worden. Bovengenoemde maatregelen hebben geleid tot het gewenste resultaat, nl. slechts kleine verschillen in vet- en koolhydraat-opname tussen de 4 proefgroepen, hetgeen blijkt uit zowel de voedingsenquêtes als de chemische analyse van proefmonsters (zie boven).

Zoals blijkt uit tabel 3.6 waren er slechts geringe verschillen in nutriënten-opname tussen werkdagen en weekeinde. In tegenstelling tot het voorgaande experiment vermeldde de proefpersonen ook geen hogere alcoholopname tijdens het weekend. Ook in dit opzicht waren er geen belangrijke verschillen tussen de vier proefgroepen.

Praktische aspecten van vezelrijke voeding:

Ons inziens was de polygalacturonzuur-opname van gemiddeld ca. 9 g/dag in de groente/fruit-groep de maximale hoeveelheid die men met normale voedingsmiddelen bij gezonde, vrij levende personen kan bereiken. Deze dosis is lager dan in de meeste experimenten met geïsoleerd pectine wordt gegeven (zie hfdst. 5).

Een belangrijk praktisch aspect van vezelrijke voeding is dat vezelrijke produkten over het algemeen niet samengaan met vet- en cholesterolrijke produkten (zie o.a. Kahaner et al., 1976); voor onze groep proefpersonen vonden wij een negatieve relatie tussen het energiepercentage vet en de hoeveelheid voedingsvezel (uitgedrukt in g/1000 kcal (4,2 MJ)) in de voeding vóór de proef ($r = -0,44$; $p < 0,01$). Een groep van 23 personen die minder dan 30 energie% vet in hun voeding gebruikten, consumeerde gemiddeld 19,3 g/1000 kcal voedingsvezel; bij 20 personen die een energie% vet in de voeding tussen 30 en 35 hadden, was dit gemiddeld 16,3 g/1000 kcal, en 19 personen met een vetopname hoger dan 35 energie% consumeerden 15,2 g voedingsvezel/1000 kcal.

4. VERLOOP VAN LICHAAMSGEWICHT EN GEGEVENS UIT DAGBOEKEN

4.1 Lichaamsgewichten

In tabel 4.1 worden de gemiddelde veranderingen in lichaamsgewicht per groep gegeven, zowel voor de inlooperperiode als voor de experimentele periode.

Tabel 4.1. Veranderingen in lichaamsgewicht gedurende de inlooperperiode en de experimentele periode, per groep (kg); gemidd. $\pm$ 1 S.D.

groep	Δ inlooperperiode	Δ experimentele periode
controle	- 0,7 $\pm$ 0,9	- 0,2 $\pm$ 1,0
groente/fruit	- 0,7 $\pm$ 1,2	- 0,4 $\pm$ 0,8
pectine	- 0,7 $\pm$ 0,5	+ 0,3 $\pm$ 0,9
zemelen	- 0,5 $\pm$ 1,1	- 0,3 $\pm$ 1,0

De veranderingen in lichaamsgewicht vinden we weerspiegeld in de veranderingen in energie-opname. In de inlooperperiode is de gemiddelde energie-opname voor alle groepen lager dan die van voor de proef. Het verschil bedraagt ongeveer 75 kcal/dag (0,32 MJ), zie ook tabel 3.4, gemiddeld (berekend uit de voedingsenquêtes, zie 3.4.2). Volgens Keys (1973) kan de calorische dichtheid van 1 kg vetweefsel op 6500 kcal worden gesteld. Berekenen we hierop gebaseerd de gewichtsafname, dan zou een energie-tekort van 75 kcal/dag gedurende zeventien dagen (de duur van de inlooperperiode) leiden tot een gewichtsverlies van ongeveer 0,2 kg. Dit is minder dan de gemiddelde afname. In de experimentele periode blijft de energie-opname van de groente/fruit-groep nagenoeg gelijk aan die van de inlooperperiode. De controle-, pectine- en zemelen-groep gebruiken in de experimentele periode gemiddeld resp. 220, 65 en 90 kcal (0,9; 0,3 en 0,4 MJ) / dag meer. Over 36 dagen betekent dat een teveel van resp. 7920, 2340 en 3240 kcal, hetgeen theoretisch zou leiden tot een gewichtstoename van resp 1,2; 0,4 en 0,5 kg; dit is niet in overeenstemming met de waargenomen verschillen in lichaamsgewicht.

Bij bovenstaande berekening wordt er vanuitgegaan dat er alleen veranderingen in de hoeveelheid vetweefsel zijn bij een gewijzigde energie-opname. Waarschijnlijk zijn er nog andere factoren van invloed geweest, zoals energiebesteding (lichamelijke activiteit) en de grootte van de vetvrije lichaamsmassa.

Zoals wordt beschreven in hoofdstuk 4.3 is nagegaan of te grote veranderingen in lichaamsgewicht afwijkende effecten te zien gaven op de serum-lipidenconcentraties.

4.2 Gegevens uit dagboeken

De proefpersonen werd gevraagd een dagboekje bij te houden (bijlage G), om een indruk te krijgen van de mate waarin andere dan door de verstrekte voeding veroorzaakte factoren optraden, die de serum-cholesterolconcentratie en de darmfuncties kunnen beïnvloeden. Er werd gevraagd naar ziekte, gebruik van medicijnen, emotionele spanning, afwijking van de voedingsvoorschriften, sportactiviteiten, verandering van rookgewoonten, het gebruik van orale anticonceptiva en het tijdstip van menstruatie.

Bovendien werd de deelnemers gevraagd per dag bij te houden waaraan de vrije 100 kcal (0,42 MJ) (zie hfdst. 3.3.2) werden besteed, om na te kunnen gaan welke voedingsmiddelen werden gebruikt als aanvulling op de proefvoeding, of er verschil in keuze was tussen de groepen, en ter controle of de energie-opname niet verschilde van gemiddeld 100 kcal per dag.

Beoordeling:

De anonieme dagboekjes werden door 5 personen onafhankelijk van elkaar beoordeeld, en door elk van de vijf werd vastgesteld van welke personen, naar de mening van de beoordelaar, de resultaten minder betrouwbaar waren, en welke resultaten daarom getoetst dienden te worden. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen factoren met betrekking tot de serum-cholesterolconcentraties en die ten aanzien van de darmfuncties. Vervolgens werden de 5 lijsten van "verdachte" personen met elkaar vergeleken en na gezamenlijk overleg werd beslist van welke personen de resultaten getoetst moesten worden aan de resultaten van de overige deelnemers in de desbetreffende groep.

Resultaten

Er zijn geen storende factoren vermeld in de dagboeken die zodanig ernstig waren dat de gegevens van de betreffende proefpersoon zonder meer niet voor verwerking in aanmerking zouden komen. De toetsingsprocedure m.b.t. "verdachte" personen en de resultaten daarvan worden beschreven in hfdst. 4.3.

Besteding van 100 "vrije" kcal (0,42 MJ)

Alcoholische dranken werden vaak gekozen als besteding van de vrije kcal. In tabel 4.2 is het alcoholgebruik per groep weergegeven.

Tabel 4.2. Alcoholgebruik per proefgroep, uitgedrukt als het aantal personen die resp. geen, op minder dan 30%, tussen 30 en 60 %, of meer dan 60 % van het aantal dagen alcohol gebruikten tijdens de gehele proefperiode.

groep	percentage van aantal dagen			
	0 %	< 30 %	30 - 60 %	> 60 %
controle	-	6	7	3
groente/fruit	1	6	5	3
pectine	1	4	1	9
zemelen	2	6	3	5

De extra energie-opname verschilde in geen van de groepen veel van 100 kcal (0,42 MJ) per dag, en was in alle groepen vrijwel gelijk, zoals blijkt uit tabel 4.3.

Tabel 4.3. Extra energie-opname ("vrije kcal") per proefgroep tijdens de gehele proefperiode (gemidd. $\pm$ 1 S.D.); Berekening uit gegevens van de dagboeken.

groep	kcal/dag	MJ/dag
controle	109 $\pm$ 21	0,46 $\pm$ 0,09
groente/fruit	113 $\pm$ 31	0,47 $\pm$ 0,13
pectine	112 $\pm$ 16	0,47 $\pm$ 0,07
zemelen	120 $\pm$ 13	0,50 $\pm$ 0,05

Naast alcoholische dranken werden de 100 "vrije" kcal (0,42 MJ) veelal besteed aan alcoholvrije dranken, koek, biscuit, stroopwafels, melk, yoghurt of kaas.

4.3. Mogelijk afwijkende waarnemingen

De resultaten van personen die hetzij op grond van grote schommelingen in lichaamsgewicht, hetzij op grond van gegevens uit de dagboeken als "verdacht" werden beschouwd, werden getoetst t.o.v. de resultaten van de overige proefpersonen. T.a.v. lichaamsgewicht hebben wij als criterium aangenomen dat een verandering van minder dan 2,0 kg niet van invloed is op het serum-cholesterolgehalte (zie ook Anderson et al., 1976). Ondanks het feit dat de lichaamsgewichten wekelijks zijn gecontroleerd, hebben acht proefpersonen in de experimentele periode toch meer dan 2,0 kg aan lichaamsgewicht verloren. De betreffende personen waren verspreid over de vier groepen.

Op grond van de gegevens uit de dagboekjes werd, wat betreft de veranderingen in serum-cholesterolgehalte, besloten de gegevens van twee personen nader te bekijken, en wat betreft de veranderingen in HDL-cholesterolgehalte, die van drie personen. Zij hadden tijdens de proef last gehad van verkoudheid of emotionele spanningen, en één vrouwelijke deelnemer was gestopt met het gebruik van een oraal anti-conceptiemiddel. Ten aanzien van de gegevens betreffende de darmfuncties zouden de waarnemingen van zeven (andere) personen mogelijk beïnvloed kunnen zijn. Zij hadden tijdens de proef last gehad van constipatie, diarree, medicijnen gebruikt tegen darmklachten of zij waren afgeweken van de voedingsvoorschriften, d.w.z. zij hadden niet altijd alle verstrekte voedingsmiddelen geconsumeerd.

Toetsing en toetsingsresultaten

Om te toetsen of de gegevens van deze personen, de zgn. "verdachten", afwijken van die van de overigen, werd een toetsingsgrootte opgesteld. Hierbij werd ervan uitgegaan dat de variantie van de verschillen uit de waarnemingen, d.w.z. van de effecten ten gevolge van de experimentele voeding, voor alle vier de groepen gelijk zijn. Als dit zo is, dan geldt dat elk gemeten verschil over de experimentele periode tot de normale kansverdeling $\bar{x} = \mu_j + \sigma \chi$ behoort, waarbij elke groep een bepaalde verwachting (μ_j) van het gemeten verschil heeft ($j = 1$ t/m 4). Op grond hiervan kan de volgende toetsingsgrootte worden opgesteld:

$$\sum_{i=1}^n \frac{(X_{ij} - \bar{X}_{.j})^2}{s^2}$$

n = aantal "verdachte" personen
 j_2 = groepsnummer
 s^2 = variantie van alle "niet-verdachte" personen

Hierbij wordt het verschil in waarneming tussen week 8 en week 3 voor de verdachte persoon (X_{ij}) vergeleken met het gemiddeld verschil van zijn groep ($X_{.j}$, d.i. het groepsgemiddelde van "niet-verdachte" waarnemingen). Deze toetsingsgrootte heeft een χ^2_n verdeling. Als nulhypothese wordt gesteld dat de verschillen in waarnemingen van de verdachte personen tot de normale verdeling behoren. Grote afwijkingen komen tot uitdrukking in een hoge toetsingsgrootte. Bij overschrijding van de kritieke waarde wordt de nulhypothese verworpen en zouden de resultaten inderdaad "verdacht" kunnen zijn.

Het aantal "verdachte" proefpersonen was tien betreffende de veranderingen in totaal serum-cholesterolgehalte (twee op grond van de dagboekjes en acht op grond van de veranderingen in lichaamsgewicht). Voor de veranderingen in het HDL-cholesterolgehalte was dit elf (dezelfde personen als bij de veranderingen in totaal serum-cholesterolgehalte plus de deelnemster die was gestopt met het gebruik van een anti-conceptiemiddel).

Berekeningen betreffende het verschil in serum-cholesterolconcentratie gaf een uitkomst van de toetsingsgrootte van 6,54 (kritieke waarde voor χ^2_{10} is 18,31, bij $p = 0,05$) en voor de HDL-cholesterolconcentratie was deze 14,22 (kritieke waarde voor χ^2_{11} is 19,68, bij $p = 0,05$). M.a.w. in beide gevallen werd de kritieke waarde niet overschreden, dus de resultaten van "verdachten" betreffende de serum-lipides konden normaal worden verwerkt.

Wat betreft het verschil in darmpassagetijsd werd voor de zeven "verdachte" personen een toetsingsgrootte berekend die de kritieke waarde wel overschreed; deze bedroeg 14,42 (kritieke waarde voor χ^2_7 is 14,07, bij $p = 0,05$). Weglating van de meest afwijkende waarneming gaf een toetsingsgrootte van 6,47 (kritieke waarde voor χ^2_6 is 12,59, bij $p = 0,05$), dus geen overschrijding van de kritieke waarde. Op grond hiervan is besloten de gegevens van deze ene (vrouwelijke) persoon, behorend tot de pectine-groep, wat betreft de faecesproduktie niet te verwerken.

5. INVLOED VAN VOEDINGSVEZEL OP SERUM-LIPIDENCONCENTRATIES

5.1. Literatuuroverzicht

In het rapport 78-06 (Stasse-Wolthuis et al., 1978), hfdst. III, staat een literatuuroverzicht van de werking van verschillende "soorten" voedingsvezel op de serum-lipidenconcentraties. De voor ons onderzoek belangrijkste gegevens worden hieronder nogmaals herhaald, en tevens zijn recente gegevens over onderzoeken bij gezonde vrijwilligers opgenomen (zie ook overzichtsartikel van Kelsay, 1978).

5.1.1. Effect op serum-cholesterolgehalte

pectine

De cholesterolverlagende werking van geïsoleerd pectine bij mensen werd reeds in 1961 door Keys gerapporteerd (Keys et al., 1961). Palmer en Dixon (1966) vonden bij toediening van 6 g pectine of meer per dag een significante daling van het serum-cholesterolgehalte. In alle experimenten met gezonde vrijwilligers in de jaren daarna verricht, werd een serum-cholesterolverlagende werking gevonden van geïsoleerd pectine (zie o.a. Durrington et al., 1976; Jenkins et al., 1975^a; Kay en Truswell, 1977^a; Langley en Thye, 1977; Kay et al., 1978).

In de meeste experimenten is citruspectine gebruikt, een enkele keer ook appelpectine. De gevonden dalingen, gerelateerd aan de hoeveelheid pectine, geven echter nogal verschillen te zien. Dit zou o.a. te wijten kunnen zijn aan verschillen in veresteringsgraad van het gebruikte pectine. Uit dierexperimentele onderzoeken zijn hiervoor aanwijzingen te vinden (Mokady, 1973). Een hogere veresteringsgraad zou samen gaan met een groter effect. Ook is de vorm waarin pectine aan de proefpersonen werd gegeven niet in alle experimenten gelijk. Het werd aangeboden als gel, en verwerkt in biscuits of capsules. Bovendien zijn de experimenten uitgevoerd met uiteenlopende proefduur.

Voedingsvezel in tarweprodukten

Voedingsvezel in tarweprodukten bestaat voornamelijk uit hemicellulose en in mindere mate uit cellulose (zie Southgate, 1978). In de meeste experimenten werd geen statistisch significant effect gevonden op serum-cholesterolgehalte (zie o.a. het overzicht van Truswell en Kay, 1976).

Voedingsvezel in groente en fruit

Ongeveer 1/5 deel van voedingsvezel in groente en fruit is pectine (polygalacturonzuur) (zie ook tabel 3.2). Grande et al. (1974) hebben o.a. het effect van groenten (0,6 g ruwvezel per 100 kcal) en fruit (0,2 g ruwvezel per 100 kcal) op het serum-cholesterolgehalte met elkaar vergeleken, waarbij zowel groenten als fruit 500 kcal per dag leverden. De verschillende voedingsvezels werden als supplement gegeven, bij gelijkblijvende nutriëntensamenstelling van de voeding. De proef duurde twee weken. Alleen de voeding met groenten gaf een daling van het serum-cholesterolgehalte. Hoeveel pectine deze voeding bevatte wordt niet vermeld. Behall et al. (1978) hebben een cross-over proef uitgevoerd van 2 x 4 weken met een vezelarme en een vezelrijke voeding bij 12 proefpersonen. De vezelrijke voeding bevatte 5 x zoveel ruwvezel, afkomstig uit groente en fruit. Bij gelijkblijvende nutriëntensamenstelling vonden zij geen significante verschillen in het serum-cholesterolgehalte. Ook hier wordt niet vermeld hoeveel pectine de vezelrijke voeding bevatte. In een niet-gecontroleerde studie vonden Gormley et al. (1977) een verlaging van het serum-cholesterolgehalte in een groep van 38 mannen die gedurende 4 maanden ten minste 2 appels per dag hadden gegeten.

5.1.2 Effect op High-Density-Lipoproteïne-cholesterolgehalte

Uit epidemiologische studies is gebleken dat een hoog HDL-cholesterolgehalte een beschermende factor tegen hart- en vaatziekten zou kunnen zijn. (Miller en Miller, 1975; Miller et al., 1977; Gordon et al., 1977; Hulley et al., 1977; Jenkins et al., 1978^a).

Er is nog weinig onderzoek verricht naar de invloed van de samenstelling van de voeding op het HDL-cholesterolgehalte (zie Truswell, 1978). Shepherd et al. (1978) vonden bij 4 personen na 2 weken een significante daling van het totaal serum-cholesterolgehalte en tevens een significante daling van het HDL-cholesterolgehalte, o.i.v. een voeding rijk aan meervoudig onverzadigd vet bij gelijkblijvende energiepercentages eiwit, totaal vet en koolhydraten in de voeding. Munoz et al. (1978) vonden onder invloed van zemelen bij een significante daling van het totaal serum-cholesterolgehalte een significante stijging van het HDL-cholesterolgehalte. De samenstelling van de proefvoeding werd niet vermeld. Durrington et al. (1976) vonden bij 12 mannen geen effect van pectine (12 g/dag) op het HDL-cholesterolgehalte. Onder invloed van een vezelrijke voeding van gemengde samenstelling vonden Raymond et al. (1977) ook geen effect.

In het eerder uitgevoerde interventie-onderzoek (Stasse-Wolthuis *et al.*, 1978) waarbij het effect van een vezelrijke voeding op het cholesterol-metabolisme werd vergeleken met dat van een voeding laag in voedingsvezelgehalte, werd geconstateerd dat ongeveer één derde deel van de veranderingen in het totaal serum-cholesterolgehalte terug te vinden was in een verandering in het HDL-cholesterolgehalte. D.w.z. bij een stijging van het totaal serum-cholesterolgehalte werd tevens een stijging van het HDL-cholesterolgehalte gevonden en bij een daling van het totaal serum-cholesterolgehalte nam het HDL-cholesterolgehalte tevens af.

5.2 Resultaten

In de sera zijn bepaald het totaal cholesterolgehalte en het HDL-cholesterolgehalte, en bij een aantal personen het apolipoproteïne-B gehalte. In week 0 (begin van de proef), week 3 (einde inlooperperiode) en week 8 (einde experimentele periode) is tweemaal bloed afgenomen, telkens met een verschil van twee dagen. De beide waarden uit deze weken zijn gemiddeld. In de experimentele periode is nog driemaal bloed afgenomen en wel in week 5, 6 en 7 (zie ook proefschema; bijlage A).

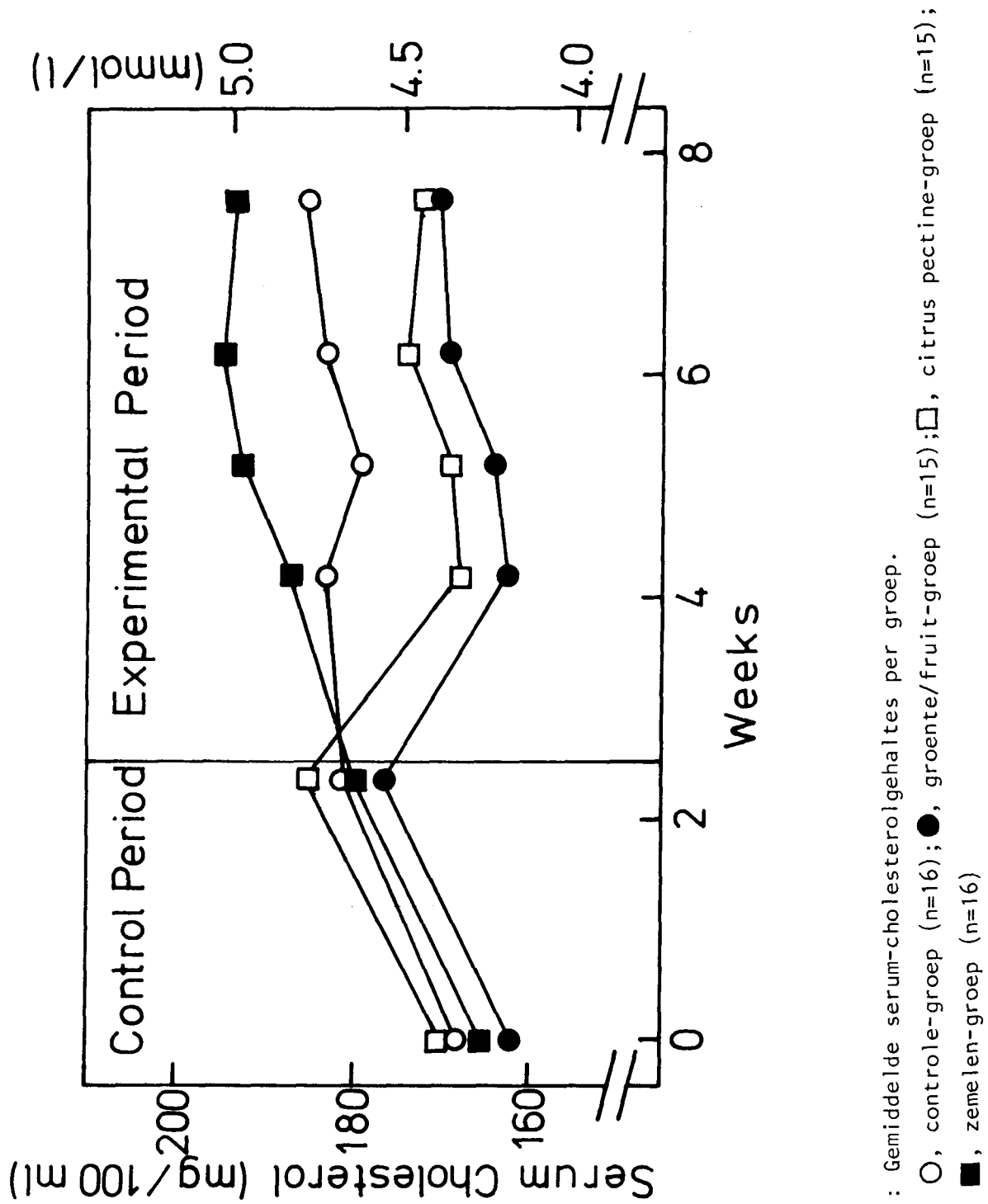
5.2.1 Serum-cholesterolgehalte

In tabel 5.1 worden de gemiddelde cholesterolgehalten per groep gegeven, aan het begin en einde van beide periodes en de gemiddelde veranderingen in concentratie over de twee periodes. Bovendien is in figuur 5.1 het verloop van de gemiddelde concentratie per groep tegen de tijd uitgezet.

Tabel 5.1. Serum-cholesterolgehalten en de veranderingen in concentratie per groep gedurende de inlooperperiode en de experimentele periode; gemidd. $\pm$ S.D. (mmol/l). *

groep	week 0	week 3	week 8	Δ inloop- periode	Δ exper. periode
controle (n = 16)	4,3 $\pm$ 0,7	4,7 $\pm$ 0,7	4,8 $\pm$ 0,6	+0,36 $\pm$ 0,32	+0,10 $\pm$ 0,34
groente/fruit (n = 15)	4,2 $\pm$ 0,7	4,6 $\pm$ 0,7	4,4 $\pm$ 0,6	+0,37 $\pm$ 0,48	-0,17 $\pm$ 0,63
pectine (n = 15)	4,4 $\pm$ 0,7	4,8 $\pm$ 0,6	4,4 $\pm$ 0,6	+0,37 $\pm$ 0,37	-0,34 $\pm$ 0,34
zemelen (n = 16)	4,3 $\pm$ 0,6	4,7 $\pm$ 0,8	5,0 $\pm$ 0,7	+0,37 $\pm$ 0,30	+0,34 $\pm$ 0,41

*) 1 mmol/l = 38,7 mg/100 ml.



Figuur 5.1.: Gemiddelde serum-cholesterolgehaltenes per groep.

O, controle-groep (n=16); ●, groente/fruit-groep (n=15); □, citrus pectine-groep (n=15); ■, zemelen-groep (n=16)

Ondanks het feit dat bij de indeling van de vier groepen rekening is gehouden met het serum-cholesterolgehalte van de proefpersonen, liggen de gemiddelde concentraties bij het begin van de proef enigszins uit elkaar. De voornaamste oorzaak hiervan is dat de proefpersonen zijn ingedeeld op serum-cholesterolgehalte én energie-opname. Wel is de standaarddeviatie voor de vier groepen nagenoeg gelijk.

Gedurende de inlooperperiode stijgt het serum-cholesterolgehalte van alle vier de groepen ongeveer evenveel (gemiddeld 0,37 mmol/l). Deze stijging kan voor een groot deel verklaard worden door het hogere vet- en cholesterolgehalte in de voeding in vergelijking met de voeding vóór de proef (zie tabel 3.3).

Tijdens de experimentele periode blijft het serum-cholesterolgehalte van de controle-groep vrij constant. Over de gehele periode wordt weliswaar een geringe stijging van 0,10 mmol/l gevonden, maar een gepaarde t -toets wijst uit dat dit verschil niet statistisch significant is ($P = 0,35$). M.a.w. er mag gesteld worden dat het effect van de proefvoedingen op het serum-cholesterolgehalte zich in de inlooperperiode heeft gestabiliseerd.

Bij de groente/fruitgroep en de pectine-groep vinden we in de experimentele periode een daling van het serum-cholesterolgehalte. Het grootste effect wordt bij beide groepen in de tweede week van de experimentele periode gevonden; daarna nemen de serum-cholesterolgehaltenes weer enigszins toe (zie fig. 5.1).

Voor de groente/fruitgroep wordt over de hele periode een daling gevonden van 0,17 mmol/l, welke statistisch niet significant is ($P = 0,31$). De daling na twee weken van 0,36 mmol/l is dit wel ($P = 0,015$). Bij de pectine-groep wordt over de experimentele periode een verlaging gevonden van 0,34 mmol/l, welke significant is ($P = 0,002$).

Het serum-cholesterolgehalte van de zemelen-groep stijgt in de experimentele periode. We vinden bij deze groep een toename van 0,34 mmol/l, welke statistisch significant is ($P = 0,005$).

Variantie-analyse van de verschillen in serum-cholesterolconcentratie tussen de experimentele en de inlooperperiode levert een significant effect van de proefvoedingen op ($P = 0,001$; F-test). Er is geen sexe-verschil. Wel blijkt de beginwaarde van serum-cholesterol (dus vóór de proef) een bijdrage te leveren aan de veranderingen van inloop- naar experimentele periode ($P = 0,04$). Volgens de Tukey-test met simultane onbetrouwbaarheid $\alpha = 0,05$ is het effect in de pectine-groep significant verschillend van dat van de controle-groep en de zemelen-groep. De groente/fruit- en zemelen-groep verschillen niet van de controle-groep. Wanneer we de verschillen na 2 weken experimentele periode bekijken komen we tot dezelfde conclusies. Als we de 3 vezelrijke groepen elk vergelijken

met de controle-groep volgens een t-test (waarbij de 2 andere groepen buiten beschouwing worden gelaten), dan blijkt het verschil tussen de zemelen- en de controle-groep na 5 weken zwak significant te zijn ($P = 0,085$); het verschil tussen de groente/fruit-groep en de controle-groep is na 5 weken niet significant, na 2 weken wel ($P = 0,021$). Evenals bij de Tukey-test vinden we steeds een significant verschil tussen de controle- en de pectine-groep.

5.2.2. High-Density-Lipoprotein-cholesterolgehalte

In tabel 5.2 en fig. 5.2 worden de gemiddelde HDL-cholesterolgehalten gegeven, aan het begin en einde van beide periodes, en de veranderingen daarvan over de inlooperperiode en de experimentele periode.

