



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Duplicaatvoedingsonderzoek 2011 bij volwassenen: opzet en uitvoering

RIVM briefrapport 350410001/2013
E.C. Wilson-van den Hooven et al.



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Duplicaatvoedingsonderzoek 2011 bij volwassenen: opzet en uitvoering

RIVM Briefrapport 350410001/2013
E.C. Wilson-van den Hooven et al.

Colofon

© RIVM 2013

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

E.C. Wilson-van den Hooven, RIVM
M.C. Ocké, RIVM
M. Alewijn, RIKILT
H.J. van den Top, RIKILT
D.L. van der A, RIVM
J.M.A. Boer, RIVM

Contact:
D.L. van der A
Centrum voor Voeding en Gezondheid
daphne.van.der.a@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van NVWA, in het kader van kennisvraag 9.4.10 'Duplicaatvoedingen'

Rapport in het kort

Duplicaatvoedingsonderzoek 2011 bij volwassenen: opzet en uitvoering

Sinds 1976 wordt in Nederland periodiek gemeten in welke mate mensen via voeding schadelijke stoffen binnenkrijgen, zoals metalen en gewasbeschermingsmiddelen. Hiervoor verzamelt een representatieve groep deelnemers in een gekoelde box dezelfde porties van alles wat zij gedurende 24 uur hebben gegeten en gedronken (duplicaatvoeding). Vervolgens wordt het voedsel gevriesdroogd en in laboratoria geanalyseerd. Het RIVM coördineert dit zogeheten duplicaatvoedingsonderzoek in opdracht van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). Het materiaal van dit onderzoek wordt bewaard om in de toekomst analyses naar schadelijke stoffen te kunnen uitvoeren. In dit rapport is gedocumenteerd hoe het onderzoek in 2011 is opgezet en uitgevoerd.

Vergelijking duplicaatvoedingen - voedingsdagboekjes

In het voor- en najaar van 2011 hebben 122 volwassenen in de leeftijd van 25-65 jaar uit de regio Wageningen een duplicaatvoeding verzameld; gemiddeld was dat 2,7 kilogram per deelnemer. Daarnaast hebben zij in een voedingsdagboekje genoteerd wat zij gedurende het etmaal hebben geconsumeerd. Dit is gedaan om te checken of alle consumpties in de box zijn verzameld, zodat eventueel ontbrekende onderdelen konden worden aangevuld. De gegevens uit het voedingsdagboekje zijn vervolgens vergeleken met de hoeveelheid voedingsstoffen (koolhydraten, eiwitten en vetten) in de gekoelde box. Gemiddeld werd er in de inhoud van de gekoelde box 13 tot 21 procent minder eiwitten en vetten gemeten dan dat de deelnemers volgens de dagboekjes hadden opgegeven. Hier zijn meerdere verklaringen voor mogelijk. Eén verklaring is bijvoorbeeld dat de deelnemers de omvang van de genuttigde porties in de dagboekjes anders inschatten.

Representativiteit

De deelnemers aan het duplicaatvoedingsonderzoek waren representatief voor de Nederlandse bevolking wat betreft leeftijd en geslacht. Personen met een lage opleiding waren enigszins ondervertegenwoordigd. Voor de representativiteit is ook gekeken of deelnemers aan het duplicaatonderzoek evenveel voedingstoffen binnenkrijgen als een vergelijkbare groep mensen in de Voedselconsumptiepeiling (VCP). Volgens de voedingsdagboekjes kregen deelnemers aan het duplicaatonderzoek gemiddeld genomen 10 tot 20 procent minder energie en voedingsstoffen binnen dan de deelnemers aan de VCP. De lange termijn gemiddelde ('gebruikelijke') inname van deelnemers in het duplicaatvoedingsonderzoek is waarschijnlijk onderschat, bijvoorbeeld doordat de deelnemers minder zijn gaan eten op de dag dat ze hun duplicaatvoeding verzamelen. Als de blootstelling aan schadelijke stoffen in de duplicaatvoedingen wordt gemeten, moet deze onderschatting worden ingecalculeerd.

Trefwoorden:

duplicaatvoeding, volwassenen, voedingsstoffen, representativiteit

Abstract

Duplicate diet study 2011 on adults: design and implementation

The extent to which foods containing harmful substances such as metals and pesticides are consumed by people has been periodically measured in the Netherlands since 1976. To achieve this, a representative sample population used refrigerated boxes to collect duplicate portions (duplicate diet) of everything they consumed (food and beverages) over a 24-hour period. Subsequently, the food was freeze-dried and analyzed in a laboratory. The RIVM coordinated this duplicate diet study commissioned by the Dutch Food and Consumer Product Safety Authority (NVWA). This report documents how the study was designed and conducted in 2011. Samples of the duplicate diets in this study are stored for future analyses of harmful substances.