Tabel 5.2. HDL-cholesterolgehalten en veranderingen in concentratie gedurende inlooperperiode en experimentele periode per groep; gemidd. $\pm$ S.D. (mmol/l).^{xx)}

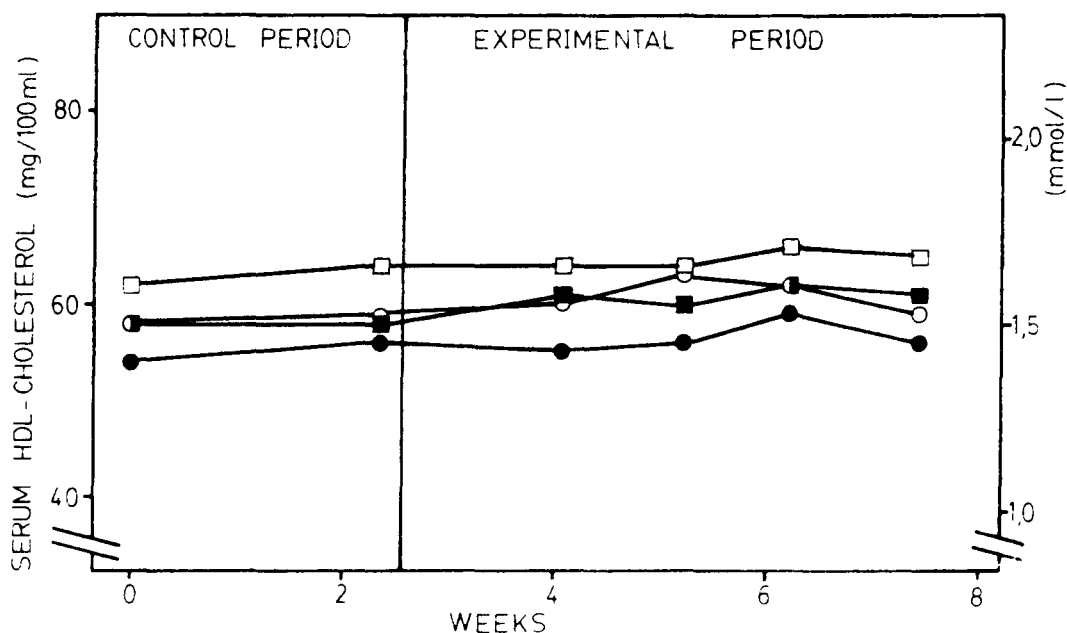
	week 0 vrouwen *	week 0 mannen *	week 0 totaal	week 3	week 8	Δ inloop- periode	Δ exper. periode
controle (16)	1,58 $\pm$ 0,21	1,47 $\pm$ 0,23	1,51 $\pm$ 0,22	1,52 $\pm$ 0,20	1,53 $\pm$ 0,18	+0,01 $\pm$ 0,15	+0,01 $\pm$ 0,12
groente/ fruit (15)	1,42 $\pm$ 0,31	1,40 $\pm$ 0,26	1,41 $\pm$ 0,26	1,44 $\pm$ 0,27	1,45 $\pm$ 0,24	+0,03 $\pm$ 0,13	+0,01 $\pm$ 0,15
pectine (15)	1,94 $\pm$ 0,62	1,42 $\pm$ 0,28	1,60 $\pm$ 0,46	1,65 $\pm$ 0,42	1,67 $\pm$ 0,46	+0,05 $\pm$ 0,22	+0,02 $\pm$ 0,18
zemelen (16)	1,65 $\pm$ 0,23	1,40 $\pm$ 0,21	1,49 $\pm$ 0,34	1,51 $\pm$ 0,22	1,58 $\pm$ 0,29	+0,02 $\pm$ 0,21	+0,07 $\pm$ 0,16

*) alle groepen bestonden uit 10 mannen en 5 of 6 vrouwen

xx) 1 mmol/l = 38,7 mg/100 ml

Gedurende de inlooperperiode veranderen de HDL-cholesterolgehalten van de vier groepen nauwelijks (0,01 - 0,05 mmol/l). Evenzo geldt dit voor de experimentele periode met uitzondering van de zemelen-groep. Bij deze groep wordt een geringe stijging waargenomen van 0,07 mmol/l, maar deze is slechts zwak significant ($P = 0,08$, gepaarde t-test; bij groente/fruit- en pectine-groep bedraagt P resp. 0,76 en 0,67).

Bij alle groepen ligt het serum-HDL-cholesterolgehalte bij de vrouwelijke proefpersonen hoger dan bij de mannelijke. In tabel 5.2 staan alleen voor de beginniveaus de gehalten apart gegeven, maar deze verschillen zijn tijdens de proef nagenoeg gelijk gebleven.



Figuur 5.2. Gemiddelde HDL-cholesterolgehalten per groep; ○, controle-groep (n = 16); ●, groente/fruit-groep (n = 15); □, citruspectine-groep (n = 15); ■ zemelen-groep (n = 16).

Statistische analyse m.b.v. de variantie-analyse levert geen verschil op tussen de vier proefgroepen. Verder blijkt dat de mannen en vrouwen niet verschillend hebben gereageerd op de proefvoedingen.

5.2.3. Apolipoproteïne-B concentraties

Apolipoproteïne-B (apo-B) is het voornaamste eiwit in low-density- en very-low-density-lipo-proteïnen (zie Norum, 1977). Het grootste deel van het serum-apo-B bevindt zich in de LDL-fractie (94 % volgens Bautovich *et al.*, 1975).

Om enig inzicht te krijgen in veranderingen in de samenstelling van lipo-proteïnen bij een verandering van het serum-cholesterolgehalte, is in een aantal serummonsters het apo-B gehalte bepaald. Dit is gedaan in het serum van telkens twee proefpersonen (één met een vrij hoog en één met een vrij laag serum-

cholesterolgehalte), uit alle vier de groepen, aan het eind van de inlooperperiode en van de experimentele periode.

Resultaten en discussie

Aan het einde van de inlooperperiode bedroeg het apo-B gehalte van deze acht personen gemiddeld 84,9 mg/100 ml (S.D. 113,5). De verhouding tussen apo-B en (V)LDL-cholesterol was $0,63 \pm 0,08$ mg/mg; de verhouding tussen apo-B en totaal cholesterol bedroeg $0,44 \pm 0,06$ mg/mg. In de literatuur worden soortgelijke waarden vermeld, nl. 0,69 - 0,81 mg/mg voor de ratio van apo-B/LDL-cholesterol (Durrington et al., 1977; Nazir et al., 1978) en 0,37 - 0,52 mg/mg voor de ratio apo-B/totaal serum-cholesterol (Schonfeld et al., 1976; Curry et al., 1978; Lee en Alaupovic, 1974).

De gemiddelde verhouding tussen apo-B en (V)LDL-cholesterol veranderde hoegenaamd niet tijdens de experimentele periode. Aan het einde van de experimentele periode was deze verhouding $0,64 \pm 0,08$ mg/mg (vgl. 0,63 in de inlooperperiode). Dit komt overeen met hetgeen Durrington et al. (1977) hebben gerapporteerd. Ook zij vonden bij een verlaging van het serum-cholesterolgehalte onder invloed van een cholesterol-arme voeding, met een hoog gehalte aan meervoudig onverzadigde vetzuren, een verlaging van het apo-B gehalte, en constateerden dat gedurende de proef de verhouding van apo-B met VLDL- en LDL-cholesterol opmerkelijk constant bleef.

De correlatiecoëfficiënten tussen LDL-cholesterol of totaal serum-cholesterol enerzijds en apo-B anderzijds waren lager (0,58 resp. 0,52, berekend voor de inlooperperiode) dan in de literatuur vermelde waarden. Curry et al. (1978), Onitiri en Lewis (1977) en Nazir et al. (1978) vermelden correlatiecoëfficiënten van 0,80 - 0,84. Deze studies hebben echter alle betrekking op grotere groepen (gezonde) personen (resp. 74, 116 en 88).

Wel is er een goede correlatie gevonden tussen de veranderingen in apo-B concentratie en de veranderingen in (V)LDL-cholesterol concentratie tussen de experimentele periode en de inlooperperiode ($r = 0,92$).

5.3. Discussie en conclusies

Van verzadigd vet en cholesterol in de voeding is bekend dat zij een verhogende werking op het serum-cholesterolgehalte hebben. Keys et al. (1965; 1974) en Hegsted et al. (1965) hebben op grond van door hun gedane experimenten een formule opgesteld om het effect van exogeen cholesterol en vet op het serum-cholesterolgehalte te bepalen. Hegsted kent in zijn formule een iets grotere invloed toe aan exogeen cholesterol en meervoudig onverzadigde vetzuren dan Keys. Bovendien is er volgens Hegsted nog een effect van enkelvoudig onverzadigde vetzuren. We kunnen de verschillen in opname van deze nutriënten voor beide periodes, berekend uit de voedingsenquêtes (zie 3.4.2) en verkregen uit de analyses van de bemonsterde proefvoedingen (zie 3.4.3) invullen in de formules. Hierdoor kan een indruk worden verkregen hoe groot de invloed van het verhoogde cholesterol- en vetpercentage in de proefvoedingen tijdens de inlooperperiode zal zijn geweest, en of er in de experimentele periode naast een effect van het soort voedingsvezel op het serum-cholesterolgehalte, mogelijk een effect is geweest van een veranderd cholesterol- en vetgehalte in de proefvoedingen. De resultaten van de berekeningen en de waargenomen veranderingen in serum-cholesterolgehalte, staan gegeven in tabel 5.3.

Tabel 5.3. Verwachte veranderingen in serum-cholesterolgehalte gedurende de inlooperperiode en de experimentele periode, berekend volgens de formules van Keys et al. (1974) en Hegsted et al. (1965), en de waargenomen veranderingen (mmol/l)*.

	Groep	VOEDINGSENQUETES ^{a)}		ANALYSE ^{b)}		
		Keys ^I	Hegsted ^{II}	Keys ^I	Hegsted ^{II}	waargenomen
INLOOP-PERIODE	allen	+0,29	+0,51			+0,37
EXPERI-MENTELE PERIODE	controle	0	+0,14	+0,06	+0,15	+0,10
	groente/fruit	+0,04	+0,14	+0,07	+0,22	-0,17
	pectine	+0,01	-0,01	+0,02	+0,16	-0,34
	zemelen	-0,04	+0,01	-0,02	-0,01	+0,34

*) 1 mmol/l = 38,7 mg/100 ml. ^{a)} zie tabel 3.3. ^{b)} zie tabel 3.7.

- I. Keys $\Delta \text{ ch} = 1,2 (2\Delta \text{ S} - \Delta \text{ P}) + 1,5 \Delta \text{ Z}$
 $\Delta \text{ ch}$: Δ serum-cholesterol (mg/100 ml)
 $\Delta \text{ S}$: $\Delta \text{ C}_{12} - \text{C}_{16}$ verzadigde vetzuren (energie %)
 $\Delta \text{ P}$: Δ meervoudig onverzadigde vetzuren (energie %)
 $\Delta \text{ Z}$: $\sqrt{\text{chol}_1} - \sqrt{\text{chol}_2}$; chol_1 = voedingscholesterol (mg/1000 kcal) in periode 1; chol_2 = idem in periode 2.
- II. Hegsted: $\Delta \text{ ch} = 2,32 \Delta \text{ S} + 0,32 \Delta \text{ M} - 1,46 \Delta \text{ P} + 6,51 \Delta \text{ C} + 0,83$
 $\Delta \text{ ch}$, $\Delta \text{ P}$ zie Keys
 $\Delta \text{ S}$: totaal verzadigd vet (energie %)
 $\Delta \text{ M}$: enkelvoudig onverzadigde vetzuren (energie %)
 $\Delta \text{ C}$: Δ voedingscholesterol (0,1 g)

Voor de inlooperperiode wordt een verandering in serum-cholesterolgehalte berekend, welke de waargenomen stijging redelijk benadert, zowel voor de formule van Keys als die van Hegsted. Hier is alleen een berekening uitgevoerd met gegevens uit de voedingsenquêtes, analysecijfers van de voeding vóór de proef zijn er immers niet. Daarom kan gesteld worden dat de waargenomen verandering van 0,37 mmol/l gemiddeld voor de vier groepen grotendeels verklaard kan worden door de verhoging van het cholesterol- en vetgehalte in de voeding en de wijziging van het soort vet daarin.

Volgens de berekeningen voor de experimentele periode zou er nauwelijks effect zijn geweest van het voedingscholesterol en het soort vet op het serum-cholesterolgehalte van de pectine- en zemelen-groep. Op grond hiervan kan worden gesteld dat de waargenomen effecten bij deze twee groepen waarschijnlijk door geen andere voedingsfactoren zijn veroorzaakt dan de soort voedingsvezel.

Voor de groente/fruit-groep wordt in de experimentele periode met beide formules een geringe stijging in serum-cholesterolconcentratie berekend, zowel uit de voedingsenquêtes als uit de analysecijfers. Dit kan verklaard worden door het feit dat deze groep iets minder meervoudig onverzadigde vetzuren en iets meer verzadigd vet in deze periode heeft opgenomen, vergeleken met de inlooperperiode. In feite zou daardoor het werkelijke effect van voedingsvezel uit groente en fruit groter zijn geweest dan de daling van 0,17 mmol/l, die is waargenomen. De verlagende werking van geïsoleerd citruspectine op het serum-cholesterolgehalte, welke in deze proef is waargenomen, komt overeen met de resultaten van eerder uitgevoerde experimenten (zie literatuuroverzicht). In deze proef heeft de pectine-groep ongeveer 9 g polygalacturonzuur per dag opgenomen, waarvan ca. 7 g uit geïsoleerd citruspectine, hetgeen heeft geresulteerd in een

daling van 0,34 mmol/l. Dit is in dezelfde orde van grootte als werd gevonden bij andere experimenten. Palmer en Dixon (1966) vonden bij een opname van 6 g geïsoleerd pectine een gemiddelde afname van 0,28 mmol/l. De resultaten kunnen echter niet geheel met elkaar worden vergeleken, aangezien in de literatuur geen gegevens worden verstrekt over de veresteringsgraad en het polygalacturonzuurgehalte van het gebruikte pectine.

Gesteld kan worden dat in deze proef is aangetoond dat voedingsvezel afkomstig uit groente en fruit, waaronder het pectine (polygalacturonzuur) in zijn natuurlijke vorm, eveneens een geringe verlagende werking op het serum-cholesterolgehalte heeft. Weliswaar vinden wij bij de groente/fruit-groep een geringere daling (0,17 mmol/l) dan bij de pectine-groep, maar zoals hierboven werd beschreven, heeft een verandering in de opname van voedingscholesterol en vet het werkelijke effect van groente en fruit enigszins verzwakt. Bovendien heeft de groente/fruit-groep iets minder polygalacturonzuur opgenomen dan de pectine-groep (gemiddeld resp. 7,5 g en 9 g polygalacturonzuur/dag, zie 3.4.2). Hieruit blijkt tevens dat de hoeveelheid pectine, nodig om een significante daling in serum-cholesterolgehalte te geven, met natuurlijke voedingsmiddelen moeilijk te bereiken is. Opvallend is verder dat bij het serum-cholesterolgehalte van zowel de groente/fruit-groep als van de pectine-groep in de tweede week van het experiment een grotere daling wordt waargenomen dan over de gehele periode. Dit zou erop kunnen wijzen dat er in eerste instantie o.i.v. pectine een grotere verandering optreedt in het cholesterolmetabolisme.

Bij nader inzien hebben meerdere onderzoekers een geringe stijging van het serum-cholesterolgehalte gevonden o.i.v. zemelen, doch het effect was - in tegenstelling tot bij ons onderzoek - niet statistisch significant. Zo hebben Jenkins et al. (1975^a) een verhoging van 0,18 mmol/l gevonden in een proef met 5 vrijwilligers, die gedurende twee weken 36 g zemelen per dag kregen. In een tweede experiment vond Jenkins (1975^b) een gemiddelde stijging van 0,05 mmol/l bij 6 personen, die gedurende 3 weken 36 g zemelen per dag kregen. Kay en Truswell (1977^b) vonden een verhoging van 0,31 mmol/l onder invloed van 23 g zemelen per dag, gedurende 3 weken, bij een groep van 6 personen. Tenslotte kan nog een experiment van Eastwood (1969) worden vermeld met een groep van 14 monniken. Onder invloed van een voeding met biscuits met een hoog gehalte aan "graanvezel" werd voor de gehele groep een daling van het serum-cholesterolgehalte gevonden. Bij een deel van deze groep, te weten monniken jonger dan 40 jaar (vijf in aantal), steeg het serum-cholesterolgehalte echter met 0,18 mmol/l. De proef duurde 12 weken. Ook uit dierexperimenten is gebleken dat zemelen het serum-cholesterolgehalte kunnen verhogen (o.a. Forsythe et al., 1978).

Het feit dat bij al deze studies geen 95 % betrouwbaarheid werd bereikt is mogelijk (ten dele) een gevolg van de kleine aantallen proefpersonen die bij genoemde studies betrokken waren. Bij recent onderzoek van Van Dokkum (1978) werd wel een significante stijging waargenomen (zie hfdst. 9).

Recent vermeldde Munoz et al. (1978) een daling van het serum-cholesterolgehalte o.i.v. zemelen gevonden te hebben. Er werd hierbij niet vermeld of het vetgehalte van de voeding constant gebleven is. Uit onderzoek van o.a. Kahaner et al. (1976) is bekend dat toevoeging van zemelen aan de voeding onder niet-gecontroleerde omstandigheden de vet- en cholesterolopname verlaagt. Mogelijk levert dit een verklaring voor de discrepantie tussen de resultaten van Munoz et al. en bovenbeschreven studies (zie ook hfdst. 9).

In het vorige interventie-onderzoek (Stasse-Wolthuis et al., 1978) werd ongeveer één derde deel van de veranderingen in de totaal cholesterolconcentratie teruggevonden in een verandering van de HDL-cholesterolconcentratie, zowel bij een verhoging als bij een verlaging van het serum-cholesterolgehalte. Wij hebben dit echter niet waargenomen. In de inlooperperiode wordt bij een stijging van het serum-cholesterolgehalte van 0,37 mmol/l voor alle groepen een zeer geringe stijging van het HDL-cholesterolgehalte gevonden (0,03 mmol/l). Bij een verlaging van het totaal cholesterolgehalte voor de groente/fruit-groep en de pectine-groep in de experimentele periode, wordt geen verlaging van het HDL-cholesterolgehalte gevonden, maar een geringe stijging (resp. 0,01 en 0,02 mmol/l). Alleen bij de zemelen-groep wordt bij een stijging van het totaal cholesterolgehalte (0,34 mmol/l) tevens een toename van het HDL-cholesterolgehalte gevonden (0,07 mmol/l). Deze stijging is echter slechts één vijfde deel van de totale toename in cholesterolconcentratie. (Gemiddeld stijgt het percentage cholesterol dat zich in de HDL-fractie bevindt iets bij de groente/fruit- en de pectine-groep (met 1,5 en 3,1 %), hetgeen als gunstig wordt beschouwd (zie 5.1.2). Bij de zemelen- en controle-groep daalt dit percentage met gemiddeld 0,7 en 0,4 %.)

De verklaring hiervoor zou gevonden kunnen worden in het feit dat in de vorige proef de samenstelling van de vezelrijke en vezelarme voeding naast de hoeveelheid voedingsvezel o.a. ook verschilde in energiepercentages vet en koolhydraten. De veranderingen in het HDL-cholesterolgehalte die destijds zijn waargenomen, zijn waarschijnlijk niet veroorzaakt door verandering in het energiepercentage vet van beide proefvoedingen. In onze proef is er een verhoogde vetopname in de inlooperperiode t.o.v. vóór de proef, doch de HDL-cholesterolconcentratie blijft vrij constant. De vezelrijke voeding in de vorige proef bevatte 7 energieprocent méér koolhydraten dan de vezelarme voeding, vnl. oligosacchariden uit groente en fruit. De daling in HDL-cholesterolgehalte tijdens vezel-

rijke voeding zou hierdoor veroorzaakt kunnen zijn. Een hogere opname van koolhydraten doet het serum-triglyceridgehalte tijdelijk stijgen (Berdanier, 1976). Het is bekend dat hogere triglyceridgehaltes gepaard gaan met lagere HDL-cholesterolconcentraties (Gordon et al., 1977; Van der Haar en Kromhout, 1978; Schaefer et al., 1978). In onze proef is het energiepercentage koolhydraten in de voeding steeds gelijk gebleven, zowel in de inlooperperiode als in de experimentele periode; en tevens het percentage oligosacchariden. Er is nl. minder zoetwaar verstrekt aan de groente/fruit-groep (zie 3.3).

Er zijn ons geen studies bekend waarin een significant effect van pectine of groente/fruit op HDL-cholesterol is gevonden (zie 5.1.2). Van zemelen is wel een effect vermeld (o.a. Munoz et al. (1978); zie ook discussie hfdst. 9).

De resultaten van de apolipoproteïne-B (apo-B) bepalingen suggereren dat bij de veranderingen in serum-cholesterolconcentraties onder invloed van de door ons gebruikte voedingen, de samenstelling van de LDL-deeltjes hetzelfde blijft, en slechts het aantal circulerende LDL-moleculen verandert. Er zijn in deze proef echter van slechts twee personen per groep de veranderingen in apo-B gehalte gemeten. We kunnen daarom geen conclusies trekken over eventuele verschillen tussen de vier proefvoedingen.

Conclusies

De resultaten van dit onderzoek wijzen erop dat:

- Groente en fruit een verlagende werking heeft op het serumcholesterolgehalte. Er is echter met natuurlijke voedingsmiddelen moeilijk een zo grote dosis pectine (polygalacturonzuur) te bereiken dat dit effect statistisch significant wordt.
- Met geïsoleerd pectine werd wel een significante daling van het serum-cholesterolgehalte verkregen.
- Bij gelijkblijvende vet- en cholesterolopname, maar toename van het gehalte voedingsvezel uit zemelen in de voeding, steeg het serum-cholesterolgehalte, hetgeen een ongunstig effect betekent.
- Onder minder streng gecontroleerde omstandigheden is een (indirect) gunstig effect op het serum-cholesterolgehalte van een vezelrijke voeding wel waarschijnlijk. Een dergelijke voeding zal over het algemeen gepaard gaan met een verlaging van het percentage vet in de voeding.
- Veranderingen van de hoeveelheid vet (inlooperperiode) en voedingsvezel (experimentele periode) in de voedingen, gingen niet gepaard met duidelijke veranderingen in het HDL-cholesterolgehalte.

6. INVLOED VAN VOEDINGSVEZEL OP DARMFUNCTIES

Literatuur-overzicht

In rapport 78-06 (Stasse-Wolthuis et al., 1978), hfdst. IV) staat een uitgebreid literatuuroverzicht. De voor dit experiment belangrijkste waarnemingen en nieuw verschenen literatuur worden hieronder kort besproken.

6.1.1. Effect op nat gewicht en watergehalte van de faeces

Tarwezemelen

Bij alle gerapporteerde studies stijgt zowel nat als droog gewicht van de faeces onder invloed van zemelen (evt. verwerkt in volkorenbrood). De waargenomen stijging in faecesgewicht varieert van 50 tot 150 g/dag (zie Stasse-Wolthuis et al. 1978). In de meeste gevallen is het gevonden effect ook statistisch significant (o.a. Cummings et al., 1976c, Wyman et al., 1976, Hoppert en Clark 1945).

Het watergehalte van de faeces (ca. 75%) verandert over het algemeen weinig (o.a. Findlay et al., 1974, Wyman et al., 1976). Thomas et al. (1976) vonden een sterke stijging van het watergehalte (van 65 naar 77%) op volkorenbrood en volkorenvlokken.

Groente en fruit

Kelsay et al. (1978) en Williams en Olmsted (1936) vonden bij voedingen rijk aan groenten en fruit een vergelijkbaar effect op het nat gewicht en droge stof-gehalte van faeces als bij zemelen is gerapporteerd. Hoppert en Clark (1945) vonden echter een minder sterk effect bij groente en fruit dan bij zemelen.

Pectine

Het effect van pectine op nat gewicht en watergehalte van faeces is niet duidelijk. Soms werd wel een stijging waargenomen, maar dit was dan niet altijd statistisch significant (o.a. Durrington et al., 1976, Kay en Truswell 1977a).

Gemengde voeding

Bij het vorige experiment van Stasse-Wolthuis et al. (1978) steeg de faecesproduktie tijdens de vezelrijke periode (meer dan 50% van voedingsvezel kwam van groenten en fruit; de rest was afkomstig van graanprodukten) van gemiddeld 71 tot 182 g/dag (nat gewicht); het watergehalte van de faeces steeg van 71 naar 75%. Beyer en Flynn (1978) vonden bij een groep van 6 mannen een stijging in faecesgewicht van 51 tot 157 g/dag onder invloed van een vezelrijke voeding met zowel volkoren graanprodukten als groenten en fruit (ruwvezel-opname tijdens vezelarme resp. vezelrijke voeding was 1 resp. 9 g/dag).

6.1.2. Effect op darmpassagetijd

Vergelijking van de bij verschillende experimenten gevonden darmpassagetijden wordt bemoeilijkt, doordat steeds verschillende methoden voor het meten van darmpassagetijd zijn toegepast.

Tarwezemelen

Over het algemeen werd onder invloed van tarwezemelen en volkorenbrood een verkorting van de darmpassagetijd gevonden van ongeveer 15-20 uur bij 20-30 gram zemelen per dag (o.a. Eastwood et al., 1973, Thomas et al., 1976). In de meeste gevallen was dit effect niet statistisch significant ten gevolge van de grote individuele verschillen (o.a. Slavin et al., 1977). Cummings et al. (1976a) hebben het verloop van de darmpassagetijd bij één persoon gedurende een aantal weken gemeten. Alleen bij een voeding rijk aan voedingsvezel (vnl. afkomstig van graanprodukten) bleef de darmpassagetijd enigszins constant.

Verkorting van de darmpassagetijd onder invloed van tarwezemelen en volkorenbrood was het duidelijkst bij mensen met een lange aanvangstijd (Kay en Trusswell, 1977b). Payler et al. (1973, 1975) vonden zelfs een verlenging van de darmpassagetijd bij personen met een beginwaarde van ca. 24 uur (zgn. normaliserend effect).

Groente en fruit

Groente en fruit geven een minder duidelijk effect op de darmpassagetijd te zien dan tarwezemelen. Kelsay et al. (1978) rapporteerden een significante daling van de darmpassagetijd. De totale opname aan voedingsvezel (neutral detergent fibre) was in de vezelarme periode ongeveer 3,6 gram en in de vezelrijke periode ongeveer 20 gram. De darmpassagetijd daalde daarbij van 52 naar 38 uur.

Pectine

In experimenten van Durrington et al. (1976) en van Kay en Truswell (1977a) werd geen significant effect van pectine op de darmpassagetijd gevonden.

Gemengde voeding

Stasse-Wolthuis et al. (1978) vonden bij een vezelrijke voeding (met meer dan 50% "groente en fruit-vezel") een verkorting van de darmpassagetijd van gemiddeld 55 naar 37 uur. Beyer en Flynn (1978) vermeldden een soortgelijk effect van een vezelrijke voeding van gemengde samenstelling (zie boven), nl. een daling van de darmpassagetijd van 47 naar 12 uur (bij 3 personen).

6.1.3. Effect op ontlastingsfrequentie

Bij hoge opname van voedingsvezel werd zowel van tarwezemelen en volkorenbrood als van groenten en fruit een verhogend effect gevonden op de ontlastingsfrequentie (ong. 1,5-2 keer) (o.a. Kay en Truswell 1977b, Kelsay et al., 1978, Stasse-Wolthuis et al., 1978). Andere auteurs (Wyman et al., 1976; Payler et al., 1975) namen echter geen significante veranderingen in ontlastingsfrequentie waar bij proeven met zemelen (tot 22 g/dag). Voor pectine wordt meestal geen melding gemaakt van een effect op de ontlastingsfrequentie. Alleen Kay en Truswell (1977a) noemen een geringe stijging van 1,3 tot 1,5 ontlastingen per dag onder invloed van 15 g citruspectine per dag.

Mogelijke werkingsmechanismen van effecten van voedingsvezel op darmfuncties

Waterbinding (o.a. Eastwood, 1973) door of fermentatie (Hellendoorn, 1978^{a,b}) van bepaalde componenten van voedingsvezel, zouden een verklaring kunnen geven voor zgn. "faecal-bulking" en verkorting van darmpassagetijd (zie Stasse-Wolthuis et al., 1978 hfd. V). Eastwood en Robertson (1978) wijten het verschil in effect van verschillende soorten voedingsvezel (gedeeltelijk) aan het waterbindend vermogen zoals gevonden in in-vitro proeven (bv. voor 100 gram voedingsvezel uit zemelen: 447 g water en voor appels: 180 gram water). In vivo proeven van dezelfde auteurs geven echter minder duidelijk resultaten, zodat het verschil in fysiologisch effect niet totaal door het waterbindend vermogen verklaard kan worden.

Hellendoorn (1978^{a,b}) wijst erop dat de waterbinding in faeces niet kan worden toegeschreven aan voedingsvezel zelf, doch juist aan fermentatieproducten daarvan (o.i.v. bacteriewerking), nl. vluchtige vetzuren en melkzuur.

Volgens Cummings et al. (1978) zou het effect op faecesgewicht voornamelijk veroorzaakt worden door (niet-cellulose)pentoseverbindingen (pentosanen), die vooral in granen voorkomen en minder in groenten, waardoor deze ook minder effect veroorzaken. Om een verdubbeling te krijgen van het faecesgewicht zou bij een lineair verband tussen pentoseopname en colon-respons resp. 47 gram zemelen, 681 gram wortelen of 1477 gram appels nodig zijn.

6.2. Resultaten

Op grond van gegevens uit de dagboeken werden de waarnemingen van faecesproductie e.d. van één persoon uit de pectine-groep niet gebruikt (zie hfdst. 4). Van één persoon uit de controle-groep was het niet mogelijk om de darmpassagetijd te berekenen, zodat deze op die plaatsen ook is weggelaten.

6.2.1. Faeces nat gewicht en percentage droge stof

Tabel 6.1 vermeldt het faeces natgewicht en het droge stofgehalte per groep tijdens de controle en experimentele periode.

tabel 6.1. faeces natgewicht en percentage droge stof tijdens de inloop- en experimentele periode (gem. $\pm$ s.d.)

groep	aantal personen	nat gewicht (g/dag)		droge stof (g/100 g nat gewicht)	
		inloop-periode	exper. periode	inloop-periode	exper. periode
controle	16	89 $\pm$ 54	87 $\pm$ 48	26 $\pm$ 5	28 $\pm$ 5
groente/fruit	15	89 $\pm$ 37	138 $\pm$ 63	26 $\pm$ 6	24 $\pm$ 6
citruspectine	14	89 $\pm$ 34	99 $\pm$ 45	25 $\pm$ 3	25 $\pm$ 4
zemelen	16	89 $\pm$ 53	166 $\pm$ 65	25 $\pm$ 5	23 $\pm$ 3

Het nat gewicht van de faeces is tijdens de experimentele periode bij de groente/fruit-groep en de zemelen-groep resp. 1,5 en 1,9 keer zo groot. Het droge stofgehalte is bij deze twee groepen iets gedaald nl. van 26 naar 24 en van 25 naar 23%. Het watergehalte van de faeces is dus toegenomen met 2% (g/100 g).

De verschillen tussen inloop- en experimentele periode bij de groente/fruit-groep en de zemelen-groep zijn voor zowel het nat gewicht als het droge stofgehalte statistisch significant (voor Δ natgewicht resp. $P = 0,001$ en $P = 0,000$ en voor Δ drogestof percentage $P = 0,012$ en $P = 0,008$ gepaarde t -test). Bij de pectinegroep vinden we geen verschillen tussen inloop- en experimentele periode. Bij de controle-groep is de geringe verhoging in het percentage droge stof (2%) zwak significant ($P = 0,098$). Opvallend is de grote tussen-persoons-spreiding in zowel faeces nat gewicht als in het droge stofgehalte. Bijvoorbeeld: nat gewicht varieerde in de inlooperperiode bij deze groep van 61 personen van 10 tot 210 g/dag; het droge stofgehalte van 17 tot 37%.

Uit variantieanalyse op de veranderingen van inlooperperiode naar experimentele periode in nat gewicht van de faeces blijkt er een significant groepseffect ($P = 0,000$; F-test) én sexe-effect ($P = 0,023$) te bestaan. Daarnaast is er interactie tussen deze effecten: bij mannen verschillen de toenames in faecesgewicht bij de groente/fruit- en de zemelen-groep significant van de effecten onder invloed van de controle- en de pectine-voeding (Tukey test; simultane onbetrouwbaarheid $\alpha = 0,05$). Bij de vrouwen verschilt alleen de zemelen-groep van de overige drie groepen. De vrouwen in de groente/fruit-groep vertonen hoegenaamd geen stijging in faecesgewicht (gemidd. 3 g/dag), de mannen echter wel (72 g/dag).

Ook wat betreft het percentage droge stof in de faeces reageren de vrouwen in deze groep veel minder dan de mannen (daling van 1 resp. 4%). Ten aanzien van het droge stofgehalte in de faeces blijkt er zowel een groepseffect ($P = 0,000$) als een zwak sexe-effect ($P = 0,09$) te zijn. Wanneer we mannen en vrouwen tezamen bekijken, blijkt de vermindering in droge stofgehalte bij de zemelen- en groente/fruit-groep significant te verschillen van de effecten bij de controle- en de pectine-groep (Tukey-test; $\alpha = 0,05$).

6.2.2. Darmpassagetijd

Pellet-recovery

In de inlooperperiode zijn van 11 van de 61 proefpersonen na een verzamelperiode van ongeveer 168 uur niet alle 20 geslikte pellets weer teruggevonden. In de experimentele periode is dit voor 12 van de 61 proefpersonen het geval. Uit tabel 6.2 blijkt dat voor de controle-groep tijdens de experimentele periode het aantal personen met incomplete pelletrecovery verdubbelt. De zemelen-groep geeft tijdens de experimentele periode minder incomplete pellet-recoveries. Bij 7 van de 61 proefpersonen is in beide periodes een incomplete pellet-recovery gevonden.

tabel 6.2. aantal proefpersonen met incomplete pellet-recovery
per proefgroep in inloop- en experimentele periode.

groep	inloop	experimenteel
controle	3	6
groente/fruit	3	3
pectine	1	2
zemelen	4	1
	11	12

Darmpassagetijd

De darmpassagetijd is berekend volgens Cummings et al. (1976a, zie hfdst. 2.3) volgens de "single dose"-methode. In tabel 6.3 zijn de darmpassagetijden (MTT) weergegeven tijdens de inloop- en experimentele periode voor de verschillende groepen, waarin bij een aantal personen met onvolledige pellet-recovery de geschatte waarden volgens de 7 dagen en 14 dagen-methode (zie hfdst. 2.3 en tabel 6.2) zijn opgenomen.

tabel 6.3. gemiddelde darmpassagetijden (MTT) tijdens inloop- en experimentele periode per groep (gem. $\pm$ s.d.)

schattingsprocedure *		7 dagen		14 dagen	
groep	n	inloop- periode	experim. periode	inloop- periode	experim. periode
controle	15	73 $\pm$ 48	91 $\pm$ 54	95 $\pm$ 95	131 $\pm$ 113
groente/fruit	15	66 $\pm$ 40	53 $\pm$ 33	79 $\pm$ 72	57 $\pm$ 42
pectine	14	59 $\pm$ 25	63 $\pm$ 40	61 $\pm$ 30	80 $\pm$ 85
zemelen	16	67 $\pm$ 28	49 $\pm$ 25	76 $\pm$ 44	49 $\pm$ 27

*) methode zie hfdst. 2.3.

Uit tabel 6.3 blijkt dat de MTT daalt in de experimentele periode bij de groente/fruit-groep en de zemelen-groep. Bij de procedure met schattingen op 7 dagen is de daling voor zowel de groente/fruit-groep als de zemelen-groep statistisch significant ($P = 0,042$ resp. $P = 0,001$; gepaarde t -test). Bij de procedure met schattingen op 14 dagen is het verschil tussen inloop- en experimentele periode statistisch significant bij de zemelen-groep ($P = 0,003$) en slechts zwak significant bij de groente/fruit-groep ($P = 0,10$).

De schattingen op 14 dagen geven hoge gemiddelde darmpassagetijden vooral als slechts een gering aantal pellets in de normale verzameltijd is teruggevonden. Dit verhoogt vooral de groepsgemiddelden en standaardafwijkingen van de controle-groep in beide periodes, van de groente/fruit-groep in de inlooperperiode en van de pectine-groep in de experimentele periode.

De methode met schattingen op 7 dagen en de methode met schattingen op 14 dagen leiden tot dezelfde conclusies zodat verder alleen resultaten van de 7-daagse methode gebruikt zijn.

Tussen de proefpersonen is een zeer grote spreiding in MTT, zowel in de inloop- als in de experimentele periode (uiteenlopend van 11 uur tot meer dan 167 uur). Volgens variantieanalyse is er een significant verschil tussen de proefgroepen in de veranderingen van inloop- naar experimentele periode ($P = 0,004$; F-test). Er is geen sexe-effect. De verkorting in darm passage-tijd onder invloed van de groente/fruit- en de zemelen-voeding verschilt significant van de verlenging bij de controle-groep (Tukey-test: $\alpha = 0,05$).

6.2.3. Ontlastingsfrequentie

Tabel 6.4 vermeldt het aantal ontlastingen per dag voor de verschillende groepen tijdens inloop- en experimentele periode.

tabel 6.4 Ontlastingsfrequentie tijdens de inloop- en
experimentele periode (gem. $\pm$ s.d.)

groep	n ^a (n ^b)	inloop- periode	experimentele periode		
		week 3 ^a	week 4 ^b	week 6 ^b	week 8 ^a
controle	16 (15)	0,8 $\pm$ 0,4	0,7 $\pm$ 0,4	0,9 $\pm$ 0,5	0,8 $\pm$ 0,4
groente/fruit	15 (15)	0,8 $\pm$ 0,3	1,0 $\pm$ 0,5	1,1 $\pm$ 0,6	1,0 $\pm$ 0,5
pectine	14 (13)	0,9 $\pm$ 0,3	0,9 $\pm$ 0,4	0,9 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,4
zemelen	16 (13)	0,7 $\pm$ 0,3	0,9 $\pm$ 0,4	1,1 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 0,3

^a berekend uit de gegevens op de faecesverzamel-emmertjes (7 dagen)

^b berekend uit de gegevens in de dagboeken (4 dagen).

Uit de tabel blijkt dat de ontlastingsfrequentie in de groente/fruit- en de zemelen-groep is toegenomen. De verschillen tussen week 8 en week 3 zijn voor beide groepen statistisch significant ($P = 0,045$ resp. $P = 0,001$; t -test). Uit variantieanalyse volgt dat er een significant verschil bestaat tussen de proefgroepen in de verschillen tussen inloop- en experimentele periode ($P = 0,023$; F-test). Er is geen verschil tussen mannen en vrouwen. De Tukey-test ($\alpha = 0,05$) wijst uit dat alleen de zemelen-groep significant verschilt van de controle-groep.

De gegevens uit de dagboeken zijn allebei uit de experimentele periode. Deze waren niet altijd volledig ingevuld zodat voor 5 personen de gegevens buiten beschouwing gelaten moesten worden. Direct na de wisseling van voeding (week 3) is bij de groente/fruit-groep en de zemelen-groep een stijging van de frequentie opgetreden. De controle-groep vertoont een geringe daling en in de pectine-groep blijft de frequentie gelijk. Opvallend is dat de frequentie zoals berekend uit de gegevens in de dagboekjes vaak hogere waarden geeft dan de gegevens van de verzamelemmertjes. Het resultaat gaat echter in dezelfde richting.

6.3. Correlaties tussen faecesproduktie, darmpassagetijd en de opname van voedingsvezel

Om de relaties te bekijken tussen faecesproduktie, darmpassagetijd en de opname van voedingsvezel zijn lineaire regressievergelijkingen en hun bijbehorende correlatiecoëfficiënten berekend. Als op grond van literatuurgegevens (zie Stasse-Wolthuis et al., 1978) verwacht werd dat de logaritmes van de parameters beter zouden correleren dan de absolute waarden, werden deze ook berekend. De correlatiecoëfficiënten zijn vermeld in tabel 6.5.

Tabel 6.5. Correlaties tussen (de logaritme van) darmpassagetijd, faecesgewicht en opname van voedingsvezel in de experimentele periode en de verschillen in deze parameters tussen inloop- en experimentele periode, bij alle proefpersonen: n = 60 *).

	darm- passage- tijd	faeces- gewicht	log.darm- passage- tijd	log. faeces- gewicht	Δdarm- passage- tijd	Δfaeces- gewicht
faecesgewicht	- 0,72					
vezelopname	- 0,61	0,78				
log. faecesgewicht			- 0,82			
log. vezelopname			- 0,67	0,76		
Δfaecesgewicht					- 0,59	
Δvezelopname					- 0,34	0,55

Δ = verschil tussen inloop- en experimentele periode

*) regressievergelijkingen: zie bijlage H.

Uit tabel 6.5 blijkt dat log. darmpassagetijd en log. faecesgewicht goed correleren. In figuur 6.1 is de relatie tussen darmpassagetijd en faecesnatgewicht in de experimentele periode weergegeven. Bij toenemend faecesgewicht daalt de darmpassagetijd. De regressievergelijking tussen log. darmpassagetijd en log. faecesgewicht blijkt de resultaten het best te beschrijven.

De verschillen tussen inloop- en experimentele periode in voedingsvezelconsumptie, darmpassagetijd en faecesgewicht correleren minder goed dan de logaritmes van de absolute waarde in de experimentele periode. Faecesgewicht correleert beter met de voedingsvezelopname dan darmpassagetijd; ditzelfde geldt voor de logaritme van faecesgewicht en voor het verschil in faecesgewicht tussen inloop- en experimentele periode, vergeleken met de darmpassagetijd.

In verband met de hypothese van Cummings et al. (1978) dat het effect van voedingsvezel op faecesproduktie toe te schrijven zou zijn aan de pentosefractie, is in figuur 6.2 per groep de toename in faecesgewicht uitgezet tegen de verandering in pentose consumptie. Ter vergelijking zijn ook de resultaten van Cummings et al. weergegeven (fig. 6.3). Op deze wijze berekend vinden wij een correlatiecoëfficiënt van 0,95 (vgl. 0,99 bij Cummings en medewerkers). Wanneer we echter de individuele waarnemingen weergeven (fig. 6.4), verdwijnt de relatie nagenoeg geheel ($r = 0,16$). De pentose-consumptie correleert niet veel beter met faecesgewicht en darmpassagetijd dan de opname aan totaal voedingsvezel: de correlatiecoëfficiënt tussen de verandering in voedingsvezelopname (van inlooperperiode naar experimentele periode), respectievelijk de verandering in pentose-opname met de verandering in faecesgewicht is 0,55 resp. 0,68; voor correlaties met de verandering in darmpassagetijd vinden we -0,34 resp. -0,40.

6.4. Discussie en conclusies

Voedingsvezel heeft invloed op de faecesproduktie. We vinden dit effect alleen bij de zemelen- en de groente/fruit-voeding. De citruspectine veroorzaakte geen effect. Deze resultaten zijn in overeenstemming met de verwachtingen. De stijging van 1,5 - 2 keer van het faecesnatgewicht komt overeen met de in de literatuur gevonden waarden (referenties zie 6.1) en met de resultaten van het voorgaande experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978). Dit geldt ook voor de geringe daling van het droge stofgehalte met enkele procenten (dus een toename van het watergehalte). De toename in faecesnatgewicht is in de groente/fruit-groep minder groot dan in de zemelen-groep (resp. 49 en 77 g/dag). Dit verschil is ook gemeld door Hoppert en Clark (1945).

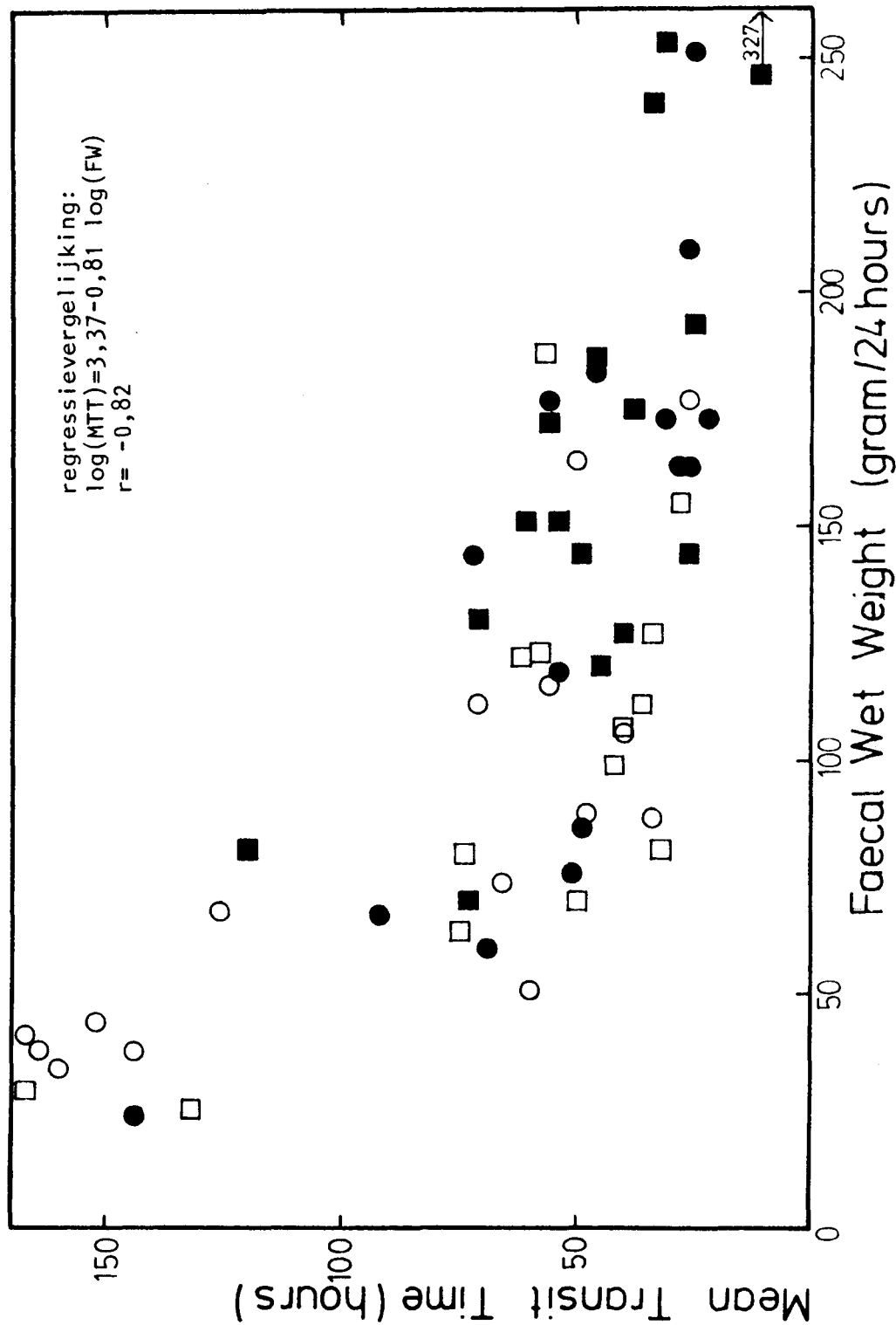


Fig.6.1.: Relatie tussen darmpassagetijd MTT (uren) en nat gewicht van de faeces FW (g/24 uur) tijdens de experimentele periode.
 (aantal personen per groep: 15 in controle- ; 15 in groente/fruit- ; 14 in pectine- en 16 in zemelen-groep).
 O, controle-; ●, groente/fruit-; □, pectine-; en ■, zemelen-voeding

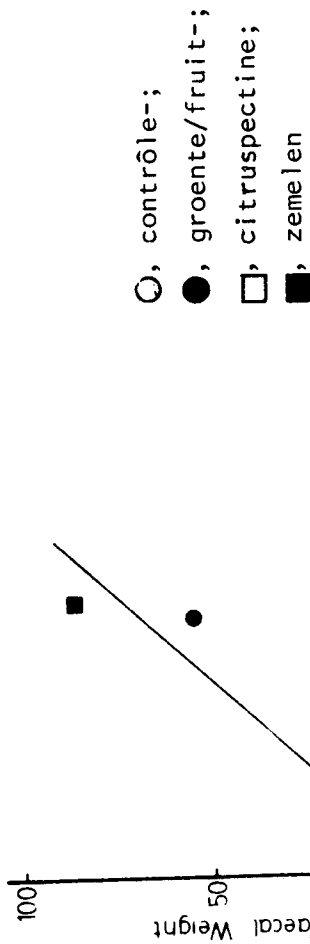


fig. 6.2

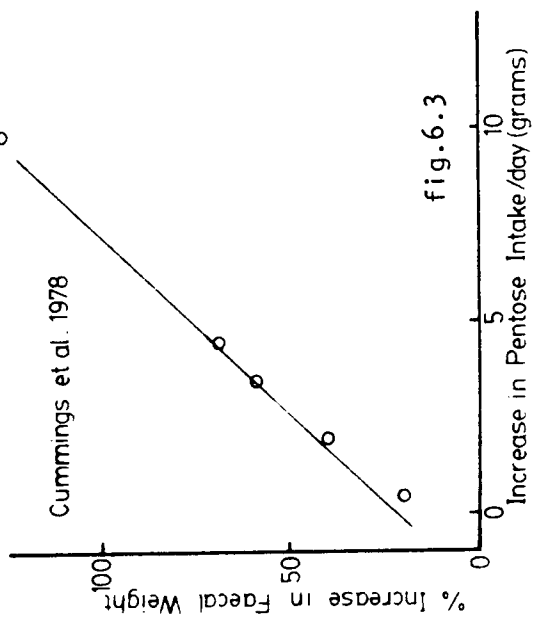


fig. 6.3

Fig. 6.2.: Relatie tussen gemidd. toename in faecesgewicht en de gemidd. toename in consumptie van de pentose-fractie van voedingsvezel, per groep.

Fig. 6.3.: vgl. Fig. 6.2.; resultaten van Cummings et al., 1978

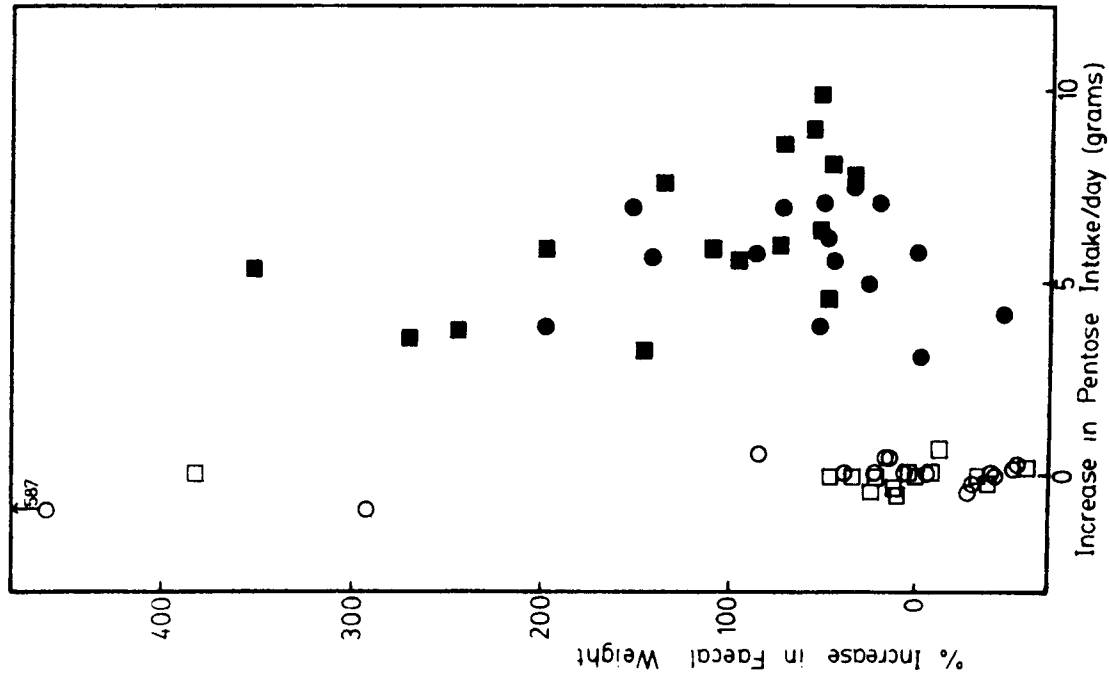


Fig. 6.4.: Relatie tussen de toename in faecesgewicht en de toename in consumptie van de pentose-fractie van voedingsvezel; gegevens van 61 personen (aantal personen per groep, zie Fig. 6.1.; n=16 in controle groep)

Door deze onderzoekers werd de voeding slechts 3 dagen verstrekt, zodat het effect dan mogelijk nog niet maximaal geweest kan zijn.

Evenals bij het voorgaande experiment vinden we een sterke tussenpersoons-spreiding in faecesgewicht. Opvallend is ook dat de vrouwen in de groente/fruit-voeding veel minder verschil in faecesproduktie vertonen dan de mannen. De oorzaak hiervan is niet duidelijk. Wel moet hierbij opgemerkt worden dat het aantal vrouwen geringer is dan het aantal mannen (5 resp. 10).

Cummings et al. (1978) schrijven het effect van voedingsvezel op faecesgewicht toe aan de pentose-fractie ($r = 0,99$). Bij het bekijken van de resultaten per groep vinden wij ongeveer dezelfde resultaten ($r = 0,95$; zie fig. 6.2). Bij het weergeven van de individuele waarnemingen verdwijnt de relatie echter nagenoeg geheel ($r = 0,16$; zie fig. 6.4).

De pentose-consumptie blijkt ook niet beter te correleren met darmpassagetijsd, faecesnatgewicht dan totaal voedingsvezel. Als de pentoses de belangrijkste component zouden zijn die bijdragen aan de toename van het faecesgewicht, dan zouden we een betere correlatie verwacht hebben. Uit onze resultaten kunnen we dan ook geen redenen vinden om aan te nemen dat pentoses de belangrijkste factor zijn voor het effect op faecesgewicht.

Hoewel in dit experiment de faeces-verzamelperiode is verlengd tot 7 dagen (vgl. 4 dagen bij de vorige proef), blijkt dit voor enkele personen nog te kort te zijn om een volledige pellet-recovery te verkrijgen. De grote variatie in de darmpassagetijsd tussen de proefpersonen en de 'gevoeligheid' van enkele proefpersonen voor een voeding met laag vezelgehalte zouden een veel langere verzamelperiode vragen. Dit is praktisch onhaalbaar omdat een periode van een week al een behoorlijke opgave voor de proefpersonen blijkt te zijn. Met behulp van schattingsprocedures (zie hfdst. 2.3) is naar ons idee toch een bruikbaar resultaat verkregen. De berekeningen met de schattingen op 14 dagen geven geen andere kwalitatieve conclusies dan die met schattingen op 7 dagen.

De vezelrijke voedingen (uitgezonderd de pectine-voeding) vertonen een significante daling van de darmpassagetijsd van ongeveer 10 à 20 uur (13 en 19 uur bij groente/fruit - resp. zemelen-voeding). Dit is in overeenstemming met de daling die gevonden werd in het voorgaande experiment (gem. 18 uur Stasse-Wolthuis et al., 1978) en bij experimenten met zemelen en volkorenbrood of groenten en fruit (referenties zie 6.1.2). Wij vinden geen effect van citruspectine op de darmpassagetijsd; dit is in overeenstemming met wat verwacht werd uit de literatuur (o.a. Kay en Truswell 1977a). Payler et al. (1973; 1975) maakten melding van een normaliserend effect o.i.v. zemelen bij mensen met een

snelle darmpassagetijd (sneller dan 24 uur). Zij maakten daarbij gebruik van de 80%-methode volgens Hinton (1969), waarbij de darmpassagetijd is gedefinieerd als de tijd die verstrijkt tussen het innemen van de pellets en het tijdstip waarop 80% van de pellets weer in de ontlasting verschenen zijn. Wij hebben geen duidelijk normaliserend effect kunnen waarnemen. Slechts 4 proefpersonen (2 uit de groente/fruit- en 2 uit de zemelen-groep) hadden in de inlooperperiode een darmpassagetijd van 30 uur of minder. Bij 2 van deze personen werd de darmpassagetijd verlengd onder invloed van de vezelrijke voeding, bij de 2 andere werd het verkort. Wanneer we echter de darmpassagetijd berekenen volgens de methode van Hinton (1969) stijgt de darmpassagetijd bij deze 4 personen onder invloed van de vezelrijke voeding, doch het effect is zeer gering (1 - 6 uur).

Berekening van de darmpassagetijd volgens Hinton (1969) geeft geen andere conclusies ten aanzien van de effecten van de vezelrijke voedingen per groep. Bij het bekijken van de individuele resultaten komen er echter opvallende verschillen aan het licht. Bij de berekening volgens Hinton geven 11 personen - verspreid over de 4 groepen - een tegengesteld effect o.i.v. voedingsvezel als bij de berekening volgens Cummings. D.w.z. dat er bij Hinton een versneling van de darmpassagetijd werd gevonden o.i.v. voedingsvezel en bij de berekening volgens Cummings een vertraging, of omgekeerd. Dit is onafhankelijk van de totale voedingsvezelopname. Het voorspellen van effecten op individueel niveau is dus o.a. afhankelijk van de methode van berekening.

De effecten op ontlastingsfrequentie zijn minder duidelijk dan bij het voorgaande experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978). Toen werd een verdubbeling gevonden terwijl er nu slechts een geringe toename is van 0,7 resp. 0,8 naar 1,0 ontlastingen per dag bij de zemelen - resp. de groente/fruit-groep. In de literatuur wordt soms wel en soms geen effect gevonden op de stoelgangfrequentie (o.a. Wyman et al., 1976, Kay en Truswell, 1977a,b). Dat ontlastingsfrequentie moeilijk te meten is, blijkt wel uit tabel 6.4. Bij vergelijking van week 6 en week 8 blijkt de methode van opschrijven in het dagboekje hoger uit te komen dan de verzamelperiode. Een verklaring is moeilijk te geven. Mogelijk zijn in het dagboek ook de momenten van aandrang zonder produktie vermeld. Daarnaast kan de omstandigheid van het verzamelen invloed hebben gehad op het toegeven aan de aandrang. Ook is mogelijk dat het effect in de loop van de tijd minder wordt, m.a.w. dat er adaptatie optreedt.

Door verscheidene auteurs wordt een duidelijk verband gevonden tussen het faecesnatgewicht en de darmpassagetijd, zowel in experimentele als in epidemiologische studies (o.a. Manousos et al., 1977, Spiller et al., 1977^{a,b}, Stasse-Wolthuis et al., 1978. Volgens Spiller daalt de darmpassagetijd niet meer bij

hoge faecesgewichten (hoger dan 140-150 g/dag). Stasse-Wolthuis et al. (1978^a), en onze huidige resultaten kunnen dit niet onderschrijven. Grote individuele variaties beïnvloeden de resultaten. De correlatiecoëfficiënt tussen de logaritme van faecesgewicht en de logaritme van darmpassagetijsd is bij onze groep proefpersonen veel hoger dan bij het voorgaande experiment van Stasse-Wolthuis et al. (1978), nl. -0,82 vgl. -0,45. De oorzaak van dit verschil is niet duidelijk. Mogelijk hebben het grotere aantal proefpersonen (60 vgl. 32 bij de vorige proef) en de langere verzamelperiode (7 vs. 4 dagen) mede bijgedragen tot het betere resultaat bij de huidige proef.

Conclusies

- Vezelrijke voeding waarin voedingsvezel afkomstig is van groenten en fruit of van tarwezemelen verhogen de ontlastingsfrequentie en het faecesnatgewicht. Het droge stofgehalte neemt iets af.
- De gemiddelde darmpassagetijsd is verkort onder invloed van de groente/fruit- en de zemelen-voeding. Geïsoleerd citrusspectine heeft geen invloed op de faecesproduktie en darmpassagetijsd, zodat niet-polygalacturonzuurvoedingsvezel verantwoordelijk gesteld kan worden voor de effecten op faecesgewicht en darmpassagetijsd bij de groente/fruit- en de zemelen-voeding.
- Het effect van zemelen is iets duidelijker dan dat van groente/fruit.
- De effecten zijn in dezelfde orde van grootte als in het voorgaande experiment bij een mengsel van "graanvezel" en "groente/fruitvezel".
- Effecten op de darmpassagetijsden zijn alleen op groepsniveau te bekijken omdat de individuele effecten o.a. afhankelijk zijn van de berekeningsmethode.
- Er is geen reden om aan te nemen dat de pentose-fractie de enige bepalende factor in voedingsvezel is ten aanzien van effecten op faecesgewicht.

7. Invloed van vezelrijke voeding op excretie van galzuren en neutrale steroïden, totaal vet en elektrolyten

7.1. Literatuuroverzicht

Effect op excretie van galzuren en neutrale steroïden

Cholesterol wordt uit het lichaam verwijderd in de vorm van faecale steroïden. Cholesterol en de bacteriële afbraakprodukten daarvan vormen de neutrale steroïden; galzuren de zure steroïden. Voedingsvezel zou invloed op het serum-cholesterolgehalte kunnen hebben d.m.v. binding aan galzuren. In vitro is de binding van galzuren aan verschillende vezelcomponenten onderzocht (o.a. Story en Kritchevsky, 1976. Er zijn echter nog onvoldoende gegevens om de bijdrage van galzuurbinding aan de serum-cholesterolverlagende werking van voedingsvezel naar waarde te kunnen schatten (zie Stasse-wolthuis et al., 1978, hfdst. V, en Story en Kritchevsky, 1978). In het rapport van Stasse-Wolthuis et al., 1978, hfdst. III staat een overzicht van literatuur waarbij de invloed van voedingsvezel op steroïdexcretie is gemeten. Hieronder worden de voor ons onderzoek belangrijkste gegevens kort besproken.

tarwezemelen

Met zemelen (30 - 40 g/dag) werd soms niet (Walters et al., 1975), soms wel (Cummings et al., 1975; Jenkins et al., 1975b (niet significant) een effect op steroïd excretie gevonden. Kay en Truswell (1977b) en Eastwood (1973) vermeldten juist een hogere steroïd excretie in de controle periode ná de periode waarin zemelen werden geconsumeerd.

groente en fruit

Er zijn ons geen studies bekend waarin het effect van een voeding rijk aan groenten en fruit op steroïdexcretie werd gemeten.

pectine

Bij die studies waarin steroïd excretie werd bepaald is naar onze kennis steeds een verhoging gevonden. Zo vonden Kay en Truswell (1977a) en Miettinen en

Tarpila (1977) een significant verhoogde excretie van galzuren en neutrale steroïden onder invloed van 15 resp. 40-50 g pectine per dag.

gemengde voeding

Stasse-Wolthuis et al. (1978) vonden weliswaar een hogere excretie van galzuren na een vezelrijke voeding van gemengde samenstelling, doch het effect was niet statistisch significant. Ten aanzien van neutrale steroïden werden geen systematische effecten gevonden. Gemiddeld bedroeg de totale steroïd excretie bij een cholesterolrijke voeding (meer dan 600 mg/dag) 2,61 resp. 2,53 mmol/dag bij vezelrijke resp. vezelarme voeding. Bij de cholesterolarme voeding bedroeg de totale steroïd excretie 2,24 mmol/dag bij vezelrijke voeding en 1,71 mmol/dag bij vezelarme voeding. Bij lage cholesterol consumptie vonden Raymond et al. (1977) eveneens een verhoging van steroïd excretie o.i.v. een vezelrijke voeding van gemengde samenstelling; bij hoge cholesterol opname was er geen effect in steroïd excretie.

Effect op excretie van totaal vet

Kay en Truswell (1977a) suggereren dat pectine zijn werking op het cholesterolmetabolisme uitoefent door vorming van een gel in de dunne darm, waardoor de resorptie van vet zou verminderen. Deze auteurs vonden een verhoging van de vetuitscheiding van 44% (5 g/dag). Onder invloed van een voeding rijk aan groenten en fruit resp. een gemengde vezelrijke voeding, hebben Kelsay et al. (1978) resp. Beyer en Flynn (1978) en Southgate en Durnin (1970) eveneens een verhoging in vetexcretie waargenomen.

Concentraties steroïden in faeces en mate van bacteriële omzetting

Door verschillende onderzoekers wordt verband gelegd tussen het vóórkomen van darmkanker en de concentraties steroïden in faeces en/of mate van bacteriële omzetting van steroïden (o.a. Anon. Nutr. Rev., 1975; Walker, 1976).

Bij epidemiologische studies blijkt het vóórkomen van darmkanker omgekeerd gerelateerd te zijn aan het vezelgehalte van de voeding (o.a. Walker, 1978), doch tegelijkertijd direct gerelateerd aan het vetgehalte (Burkitt, 1978).

Bij recent onderzoek in twee Scandinavische populaties vonden Mac Lennan et al. (1978) eveneens een hogere vezelconsumptie bij de "low incidence" groep, nl. 31 g/dag, vgl. 17 g/dag in de "high incidence" groep. Het vóórkomen van

darmkanker was niet gerelateerd aan darmpassagetijd. In tegenstelling hiermee zijn de gegevens van Lyon en Sorenson (1978). Zij vonden geen hogere vezelconsumptie in een populatie in Utah, waar relatief weinig darmkanker voorkomt, dan de gemiddelde opname in Amerika.

De mogelijke werkingsmechanismen zijn door Huang (1978) als volgt samengevat: 1) voedingsvezel verkort de darmpassagetijd, waardoor de reactietijd van mogelijke carcinogenen vermindert; 2) voedingsvezel beïnvloedt het galzuren metabolisme waardoor de produktie van potentieel carcinogene verbindingen uit galzuren vermindert (zie ook Hill et al., 1971; Hill, 1974); 3) voedingsvezel kan door het "bulking effect" en door binding van water, sterolen en vet de concentratie van carcinogenen verdunnen; en 4) voedingsvezel beïnvloedt de bacterieflora, zodat minder degradatie van steroiden plaats vindt (zie ook Hill, 1974; Bornside, 1978; en Finegold en Sutter, 1978).

Volgens Huang (1978) zijn experimentele gegevens ten aanzien van deze "kanker hypothese" echter nogal tegenstrijdig en verwarrend. Een probleem bij deze studies is vaak gebrek aan adequate gegevens over vezelconsumptie (in verband met problemen bij de analyse). Naar onze mening zijn er ook geen experimentele bewijzen dat uit galzuren (co) carcinogene verbindingen gevormd kunnen worden.

Excretie van electrolyten

Verschillende auteurs hebben een verhoogde uitscheiding van electrolyten waargenomen onder invloed van een vezelrijke voeding (referenties zie hfdst. 1).

7.2. Resultaten

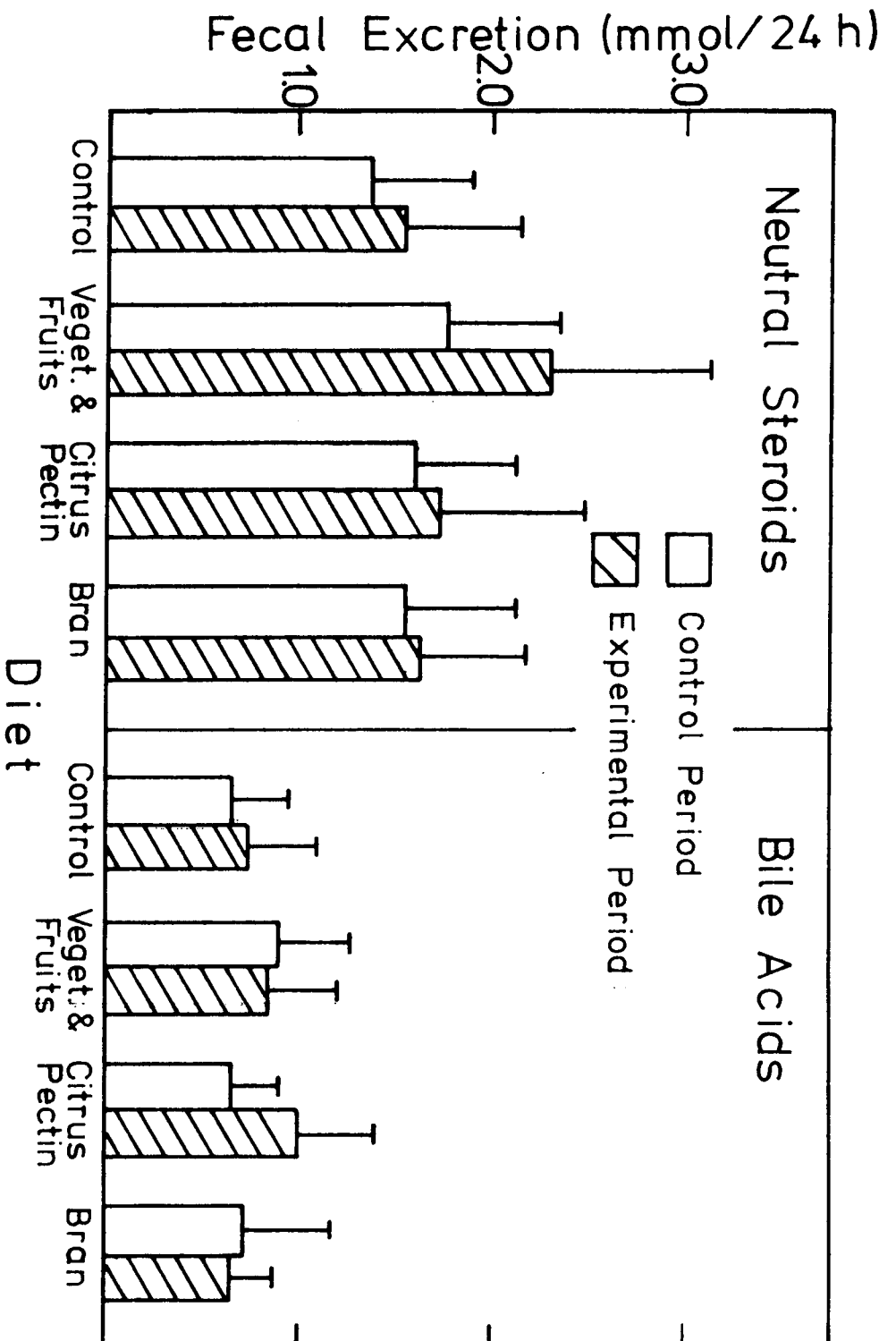
7.2.1. Neutrale steroiden en galzuren

In tabel 7.1 en figuur 7.1 is de gemiddelde uitscheiding van galzuren, neutrale steroiden en totaal steroiden per groep weergegeven, gemeten aan het einde van beide periodes en de gemiddelde veranderingen van inloop- naar experimentele periode.

Tabel 7.1. Uitscheiding van faecale steroïden per groep in inloop- en experimentele periode; gemidd. + 1 S.D. (mmol/24 uur)

groep	neutrale steroïden			galzuren		
	inloop- periode	exper. periode	Δ	inloop- periode	exper. periode	Δ
controle (n=16)	1,38 $\pm$ 0,53	1,56 $\pm$ 0,59	0,19 $\pm$ 0,87	0,65 $\pm$ 0,30	0,74 $\pm$ 0,34	0,09 $\pm$ 0,33
groente/fruit(n=15)	1,77 $\pm$ 0,58	2,30 $\pm$ 0,83	0,53 $\pm$ 0,76	0,91 $\pm$ 0,37	0,85 $\pm$ 0,35	-0,06 $\pm$ 0,31
citruspectine(n=14)	1,59 $\pm$ 0,53	1,73 $\pm$ 0,75	0,14 $\pm$ 0,58	0,66 $\pm$ 0,26	1,00 $\pm$ 0,40	0,34 $\pm$ 0,31
zemelen (n=16)	1,55 $\pm$ 0,57	1,63 $\pm$ 0,55	0,08 $\pm$ 0,41	0,72 $\pm$ 0,45	0,64 $\pm$ 0,22	-0,08 $\pm$ 0,26

groep	totaal steroïden		
	inloop- periode	exper. periode	Δ
controle (n=16)	2,03 $\pm$ 0,79	2,31 $\pm$ 0,70	0,28 $\pm$ 1,06
groente/fruit (n=15)	2,68 $\pm$ 0,83	3,16 $\pm$ 1,13	0,48 $\pm$ 0,94
citruspectine (n=14)	2,25 $\pm$ 0,72	2,73 $\pm$ 1,07	0,47 $\pm$ 0,84
zemelen (n=16)	2,27 $\pm$ 0,94	2,26 $\pm$ 0,68	0,01 $\pm$ 0,62



Figur 7.1.: steroid excretie per groep, aan het einde van de inlooperperiode en aan het einde van de experimentele periode (gemidd. $\pm$ 1 S.D.); aantal personen per groep: controle 16; groente/fruit 15; pectine 14; zemelen 16.

Bij de groente/fruit-groep is de excretie van neutrale steroïden aan het einde van de experimentele periode gemiddeld 0,53 mmol/dag hoger ($P = 0,017$; gepaarde t -test) dan aan het begin, terwijl de pectine-groep geen verschil tussen inloop- en experimentele periode vertoont. Omgekeerd is bij de laatste groep de excretie van galzuren verhoogd met 0,34 mmol/dag ($P = 0,001$), bij de eerste groep niet. Toevoeging van zemelen aan de controle-voeding heeft geen effect op de excretie van neutrale en zure steroïden. De uitscheiding van totaal steroïden is bij de groente/fruit- en de pectine-groep in gelijke mate verhoogd, nl. met gemiddeld 0,48 resp. 0,47 mmol/dag. Deze toename in excretie is zwak significant ($P = 0,07$ resp. $0,056$). Ook de controle-groep vertoont een geringe stijging in steroïd-excretie (gemiddeld 0,28 mmol/dag), welke echter niet statistisch significant is.

Variantieanalyse op de verschillen tussen inloop- en experimentele periode toont aan dat alleen bij de galzuren sprake is van een significant verschil tussen de vier proefgroepen ($P = 0,001$; F-test). De toename in galzuurexcretie onder invloed van de pectine-voeding verschilt significant van de effecten van de groente/fruit- en de zemelen-voeding (Tukey test; simultane onbetrouwbaarheid $\alpha = 0,05$).

Zowel bij neutrale steroïden, galzuren als totaal steroïden vinden we geen sexe-effect. Wel is er steeds interactie tussen het effect van de proefvoeding en sexe: bij de mannen resulteert de groente/fruit-voeding in een verhoging van de excretie van neutrale steroïden en - in geringe mate - van galzuren (zie tabel 7.2), terwijl we bij de vrouwen juist een daling vinden. Omgekeerd daalt bij de mannen van de zemelen-groep de excretie van neutrale steroïden en galzuren; de vrouwen in de zemelen-groep vertonen echter een stijging. Bij de pectine-groep stijgt evenals bij de groente/fruit-groep de excretie van neutrale steroïden bij de mannen, terwijl het bij de vrouwen daalt. Steeds reageren de mannen overeenkomstig de verwachtingen op grond van literatuurgegevens (zie 7.1), de vrouwen precies omgekeerd.

Tabel 7.2. Verschil tussen inloop- en experimentele periode in excretie van neutrale steroïden en galzuren bij mannen en vrouwen per proefgroep; berekend uit variantieanalyse (mmol/24 uur).

	Δ neutrale steroïden		Δ galzuren	
	mannen	vrouwen	mannen	vrouwen
controle	- 0,04	+ 0,56	+ 0,14	+ 0,01
groente/fruit	+ 0,93	- 0,26	+ 0,03	- 0,22
pectine	+ 0,31	- 0,30	+ 0,31	+ 0,20
zemelen	- 0,09	+ 0,37	- 0,23	+ 0,14

7.2.2. Verschil tussen opname en uitscheiding van steroïden

Het verschil tussen de dagelijkse opname van cholesterol en de uitscheiding van totaal steroïden per dag geeft een indruk van het netto verlies aan steroïden. In tabel 7.3 is per groep de gemiddelde opname aan cholesterol en de excretie van steroïden naast elkaar vermeld.

tabel 7.3. Gemiddelde opname en excretie van steroïden per groep in inloop- en experimentele periode

	OPNAME *		EXCRETIE		EXCRETIE MINUS OPNAME			
	mg/24 uur		mg/24 uur		mg/24 uur			
GROEP	inloop- periode	exper. periode	inloop- periode	exper. periode	inloop- periode	exper. periode	Δ exp.-inloop- periode (mmol/24 uur ^{xx})	
controle	346	382	787	894	441	512	71	(0,18)
groente/fruit	344	357	1036	1221	692	864	172	(0,44)
citruspectine	371	390	872	1056	501	666	165	(0,43)
zemelen	365	360	879	876	514	516	2	(0,01)

* berekend uit voedingsenquêtes (zie 3.4.2)

xx 1 mmol = 387 mg

Tabel 7.4. Uitscheiding van faecale steroïden per groep in inloop- en experimentele periode; gemidd. $\pm$ 1 S.D. (μ mol/g nat gewicht)

groep	neutrale steroïden			galzuren		
	inloop- periode	exper. periode	Δ	inloop- periode	exper. periode	Δ
controle (n=16)	20,7 $\pm$ 11,4	23,1 $\pm$ 13,1	2,5 $\pm$ 6,9	8,7 $\pm$ 3,3	9,6 $\pm$ 3,9	0,9 $\pm$ 1,5
groente/fruit (n=15)	22,5 $\pm$ 9,8	19,0 $\pm$ 7,4	-3,7 $\pm$ 6,7	11,4 $\pm$ 5,2	6,6 $\pm$ 2,0	-4,8 $\pm$ 4,1
citruspectine (n=14)	18,9 $\pm$ 5,3	18,8 $\pm$ 5,5	-0,1 $\pm$ 3,6	7,7 $\pm$ 2,0	10,6 $\pm$ 2,4	2,9 $\pm$ 1,7
zemelen (n=16)	20,9 $\pm$ 7,9	10,4 $\pm$ 2,7	-10,5 $\pm$ 6,2	8,4 $\pm$ 2,3	4,0 $\pm$ 1,1	-4,4 $\pm$ 1,7

groep	totaal steroïden		
	inloop- periode	exper. periode	Δ
controle (n=16)	29,4 $\pm$ 13,3	32,7 $\pm$ 14,9	3,4 $\pm$ 6,9
groente/fruit(n=15)	33,8 $\pm$ 14,0	25,5 $\pm$ 8,3	-8,2 $\pm$ 8,4
citruspectine(n=14)	26,6 $\pm$ 6,2	29,4 $\pm$ 6,1	2,6 $\pm$ 3,6
zemelen (n=16)	29,3 $\pm$ 8,8	14,4 $\pm$ 3,3	-14,9 $\pm$ 6,8

In alle gevallen is de excretie van steroïden groter dan de opname (bij een steroïdbalans zoals in de tabel is weergegeven, wordt geen rekening gehouden met cholesterolsynthese of mobilisatie van cholesterol uit de weefsels). Het netto verlies van steroïden is in de experimentele periode het grootst bij de pectine- en de groente/fruit-groep. Vergeleken met de inlooperperiode is bij deze twee groepen het netto steroïd-verlies toegenomen met 0,44 resp. 0,43 mmol/dag. Ook bij de controlegroep is het verschil tussen excretie en opname tijdens de experimentele periode iets toegenomen (0,18 mmol/dag), terwijl bij de zemelen-groep het netto steroïd-verlies in beide periodes nagenoeg gelijk is.

7.2.3. Concentraties van steroïden in de faeces en bacteriële omzetting

De uitscheiding van neutrale en zure steroïden uitgedrukt per gram faeces (nat gewicht) in inloop- en experimentele periode is vermeld in tabel 7.4. Tevens zijn de veranderingen van inloop- naar experimentele periode weergegeven.

Uit de tabel blijkt dat de concentratie van zowel zure als neutrale steroïden in de faeces tijdens de experimentele periode daalt bij de groente/fruit- en de zemelen-groep. Het effect is het duidelijkst bij de zemelen-groep: de concentratie totale steroïden daalt gemiddeld met respectievelijk 8,2 en 14,9 $\mu\text{mol/g}$ bij de groente/fruit- en de zemelen-groep ($P = 0,002$ resp. $0,000$; gepaarde t -test). Onder invloed van de groente/fruit-voeding is de concentratie van steroïden afgenomen, ondanks de toename in de totale hoeveelheid steroïden die per dag wordt uitgescheiden (zie tabel 7.1). Bij zowel de controle- als de pectine-groep vinden we een (zwak) significante toename in de concentratie van steroïden van resp. 3,4 en 2,6 $\mu\text{mol/g}$ ($P = 0,07$ resp. $0,012$). Bij de pectine-groep is deze toename het gevolg van de toegenomen uitscheiding van galzuren (zie tabel 7.1).

Uit variantieanalyse blijkt dat de verandering van inloop- naar experimentele periode in de excretie van zowel galzuren als neutrale steroïden significante verschillen tussen de proefgroepen vertoont ($P = 0,000$; F-test). De daling in de galzurenconcentratie bij de groente/fruit- en de zemelen-groep verschilt significant van de (geringe) stijging bij de controle- en de pectine-groep (Tukey test, $\alpha = 0,05$). Bij de neutrale steroïden verschilt het effect van de zemelen-voeding van dat van de drie overige groepen. Het effect van de groente/fruit-voeding verschilt wel van dat van de controle-groep, echter niet van de pectine-groep. Daarnaast is er sprake van interactie tussen het effect van de proefvoedingen en van sexe: bij de groente/fruit- en de zemelen-groep is de concentratie neutrale steroïden bij de mannen minder gedaald dan bij de vrouwen.

De verhouding tussen primaire en secundaire steroïden is weergegeven in tabel 7.5.

Tabel 7.5. Mate van bacteriële omzetting van faecale steroïden;
verhouding secundaire/primaire galzuren en neutrale steroïden*
per groep; gemidd. $\pm$ S.D.

groep	GALZUREN		NEUTRALE STEROÏDEN	
	inloop- periode	exper. periode	inloop periode	exper. periode
controle	15 $\pm$ 11	13 $\pm$ 9	6,1 $\pm$ 4,1	7,7 $\pm$ 5,0
groente/fruit	35 $\pm$ 61	19 $\pm$ 16	6,2 $\pm$ 4,5	7,3 $\pm$ 14,4
citruspectine	11 $\pm$ 4	13 $\pm$ 7	5,8 $\pm$ 2,9	5,4 $\pm$ 2,5
zemelen	16 $\pm$ 18	9 $\pm$ 5	6,8 $\pm$ 4,1	5,8 $\pm$ 2,7

* primaire galzuren : chenodeoxycholzuur + cholzuur
 secundaire galzuren : lithocholzuur + deoxycholzuur
 primaire neutrale steroïden : cholesterol
 secundaire neutrale steroïden : (epi)coprostanol(on)

Uit deze tabel blijkt dat tijdens de experimentele periode onder invloed van de groente/fruit-voeding en de zemelen-voeding minder primaire galzuren zijn omgezet in secundaire dan tijdens de inlooperperiode. Alleen bij de zemelengroep is het effect zwak significant ($P = 0,08$; t -test). Bij deze groep vinden we ook iets minder omzetting van neutrale steroïden in de experimentele periode, doch dit verschil is niet significant. Bij de controle-groep worden er in de experimentele periode meer primaire neutrale steroïden omgezet in secundaire ($P = 0,048$); voor galzuren is dit echter niet het geval.

Bij variantieanalyse op de verschillen tussen inloop- en experimentele periode vinden we geen groepseffect. Bij de omzetting van primaire naar secundaire galzuren is er wel interactie tussen groeps- en sexe-effect: in de controle-groep stijgt bij de vrouwen de omzetting, bij de mannen vinden we een daling. Het omgekeerde is het geval bij de pectine-groep.

Bij vier personen was de verhouding secundaire/primaire neutrale steroïden kleiner of gelijk aan 1 in beide periodes. Bij drie personen was dit in één van beide periodes het geval. Slechts één van deze 7 personen vertoonde ook een zeer lage omzetting van galzuren in beide periodes.

7.2.4. Vetuitscheiding

In tabel 7.6 is per groep de gemiddelde uitscheiding van totaal vet in de faeces vermeld in beide periodes. Bij zowel de controle-voeding als de drie vezelrijke voedingen is de vetuitscheiding in de experimentele periode verhoogd. Gepaarde t-test wijst uit dat de verschillen bij alle groepen (zwak) significant zijn (P is respectievelijk 0,044; 0,07; 0,003 en 0,000 bij de controle-, groente/fruit-, pectine- en zemelen-groep).

Volgens variantieanalyse op de verschillen tussen de inloop- en experimentele periode is er geen verschil tussen de proefvoedingen noch een sexe-effect.

7.2.5. Electrolyten

Gegevens over de uitscheiding van Na^+ , K^+ , Ca^{2+} en Mg^{2+} in de faeces waren niet op tijd beschikbaar om in dit rapport verwerkt te kunnen worden.

tabel 7.6. Gemiddelde excretie van totaal vet in faeces per groep
in inloop- en experimentele periode; gemidd. $\pm$ 1 S.D. (g/24 uur)

groep	inloop- periode	experimentele periode	Δ experimentele- inlooperiode
controle	1,6 $\pm$ 1,0	2,2 $\pm$ 1,0	0,6 $\pm$ 1,1
groente/fruit	2,2 $\pm$ 1,9	2,9 $\pm$ 1,2	0,7 $\pm$ 1,4
citruspectine	1,6 $\pm$ 0,8	2,9 $\pm$ 1,2	1,2 $\pm$ 1,3
zemelen	1,7 $\pm$ 1,1	3,0 $\pm$ 1,4	1,2 $\pm$ 1,0

7.3. Discussie en conclusies

Verschillende auteurs (zie 7.1) vermelden een verhoogde uitscheiding van steroïden onder invloed van (componenten van) voedingsvezel. Bij experimenten van Kay en Truswell (1977^a) en Miettinen en Tarpila (1977) met pectine was de uitscheiding van zowel galzuren als neutrale steroïden verhoogd. Opvallend is dat bij ons onderzoek de groente/fruit-groep een verhoogde excretie van neutrale steroïden vertoont, terwijl bij de pectine-groep de uitscheiding van galzuren is verhoogd.

Uit de literatuurgegevens (zie 7.1) blijkt dat sommige auteurs wel, andere geen effect van zemelen op de steroïdexcretie hebben waargenomen (zie ook Huang, 1978). Bij een tweetal experimenten (Kay en Truswell, 1977^b en Eastwood, 1973) werd een hogere steroïdexcretie gemeten in de controleperiode ná de periode waarin zemelen werden geconsumeerd. Bij ons onderzoek heeft de zemelenvoeding geen significant effect op de uitscheiding van zure en neutrale steroïden. Na afloop van de proef hebben we niet nogmaals de steroïdexcretie gemeten, zodat we geen gegevens hebben over eventuele nawerking van zemelen, zoals bovengenoemde auteurs hebben gevonden.

Mannen en vrouwen blijken verschillend te reageren wat betreft de excretie van neutrale steroïden en galzuren. Over het algemeen is het effect bij de mannen overeenkomstig de verwachtingen op grond van literatuurgegevens, bij de vrouwen echter niet. We kunnen dit verschil tussen de sexen niet verklaren door verschillen in vet- of cholesterolopname. Uit voedingsenquêtes blijkt dat bij alle groepen de mannen meer vet en cholesterol consumeren dan de vrouwen, doch dit verschil is in inloop- en experimentele periode nagenoeg gelijk. (Uitgedrukt per energie was er echter nauwelijks verschil in vetopname tussen mannen en vrouwen). Geringe verschuivingen in de opname van vet en cholesterol van inloop naar experimentele periode vinden we bij zowel de mannen als de vrouwen (zie tabel 7.7). Er is ons weinig bekend over een eventueel verschil in galzuren- en neutrale steroïden-stofwisseling bij mannen en vrouwen. Ook bij de vorige proef (Stasse-Wolthuis et al., 1978) werden sexe-verschillen waargenomen, doch destijds was het effect soms bij de mannen, soms bij de vrouwen tegenstrijdig aan de verwachting. We kunnen dus geen duidelijke conclusies trekken over mogelijk sexeverschil in reactie van steroïd-excretie op vezelrijke voedingen. De beoordeling van de resultaten wordt ook bemoeilijkt door de grote spreiding in de uitkomsten (zie ook Stasse-Wolthuis et al., 1978).

Tabel 7.7. Vet en cholesterol opname bij mannen en vrouwen per proefgroep in inloop- en experimentele periode; berekend uit voedingsenquêtes: methode zie 3.4.1.

	VET (g/24 uur)				CHOLESTEROL (mg/24 uur)			
	mannen		vrouwen		mannen		vrouwen	
	<u>inloop</u>	<u>exp.</u>	<u>inloop</u>	<u>exp.</u>	<u>inloop</u>	<u>exp.</u>	<u>inloop</u>	<u>exp.</u>
controle	114	122	69	78	406	446	247	278
groente/fruit	117	120	65	72	401	411	231	250
pectine	126	129	77	76	430	450	254	274
zemelen	125	128	68	78	433	424	254	255

Bij het voorgaande onderzoek (Stasse-Wolthuis et al. (1978) resulteerde de vezelrijke voeding in een geringe verhoging van galzuren-excretie (echter niet statistisch significant). Voedingsvezel was in dat experiment voor meer dan de helft afkomstig van groenten en fruit en de rest van graanprodukten. Gezien het feit dat bij de huidige proef geen duidelijke verandering in uitscheiding van galzuren is gevonden onder invloed van de groente/fruit- of de zemelen-voeding, is niet duidelijk waardoor het destijds gevonden verschil in galzuur-excretie verklaard moet worden. De excretie van neutrale steroïden was bij de vorige proef verhoogd tijdens vezelrijke voeding bij de groep met lage cholesterolopname. Bij de groep die meer dan 600 mg per dag consumeerde, was er geen consistent effect.

Uitgaande van de huidige resultaten zou dit verschil in neutrale steroïd-excretie (althans bij lage cholesterol-opname) het gevolg geweest zijn van "groente/fruit-vezel" en niet van "graanvezel".

In een studie van Raymond et al. (1977) had een vezelrijke voeding van gemengde samenstelling (ca. 60 g voedingsvezel (neutral detergent fiber) per dag) bij lage cholesterol-opname een significant verhoogde excretie van totaal steroïden tot gevolg. Evenals bij ons voorgaand onderzoek vonden zij geen verschil in excretie bij hoge cholesterol-opname.

Tijdens de experimentele periode is het verschil tussen de gemiddelde uitscheiding en opname van cholesterol verhoogd bij de groente/fruit- en de pectine-groep. De zemelen-groep toont geen verschil in netto steroïd-verlies. Wanneer

de waargenomen verschillen in serum-cholesterolgehalte (zie hfdst. 5) verklaard zouden kunnen worden via verandering in netto steroïd-verlies, dan zouden we bij de zemelen-groep een vermindering van het verschil tussen uitscheiding en opname van cholesterol verwacht hebben (bij deze groep neemt het serum-cholesterolgehalte toe). Ook bij de controle-groep vinden we de verandering in netto steroïd-verlies niet weerspiegeld in de veranderingen in serum-cholesterolgehalte.

Tijdens de experimentele periode neemt de faecale uitscheiding van vet toe bij alle vier de groepen. Wij kunnen geen verklaring vinden voor de geringe toename in vetuitscheiding bij de controle-groep (geen verschil in vet-opname; zie boven). De toename in vetuitscheiding is het grootst bij de pectine- en de zemelen-groep. Hieruit concluderen wij dat verschil in vetexcretie geen verklaring biedt voor de waargenomen verschillen in serum-cholesterolgehalte.

Volgens verschillende auteurs (zie 7.1) zou voedingsvezel de concentratie zure en neutrale steroïden in de faeces verlagen en de bacteriële omzetting van primaire steroïden naar secundaire verminderen, zodat mogelijk carcinogene verbindingen zouden kunnen ontstaan. Inderdaad is de concentratie steroïden verlaagd bij zowel de groente/fruit- als de zemelen-groep. De resultaten van de verhouding secundaire/primaire steroïden zijn wat minder duidelijk. Weliswaar is deze verhouding bij de galzuren iets verlaagd in de groente/fruit- en de zemelen-groep, doch de verschillen zijn niet statistisch significant. Van de neutrale steroïden worden ook minder omgezet bij de zemelen-groep, bij de groente/fruit-groep echter niet. Opgemerkt moet worden dat er nog geen bewijzen geleverd zijn voor de theorie dat bij hogere bacteriële omzetting van steroïden (met name galzuren), tengevolge van hogere concentraties en langere verblijftijd in de darm, (co)carcinogene verbindingen gevormd zouden worden.

Onder invloed van een voeding met citrusspectine vonden Miettinen en Tarpila (1977) een verminderde omzetting van sterolen, hetgeen door onze resultaten niet wordt bevestigd. Walters et al. (1975) vonden geen verandering in de verhouding secundaire/primaire steroïden in de faeces onder invloed van zemelen.

Evenals Wilkins en Hackman (1974) hebben waargenomen, vinden wij ook bij een aantal personen praktisch geen omzetting van primaire naar secundaire neutrale steroïden (verhouding ≤ 1). Bij vier personen geldt dit voor beide periodes, bij drie anderen is dit of in de inlooperperiode of in de experimentele periode het geval. Behalve bij één persoon die vóór de proef antibiotica had gebruikt, vinden we deze lage omzetting niet terug bij de galzuren. Volgens Bornside (1978) zou de faecale flora zich echter een paar dagen na het stoppen van antibioticagebruik weer hersteld hebben tot het niveau van voor de toediening

van deze middelen. Ook bij het vorige experiment werd (Stasse-Wolthuis et al., 1978) bij 5 van de 43 deelnemers een duidelijk verminderde omzetting van neutrale steroïden waargenomen.

Conclusies

- de excretie van neutrale steroïden is verhoogd o.i.v. de groente/fruitvoeding; citrusspectine verhoogde de uitscheiding van galzuren.
- de zemelen-voeding heeft geen effect op de uitscheiding van zure en neutrale steroïden.
- de veranderingen in serum-cholesterolgehalte kunnen niet geheel worden verklaard door veranderingen in excretie van steroïden of totaal vet.
- de concentratie steroïden in de faeces is verlaagd o.i.v. de groente/fruit- en de zemelen-voeding.
- de verhouding secundaire/primaire steroïden in de faeces is niet significant veranderd tengevolge van de vezelrijke voedingen.

8. INVLOED VAN EEN VOEDING RIJK AAN GROENTEN EN FRUIT OP DE BLOEDDRUK

8.1. Inleiding

Meneeley en Batterbee publiceerden in 1976 een overzicht van studies die zijn gemaakt over de rol van Na en K in de voeding. Uit experimenten met ratten zou blijken, dat er een gunstige werking op de bloeddruk is van extra kalium bij Na-rijke voeding. Ook melden zij dat er een betrekkelijk lage bloeddruk gemeten is bij een Japanse bevolkingsgroep die veel NaCl gebruikte, maar ook veel kalium consumeerde in de vorm van vruchten. Daarom wijzen zij erop dat er een gunstige werking van extra kalium in de voeding bij de mens valt te verwachten.

Het gunstige effect dat K zou kunnen hebben op de bloeddruk wordt ondersteund door resultaten van bloeddrukmetingen verricht bij groepen vegetariërs. Gezien de aard van hun voeding, voornamelijk plantaardige produkten, mogen we aannemen dat deze mensen veel K in hun voeding opnemen. Sacks et al. (1974) vinden bij een groep van 210 vegetariërs in de leeftijd van 16-29 jaar gemiddeld een bloeddruk van 106/60 mmHg. Armstrong et al. (1977) vinden bij een groep van 418 vegetariërs een lagere bloeddruk dan bij een vergelijkbare groep, nl. een verschil van 11 mmHg systolisch en 8 mmHg diastolisch. Beide groepen onderzoekers vermelden echter geen nadere gegevens over de nutriëntenopname.

Tenslotte vermelden wij nog een onderzoek gedaan door Langford et al (1973), waarbij wordt geconstateerd dat zowel de verhouding Na/K in de urine als de bloeddruk bij een groep zwarte meisjes, met een leeftijd van gemiddeld 20 jaar, significant hoger was vergeleken met een groep blanke meisjes van dezelfde leeftijd. Uit het feit dat een geringere uitscheiding van K gepaard gaat met een lage bloeddruk, concluderen zij dat K daarop een beschermende werking heeft.

Verwacht werd dat in onze proef de opname van kalium voor de groente/fruit-groep en voor de zemelen-groep zou toenemen in de experimentele periode. Daarom zijn wij nagegaan of een verlaging van de Na/K verhouding in de voeding een gunstig effect zou hebben op de bloeddruk. Hiertoe hebben wij aan het einde van de inlooperperiode (3e week) en aan het einde van de experimentele periode (7e week), de bloeddruk van de proefpersonen gemeten (zie ook proefschema, bijlage A).

8.2. Resultaten

In tabel 8.1. zijn de gemiddelde bloeddrukken per groep weergegeven aan het einde van beide periodes. Tevens staan in tabel 8.2. gegevens over de Na- en K-opname van de verschillende proefgroepen, verkregen uit de analyse van de verstrekte voeding (zie ook tabel 3.9).

Tabel 8.1. Bloeddruk aan het einde van de inloop- en van de experimentele periode, gemiddeld per groep ($\pm$ S.D.)

groep	systolisch		diastolisch	
	inloop- periode	experim. periode	inloop- periode	experim. periode
mmHg				
controle	124 $\pm$ 12	119 $\pm$ 12	63 $\pm$ 11	59 $\pm$ 9
groente/fruit	117 $\pm$ 15	115 $\pm$ 16	58 $\pm$ 14	59 $\pm$ 7
pectine	125 $\pm$ 15	124 $\pm$ 17	59 $\pm$ 11	59 $\pm$ 8
zemelen	128 $\pm$ 18	127 $\pm$ 16	65 $\pm$ 8	62 $\pm$ 11

Tabel 8.2. Na- en K-gehalte van de bemonsterde proefvoedingen, en de verhouding Na/K.

PROEFVOEDING	Na mg/1000 kcal*	K mg/1000 kcal	Na/K
inlooperperiode	1434	1290	1,11
controle	1436	1296	1,11
groente/fruit	1611	1798	0,90
pectine	1482	1210	1,22
zemelen	1499	1580	0,95

* 1000 kcal = 4,2 MJ

Gebruikt zijn de getallen verkregen uit de analyse van de bemonsterde voeding, omdat bij de aldus verkregen getallen rekening wordt gehouden met de toevoeging van Na-zout aan de voeding en de verliezen aan K en Na via het kookvocht, hetgeen met gebruik van de gegevens uit de voedingsenquêtes niet zou zijn gebeurd. Weliswaar wordt hierdoor geen rekening gehouden met de Na- en K-opname met de vrije 100 kcal (0,42 MJ) en suiker en melk in koffie en thee, maar aangenomen mag worden dat dit voor de vier groepen nagenoeg gelijk was (zie ook 3.5).

Zoals uit de tabel blijkt is de opname van Na en K van de controlegroep en de pectine-groep in de experimentele periode nagenoeg gelijk gebleven t.o.v. de inlooperperiode. De voeding van de groente/fruitgroep bevatte veel K, meer nog dan die van de zemelen-groep, maar tevens is in de groente/fruitgroep de opname van Na toegenomen. Hierdoor is voor beide groepen de Na/K-verhouding in de voeding ongeveer gelijk (0,90 en 0,95), maar wel verlaagd t.o.v. de voeding in de inlooperperiode.

Op de verschillen in bloeddruk tussen experimentele en inlooperperiode is variantieanalyse toegepast. hieruit blijkt dat er geen significant verschil tussen de verschillende proefvoedingen is. Ook is er geen verschil tussen mannen en vrouwen.

8.3. Discussie

Zoals uit tabel 8.1. blijkt, hebben we geen verlaging van de bloeddruk gevonden bij een toename van de hoeveelheid K in de voeding. Het waargenomen effect bij de groente/fruitgroep en de zemelen-groep tezamen is een stijging van + 1,5 mmHg systolisch en + 1,0 mmHg diastolisch ten opzichte van de veranderingen in bloeddruk bij de controlegroep en de pectinegroep (absolute veranderingen -1,5 mmHg systolisch en -1,5 mmHg diastolisch).

Als we onze proefgroepen beschouwen als random steekproeven uit een oneindige populatie van gelijksoortige personen onder gelijksoortige omstandigheden, dan kunnen we, op grond van de gevonden standaarddeviaties en het aantal proefpersonen, met 95% betrouwbaarheid de volgende uitspraak doen: Het effect op de bloeddruk van een K-rijke voeding, zoals beschreven in tabel 8.2 kan voor de gehele populatie gemiddeld niet groter zijn geweest dan -2 mmHg systolisch en -3 mmHg diastolisch.

Een mogelijke verklaring voor het feit dat wij geen effect hebben gemeten, kan zijn geweest dat alle proefpersonen een normaal tot lage bloeddruk hadden, hierop is o.a. geselecteerd voor deelname aan de proef (zie 2.2).

In een cross-over proef van 2 x 13 dagen met een voeding met veel groente en fruit, en een vezelarme voeding, vonden Kelsay et al. (1978) geen verschil in systolische en diastolische bloeddruk van de proefpersonen (12 in aantal), maar wel bleek dat bij 6 personen met een diastolische bloeddruk hoger dan 80 mmHg, deze bloeddruk statistisch significant werd verlaagd o.i.v. de groente/fruit-voeding. De verhouding Na/K in deze groente/fruit-voeding bedroeg 0,72 en in de voeding laag in voedingsvezel 0,86, d.w.z. beide iets lager dan bij onze proef (zie tabel 8.2). Bij ons experiment daalde de diastolische bloeddruk o.i.v. de groente/fruit-voeding bij 4 personen die een bloeddruk van meer dan 70 mmHg hadden. Bij 8 personen met een beginwaarde van minder dan 70 mmHg steeg de bloeddruk iets en bij 3 personen bleef de bloeddruk constant of daalde iets.

Bij de meeste dierexperimenten zijn de effecten van K nagegaan bij proefdieren met een hoge bloeddruk.

Een tweede mogelijke verklaring voor het feit dat wij geen effect vinden is dat de toename in kaliumconsumptie te gering is geweest. Het is onbekend of de daling in de Na/K-verhouding van 1,11 naar 0,90 - 0,95 voldoende groot is. Verder is het mogelijk dat de duur van dit experiment te kort is geweest voor het meten van een effect op de bloeddruk. Uit een experiment, verricht door Dahl et al. (1972) bij een rattenstam die gevoelig was voor een hoge bloeddruk, blijkt dat er geen verschil in bloeddruk gemeten is bij twee groepen ratten met een Na/K-verhouding in de voeding van 1 en van 2 (bij gelijkblijvende hoeveelheden Na) na 2 maanden. Daarom durven wij niet zonder meer te stellen dat er geen gunstig effect van K op de bloeddruk te verwachten valt. Wij hebben het echter niet kunnen meten.

9. ALGEMENE DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

Deze proef beoogde bij gezonde vrijwilligers het effect te onderzoeken van verschillende bronnen van voedingsvezel, nl. groenten en fruit, geïsoleerd citruspectine en zemelen, op serum-lipidenconcentraties, darmpassagetijd, faecesproductie, uitscheiding van faecale steroïden en totaal vet, en bloeddruk. De resultaten voor de afzonderlijke parameters zijn te vinden in de hoofdstukken 5 t/m 8.

Controle van nutriëntenopname; consequenties voor de interpretatie van de veranderingen in serum-cholesterolgehalte.

Op twee manieren is de nutriëntenopname gecontroleerd, nl. d.m.v. voedings-enquêtes en d.m.v. chemische analyse van de verstrekte proefvoedingen, zoals beschreven in hoofdstuk 3. Volgens de voedingsenquêtes was de nutriëntensamenstelling van de vier proefvoedingen redelijk in overeenstemming met de planning; daarentegen was volgens de chemische analyse in alle vier de groepen de vetopname ca. 3 energie% hoger, de koolhydraatopname 5 energie% lager en de voedingsvezelconsumptie ongeveer tweemaal zo hoog in vergelijking met de planning. Beide methoden gaven echter aan dat aan de voornaamste eis voor het experiment voldaan was: de proefvoedingen verschilden in soort en hoeveelheid voedingsvezel en waren verder op alle belangrijke punten nagenoeg hetzelfde.

De mogelijke oorzaken voor de verschillen tussen de 2 methodes zijn besproken in hfdst. 3.5. Beide methodes hebben voor- en nadelen, zodat we geen conclusie kunnen trekken welke resultaten het meest betrouwbaar zijn.

Bovengenoemde discrepanties in vet, koolhydraat- en voedingsvezel-opname tussen de enquêtes en de chemische analyse hebben geen belangrijke consequenties t.a.v. de interpretatie van de serum-cholesterolconcentraties, aangezien deze verschillen voor alle vier proefgroepen gelden. Wel is er volgens de chemische analyse ook een groter onderling verschil in vetopname tussen de groepen, nl. 3 energie% vgl. 1 energie% volgens de enquêtes.

Zowel uit de voedingsenquêtes als uit de analyseresultaten is gebleken dat de groente/fruit-groep iets minder polygalacturonzuur (gemiddeld 0,3 g/1000 kcal (4,2 MJ)) heeft geconsumeerd dan de pectine-groep. Zoals gepland was, hebben de groente/fruit-groep en de zemelen-groep ongeveer evenveel niet-polygalacturonzuur voedingsvezel opgenomen.

Ons inziens heeft het geringe verschil in vitamine C-opname tussen de pectine-groep en de drie overige proefgroepen (13-15 mg/1000 kcal (4,2 MJ))

lagere opname) ook geen consequenties voor de interpretatie van de resultaten van serum-cholesterol. Over de invloed van vitamine C op het serum-cholesterolgehalte zijn tegenstrijdige gegevens gepubliceerd (o.a. Krumdieck et al., 1974; Peterson et al., 1975). Verder achten wij de verschillen in opname van voedingsstoffen tussen week en weekeinde voldoende gering om buiten beschouwing te kunnen laten.

Zoals verwacht (o.a. Weihrauch en Gardner, 1978), bevatte de groente/fruitvoeding ca. tweemaal zo veel plantaardige sterolen als de controle-voeding (zie tabel 3.7). Er zijn aanwijzingen dat plantaardige sterolen het serum-cholesterolgehalte verlagen, o.a. door de absorptie van cholesterol in de darm te verhinderen (Subbiah, 1973). De werkzame dosis is echter 6 à 10 g/dag (Keys et al., 1974), en dus vele malen groter dan het door ons geconstateerde verschil in opname tussen de proefgroepen.

Keys et al. (1965, 1974) en Hegsted et al. (1965) hebben formules opgesteld om veranderingen in serum-cholesterolgehalte o.i.v. veranderingen in vet- en cholesterolopname te berekenen. De m.b.v. deze formules berekende veranderingen - op grond van zowel de gegevens uit de voedingsenquêtes als de resultaten van chemische analyse - zijn in hoofdstuk 5 vergeleken met de waargenomen veranderingen. Hierbij bleek dat bij de pectine- en de zemelen-groep voedingsfactoren anders dan het soort en de hoeveelheid voedingsvezel hoegenaamd niet hebben bijgedragen tot de waargenomen verschillen in serum-cholesterolgehalte in de experimentele periode. Voor de controle-groep werd een geringe stijging berekend, overeenkomend met het waargenomen verschil. Op grond van de geringe verschuivingen in de vet- en cholesterol-opname bij de groente/fruit-groep werd een stijging in serum-cholesterolgehalte berekend van 0,04 - 0,22 mmol/l, terwijl in werkelijkheid het gehalte daalde met 0,17 mmol/l. Het werkelijke effect van groenten en fruit op zich kan dus groter geweest zijn dan -0,17 mmol/l.

Effect op serum-cholesterolgehalte.

Toevoeging van citrusspectine aan de controle-voeding resulteerde in een daling van het serum-cholesterolgehalte van gemiddeld 0,34 mmol/l (S.D. 0,34) of 7%. Dit komt overeen met in de literatuur vermelde effecten van 5 tot 18 % bij een opname van 10 g pectine of meer. (Voor een overzicht zie Kay et al., 1978). Bij deze proef consumeerde de pectine-groep gemiddeld ca. 9 g geïsoleerd citrusspectine.

De daling van het serum-cholesterolgehalte bij de groente/fruit-groep was minder dan bij de pectine-groep ($0,17 \pm 0,63$ mmol/l). Het effect was bij de

laatste groep statistisch significant na 5 weken, bij de eerste niet. Bij beide groepen was het effect na 2 weken wel statistisch significant. Bij alle vier de proefgroepen lijkt het effect na 5 weken gestabiliseerd te zijn. Een verklaring voor het geringere effect bij de groente/fruit-groep t.o.v. de pectine-groep moet waarschijnlijk gezocht worden in de lagere polygalacturonzuur-opname (zie boven), en mogelijk ook een lagere veresteringsgraad en verschil in molecuulgewicht van het polygalacturonzuur in groenten en fruit. Er zijn aanwijzingen dat bij ratten hoger veresterd pectine serum-cholesterol meer verlaagt (Mokady, 1973). Daarnaast is het effect van groenten en fruit mogelijk gemaskeerd door de geringe verschillen in vet- en cholesterolopname (zie boven).

Er is ons één experiment bekend waarin onder gecontroleerde omstandigheden toevoeging van groenten leidde tot verlaging van het serum-cholesterolgehalte (Grande et al., 1974). Gedurende twee weken werd in dit experiment een hoeveelheid groente geconsumeerd die 500 kcal per dag (2,1 MJ) leverde. Het ruwvezelgehalte bedroeg 0,6 g/100 kcal. Consumptie van 500 kcal per dag uit fruit (ruwvezelgehalte 0,2 g/100 kcal) had geen effect op het serum-cholesterolgehalte. Behall et al. (1977) vonden in een gecontroleerde studie met 12 mannen geen statistisch significant effect van een voeding rijk aan groenten en fruit op de serum-cholesterolconcentratie. De cholesterolgehaltenes vóór en na deze groente/fruit-voeding zijn ons niet bekend. De in deze studie gebruikte voeding is in een latere publikatie beschreven (Kelsay et al., 1978). Volgens onze berekeningen bevatte deze groente/fruit-voeding ca. 35 g voedingsvezel (20 g neutral detergent fiber), waarvan ca. 5,5 g polygalacturonzuur, d.w.z. iets minder dan in onze proef.

Gormley et al. (1977) vonden een significant lager serum-cholesterolgehalte in een groep van 38 mannen die gedurende 4 maanden tenminste 2 appels per dag aten, vergeleken met een grote groep die niet meer dan 3 appels per week consumeerden. Bij deze studie werd de nutriëntenopname niet gemeten.

Toevoeging van zemelen (gemiddeld 38 g/dag) aan de controle-voeding had een stijging van het serum-cholesterolgehalte tot gevolg van $0,34 \pm 0,41$ mmol/l. Achteraf gezien hebben meerdere auteurs een gering cholesterolverhogend effect van zemelen gevonden, variërend van 0,05 tot 0,31 mmol/l. Bij deze studies was het effect niet statistisch significant, deels in verband met het kleine aantal proefpersonen (Jenkins et al., 1975^a, Jenkins et al., 1975^b; Kay en Truswell, 1977^b). Ook bij dierexperimenten is dit waargenomen (o.a. Forsythe et al., 1978). Zeer recent vond Van Dokkum (1978) bij een groep van 8 mannen een statistisch significante verhoging van serum-cholesterol van 0,4 mmol/l onder invloed van zemelen.

In tegenstelling hiermee zijn de twee studies van Persson et al. (1975) en Munoz et al. (1978). Deze auteurs vonden een daling van serum-cholesterol bij een groep van 14 mannen (56-89 jaar) resp. 10 mannen (19-54 jaar) onder invloed van 20 resp. 26 g zemelen. Het is ons niet bekend of bij deze experimenten het energie-percentages vet in de voeding constant gebleven is. Bij een onderzoek van Kahaner et al. (1976) leidde toevoeging van zemelen aan de voeding onder ongecontroleerde omstandigheden tot verschuivingen in het voedingspatroon, waarbij de vet- en cholesterolopname daalde. Bij de voeding die onze groep proefpersonen vóór de proef gewend was, vonden wij een negatieve correlatie tussen het energie-percentages vet en het voedingsvezelgehalte (in g/1000 kcal (4,2 MJ)); $r = -0,44$. Naast een eventueel verschil in vet- en cholesterolopname zou een verschil in samenstelling van de zemelen misschien de oorzaak kunnen zijn voor de discrepantie tussen de resultaten van deze twee studies en die van bovengenoemde experimenten.

Recent publiceerden Rhodes et al. (1978) de resultaten van een studie met 5 gezonde personen, 5 galpatiënten en 6 personen die een hartinfarct hadden door- gemaakt. Toevoeging van 50 tot 121 g tarwezemelen aan de voeding gedurende 6 tot 26 weken gaf bij de gezonde personen geen systematische veranderingen in het serum-cholesterolgehalte; bij de galpatiënten daalde het serum-cholesterolgehalte na 20 weken, maar bij de personen die een hartinfarct gehad hadden, steeg het na 12 weken waarna het weer daalde. Ook in deze studie werd niet gecontroleerd of de vetopname constant bleef.

Bij de vorige proef (Stasse-Wolthuis et al., 1978) werd een daling in serum-cholesterolgehalte van gemiddeld 0,39 mmol/l waargenomen o.i.v. een vezelrijke voeding, waarin 63 % van het voedingsvezel afkomstig was van groenten en fruit en de rest van graanprodukten. Dit effect werd gedeeltelijk toegeschreven aan een indirect effect van voedingsvezel, nl. vermindering van vet- en cholesterolopname. Berekend werd dat een daling van 0,10 tot 0,23 mmol/l een direct gevolg van voedingsvezel zou zijn geweest. Tijdens die proef was de opname aan totaal voedingsvezel uit groenten en fruit ca. 27 g/dag, waarvan 6-7 g polygalacturonzuur (vgl. resp. 36 en 9 g/dag bij de groente/fruit-groep van het huidige experiment, waarbij een daling van 0,17 mmol/l werd gevonden).

Effect op HDL-cholesterolgehalte.

De verschillende proefvoedingen hadden na 5 weken geen noemenswaardige veranderingen in het High-Density-Lipoprotein (HDL)-cholesterolgehalte tot gevolg.

Er zijn ons geen gecontroleerde studies bekend waarin de invloed van een voeding rijk aan groenten en fruit op het HDL-cholesterolgehalte is onderzocht. Bij proeven van Durrington et al. (1976) had toevoeging van 12 g pectine aan de voeding gedurende drie weken geen invloed op het gehalte aan HDL-cholesterol.

Bij gezonde personen vonden Dixon (1978) en McDougall et al. (1978) geen verandering in HDL-cholesterol onder invloed van zemelen na 13 resp. 4 weken. McDougall et al. vonden bij patiënten met galstenen na 4 weken ook geen effect, doch na 6-12 maanden steeg het HDL-cholesterolgehalte met 0,28 mmol/l bij 3 personen. Volgens Munoz et al. (1978) was het HDL-cholesterolgehalte bij een groep van 10 gezonde mannen verhoogd onder invloed van zemelen. Bij al deze studies werden geen gegevens vermeld over vet- en cholesterolopname.

Bij het voorgaande experiment (Stasse-Wolthuis et al., 1978) werden veranderingen in het totaal cholesterolgehalte voor ongeveer één derde deel teruggevonden in de HDL-fractie, d.w.z. de vezelrijke voeding resulteerde in een daling van het HDL-cholesterolgehalte van gemiddeld 0,1 mmol/l. Dit zou een ongunstig effect betekenen, aangezien HDL-cholesterol wordt beschouwd als een onafhankelijke risicofactor voor hart- en vaatziekten, d.w.z. een hoog HDL-cholesterolgehalte zou een beschermende factor zijn (o.a. Miller en Miller, 1975; Jenkins et al., 1978^a). Een verklaring voor de verschillen die destijds in het HDL-cholesterol werden gevonden, is mogelijk het verschil in vet- en koolhydraatgehalte van de vezelrijke en vezelarme voedingen (zie boven). Waarschijnlijk tengevolge hiervan vertoonde het serum-triglyceridgehalte een geringe stijging en daalde het HDL-cholesterolgehalte bij vezelrijke voeding. Een reciprook verband tussen serum-triglyceridgehalte en HDL-cholesterol wordt o.a. ook vermeld door Schaefer et al. (1978).

Effect op nat en droog gewicht van de faeces, ontlastingsfrequentie en darm-passagetijd.

Zowel de groente/fruit-voeding als de zemelen-voeding veroorzaakten een verhoging van de faecesproduktie en verkorting van de darmpassagetijd. Deze effecten waren duidelijker bij de zemelen-voeding dan bij de groente/fruit-voeding. Gemiddeld steeg het nat gewicht van de faeces met 77 resp. 44 g/dag onder invloed van de zemelen- resp. groente/fruit-voeding. De darmpassagetijd was in deze twee groepen gemiddeld 19 resp. 13 uur korter. Deze waarnemingen zijn vergelijkbaar met in de literatuur vermelde effecten van zowel zemelen als groenten en fruit (o.a. Wyman et al., 1976; Cummings et al., 1976^c; Eastwood et al., 1973; Kelsay et al., 1978), en met de resultaten van het voorgaande onderzoek met een

gemengde vezelrijke voeding (Stasse-Wolthuis et al., 1978). Evenals Kay en Truswell (1977^a) vonden wij nauwelijks of geen effect van citrusespectine op faecesproduktie en darmpassagetijd.

Evenals bij het vorige experiment was er een opvallende tussenpersoonsvariatie in darmpassagetijd en faecesproduktie. Er was een negatief verband tussen darmpassagetijd en faecesgewicht (zie fig. 6.1), zoals door meerdere auteurs is beschreven (ref. zie Stasse-Wolthuis et al., 1978^a).

De conclusie van Cummings et al. (1978) dat het effect van voedingsvezel op faecesproduktie voornamelijk voor rekening komt van de pentose-fractie lijkt ons niet juist. Weliswaar vonden wij evenals deze onderzoekers een hoge correlatie tussen de toename in faecesgewicht en de toename in consumptie van pentose-componenten van voedingsvezel per groep, doch op individueel niveau bekeken was er slechts een zeer geringe correlatie ($r = 0,16$ vgl. $0,05$ wanneer totaal voedingsvezel werd berekend in plaats van pentose-componenten).

De toename in faecesgewicht ging bij zowel de groente/fruit-groep als de zemelen-groep gepaard met een geringe verlaging van het percentage droge stof in de faeces van 2%, het watergehalte nam dus iets toe. Verschillende auteurs vermeldten een geringe toename in watergehalte onder invloed van een vezelrijke voeding (o.a. Thomas et al., 1976; Beyer en Flynn, 1978; Kelsay et al., 1978; Stasse-Wolthuis et al., 1978). Het is onduidelijk waardoor deze geringe toename in watergehalte van de faeces wordt veroorzaakt. Waterbinding door voedingsvezel of fermentatieprodukten daarvan zou volgens sommige auteurs een verklaring kunnen bieden (o.a. Eastwood, 1973; Hellendoorn, 1978^{a,b}). Uit in-vivo proeven van Eastwood en Robertson (1978) blijkt echter dat verschillen in waterbindend vermogen zoals in in-vitro proeven wordt gevonden, geen afdoende verklaring kunnen geven voor verschillen in faecesgewicht. Wij hebben het gehalte voedingsvezel en vluchtige vetzuren (die bij fermentatie ontstaan) in de faeces niet geanalyseerd.

De versnelde darmpassage onder invloed van voedingsvezel(componenten) zou eveneens door waterbinding of "bulk vorming" (al dan niet na fermentatie), of door prikkeling van de darmwand ontstaan (referenties zie Stasse-Wolthuis et al., 1978).

De toename in droog gewicht van de faeces bij de groente/fruit- en de zemelen-groep (met resp. 8 en 16 g/dag) moet zijn veroorzaakt door een hogere excretie van zowel eiwit, vet en as als van voedingsvezel (zie Southgate en Durnin (1970); Beyer en Flynn (1978); Kelsay et al. (1978) en Cummings (1978)). Het mechanisme dat hieraan ten grondslag ligt is onduidelijk (Cummings, 1978). Mogelijk kunnen voedingsvezelcomponenten de verteringsenzymen lipase en (chymo)

trypsine remmen, zoals in-vitro is waargenomen (Schneeman, 1978). De toename in vetexcretie was in ons experiment resp. 0,7; 1,2 en 1,2 g/dag bij de groente/fruit-, pectine- en de zemelen-groep (vergelijk 1,5-4 g/dag bij bovengenoemde studies). Gegevens over de excretie van mineralen (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} en Mg^{2+}) waren niet op tijd beschikbaar om in dit rapport verwerkt te worden. Met name in experimenten met tarweproducten is een verminderde resorptie van mineralen waargenomen (ref. zie hfdst. 1). De betekenis hiervan voor de Westerse voeding is nog onduidelijk, vooral omdat nog onzeker is of op langere termijn adaptatie optreedt (Cummings, 1978).

De groente/fruit-voeding en de zemelen-voeding leidden tot een geringe verhoging van ontlastingsfrequentie. Het effect was echter minder dan bij de gemengde vezelrijke voeding in de vorige proef (Stasse-Wolthuis et al. (1978)).

Kan verandering in uitscheiding van zure of neutrale steroïden of van totaal vet een verklaring geven voor de veranderingen in serum-cholesterolgehalte?

Diverse theorieën proberen een werkingsmechanisme te geven voor een verlaging van het serum-cholesterolgehalte onder invloed van (componenten) van voedingsvezel; zie literatuuroverzicht van Stasse-Wolthuis et al., 1978. De meeste theorieën impliceren verhoogde steroïdexcretie, ten gevolge van kortere darmpassagetijd, van galzuurbinding aan voedingsvezel of van gelvorming in de dunne darm, waardoor de resorptie van vet (en cholesterol) zou verminderen (zie ook hfdst. 7).

Tijdens de experimentele periode was de uitscheiding van galzuren bij de pectine-groep gemiddeld 0,34 mmol/dag hoger dan tijdens de inlooperperiode. Bij de groente/fruit-groep was er geen verschil in galzuren excretie. Omgekeerd was bij de laatste groep de uitscheiding van neutrale steroïden verhoogd met 0,53 mmol/dag, bij de eerste groep werd geen significant effect gevonden. Toevoeging van zemelen aan de controle-voeding had geen effect op de steroïdexcretie. Er was een grote tussenpersoons spreiding. Opvallend was ook het verschil tussen mannen en vrouwen (zie hfdst. 7).

Wanneer we aannemen dat de daling van het serum-cholesterolgehalte onder invloed van de groente/fruit-voeding is veroorzaakt door de polygalacturonzuur-(pectine)-fractie, is het niet duidelijk waarom bij deze groep de excretie van neutrale steroïden is verhoogd en bij de pectine-groep juist de uitscheiding van galzuren.

De verandering in serum-cholesterolgehalte van inloop- naar experimentele periode correleerde niet met de verandering in galzuren- of neutrale steroïdexcretie ($r = -0,11$; resp. $-0,10$; zie bijlage H). Bij berekening van het gemid-

deld verschil tussen opname van cholesterol en uitscheiding van steroïden blijkt eveneens dat de veranderingen in serum-cholesterolconcentraties niet geheel verklaard kunnen worden door verschillen in steroïdexcretie. Weliswaar was het verschil tussen excretie en opname van cholesterol bij de groente/fruit- en de pectine-groep in de experimentele periode 0,44 resp. 0,43 mmol hoger dan in de inlooperperiode, bij de zemelen-groep was er geen verschil in netto steroïdverlies tussen experimentele en inlooperperiode, terwijl het serum-cholesterolgehalte steeg. Opgemerkt moet worden dat geen gegevens beschikbaar zijn over de synthese van cholesterol. Daarnaast kan invloed van voedingsvezelcomponenten op de verdeling van cholesterol in het lichaam niet worden uitgesloten (zie ook Miettinen en Tarpila, 1977).

De verhoogde steroïdexcretie bij de pectine- en groente/fruit-groep kan niet worden verklaard door een versnelde darmpassage. (De citruspectine had geen effect op de darmpassage; de groente/fruit-voeding wel, zie boven). Er was slechts een zwakke, negatieve correlatie tussen de verandering in darmpassagetijsd over de experimentele periode en de verandering in steroïdexcretie ($r = -0,40$ voor alle groepen, resp. $-0,08$ en $-0,66$ bij de groente/fruit- en de pectine-groep; zie bijlage H).

Volgens de theorie van gelvorming in de dunne darm onder invloed van pectine (Kay en Truswell, 1977^a) zou verminderde reabsorptie van steroïden gepaard moeten gaan met verminderde resorptie van vet. Bij alle drie vezelrijke voedingen (groente/fruit, citruspectine en zemelen) werd echter een toename in vetexcretie van ca. 1 g/dag waargenomen (zie boven). Over de juistheid van de galzuurbindingstheorie kunnen wij geen uitspraak doen.

Omzetting van primaire tot secundaire steroïden.

Door verschillende auteurs is gesuggereerd dat bij een lage voedingsvezelopname en lange darmpassagetijsd meer primaire galzuren door bacteriën worden omgezet in secundaire, mogelijk cocarcinogene verbindingen. Door het "bulking" effect van voedingsvezel zou ook de concentratie van deze produkten verminderen. Literatuur hierover is tegenstrijdig en verwarrend (zie Huang, 1978; en hfdst. 7 van dit rapport). Bij dit experiment was de concentratie steroïden in de faeces bij de groente/fruit- en de zemelen-groep significant verlaagd, bij de controle-groep en de pectine-groep verhoogd. Er was een zwakke maar wel significante correlatie tussen de verandering in concentraties van steroïden enerzijds en de veranderingen in darmpassagetijsd resp. faecesgewicht anderzijds ($r = +0,51$ resp. $-0,62$; zie bijlage H).

De verhouding secundaire/primaire galzuren was iets lager in de groente/fruit- en de zemelen-groep. Bij de zemelen-groep gold dit ook voor de neutrale steroïden. Genoemde effecten waren echter niet (of slechts zwak) significant. Er was slechts een gering verband tussen de verandering in darmpassagetijd en de verandering in de verhouding secundaire/primaire steroïden ($r = 0,25$ voor galzuren en $0,26$ voor neutrale steroïden; zie bijlage H). Deze resultaten bieden geen ondersteuning voor genoemde "kanker-theorie".

Bij vier van de 61 personen werd het grootste deel van de neutrale steroïden in beide perioden uitgescheiden in de vorm van cholesterol en niet als omzettingsprodukten daarvan (verhouding secundaire/primaire steroïden < 1). Bij drie personen was dit óf in de inloop- óf in de experimentele periode het geval. Deze resultaten komen overeen met die van Wilkins en Hackman (1974). Op één persoon na, die vóór de proef antibiotica had gebruikt, was deze lage omzetting niet duidelijk weerspiegeld bij de galzuren. Recent suggereerden Samuel et al. (1978) dat de geografische verschillen in serum-cholesterolgehalte tussen populaties mogelijk gedeeltelijk verklaard zouden kunnen worden door verschil in activiteit van bacteriën in de darmflora die galzuren omzetten d.m.v. het enzym 7α -dehydroxylase. Bij onze proefpersonen vonden wij echter geen verband tussen het serum-cholesterolgehalte en de mate van bacteriële omzetting van galzuren of neutrale steroïden ($r = 0,05$ resp. $-0,01$).

Effect op bloeddruk

De hoge kaliumopname bij de groente/fruit-voeding resulteerde niet in een verlaging van de bloeddruk (gemiddeld werd $4,5$ g kalium/dag geconsumeerd in de groente/fruit-groep; vergelijk $3,4$ g/dag bij de controle-groep; de natriumopname was $4,0$ en $3,7$ g/dag respectievelijk). Dit resultaat is in tegenstelling met de gegevens van Kelsay et al. (1978), die een verlaging van de diastolische bloeddruk vonden onder invloed van een voeding rijk aan groente en fruit bij een groep van 6 personen die een diastolische bloeddruk hadden van 80 mm Hg of meer bij vezelarme voeding. Geen van onze proefpersonen had echter een diastolische bloeddruk boven 80 mm Hg tijdens de inlooperperiode.

Conclusies en aanbevelingen

Samenvattend kunnen we concluderen dat - tenminste bij kortdurende experimenten - pectinestoffen (polygalacturonzuur) uit groenten en fruit het serum-

cholesterolgehalte kunnen verlagen, doch dit effect is slechts gering in vergelijking met het effect van verlaging van de verhouding verzadigd : onverzadigd vet en verlaging van de hoeveelheid cholesterol in de voeding. De hoeveelheden groenten en fruit die men moet consumeren om een werkzame dosis polygalacturonzuur op te nemen, zijn zodanig groot dat dit in de praktijk door weinigen zal kunnen worden toegepast. (De groente/fruit-groep consumeerde gemiddeld 300-400 g gekookte groente, 4 appels en 2 à 3 tomaten per dag).

Van voedingsvezel uit graanprodukten mogen we geen direct effect op het serum-cholesterolgehalte verwachten. Bij constante opname van vet en cholesterol had toevoeging van zemelen aan de voeding zelfs een verhogend effect. Voedingsvezel heeft echter wel een indirect gunstig effect, d.w.z. een verlaging van het serum-cholesterolgehalte tot gevolg, doordat consumptie van vezelrijke produkten over het algemeen de opname aan vet en cholesterol vermindert (zie Stasse-Wolthuis et al., 1979).

Uit dit onderzoek is gebleken dat bij personen met een normaal serum-cholesterolgehalte de hoeveelheid en soort voedingsvezel na 5 weken geen duidelijke invloed heeft op het HDL-cholesterolgehalte. Zowel een voeding rijk aan groenten en fruit als toevoeging van zemelen aan de voeding verhogen de faecesproductie en verkorten de darmpassagetijsd. Genoemde effecten zijn bij de zemelen-voeding het duidelijkst.

De veranderingen in serum-cholesterolconcentraties kunnen niet geheel worden verklaard door veranderingen in de uitscheiding van cholesterolmetabolieten. De theorie dat bij langere darmpassagetijsd meer omzetting van primaire naar secundaire faecale steroïden plaats vindt kan niet worden ondersteund.

Zowel t.a.v. serum-lipidenconcentraties als t.a.v. darmfuncties is er een grote tussenpersoons variatie in de respons op de vezelrijke voedingen. Om deze reden en tevens omdat verschillende soorten voedingsvezel elk een verschillend fysiologisch effect hebben, is het naar onze mening (nog) onverantwoord een algemene norm te geven voor de opname van voedingsvezel (zie ook Edit. Br.Med.J., 1977; Stasse-Wolthuis et al., 1978^a). Een hogere opname dan momenteel in de Westerse landen gebruikelijk is lijkt echter wenselijk wegens mogelijke indirecte gunstige effecten op het serum-cholesterolgehalte - en daarmee het risico voor hart- en vaatziekten - en het voorkómen van constipatie. In Nederland werd in 1973 gemiddeld 26,5 g voedingsvezel per dag opgenomen (volgens berekening van Kromhout, 1977); in Engeland was dat in 1974 gemiddeld 20,4 g/dag (Southgate et al., 1978). Ter vergelijking: de opname was in dit experiment bij de groente/fruit-groep gemiddeld 43 g/dag en bij de zemelen-groep 37 g/dag.

Verhoging van de voedingsvezelopname door alleen toevoeging van zemelen aan de voeding kan alleen in specifieke gevallen, ter bestrijding van constipatie en diverticulosis worden aanbevolen. Naast mogelijke negatieve effecten op de serum-cholesterolconcentratie zou dit bij hoge doseringen mogelijk ook ongunstige gevolgen voor de mineralen-huishouding kunnen hebben.

Vervanging van graanprodukten met een lage uitmalingsgraad door volkorenprodukten, en tevens grotere consumptie van groenten en fruit achten wij wenselijk.

10. LITERATUURVERWIJZINGEN

- Abell, L.L., Levy, B.B., Brody, B.B. and Kendall, F.E. (1952). A simplified method for the estimation of total cholesterol in serum and a demonstration of its specificity. *J.Biol.Chem.* 195, 357-366.
- Albrink, M.V. (1978). Dietary fiber, plasma insulin, and obesity. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 277 - S 279.
- Anderson, J.T., Grande, F. and Keys, A. (1976). Independence of the effects of cholesterol and degree of saturation of the fat in the diet on serum cholesterol in man. *Am.J.Clin.Nutr.* 29, 1184-1189.
- ANON (1975). Diet, intestinal flora, and colon cancer. *Nutr.Rev.* 33, 136.
- Association of Official Agricultural Chemists (1975). Official methods of Analysis, 12e druk AOAC, Washington.
- Armstrong, B., Merwijk, A.J. van and Coates, H. (1977). Blood pressure in seventh-day adventist vegetarians. *Am.J.Epidemiol.* 5, 444-449.
- Ballschmieter, H.M.B. (1967). Vergleichende Wasserbestimmungen in Lebensmitteln nach verschiedenen Methoden. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 63 (7), 203-207.
- Bautovich, G.J., Simons, L.A., Williams, P.F. and Turtle, J.R. (1975). Radioimmunoassay of human apolipoproteins, Part 1 (Assay of apolipoprotein B). *Atherosclerosis* 21, 217.
- Behall, K.M., Kelsay, J.L. and Prather, E.S. (1978). Effect of fiber from fruits and vegetables on serum levels of triglycerides, free fatty acids, cholesterol, glucose, lactate, insulin, growth hormone, cortisol, and phosphorus of human subjects. *Fed.Proc.* 37, 543.
- Berdanier, C.D. (1976) (Eds.). Carbohydrate metabolism. Hemisphere publishing corporation, Washington - London.
- Beyer, P.L. and Flynn, M.A. (1978). Effects of high- and low-fiber diets on human feces. *J.Am.Diet.Ass.* 72, 271-277.
- Boehringer, Mannheim GMBH. Food analysis, 1976/77.
- Bornside, G.H. (1978). Stability of human fecal flora. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 141 - S 144.
- Burkitt, D.P., Walker, A.R.P. and Painter, N.S. (1974). Dietary fiber and disease. *J.Am.Med.Ass.* 229, 1068-1074.
- Burkitt, D.P. and Trowell, H. (1975). Ed. Refined carbohydrate foods and disease. Some implications of dietary fibre. Acad.Press. London, New York, San Francisco.
- Burkitt, D.P. (1978). Colonic-rectal cancer: fiber and other dietary factors. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 58 - S 64.

- Burnstein, M. and Samaille, J. (1960). Sur un dosage rapide du cholestérol lié au α - et β -lipoprotéïnes du sérum. Clin.Chim.Acta 5, 609.
- Calloway, D.H. and Kretch, M.J. (1978). Protein and energy utilization in men given a rural Guatemalan diet and egg formulas with and without added oat bran. Am.J.Clin.Nutr. 31, 1118-1126.
- McCance, R.A., Widdowson, E.M. and Shackleton, L.R.B. (1936). The nutritive value of fruits, vegetables and nuts. London: H.M. Stationary Office.
- McCance, R.A. and Widdowson, E.M. (1960). The composition of foods. London: H.M. Stationary Office.
- Cleave, T.L. (1977). Unrefined carbohydrates and satiety. Lancet ii, 882.
- Criswold, B.L. and McIntyre, H. (1951). Anal.Chem. 23, 192-196.
- Cummings, J.H., Jenkins, D.J.A. and Wiggins, H.S. (1976^a). Measurement of the mean transit time of dietary residue through the human gut. Gut 17, 210-218.
- Cummings, J.H., Hill, M.J., Jenkins, D.J.A., Pearson, J.R. and Wiggins, H.S. (1976^c). Changes in fecal composition and colonic function due to cereal fiber. Am.J.Clin.Nutr. 29, 1468-1473.
- Cummings, J.H. (1978). Nutritional implications of dietary fiber. Am.J.Clin.Nutr. 31, S 21 - S 29.
- Cummings, J.H., Southgate, D.A.T., Branch, W., Houston, H., Jenkins, D.J.A. and James, W.P.T. (1978). Colonic response to dietary fibre from carrot, cabbage, apple, bran, and guar gum. Lancet i, 5-8.
- Curry, M.D., Gustafson, A., Alaupovic, P., and McConathy, W.J. (1978). Electro-immunoassay, radioimmunoassay, and radial immunodiffusion assay evaluated for qualification of human apolipoprotein B. Clin.Chem. 24, 280-286.
- Dahl, L.K., Leite, G., Heine, M. (1972). Influence of dietary potassium and sodium-potassium molar ratios on the development of salt hypertension. J.Exp.Med. 136, 318-330.
- Dixon, M. (1978). Bran and HDL-cholesterol. Br.Med.J. 1, 578.
- Dokkum, W. van (1978). Zemelen in brood: verteerbaarheid en invloed op het defecatiepatroon, de mineralenbalans en de serum-lipidenconcentraties bij de mens. Voedingsmiddelentechnologie 11 (41), 18.
- McDougall, R.M., Yakymyshyn, L., Walker, K., and Thurston, O.G. (1978). Effect of wheat bran on serum lipoproteins and biliary lipids. Can.J.Surgery 21, 433-435.
- Durnin, J.V.G.A. and Rahaman, M.M. (1967). The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. Br.J.Nutr. 21, 681-689.

- Durnin, J.V.G.A. and Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J.Nutr.* 32, 77-97.
- Durrington, P.N., Manning, A.P., Bolton, C.H. and Hartog, M. (1976). Effects of pectin on serum lipids and lipoproteins, whole-gut transit-time and stool weight. *Lancet* ii, 394-396.
- Durrington, P.N., Bolton, C.H., Hartog, M., Angelinetta, R., Emmett, P., and Furniss, S. (1977). The effect of a low-cholesterol, high-polyunsaturate diet on serum lipid levels, apolipoprotein B levels and triglyceride fatty acid composition. *Atherosclerosis* 27, 465-475.
- Eastwood, M.A. (1969). Dietary fibre and serum-lipids. *Lancet* ii, 1222-1224.
- Eastwood, M.A. (1973). Vegetable fibre: its physical properties. *Proc.Nutr.Soc.* 32, 137-143.
- Eastwood, M.A., Kirkpatrick, J.R., Mitchell, W.D., Bone, A. and Hamilton, T. (1973). Effects of dietary supplements of wheat bran and cellulose on faeces and bowel function. *Brit.Med.J.* 4, 392-394.
- Eastwood, M.A. and Robertson, J.A. (1978). The place of dietary fibre in our diet. *J.Human Nutr.* 32, 53-61.
- Eastwood, M.A., Smith, A.N., Brydon, W.G. and Pritchard, J. (1978). Colonic function in patients with diverticular disease. *Lancet* i, 1181-1182.
- Editorial *Br.Med.J.* (1977). Food and fibre. *Br.Med.J.* 2, 418.
- Elmasri, S.H. and Khalil, T. (1976). Volvulus of the sigmoid in Khartoum, Sudan. *Trop.Geogr.Med.* 28, 297-302.
- Evrard, E. and Janssen, G. (1968). Gas-liquid chromatographic determination of human fecal bile acids. *J.Lipid.Res.* 9, 226-236.
- Erickson, B.A., Coots, R.H., Mattson, F.H. and Kligman, A.M. (1964). The effects of partial hydrogenation of dietary fats, of the ratio of polyunsaturated to saturated fatty acids, and of dietary cholesterol upon plasma lipids in man. *J.Clin.Invest.* 43, 2017-2025.
- Findlay, J.M., Mitchell, W.D., Smith, A.N., Anderson, A.J.B. and Eastwood, M.A. (1974). Effects of unprocessed bran on colon function in normal subjects and in diverticular disease. *Lancet* i, 146-149.
- Finegold, S.M. and Sutter, V.L. (1978). Fecal flora in different populations, with special reference to diet. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 116 - S 122.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J.Biol.Chem.* 226, 497-509.
- Forsythe, W.A., Chenoweth, W.L. and Bennink, M.R. (1978). Laxation and serum cholesterol in rats fed plant fibers. *J.Fd.Sci.* 43, 1470-1472.

- Galambos, J.T. (1967). The reaction of carbazole with carbohydrates. 1. Effect of borate and sulfamate on the carbazole color of sugars. *Anal.Biochem.* 19, 119-132.
- Glueck, C.J. and Connor, W.E. (1978). Diet-coronary heart disease relationships reconnoitered. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 727-737.
- Gordon, T., Castelli, W.P., Hjortland, M.C., Kannel, W.B. and Dawber, T.R. (1978). High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart disease. The Framingham Study. *Am.J.Med.* 62, 707-714.
- Gormley, T.R., Kevany, J. Egan, J.P. and McFarlane, R. (1977). Effect of apples on serum cholesterol levels in humans. *Ir.J.Fd.Sci.Technol.* 1, 117-128.
- Grande, F., Anderson, J.T. and Keys, A. (1974). Sucrose and various carbohydrate-containing foods and serum lipids in man. *Am.J.Clin.Nutr.* 27, 1043-1051.
- Haar, F. van der en Kromhout, D. (1978). Food intake, nutritional anthropometry and blood chemical parameters in 3 selected dutch schoolchildren populations. *Meded. Landbouwhogeschool Wageningen*, 78-9.
- Haar, F. van der, Gent, C.M. van, Schouten, F.M. and Voort, H.A. van der (1978). Methods for the estimation of high density cholesterol, comparison between two laboratories. *Clin.Chim.Acta* 88, 469-481.
- Haber, G.B., Heaton, K.W., Murphy, D. and Burroughs, L.F. (1977). Depletion and disruption of dietary fibre. Effects on satiety, plasma-glucose and serum-insulin. *Lancet* ii, 679-682.
- Hautvast, J.G.A.J. (1975). Ontwikkeling van een systeem om gegevens van voedings-enquêtes met behulp van de computer te verwerken. *Voeding* 36, 356-360.
- Heaton, K.W. (1973). Food fibre as an obstacle to energy intake. *Lancet* ii, 1418-1421.
- Heaton, K.W., Haber, G.B., Burroughs, L. and Murphy, D. (1978). How fiber may prevent obesity: promotion of satiety and prevention of rebound hypoglycemia (abstract). *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 280.
- Hegsted, D.M., McGandy, R.B., Myers, M.L. and Stare, F.J. (1965). Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am.J.Clin.Nutr.* 17, 281.
- Hellendoorn, E.W., Noordhoff, M.G. and Slagman, J. (1975). Enzymatic determination of the indigestible residue (dietary fibre) content of human food. *J.Sci.Fd.Agric.* 26, 1461.
- Hellendoorn, E.W. (1978)^a. Fermentation as the principal cause of the physiological activity of indigestible food residue. In: *Topics in dietary fiber research*. Ed. G.A. Spiller, Plenum Press, New York, London. p. 127-168.
- Hellendoorn, E.W. (1978)^b. Some critical observations in relation to 'dietary fibre', the methods for its determination and the current hypotheses for the explanation of its physiological action. *Voeding* 39, 230-235.

- Hill, M.J., Crowther, J.S., Drasar, B.S., Hawksworth, G., Aries, V. and Williams, R.E.D. (1971). Bacteria and aetiology of cancer of large bowel. *Lancet* i, 95-100.
- Hill, M.J. (1974). Steroid nuclear dehydrogenation and colon cancer. *Am.J.Clin.Nutr.* 27, 1475-1480.
- Hill, M.J., Morson, B.C. and Bussey, H.J.R. (1978). Aetiology of adenoma-carcinoma sequence in large bowel. *Lancet* i, 245-247.
- Hinton, J.M., Lennard-Jones, J.E. and Young, A.C. (1969). A new method for studying gut transit times using radio opaque markers. *Gut* 10, 842-847.
- Holloway, W.D., Tasman-Jones, C. and Lee, S.P. (1978). Digestion of certain fractions of dietary fiber in humans. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 927-930.
- Hoppert, C.A. and Clark, A.J. (1945). Digestibility and effect on laxation of crude fiber and cellulose in certain common foods. *J.Am.Diet.Ass.* 21, 157-160.
- Huang, T.C. et al. (1961). A stable reagent for the Liebermann Burchard reaction. *Anal.Chem.* 33, 1405.
- Huang, C.T.L., Gopalakrishna, G.S. and Nichols, B.L. (1978). Fiber, intestinal sterols, and colon cancer. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 516-526.
- Hulley, S.B., Cohen, R. and Widdowson, G. (1977). Plasma high-density lipoprotein cholesterol level. Influence of risk factor intervention. *J.Am.Med.Ass.* 21, 2269-2271.
- Ismail-Beigi, F., Faraji, B. and Reinhold J.G. (1977). Binding of zinc and iron to wheat bread, wheat bran, and their components. *Am.J.Clin.Nutr.* 30, 1721-1725.
- Itallie, T.B. van (1978). Dietary fiber and obesity. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 43-S 52.
- James, W.P.T., Branch, W.J. and Southgate, D.A.T. (1978). Calcium binding by dietary fibre. *Lancet* i, 638-639.
- Jenkins, D.J.A., Leeds, A.R., Newton, C. and Cummings, J.H. (1975^a). Effect of pectin, guar gum and wheat fibre on serum-cholesterol. *Lancet* i, 1116-1117.
- Jenkins, D.J.A., Hill, M.S. and Cummings, J.H. (1975^b). Effect of wheat fiber on blood lipids, fecal steroid excretion and serum iron. *Am.J.Clin.Nutr.* 28, 1408-1411.
- Jenkins, D.J.A., Wolever T.M.S., Leeds, A.R., Gassull, M.A., Haisman, P., Dilawari, J., Goff., D.V., Metz, G. and Alberti, K.G.M.M. (1978). Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: importance of viscosity. *Br. Med.J.* 1, 1392-1394.
- Jenkins, P.J., Harper, R.W. and Nestel, P.J. (1978^a). Severity of coronary atherosclerosis related to lipoprotein concentration. *Br.Med.J.* 2, 388-391.
- Kahaner, N., Fuchs, H.M., and Floch, M.H. (1976). The effect of dietary fiber supplementation in man. 1. Modification of eating habits. *Am.J.Clin.Nutr.* 29, 1437-1442.

- Kamer, J.H. van de, Ten Bokkel Huinink, H. and Weyers, H.A. (1949). A rapid method for the determination of fat in feces. *J.Biol.Chem.* 177, 347.
- Katan, M.B. and Bovenkamp, P. van de (1979). Determination of total dietary fibre and of pectic substances in foodstuffs. To be published in James, W.P.T. and Theander, O. Eds., *Analysis of dietary fibre*, Marcel Dekker, London, New York.
- Kay, R.M. and Truswell, A.S. (1977^a). Effect of citrus pectin on blood lipids and fecal steroid excretion in man. *Am.J.clin.Nutr.* 30, 171-175.
- Kay, R.M. and Truswell, A.S. (1977^b). The effect of wheat fibre on plasma lipids and faecal steroid excretion in man. *Br.J.Nutr.* 37, 227-234.
- Kay, R.M. and Stitt, S. (1978). Food form, postprandial glycemia, and satiety. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 738.
- Kay, R.M., Judd, P.A. and Truswell, A.S. (1978). The effect of pectin on serum cholesterol. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 562-563.
- Keijbets, M.J.H. and Pilnik, W. (1974). Some problems in the analysis of pectin in potato tuber tissue. *Potato Res.* 17, 169-177.
- Kelsay, J.L. (1978). A review of research on effects of fiber intake on man. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 142-159.
- Kelsay, J.L., Behall, K.M. and Prather, E.S. (1978). Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects. 1. Bowel transit time, number of defecations, fecal weight, urinary excretions of energy and nitrogen and apparent digestibilities of energy, nitrogen and fat. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 1149-1153.
- Keys, A. Grande, F. and Anderson, J.T. (1961). Fiber and pectin in the diet and serum cholesterol concentration in man. *Proc.Soc.Exptl.Biol.Med.* 106, 555-558.
- Keys, A., Anderson, J.T. and Grande, F. (1965). Serum cholesterol response to changes in the diet. *Metabolism* 14, 747.
- Keys, A., and Grande, R. (1973). Body weight, body composition and caloric status. In: Goodhart, R.S., and Shils, M.E., eds: *Modern Nutrition in Health and Disease*. 5th ed. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Keys, A., Grande, F. and Anderson, J.T. (1974). Bias and misrepresentation revisited: perspective "on saturated fat. *Am.J.Clin.Nutr.* 27, 188-212.
- Keys, A. (1975). Coronary heart disease, the global picture. *Atherosclerosis* 22, 149-192.
- Koster, M. en Dunning, A.J. (1978). Hypertensie, gids voor de huisarts. Nederlandse Hartstichting. 1978/Excerpta Medica, Amsterdam, blz. 32-41.
- Kromhout, D. (1977). Voeding als onderdeel van hygiënische maatregelen ten behoeve van preventie van hart- en vaatziekten. Een beschouwing over de

- (on)mogelijkheden om aanbevelingen met betrekking tot preventieve maatregelen in praktijk te brengen. Voeding 38, 287-307.
- Krumdieck, C. and Butterworth, C.E. (1974). Ascorbate-cholesterol-lecithin interactions: factors of potential importance in the pathogenesis of atherosclerosis. Am.J.Clin.Nutr. 27, 866-876.
- Langford, H.G. and Watson, R.L. (1973). Electrolytes, environment and blood pressure. Clin.Sci.Molec.Med. 45, 111 S - 113 S.
- Langley, N.J. and Thye, F.W. (1977). The effect of wheat bran and/or citrus pectin on serum cholesterol and triglycerides in middle aged men. Fed.Proc. 36 (3), 1118.
- Lee, D.M. and Alaupovic, P. (1974). Composition and concentration of apolipoproteins in very-low- and low-density lipoproteins of normal human plasma. Atherosclerosis 19, 501.
- MacLennan, R., Jensen, O.M., Mosbech, J. and Vuori, H. (1978). Diet, transit time, stool weight, and colon cancer in two Scandinavian populations. Am.J. Clin.Nutr. 31, S 239 - S 242.
- Libby, R.A. (1970). Direct starch analysis using DMSO solubilization and glucamylase. Cereal Chem. 47, 273-281.
- Lindner, K. und Dworschák, E. (1966). Für Serienuntersuchungen geeignete flammenphotometrische Methode zur Bestimmung von Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium in Lebensmitteln. Z. Lebensmitt. Unters. 131, 207-215.
- Lyon, J.L. and Sorenson, A.W. (1978). Colon cancer in a low-risk population. Am.J.Clin.Nutr. 31, S 227 - S 230.
- Manousos, O.N., Nicolaou, A. and Trichopoulos, D. (1977). Bowel transit, stool weight, and diverticular disease. Lancet ii, 360.
- Mattheé, V. and Appledorf, H. (1978). Effect of cooking on vegetable fiber. J.Fd.Sci. 43, 1344-1345.
- Mattson, F.H., Erickson, B.A. and Kligman, A.M. (1972). Effect of dietary cholesterol on serum cholesterol in man. Am.J.Clin.Nutr. 25, 589-594.
- Meneely, G.R. and Battarbee, H.D. (1976): Sodium and Potassium. Nutr. Reviews 34, 225-235.
- Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R. (1966). Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Anal.Chem. 38, 514-515.
- Miettinen, T.A., Ahrens, E.H. and Grundy, S.M. (1965). Quantitative isolation and gas-liquid chromatographic analysis of total dietary and fecal neutral steroids. J.Lip.Res. 6, 411-421.

- Miettinen, T.A. and Tarpila, S. (1977). Effect of pectin on serum cholesterol, fecal bile acids and biliary lipids in normolipidemic and hyperlipidemic individuals. *Clin.Chim.Acta* 79, 471-477.
- Miller, N.E. and Miller, G.J. (1975). High-density lipoprotein and atherosclerosis. *Lancet* i, 1033.
- Miller, N.E., Førde, O.H., Thelle, D.S. and Mjøs, O.D. (1977). The Tromsø heart-study. High-density lipoprotein and coronary heart-disease: a prospective case-control study. *Lancet* i, 965-968.
- Mokady, S. (1973). Effect of dietary pectin and algin on blood cholesterol level in growing rats fed a cholesterol-free diet. *Nutr.Metabol.* 15, 290-294.
- Mulder, F.J. (1957). Het isoleren van de onverzeepbare rest bij het bepalen van in vet oplosbare vitaminen. Academisch proefschrift. Excelsior - 's Gravenhage, p. 36-37.
- Munoz, J.M., Sandstead, H.H., Jacob, R.A., Logan, G.M., and Klevay, L.M. (1978). Effects of dietary fiber on plasma lipids of normal men. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 696.
- Nagy, S. (1973). *J.Chromatog.* 75, 187-191.
- Nazir, D.J., Brown, P.L. and McQueen, M.J. (1978). Evaluation of an automated immunoassay procedure for apo-LDL for phenotyping type II hyperlipoproteinemia. *Clin.Chim.Acta* 88, 31-36.
- Norum, K.R. (1977). Transport of lipids in blood plasma. *Biblhca Nutr. Dieta* 25, 70-77.
- Nutrient intake in the Netherlands, a pilot study. Ministry of public health and environmental hygiene. Leidschendam (1975).
- Onitiri, A.C. and Lewis, B. (1977). Measurement of the apoproteins of human serum lipoproteins by Rocket immunoelectrophoresis. *Clin.Chim.Acta* 79, 39-45.
- Palmer, G.H. and Dixon, D.G. (1966). Effect of pectin dose on serum cholesterol levels. *Am.J.Clin.Nutr.* 18, 437-442.
- Payler, D.K. (1973). Food fibre and bowel behaviour. *Lancet* i, 1394.
- Payler, D.K., Pomare, E.W., Heaton, K.W., and Harvey, R.F. (1975). The effect of wheat bran on intestinal transit. *Gut* 16, 209-213.
- Persson, I., Raby, K., Fønss-Bech, P. and Jensen, E. (1976). Effect of prolonged bran administration on serum levels of cholesterol, ionized calcium and iron in the elderly. *J.Am.Geriatrics Soc.* 24, 334-335.
- Peterson, V.E., Crapo, P.A., Weininger, J., Ginsberg, H. and Olefsky, J. (1975). Quantification of plasma cholesterolemic subjects receiving ascorbic acid supplements. *Am.J.Clin.Nutr.* 28, 584-587.

- Raymond, T.L., Connor, W.E., Lin, D.S., Warner, S., Fry, M.M. and Connor, S.L. (1977). The interaction of dietary fibers and cholesterol upon the plasma lipids and lipoproteins, sterol balance, and bowel function in human subjects. *J.Clin.Invest.* 60, 1429-1437.
- Reinhold, J.G., Faradji, B., Abadi, P., and Ismail-Beigi, F. (1976). Decreased absorption of calcium, magnesium, zinc and phosphorus by humans due to increased fiber and phosphorus consumption as wheat bread. *J.Nutr.* 106, 493.
- Rhodes, J., Jones, G.R., Newcombe, R.G. and Davies, D. (1978). Effect of dietary bran on serum lipids in patients with previous myocardial infarction, with gall stones, and in normal subjects. *Curr.Med.Res.Opin.* 5, 310-314.
- Samuel, P., Watermeyer, G., Meilman, E. and Fehrsen, S. (1978). The relationship between serum cholesterol and fecal 7 α -dehydroxylase activity in three ethnic groups in South Africa. *Atherosclerosis* 31, 177-184.
- Sacks, F.M., Rosner, B. and Kass, E.H. (1974). Blood pressure in vegetarians. *Am.J.Epidemiol.* 5, 390-398.
- Sandstead, H.H., Munoz, J.M., Jacob, R.A., Klevay, L.M., Reck, S.J., Logan, G.M., Dintzis, F.R., Inglett, G.E. and Shuey, W.C. (1978). Influence of dietary fiber on trace element balance. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 180 - S 184.
- Schaefer, E.J., Levy, R.I., Anderson, D.W., Danner, R.N., Brewer, H.B., and Blackwelder, W.C. (1978). Plasma-triglycerides in regulation of H.D.L.-cholesterol levels. *Lancet* ii, 391-392.
- Schneeman, B.O. (1978). Effect of plant fiber on lipase, trypsin and chymotrypsin activity. *J.Fd.Sci.* 43, 634-635.
- Schonfeld, G., Weidman, S.W., Witztum, J.L. and Bowen, R.M. (1976). Alterations in levels and interrelations of plasma apolipoproteins induced by diet. *Metabolism* 25, 261-275.
- Shepherd, J., Packard, C.J., Patsch, J.R., Gotto, A.M. and Taunton, O.D. (1978). Effects of dietary polyunsaturated and saturated fat on the properties of high density lipoproteins and the metabolism of apolipoprotein A-I. *J.Clin. Invest.* 61, 1582-1592.
- Shier, N.W., Conley, T., Davis, C., Fealk, F., Hubbard, M., Hys~~cz~~ak, O., Hys~~cz~~ak, R. and Justice, B. (1978). Human serum cholesterol and triglyceride responses to the consumption of a diet high in cellulose. *Fed.Proc.* 37, 542.
- Slavin, J.L. and Marlett, J.A. (1977). Individual variability of gastro intestinal transit time in human subjects on controlled, defined dietary intakes. *Fed.Proc.* 36, 1119.
- Snedecor, G.A. and Cochran, W.G.. Statistical methods. Ames, Iowa: the Iowa State University Press, 1967.

- Soest, P.J. van, and McQueen, R.W. (1973). The chemistry and estimation of fibre. *Proc.Nutr.Soc.* 32, 123-131.
- Soest, P.J. van (1978). Dietary fibers: their definition and nutritional properties. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 12 - S 20.
- Soloni, F. (1971). A simplified manual micromethod for the determination of serum triglycerides. *Clin.Chem.* 17, 529.
- Southgate, D.A.T. (1969). Determination of carbohydrates in foods. I. Available carbohydrates. *J.Sci.Food Agric.* 20, 326-360.
- Southgate, D.A.T. and Durnin, J.V.G.A. (1970). Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. *Br.J.Nutr.* 24, 517-535.
- Southgate, D.A.T., Bailey, B., Collinson, E. and Walker, A.F. (1976). A guide to calculating intakes of dietary fibre. *J.Human Nutr.* 30, 303-313.
- Southgate, D.A.T. (1978). Dietary fiber: analysis and food sources. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 107 - S 110.
- Southgate, D.A.T., Bingham, S., and Robertson, J. (1978). Dietary fibre in the British diet. *Nature* 274, 51-52.
- Spiller, G.A. Ed. (1978). Topics in dietary fiber research. Plenum Press, New York, London.
- Spiller, G.A. and Amen, R.J. (1976). (eds.). Fiber in human nutrition. Plenum Press, New York.
- Spiller, G.A., Chernoff, M.C., Shipley, E.A., Beigler, M.A. and Briggs, G.M. (1977^a). Can fecal weight be used to establish a recommended intake of dietary fiber (plantix)? *Am.J.Clin.Nutr.* 30, 659-661.
- Spiller, A., Chernoff, M.C., Cooper, W.C. and Beigler, A. (1977^b). Correlation of intestinal transit time with fecal weight in human subjects at two levels of dietary fiber intake. *Fed.Proc.* 36, (3), 1119 (nr. 4485).
- Stamler, J., Berkson, D.M. and Lindberg, H.A. (1971). Risk factors: their role in the etiology and pathogenesis of the atherosclerotic diseases. In: Pathogenesis of atherosclerosis. Ed. Wissler, R.W. and Geer, J.C.. Am.Ass. Pathologists Bacteriologists. Montreal, Canada.
- Stasse-Wolthuis, M., Rietberg-Brussaard, J.H., Zondervan, J.H., Bausch, J.E., and Velema, J.P. (1978). Invloed van voedingsvezel op cholesterol-stofwisseling en darmpassagetijd bij gezonde vrijwilligers. Landbouwhogeschool, vakgroep Humane Voeding, Wageningen. Rapport 78-06.
- Stasse-Wolthuis, M., Katan, M.B. and Hautvast, J.G.A.J. (1978^a). Fecal weight, transit time, and recommendations for dietary fiber intake. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 909-910.

- Stasse-Wolthuis, M., Hautvast, J.G.A.J., Hermus, R.J.J., Katan, M.B., Bausch, J.E., Rietberg-Brussaard, J.H., Velema, J.P., Zondervan, J.H., Eastwood, M.A. and Brydon, W.G. (1979). The effect of a natural high-fiber diet on serum lipids, fecal lipids and colonic function. *Am.J.Clin.Nutr.* 32, accepted for publication.
- Story, J.A. and Kritchevsky, D. (1976). Comparison of the binding of various bile acids and bile salts in vitro by several types of fiber. *J.Nutr.* 106, 1292-1294.
- Story, J.A. and Kritchevsky, D. (1978). Bile acid metabolism and fiber. *Am.J. Clin.Nutr.* 31, S 199 - S 202.
- Subbiah, R. (1973). Dietary plant sterols: current status in human and animal sterol metabolism. *Am.J.Clin.Nutr.* 26, 219-255.
- Supelco, Inc. Bellefonte, Pennsylvania USA (1974). Cyanosilicones - problems & plaudits. *Chromatography Lipids* 8 (5), 1-2.
- 4th Symposium Marabou (1976). Food and Fibre. In: *Nutr.Rev.* 35 (1977).
- Symposium on role of dietary fiber in health (1977). *Suppl.Am.J.Clin.Nutr.* 31 (10) (1978).
- Thomas, B. and Elchazly, M. (1976). Funktionelle Wirkungen und Veränderungen der Ballaststoffe des Weizens während der Verdauungsablaufes. *Qual.Plant. - Pl. Fds.Hum.Nutr.* 26, 211-216.
- Trowell, H. (1976). Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *Am.J.Clin.Nutr.* 29, 417-427.
- Trowell, H., Southgate, D.A.T., Wolever, T.M.S., Leeds, A.R., Gassull, M.A. and Jenkins, D.J.A. (1976). Dietary fibre redefined. *Lancet* i, 967.
- Trowell, H. (1978^a). The development of the concept of dietary fiber in human nutrition. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 3 - S 11.
- Trowell, H. (1978^b). Diabetes mellitus and dietary fiber of starchy food. *Am.J. Clin.Nutr.* 31, S 53 - S 57.
- Truswell, A.S. and Kay, R.M. (1976). Bran and blood-lipids. *Lancet* i, 367.
- Truswell, A.S. (1978). Diet and plasma lipids - a reappraisal. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, 977-989.
- Walker, A.R.P. (1976). Colon cancer and diet, with special reference to intakes of fat and fiber. *Am.J.Clin.Nutr.* 29, 1417-1426.
- Walker, A.R.P. (1978). The relationship between bowel cancer and fiber content in the diet. *Am.J.Clin.Nutr.* 31, S 242 - S 251.
- Walters, R.L., McLean Baird, I., Davies, P.S., Hill, M.J., Drasar, B.S., Southgate, D.A.T., Green, J., and Morgan, B. (1978). Effects of two types of dietary fibre on faecal steroid and lipid secretion. *Br.Med.J.* 2, 536-538.

- Weihrauch, J.L. and Gardner, J.M. (1978). Sterol content of foods of plant origin. J.Am.Diet.Ass. 73, 39-47.
- Wilkins, T.D. and Hackman, A.S. (1974). Two patterns of neutral steroid conversion in the feces of normal North Americans. Cancer Res. 34, 2250-2254.
- Williams, R.D. and Olmsted, W.H. (1936). The effect of cellulose, hemicellulose and lignin on the weight of the stool. A contribution to the study of laxation in man. J.Nutr. 11, 433-449.
- Woods, A.E. and Durand, L.W. (1977). Laboratory Manual in Food Chemistry. The Air Publishing Company Inc.. Westport Connecticut.
- Wyman, J.B., Heaton, K.W., Manning, A.P., and Wicks, A.C.B. (1976). The effect on intestinal transit and the feces of raw and cooked bran in different doses. Am.J.Clin.Nutr. 29, 1474-1479.
- Wynder, E.L. and Hirayama, T. (1977). Comparative epidemiology of cancers of the United States and Japan. Prev.Med. 6, 567-594.

werkschema van de vezelproef 1977

PERIODE	vòòr de proef	inloop periode	experimentele periode							
Voedingsenquete	3 dagen	2 dagen	5 dagen							
Bloeddruk	1 x									
Bloedafname	2 x									
Faeces verzamelen										
Ontlastingsfreq. noteren										
week		1	2	3	4	5	6	7	8	

Bijlage B.

Lichaamsgewicht, lengte en percentage lichaamsvet aan het begin van de proef per groep * (gemiddeld $\pm$ 1 S.D.)

		lichaams- gewicht (kg)	lengte (cm)	percentage lichaamsvet (%)
controle	(n = 16)	68,3 $\pm$ 6,5	179 $\pm$ 8	15 $\pm$ 7
groente/fruit	(n = 15)	68,0 $\pm$ 7,0	178 $\pm$ 9	15 $\pm$ 7
pectine	(n = 15)	66,7 $\pm$ 10,4	178 $\pm$ 14	16 $\pm$ 6
zemelen	(n = 16)	68,2 $\pm$ 9,7	180 $\pm$ 12	15 $\pm$ 7

* alle groepen bestonden uit 10 mannen en 5 tot 6 vrouwen.

Bijlage C. Informatie over de proefopzet t.b.v. de deelnemers

Nadere informatie over de voeding tijdens de vezelproef 1977.

Lees a.u.b. dit stencil goed door voor je iets eet dat niet door ons verstrekt is. Let vooral ook op de richtlijnen voor het weekend.

De samenstelling van de voeding

In principe zijn de vier proefvoedingen aan elkaar gelijk, behalve voor wat betreft de hoeveelheid en de soort voedingsvezel. Dit betekent dat de vier groepen niet dezelfde voedingsmiddelen kunnen gebruiken; iedere groep heeft een eigen combinatie van voedingsmiddelen. In de inlooperperiode krijgt iedereen nog dezelfde voeding (tot 26 okt.).

De samenstelling van de voeding is zoveel mogelijk gelijk aan die van de "gemiddelde Nederlandse voeding" (behalve voor voedingsvezel), en wordt hieronder besproken:

vet/cholesterol:

Vet levert ongeveer 38% van de totale energieopname (38 energie%). Het gehalte meervoudig onverzadigde vetzuren mag niet hoger zijn dan 5 energie%.

Het vet is afkomstig van roomboter (levert ook cholesterol), kaas, vleeswaren, melk, jus, slasaus en vlees (of vleesvervanging). Om in het weekend voldoende energie in de vorm van vetten binnen te krijgen, moet er ook in het weekend vlees gegeten worden (of een vleesvervanging, zie bij richtlijnen voor het weekend).

Om de hoeveelheid cholesterol zo gelijkmatig mogelijk te verdelen over de week, zal er elke dag in de warme maaltijd ei worden verwerkt (totaal 3 à 4 eieren per week). Daarnaast zijn geen eieren toegestaan, in het weekend wordt wat ei in de slasaus verwerkt.

eiwitten:

Eiwitten maken ongeveer 12energie% uit van de voeding. De groente- en fruitgroep krijgt iets meer plantaardig eiwit (vnl. uit de groenten), de andere groepen krijgen iets meer dierlijk eiwit (uit kaas, vleeswaar en wat meer melk in de toetjes). Het totaal eiwitgehalte in de vier groepen is wel gelijk.

koolhydraten:

Groente en fruit bevatten veel oligosacchariden (suikers). Daardoor komt de groente- en fruit-groep op een hoog oligosaccharidgehalte. De andere groepen

krijgen weinig groente en fruit (ongeveer 100 gram per dag) omdat ze weinig of geen pectine en ander voedingsvezel mogen opnemen. Deze groepen moeten hun oligosacchariden uit vezelarme (pectinearme) produkten halen zoals suiker, jam, honing, hagelslag, limonadesiroop, rozebottelsiroop, of enkele vruchtensappen.

De laatste twee zijn ook belangrijk i.v.m. het vit. C-gehalte. Jam, rozebottelsiroop, sinaasappelsap en appelsap bevatten nog wel wat pectine, dus dit mag niet onbeperkt gebruikt worden. Van appelsap mag eventueel nog 200 cc gebruikt worden voor de vrije 100 kcal (zie de extra 100 kcal-lijst).

vitamine C:

Vitamine C zou mogelijk invloed kunnen hebben op het cholesterolgehalte van het bloed. Daarom moet de vit. C-opname in de vier groepen gelijk zijn. De groente- en fruit-groep krijgt veel vit. C uit groente en fruit en daarom zullen de andere groepen gelijk getrokken worden met deze groep met behulp van rozebottelsiroop en vruchtensap.

Het gebruik van vitaminepreparaten:

Omdat we het vit. C-gehalte van de voeding gelijk willen houden, willen we vragen om geen vitaminepreparaten te gebruiken zoals:

- vitamine C-tabletten
- davitamon
- daggravit
- gistvlokken/gistextract
- marmite
- coldrex

Mocht je huisarts je wel iets voorschrijven, meld het dan even aan ons en vermeld het ook in je dagboek.

Voedingsvezel en pectine:

Buiten de verstrekte voedingen mogen er geen voedingsmiddelen gebruikt worden, die voedingsvezel of pectine bevatten. De totale hoeveelheid voedingsvezel en pectine die je mag gebruiken wordt dus door ons verstrekt (bij alle vier proefvoedingen).

Energiegroepen:

Aan de hand van de voedingsenquêtes die je voor de proef hebt ingevuld, is berekend hoeveel energie je gemiddeld hebt verbruikt. Je bent ingedeeld in die energiegroep, die ongeveer diezelfde hoeveelheid energie krijgt.

Bijvoorbeeld:

Je bent ingedeeld in energiegroep 4, d.w.z. ongeveer 2300 kcal/dag. Je krijgt dan van ons in de warme maaltijd en met de mee te nemen produkten ongeveer 2200 kcal/dag, en er zijn nog 100 kcal/dag vrij te gebruiken.

Koffie en thee (met de hoeveelheid suiker en melk die je gewend bent) zijn ook vrij te gebruiken. Hiermee is rekening gehouden bij de indeling in energiegroepen.

Als alles goed gaat, blijf je op hetzelfde gewicht tijdens de proef. Je mag maximaal 2 kilo aankomen of afvallen. Meer gewichtverandering zou invloed kunnen hebben op de cholesterol-stofwisseling. Als het nodig is, kun je overgaan naar een andere energiegroep, eventueel gedeeltelijk (bv. van 4 naar 4+).

De verstrekkingen:

Tijdens de proef krijg je bijna de volledige voeding verstrekt, nl. de warme maaltijd (van maandag tot en met vrijdag op de afdeling voeding) en voor de andere maaltijden krijg je alle produkten mee. Op je kaartje voor de warme maaltijd staat vermeld in welke energiegroep je hoort. Wil je dit kaartje elke dag weer achterlaten in kamer 146? Op de bijgevoegde lijsten kun je zien hoeveel je per dag krijgt. We willen je vragen alle voedingsmiddelen die je krijgt ook op te eten! Mocht dit onverhoopt niet lukken (vergeten of bv. door ziekte) schrijf dit dan in je dagboek s.v.p.

Het vervoer van voedingsmiddelen:

Een aantal voedingsmiddelen moet koel gehouden worden. We hebben daarom voor iedere proefpersoon twee koeldozen aangeschaft, waarin met behulp van koelelementen enige koeling wordt verkregen. Leg thuis alles zo snel mogelijk in de koelkast.

Neem iedere dag s.v.p. de lege koeldoos en de koelelementen weer mee terug naar de afdeling, waar je de doos kan omruilen voor een volle doos. Deze staat in je eigen vak klaar, als je tussen de middag komt voor de warme maaltijd. Om de doos goed af te kunnen sluiten, wordt er een stuk elastiek bij geleverd, dat je elke dag opnieuw kunt gebruiken. Er is er maar één per persoon, verlies het dus niet. Verder zijn er papieren draagtassen ter beschikking. Wees a.u.b. zuinig op de dozen en de koelelementen.

Keuzeformulieren:

Iedere vrijdag vind je in je vak een keuzeformulier voor de komende week. Vul daarop in of je melk of yoghurt wilt en welk soort zoet beleg op brood. Laat het daarna weer achter in je vak.

Welke voedingsmiddelen zijn vrij te gebruiken?

Een aantal produkten is vrij te gebruiken. Dat zijn koffie en thee, al of niet met suiker en koffiemelk. Wel graag je gewoonte van voor de proef blijven volgen (chocolade is niet toegestaan, omdat er voedingsvezel en pectine in zit).

Verder zijn vrij: mineraalwater (niet alle merken), en ontvette bouillon. Deze zijn laag in energie en bevatten geen of nauwelijks pectine en voedingsvezel. Voor de merken mineraalwaters die zijn toegestaan: zie de extra 100 kcal-lijst.

Extra 100 kcal:

Per dag zijn 100 kcal vrij naar keuze. Ze zijn opgenomen in de berekening van het energieverbruik en je moet er dus elke dag wat voor kiezen.

Uiteraard mag je niet kiezen uit voedingsmiddelen die:

- voedingsvezel en/of pectine bevatten
- erg cholesterolrijk zijn
- eenzijdig zijn in de samenstelling (bv. alleen vet bevatten)
- invloed hebben op de darmpassagetijd
- invloed hebben op bloedlipidegehalten, bv. veel linolzuur
- een onbekende samenstelling hebben

We hebben een lijst samengesteld van produkten die je wel mag gebruiken en de hoeveelheid daarvan. Op deze lijst staan produkten die of evenwichtig van samenstelling zijn, dus opgebouwd uit vet, eiwit en koolhydraten of alleen koolhydraten en alcohol bevatten. Produkten die vnl. eiwit of vet bevatten zijn dus niet toegestaan. O.h.a. geldt dat je produkten die niet op de lijst staan niet mag eten, tenzij je hierover met ons hebt overlegd.

Kies dus elke dag uit deze lijst een produkt en noteer svp
achter in je dagboek wat je gekozen hebt.

Richtlijnen voor het weekend:

In de weekends zijn er geen maaltijden op de afdeling. Je krijgt hiervoor extra produkten mee, evenals enkele recepten. Vlees wordt voor het weekend niet meegegeven omdat dit slecht houdbaar is (voor soort en hoeveelheid: zie onderstaande lijst).

Eventueel kun je kiezen uit de lijst met vervangingen. Kies in elk geval wat, want het is belangrijk voor je energieopname en de samenstelling van je voeding.

Vlees of vleesvervanging voor het weekend:

In verband met de hoeveelheid vet die je per dag moet opnemen, kun je geen mager rundvlees, vis of kip kiezen en ook geen vet varkensvlees. Ei is evenmin toegestaan.

Kies elke zaterdag en elke zondag uit een van de volgende mogelijkheden:

75g gemiddeld rund- of varkensvlees, of mager varkensvlees

d.w.z. rundvlees met klein randje vet, rundergehakt, tartaar, poulet, schenkel, rollade, sucadelappen, blinde vink, of varkensvlees zonder randje vet, rollade, karbonade, hamlappen, ham.

75g kip zonder bot, met vel (met bot 100-150g), kippe- of kalkoenrollade.

(vel erbij eten i.v.m. vet!)

75g vette vis, zoals makreel, haring (vers, zout of zuur)

50g sardientjes (zonder olie)

100g gebakken vis (kant en klaar gekocht, niet zelf gebakken)

50g v.v. of 40+ kaas, roomkaas, brie, camembert, emmenthaler, blue fort, Limburgse kaas, kernhem (geen komijne- of nagelkaas, geen kaas met knoflook, kruiden of peper)

500g volle of halfvolle melk of yoghurt, dus extra naast de verstrekte hoeveelheden.

Gebruik van kruiden:

Knoflook en uien (naast de verstrekte hoeveelheid) zijn niet toegestaan, omdat de bloedlipidensamenstelling hierdoor wordt beïnvloed. Dit geldt ook voor knoflook- en uienpoeder!

In verband met een mogelijke invloed op de darmpassagetijsd moet het gebruik van een aantal kruiden worden beperkt, nl. kaneel en scherpe kruiden zoals kerrie en sambal. Een klein scheutje ketjap is toegestaan.

Mocht je toch nog vragen hebben dan kun je altijd bij ons terecht, tel. 82503.

Marianne, Marita, Joke, Wil, Hugo, Gerdi.

Bijlage D. Verstrekte hoeveelheden voedingsmiddelen
per energiegroep

Bijlage D1. Controlegroep

Te verstrekken hoeveelheden per dag

Energiegroep	0	0+	1-	1	1+	2	2+	3	3+	4	4+	5	5+
witbrood (sneden)	4	4	5	5	6	6	7	6	7	7	8	9	10
roomboter (g)	2½	10	10	10	15	20	25	25	30	25	30	25	30
kaas (plakken van g)	1	1	1	1	1		1	2		3			3
vleeswaar (plakken van g)	2	2	2	2	2	3	3	3		2			3
jam (14g) of hagelslag (8g)	1	-	1	-	-	2	2	1		2			2
honing (15g) of jam (21g)	-	1	1	1	1	1	1	1		1			1
vlees (of vervanging)	1	1	1	1	1	1	1	1		1			1
portie van 75 g													
margarine in jus of saus (g)	4	4	9	9	9	9	9	9		13			18
rauwkost (g)	50	50	50	50	50	50	50	50		50			75
slasaus (g)	7	7	10	10	10	13	13	13		15			22
ei (bij sla) (g)	-	-	-	-	-		5	5		5			10
aardappelen of macaroni gaar (g)	50	50	100	100	100	100	100	100		150			200
dessert (g)	100	100	100	100	100	150	150	150		150			150
melk (cc)	250	250	250	250	250	250	250	250		250			250
sinaasappelsap (pakjes)	-	½	-	-	-		1	1		1			1
appelsap (pakjes) 200 cc	-	½	-	1	1	-	-	1		1			1
rozebottelsiroop (cc)	20	10	25	25	25	-	-	10		10			20
suiker (<u>niet</u> verstrekt) (g)	-	-	-	10	10	15	15	20		20			20

[illegible]

vervolg bijlage D1.

Energiegroep	6	6+	7	7+	8	9	10	11
witbrood (sneden	10	11	10	11	12	13	14	15
roomboter (g)	30	35	30	35	30	35	40	40
kaas (plakken)	4		4		4	4	4	4
vleeswaar (plakken)	3		3		4	5	6	6
jam (14 g) of	2		2		2	2	2	3
hagelslag (8g)								
honing (15g) of	1		1		2	2	2	2
jam (21g)								
vlees (of vervanging)	1		1		1	1	1	1
portie								
margarine in jus of saus (g)	18		18		22	22	26	31
rawkost (g)	75		75		75	75	100	100
slasaus (g)	22		22		22	22	30	30
ei (bij sla) (g)	5		15		20	20	25	25
aardappelen of	200		200		250	250	300	350
macaroni gaar (g)								
dessert (g)	200		200		200	200	200	300
melk (cc)	250		500		500	500	500	750
sinaasappelsap (pakjes)	1		2		2	2	2	2
appelsap (pakjes)	1		1		1	1	2	1
rozebottelsiroop (cc)	20		-		-	-	-	-
suiker (niet verstrekt)	25		30		30	30	30	30
totaal kcal	2800	2925	3050	3175	3300	3450	3800	4100
(incl. vrije kcal).								

vervolg bijlage D1.

Verstrekke hoeveelheden voedingsmiddelen voor het weekend

energiegroep	extra boter (g)	slasaus (g)	ei (g)	macaroni of rijst (g) voor 1 dag	aardappelen schoon gew. (g) voor 1 dag	extra melk (cc)
0	10	14	-	20	50	150
0+	10	14	-	20	50	150
1-	20	20	-	40	100	150
1/1+	20	20	-	40	100	150
2 tot 3+	20	30	-	40	100	250
4/4+	30	30	10	60	150	250
5/5+	40	44	20	80	200	250
6/6+	40	44	20	80	200	350
7/7+	40	44	20	80	200	350
8/9	50	44	20	100	250	350
10	50	60	30	120	300	350
11	60	60	30	140	350	500

N.B. Voor boter, slasaus, ei en extra melk voor het toetje (en ook voor het fruit (zie weekend-receptuur)) geldt dat je de helft op zaterdag en de andere helft op zondag moet consumeren!

Prettig weekend!

Bijlage D2. Groente- en fruit-groep

Te verstrekken hoeveelheden per dag

N.B. Wil je het fruit met schil eten?

Energiegroep	0	0+	1-	1	1+	2	2+	3	3+	4	4+	5	5+
witbrood (snedes)	4	4	5	5	6	4	5	5	6	6	7	8	9
roomboter (g)	7½	15	15	20	25	20	25	25	30	20	25	25	30
kaas (plakken)	½	½	½	½	½	2	2	3	3	3	4	4	3
vleeswaar (plakken)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
tomaat (g) *	85	-	100	85	85	145	145	50	50	170	170	170	170
banaan (g) *	-	100	100	-	-	50	50	50	-	-	-	-	-
vlees (of vervanging)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
portie													
margarine in jus,	5	5	10	14	14	14	14	14	14	14	14	20	20
groente of saus (g)													
rauwkost (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
slasaus (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ei (g)	-	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	15	15
aardappelen of	-	-	50	100	100	100	100	100	100	100	100	150	150
macaroni gaar (g)													
dessert (g)	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	150	150	150
gekookte groente (g)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	400	400
melk (cc)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
appels (aantal)	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4
suiker (niet verstrekt)	-	-	-	-	-	15	15	20	20	20	20	20	20
(g)													

totaal kcal 1150 1300 1400 1550 1675 1800 1925 2050 2175 2300 2425 2550 2675
(incl. vrije kcal).

*) zie bijlage

vervolg bijlage D2

Energiegroep	6	6+	7	7+	8	9	10	11
withbrood (seden)	8	9	8	9	10	11	11	13
roomboter (g)	20	25	25	30	35	45	35	45
kaas (plakken)	4	4	4	4	5	5	5	7
vleeswaar (plakken)	5	4	4	4	3	3	5	5
tomaat (g) x)	50	50	145		255	200	300	255
banaan (g) x)	50	50	50		50	-	120	120
vlees (of vervanging) portie	1	1	1	1	1	1	1	1
margarine in jus, groente of saus (g)	25	25	25		25	25	30	30
rauwkost (g)	50	50	50		50	75	75	75
slasaus (g)	10	10	10		10	10	20	20
ei (g)	10	10	20		20	20	25	25
aardappelen of macaroni gaar (g)	200	200	200		200	200	250	250
dessert (g)	200	200	200		300	300	300	300
gekookte groente (g)	400	500	500		500	500	500	500
melk (cc)	250	500	500		500	500	500	750
appels (aantal)	4	4	4		4	5	5	6
suiker (<u>niet</u> verstrekt)	25	30	30		30	30	30	30

totaal kcal (incl. vrije kcal).	2800	2925	3050	3175	3300	3450	3800	4100
------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

x) zie bijlage

vervolg bijlage D2.

Verstreckte hoeveelheden voedingsmiddelen voor het weekend

energiegroep	extra boter (g)	slasaus (g)	ei (g)	macaroni of rijst (g) voor 1 dag	aardappelen schoon gew. (g) voor 1 dag
0	10	-	-	-	-
0+	10	-	-	-	-
1-	20	-	-	20	50
1	30	-	-	40	100
2 tot 3+	30	-	-	40	100
4/4+	30	-	10	40	100
5/5+	40	-	20	60	150
6/6+	50	20	20	80	200
7/7+	50	20	20	80	200
8/9	50	20	30	80	200
10	60	40	40	100	250
11	60	40	30	100	250

N.B. In plaats van extra melk krijg je nu fruit mee als dessert
(zie hiervoor de weekend-receptuur).

Voor boter, slasaus en ei geldt dat je de helft op zaterdag en de andere
helft op zondag moet consumeren (geldt ook voor het fruitdessert).

Prettig weekend!

Bijlage Groente-fruitgroep

De in de tabel vermelde waarden voor tomaat en banaan zijn gemiddelde waarden per week. Bij sommige energiegroepen wordt 4 x per week tomaat verstrekt en 3 x banaan. Bij sommige groepen wordt alleen tomaat gegeven, bij andere weer alleen banaan (i.v.m. gemiddeld gewicht van deze vruchten). Voor exacte hoeveelheden per dag zie onderstaande tabel:

Energiegroep	dag 1, 3, 5, 7	dag 2, 4, 6
	ma,wo,vr,zo	di,do,za
0	85 tomaat	85 tomaat
0+	100 banaan	100 banaan
1-	170 tomaat	220 banaan
1	85 tomaat	85 tomaat
2	255 tomaat	120 banaan
3	85 tomaat	120 banaan
4	170 tomaat	170 tomaat
5	170 tomaat	170 tomaat
6	85 tomaat	120 banaan
7	255 tomaat	120 banaan
8	365 tomaat	120 banaan + 110 tomaat
9	200 tomaat	200 tomaat
10	300 tomaat + 120 banaan	300 tomaat + 120 banaan
11	255 tomaat + 120 banaan	255 tomaat + 120 banaan

Bijlage D3. Pectine-groep

N.B. de hoeveelheid pectinedessert wordt
in 2 porties gegeven: 1 bij warme
maaltijd, 1 bij broodmaaltijd.

Te verstrekken hoeveelheden per dag

Energiegroep	0	0+	1-	1	1+	2	2+	3	3+	4	4+	5	5+
totaal kcal (incl. vrije kcal)	1150	1300	1400	1550	1675	1800	1925	2050	2175	2300	2425	2550	2675
witbrood (sneden)	4	4	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
roomboter (g)	2½	10	5	15	20	20	25	20	25	25	30	25	30
kaas (plakken)	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3
vleeswaar (plakken)	2	2	2	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
jam (14g) of hagelslag (8g)	1	2	1	-	-	2	-	-	-	2	2	2	2
honing (15g) of jam (21g)	-	-	1	2	2	-	-	2	2	1	1	1	1
vlees (of vervanging) portie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
margarine in jus of saus (g)	4	4	9	9	9	9	9	9	9	13	13	18	18
rauwkost (g)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	75	75
slasaus (g)	7	7	15	15	15	13	13	13	13	15	15	22	22
ei (bij sla) (g)	5	-	5	5	5	5	5	10	10	10	10	15	15
aardappelen of macaroni (gaar) (g)	50	50	100	100	100	100	100	100	100	150	150	200	200
pectinedessert (g)	150	180	200	220	220	250	250	280	280	320	320	350	350
extra biscuit (g)	-	2	-	-	-	2	2	4	4	-	-	4	4
melk (cc)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
sinaasappelsap (pakjes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
rozebottelsiroop (cc)	15	20	20	20	20	25	25	30	30	-	-	-	-
suiker (niet verstrekt) (g)	-	-	-	-	10	15	15	20	20	20	20	20	20

vervolg bijlage D3

Te verstrekken hoeveelheden per dag

Energiegroep	6	6+	7	7+	8	9	10	11
totaal kcal (incl. vrije kcal)	2800	2925	3050	3175	3300	3450	3800	4100
witbrood (sneden)	11	12	11	12	12	13	15	15
roomboter (g)	30	35	30	35	35	40	40	40
kaas (plakken)	3			3	3	4	4	4
vleeswaar (plakken)	4			4	4	4	5	6
jam (14g) of hagelslag(8g)	3			2	2	-	1	-
honing (15g) of jam (21g)	-			1	2	3	3	4
vlees (of vervanging) portie	1			1	1	1	1	1
margarine in jus of saus (g)	18			18	22	22	26	31
rauwkost (g)	75			75	75	75	100	100
slausaus (g)	22			22	22	22	30	30
ei (bij sla) (g)	15			15	20	20	25	25
aardappelen of macaroni gaar (g)	200			200	250	250	300	350
pectinedessert (g)	390			410	450	480	520	560
extra biscuit	-			-	-	-	-	-
melk (cc)	250			500	500	500	500	750
sinaasappelsap (pakjes)	1			1	1	1	1	1
rozebottelsiroop (cc)	10			10	15	20	20	25
suiker (niet verstrekt) (g)	25			30	30	30	30	30

vervolg bijlage D3.

Verstrekke hoeveelheden voedingsmiddelen voor het weekend

energiegroep	extra boter (g)	slasaus (g)	ei (g)	macaroni of rijst (g) voor 1 dag	aardappelen schoon gew. (g) voor 1 dag
0	10	14	-	20	50
0+	10	14	-	20	50
1-	20	30	-	40	100
1/1+	20	30	-	40	100
2 tot 3+	20	30	2:- 3:10	40	100
4/4+	30	30	10	60	150
5/5+	40	44	10	80	200
6/6+	40	44	20	80	200
7/7+	40	44	20	80	200
8/9	50	44	20	100	250
10	50	60	30	120	300
11	60	60	30	140	350

N.B. Bij de weekendverstrekking zijn 5 pectine-desserts:

1 voor vrijdag, 2 voor zaterdag en 2 voor zondag. Omdat in deze pectine-toetjes vruchtensap en melkprodukten zijn verwerkt, krijg je nu voor het weekend geen extra melk en fruit meer mee.

Voor boter, slasaus en ei geldt dat je de helft op zaterdag, en de andere helft op zondag moet consumeren.

Prettig weekend!

Bijlage D4. zemelen-groep

Te verstrekken hoeveelheden per dag

Energiegroep	0	0+	1-	1	1+	2	2+	3	3+	4	4+	5	5+
bruin brood (sneden)	4	4	4	5	6	6	7	6	7	7	8	9	10
roomboter (g)	5	15	10	15	20	30	35	25	30	25	30	30	35
kaas (plakken)	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
vleeswaar (plakken)	1	1	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3	3
jam (14g) of	1	-	2	-	-	2	2	1	1	2	2	2	2
hagelslag(8g)													
honing (15g) of	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
jam (21g)													
vlees (of vervanging)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
portie													
margarine in jus	4	4	9	9	9	9	9	9	9	13	13	18	18
of saus (g)													
rauwkost (g)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	75	75
slasaus (g)	7	7	10	15	15	15	15	15	15	15	15	22	22
ei (bij sla) (g)	-	-	-	5	5	5	5	5	5	10	10	15	15
aardappelen of	50	50	100	100	100	100	100	100	100	150	150	200	200
macaroni gaar (g)													
dessert (g)	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	150	150	150
zemelen in dessert (g)	2	4	5	3	3	4	4	8	8	9	9	4	4
melk (cc)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
sinaasappelsap	-	1/2	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
(pakjes)													
appelsap (pakjes)	-	1/2	-	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1
rozebottelsiroop (cc)	20	10	25	25	25	-	-	10	10	10	10	20	20
suiker (niet verstrekt)	-	-	-	10	10	15	15	20	20	20	20	20	20
(g)													

totaal kcal 1150 1300 1400 1550 1675 1800 1925 2050 2175 2300 2425 2550 2675
(incl. vrije kcal).

Bijlage D4. Zemelengroep: vervolg

Te verstrekken hoeveelheden per dag N.B. Alle + groepen krijgen 1 snee wit brood extra i.p.v. "zemelen"brood.

Energiegroep	6	6+	7	7+	8	9	10	11
bruin brood (seden)	10	11	10	11	12	13	14	15
roomboter (g)	30	35	35	40	35	35	55	50
kaas (plakken)	3				3	3	3	3
vleeswaar (plakken)	4				4	5	5	4
jam (14g) of	2				2	2	2	3
hagelslag (8g)								
honing (15g) of	1				2	2	2	2
jam (21g)								
vlees (of vervanging)	1				1	1	1	1
portie								
margarine in jus	18				22	22	26	31
of saus (g)								
rauwkost (g)	75				75	75	100	100
slasaus (g)	22				22	22	30	30
ei (bij sla) (g)	5				20	20	25	30
aardappelen of	200				250	250	300	350
macaroni gaar (g)								
dessert (g)	200				200	200	200	300
zemelen in dessert (g)	4				4	1	4	8
melk (cc)	250				500	500	500	750
sinaasappelsap (pakjes)	1				2	2	2	2
appelsap (pakjes)	1				1	1	2	1
rozebottelsiroop (cc)	20				-	-	-	-
suiker (niet verstrekt) (g)	25				30	30	30	30
totaal kcal (incl. vrije kcal).	2800	2925	3050	3175	3300	3450	3800	4100

Vervolg bijlage D4:
Verstrekke hoeveelheden voedingsmiddelen voor het weekend.

energiegroep	extra boter (g)	slasaus (g)	ei (g)	macaroni of rijst (g) voor 1 dag	aardappelen schoon gew. (g) voor 1 dag	extra melk	zemelen (g)
0	10	14	-	20	50	150	4
0+	10	14	-	20	50	150	8
1-	20	20	-	40	100	150	10
1	20	30	10	40	100	150	6
1+	20	30	10	40	100	150	6
2/2+	20	30	10	40	100	250	8
3/3+	20	30	20	40	100	250	16
4/4+	30	30	20	60	150	250	18
5/5+	40	44	20	80	200	250	8
6/6+	40	44	20	80	200	350	8
7/7+	40	44	20	80	200	350	14
8	50	44	30	100	250	350	8
9	50	44	30	100	250	350	2
10	50	60	30	120	300	350	8
11	60	60	40	140	350	500	16

N.B. Verwerk de zemelen in het toetje.

Voor boter, slasaus, extra melk voor het toetje, zemelen (en voor het fruit (zie weekend-receptuur)) geldt dat je de helft op zaterdag, en de andere helft op zondag moet consumeren.

Prettig weekend.

Bijlage E. Keuzelijst voor 100 "vrije" kcal (420 kJ)

Wat levert 100 kcal?

Melk en melkprodukten

25 g	brie	
30 g	camembert	
30 g	kaas, edammer 40+	= 3 blokjes van 2.2.2 cm
30 g	kaas, volvet goudse	= " " "
35 g	kaas, smeerkaas volvet	= twee normale broodbeleggingen
40 g	kaas, smeerkaas 40+	= " " "
175 g	volle melk	= 1 automaatbeker
200 g	halfvolle melk	= 1 kleine mok
25 g	slagroom met suiker	= 2 eetlepels
175 g	volvette yoghurt	= 1 automaatbeker, vol
100 g	vanillevla	= 5 eetlepels
140 g	vanillevla, mager	= 1 klein dessertschaaltje

Vleeswaren en vis

25 g	bloedworst	= 1 dikke plak
30 g	boterhamworst	= 2-3 plakjes
20 g	cervelaatworst	= 2-3 plakjes
50 g	cornedbeef	= 3 plakjes
35 g	gekookte ham	= 2 dunne plakjes
40 g	knakworst	= 2 stuks
30 g	leverpastei	= 2 broodbeleggingen
30 g	leverworst	= 2 plakjes
30 g	luncheonmeat	= 1/7 deel blikje
20 g	paté	= 1 normale broodbelegging
35 g	pekervlees	= 3-4 plakjes
25 g	rookworst	= 1/9 rookworst
50 g	zure haring zonder ui of augurk	= 1/2
50 g	zoute haring zonder ui	= 1/2
30 g	makreel	
30 g	sardines	= 2-3 stuks
30 g	zalm uit blik	= 1/4 deel van klein blikje

vervolg bijlage E

Dranken

200 cc.	appelsap	= 1 limonadeglas
50 cc.	bessenjenever	= 1 1/2 borrelglas
300 cc.	bier (oud)	= 1 glas
250 cc.	bier (pils)	= 1 glas
90 cc.	campari	= 1 klein wijnglas
45 cc.	cognac	
225 cc.	cola	
40 cc.	whisky	= 1 borrelglas
50 cc.	beerenburger	
200 cc.	frisdrank	= 1 flesje fanta, sinas, cassis, 7-up = 1 limonadeglas
50 cc.	oude of jonge jenever	= 1 1/2 borrelglas
60 cc.	port	= 1 glas
40 cc.	rum	= 1 borrelglas
80 cc.	sherry	= 1 1/2 glas
400 cc.	tonic	
125 cc.	rode wijn (geen zoete spaanse)	= 1 glas
100 cc.	witte wijn	= 1 glas
70 cc.	vermouth	= 1 1/2 glas

Diversen

20 g	cake	= 1 dun plakje
30 g	custard of maizena	= 4 afgestreken eetlepels
25 g	eierkoek	
25 g	hagelslag (geen chocoladesoorten)	= 2 broodbeleggingen
30 g	honing	= 2 broodbeleggingen
40 g	kauwgom	= 10 blaadjes of 20 kussentjes
20 g	koekjes zonder kruiden, nootjes, gember, krenten of rozijnen, kokos, chocolade	= 1-2 stuks
25 g	lange vingers	= 3 stuks
25 g	maria biscuit	= 5 stuks
30 g	puddingpoeder, zonder fruit, koekjes en geen chocoladesmaak,	= = 3 afgestreken eetlepels
25 g	pepermunt	= 12 stuks

vervolg bijlage E

20 g	sprits	= 1/2
25 g	stroop, geen appelstroop,	= 1 1/2 eetlepel
20 g	stroopwafel	= 1 stuks
20 g	toffee, geen chocoladesmaak	= 4 stuks
70 g	vanilleijs	= 1 ijsje op een stokje
50 g	roomijs	= 1 bolletje
25 g	zuurtjes	= 4 stuks
25 g	zoute stengels (pepsels)	= 25 stuks
20 g	cream cracker	= 2 1/2 stuks (geen knäckebröt)
25 g	beschuit	= 2 1/2
30 g	vermicelli	
30 g	matzes	= 5 kleine of 3 grote
30 g	toast	= 6 kleine
30 g	melba toast	= 10 stuks

Vrij te gebruiken

thee en koffie met suiker en melk, zoals je gewend bent
bronwater, alleen de merken: Spa monopole, Evian, Perrier, Vittel;
bouillon, zonder vet.

Bijlage F: Voorbeeld van een receptenboekje voor het weekend.

Recepten voor de warme maaltijd voor zaterdag en zondag.

Bij de weekendverstrekking krijg je alle ingrediënten voor de maaltijd van zaterdag en zondag mee, behalve het vlees. Je moet dus zelf, zowel voor zaterdag als voor zondag vlees (of vleesvervanging) erbij kopen (voor vleesvervanging zie lijst). Voor één dag krijg je aardappelen mee, voor de andere dag rijst of macaroni. Per dag krijg je slasaus met ei gemengd, voor de rauwkost.

Naast de gebruikelijke hoeveelheid melk of yoghurt krijg je nu extra mee om een toetje te kunnen maken. Het recept dat hierbij gegeven wordt is voor twee dagen.

Voor het toetje krijg je alle ingrediënten mee, zoals suiker, maizena, enz. In plaats van in het toetje kun je deze ingrediënten ook op andere wijze verwerken (bv. maizena om jus te binden). Zorg dan wel dat je de helft op zondag en de andere helft op zaterdag consumeert.

Voor het weekend krijg je één of twee stuks fruit mee (afhankelijk van de energiegroep). (Het eten van fruit is zeer beperkt vanwege het gehalte aan pectine daarin).

Het is de bedoeling dat je het fruit (appel of peer) geschild eet en wel de helft op zaterdag en de helft op zondag.

Degenen, die maar één appel of peer krijgen kunnen die het beste in het toetje of de sla verwerken. Eventueel insmeren met citroen om het goed te kunnen bewaren.

Alle hoeveelheden levensmiddelen zijn afgewogen. Je kunt het controleren met behulp van de tabel op de volgende bladzijde.

Het gebruik van kruiden:

Van sommige kruiden is bekend dat ze invloed hebben op het cholesterolgehalte in het bloed (bv. knoflook). Andere kruiden zoals kaneel beïnvloeden de darmpassagetijsd. Van een aantal kruiden is niet bekend of ze wel of niet hierop invloed hebben. We hebben daarom een lijstje gemaakt welke kruiden je wel gewoon kunt gebruiken, welke met mate te gebruiken zijn en welke verboden zijn. Ze staan op de hoes van het receptenboekje.

vervolg bijlage F.

Receptenboekje voor de groente- en fruit-voeding van het 5e weekend

Energie- groep	wortelen/ gr. kool	snijbonen	bieten	sla	komkommer	ui
1 - 4	300	300	-	-	-	25
5	400	450	-	-	-	25
6	400	450	50	50	50	25
7 - 8 - 9	500	450	160	50	50	25
10-11	500	450	210	75	75	25

Extra appels voor een toetje:

0 - 1	150
2 - 5	225
6 - 7	300
8 - 11	450

Recepten:

Bietensla: de verstrekte ui,
1/2 of 1/4 van de verstrekte slasaus
één of twee appels
de verstrekte bieten

Haal uit de appels het klokkehuis en snijd hem in kleine stukjes.

Meng dit met de bieten, de gesnipperde ui en de slasaus.

Smaakt erg lekker bij gebakken vis of zoute of zure haring.

Snijbonen Milanaise:

Kook de snijbonen ongeveer 15 minuten. Bak in ongeveer 10 gram boter de ui (gesnipperd) en de in stukjes gesneden cervelaatworst (uit de vleeswaar-verstrekking). Meng dit door de snijbonen en laat de snijbonen nog ongeveer 10 minuten stoven. Kruid met een heel klein beetje nootmuskaat en een snufje zout als je dat nodig vindt.
enz. enz.

Bijlage G.

Voorbeeld van een bladzijde
uit het dagboek.

	MA 31 OKT	DI 1 NOV	WO 2 NOV	D
1				Afwijking voedingsregels (zie voorwoord; nader toelichten)
2				Griep (zie ook 11)
3				Verkoudheid (zie ook 11)
4				Hoofdpijn (zie ook 11)
5				Maag-darm klachten (nader toelichten, zie ook 11) Stoelgang:
6				Verandering van frequentie (per dag/per week; nader toelichten)
7				Verandering van consistentie (nader toelichten)
8				Last van winderigheid
9				Andere klachten (nader toelichten)
10				Ziekte, waarvoor doktershulp werd ingeroepen (eventueel nader toelichten)
11				Gebruik medicijnen/pijnstillers (zie voorwoord; nader toelichten)
12				Slapeloosheid of slaaptekort (zie voorwoord; zie ook 11)
13				Bijzondere gebeurtenissen (zie voorwoord; nader toelichten)
14				Sterke verandering rookgewoonten (zie voorwoord; nader toelichten)
15				Intensieve sportbeoefening (zie voorwoord; nader toelichten) Alleen voor vrouwen:
16				Begin menstruatie
17				Stoppen pilgebruik voor één of meer periodes
18				Begin pilgebruik voor één of meer periodes

Bijlage H Correlaties (regressievergelijkingen) tussen faecesgewicht, darmpassagetijd, serum-cholesterolgehalte, steroïdexcretie en voedingsvezelopname.

y	x	groep	regressievergelijking	r
FW	MTT	alle	$y = -1,1 x + 192,2$	-0,72 A
log FW	log MTT	alle	$y = -0,8 x + 3,5$	-0,82 A
		controle	$y = -0,6 x + 9,7$	-0,66 A
		groente/fruit	$y = -0,9 x + 3,6$	-0,82 A
		pectine	$y = -0,9 x + 3,4$	-0,78 A
		zemelen	$y = -0,6 x + 3,1$	-0,79 A
FW	VECO	alle	$y = 3,6 x + 9,1$	0,78 A
log FW	log VECO	alle	$y = 1,0 x + 0,6$	0,76 A
		controle	$y = 1,5 x + 0,05$	0,87 A
		groente/fruit	$y = 1,7 x - 0,7$	0,81 A
		pectine	$y = 1,4 x - 0,11$	0,75 A
		zemelen	$y = 0,9 x + 0,8$	0,80 A
MTT	VECO	alle	$y = -1,8 x + 121,4$	-0,61 A
log MTT	log VECO	alle	$y = -0,9 x + 3,0$	-0,67 A
		controle	$y = -1,4 x + 3,6$	-0,72 A
		groente/fruit	$y = -1,4 x + 3,9$	-0,72 A
		pectine	$y = -0,9 x + 3,1$	-0,55 B
		zemelen	$y = -1,0 x + 3,1$	-0,59 A
ΔFW	ΔMTT	alle	$y = -0,8 x + 32,6$	-0,59 A
ΔFW	ΔVECO	alle	$y = 2,4 x + 1,8$	0,55 A
Δ MTT	ΔVECO	alle	$y = -1,0 x + 11,3$	-0,34 A
MTT inloop	Hinton inloop	alle	$y = 0,9 x + 2,2$	0,94 A
MTT exp.	Hinton exp.	alle	$y = 0,9 x + 2,0$	0,97 A
ΔMTT	ΔCHOL	alle	$y = -0,3 x - 2,8$	-0,19 C
ΔMTT	Δ STEROÏD	alle	$y = -0,04x + 1,55$	-0,40 A
		controle	$y = -0,06x + 24,5$	-0,69 A
		groente/fruit		-0,08 NS
		pectine	$y = -0,07x + 17,4$	-0,66 A
		zemelen		-0,25 NS
ΔMTT	ΔCONC.STEROÏD	alle	$y = 4,2 x + 4,6$	0,51 A
		controle	$y = 6,7 x + 8,7$	0,48 B
		groente/fruit		0,17 NS
		pectine		0,19 NS
		zemelen	$y = 3,8 x + 3,1$	0,54 B
ΔMTT	ΔRATIO GALZ	alle	$y = 0,3 x - 1,1$	0,25 B
	ΔRATIO NEUTR.STER	alle	$y = 2,6 x - 3,7$	0,26 B
ΔFW	ΔCONC.STER	alle	$y = -7,3 x + 21,6$	-0,62 A
ΔCHOL	ΔGALZ	alle		-0,11 NS
		controle		0,00 NS
		groente/fruit		0,06 NS
		pectine		0,13 NS
		zemelen		0,15 NS

bijlage H. vervolg

y	x	groep	regressievergelijking	r
ΔCHOL	ΔNEUTR.STER.	alle		-0,10 NS
		controle		0,31 NS
		groente/fruit	$y = -0,03 x + 0,02$	-0,40 C
		pectine		-0,00 NS
		zemelen		0,14 NS
CHOL	RATIO GALZ.	alle		0,05 NS
	RATIO NEUTR.STER.	alle		-0,01 NS
ΔCHOL	ΔVECO	alle		-0,12 NS

* afkortingen:

FW: faeces nat gewicht in experimentele periode (g/24 uur)
 MTT: darmpassagetijd (methode Cummings in experimentele periode (uur)
 VECO: consumptie van voedingsvezel (g/dag)
 log: logaritme
 Δ : verschil tussen inloop- en experimentele periode
 Hinton: darmpassagetijd: methode Hinton (80%) (uur)
 inloop: inlooperperiode
 exp: experimentele periode
 CHOL: serum-cholesterolgehalte in experimentele periode
 NEUTR.STER: excretie neutrale steroïden in exper. periode (mg/24 uur)
 GALZ: excretie galzuren in experimentele periode (mg/24 uur)
 RATIO: verhouding secundaire/primaire steroïden
 CONC: concentratie (mg/g faeces nat gewicht)
 A: statistisch significant : $P \leq 0,01$
 B: idem, $P \leq 0,05$
 C: zwak significant : $P \leq 0,1$
 NS: niet significant