Comparison of duplicate diets – food diaries

During the spring and autumn of 2011 in the region of Wageningen, 122 adults aged 25-65 years collected duplicate diets, which averaged to 2.7 kilograms per participant. They also kept food diaries to report what they had consumed during the day. This served to check whether all consumptions had been collected in the boxes, so that any discrepancies if necessary could be added. The intake data from the food diaries were compared with the amount of nutrients (carbohydrates, proteins and fats) in the refrigerated boxes. On average, 13 to 21 percent less protein and fat was measured in the contents of the boxes than was calculated from the diaries. Several explanations for this are possible. For example, one explanation is that participants might have estimated portion sizes of servings differently in their food diaries.

Representativeness

Participants of the duplicate diet study were representative for the Dutch population with regard to age and gender. Persons with a low education were slightly underrepresented. In the interest of seeing how representative the population was, the quantity of nutrients consumed by the duplicate study participants was compared to a comparable group of people from the Dutch National Food Consumption Survey (DNFCS). On average, participants in the duplicate diet study ingested 10-20 percent fewer nutrients according to their food diaries compared to participants of the DNFCS. The long-term average ('habitual') intake of participants in the duplicate diet study was probably underestimated, for example because the participants reduced their food intake during food collection. When using these duplicates for future exposure assessment of harmful substances from foods, it is recommended to adjust for this underestimation.

Keywords: adults, duplicate diet, nutrients, representativeness

Inhoud

1	Inleiding	6
2	Opzet en methode	7
2.1	Onderzoekspopulatie, steekproef en werving	7
2.2	Het veldwerk	8
2.3	Verwerking van de duplicaatvoedingen	9
2.4	Analyse van de duplicaatvoedingen	9
2.5	Verwerking van de dagboekgegevens	10
2.6	Vergelijking duplicaatvoedingen - voedingsdagboekjes	11
2.7	Representativiteit van de duplicaatvoedingen	11
2.8	Statistische analyse	12
3	Resultaten	13
3.1	Studiepopulatie	13
3.2	Duplicaatverzameling	14
3.3	Inname bepaald uit duplicaatvoedingen	15
3.4	Vergelijking duplicaatvoedingen - voedingsdagboekjes	17
3.5	Representativiteit van de duplicaatvoedingen	17
4	Discussie en conclusie	19
5	Referenties	23
6	Bijlage	25

1 Inleiding

Duplicaatvoedingsonderzoeken worden in Nederland sinds de jaren '70 uitgevoerd. In 1976/1978(1), 1984(2), 1994(3) en 2004(4, 5) zijn duplicaatvoedingen verzameld van volwassenen, en in 2006 van kinderen(6).

Bij duplicaatvoedingsonderzoek verzamelt een representatieve steekproef van de Nederlandse bevolking een duplicaatportie van alles wat zij op een bepaalde dag eet en drinkt in een met droogijs gekoelde emmer. In een laboratorium worden de duplicaatvoedingen verwerkt tot gevriesdroogde poeders waarin bepalingen kunnen worden uitgevoerd.

De gegevens van duplicaatvoedingsonderzoek kunnen worden gebruikt om de inname van nutriënten en de blootstelling aan schadelijke stoffen (contaminanten) te schatten. Duplicaatvoedingsonderzoek is vooral waardevol voor het schatten van de gemiddelde inname van nutriënten en contaminanten die in meerdere voedingsmiddelen voorkomen en waarvoor geen goede en representatieve gehalten in voedingsmiddelen bekend zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval voor mycotoxinen waarvan de gehalten afhangen van weers- en opslagomstandigheden. Indien de gehalten van de specifieke stoffen in voedingsmiddelen wel up to date zijn in het Nederlands Voedingsstoffenbestand, kan de inname beter worden geschat op basis van gegevens uit de Voedselconsumptiepeiling (VCP). Deze gegevens zijn immers bij veel grotere representatieve onderzoekspopulaties verzameld, en geven naast informatie over het gemiddelde en de spreiding in geobserveerde inname ook informatie over de spreiding in gebruikelijke inname.

Het is belangrijk dat regelmatig representatieve monsters van duplicaatvoedingen beschikbaar zijn om in de toekomst contaminanten in te bepalen. In de monsters kunnen blootstellingschattingen worden uitgevoerd als onderdeel van bijvoorbeeld risicobeoordelingen, die eventueel kunnen leiden tot beleidsmaatregelen, maar ook om de beleidseffectiviteit van een maatregel te bestuderen of om trends in contaminanten te testen. Ten behoeve van dit doel is in 2011 een duplicaatvoedingsonderzoek uitgevoerd bij circa 125 Nederlandse volwassenen in opdracht van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). De opdrachtgever verzocht tevens om het duplicaatvoedingsonderzoek te beoordelen ten aanzien van representativiteit van de onderzoekspopulatie en de verzamelde duplicaatvoedingen.

In dit briefrapport wordt beschreven hoe de verzameling van de duplicaatvoedingen is uitgevoerd en hoe de duplicaten vervolgens zijn verwerkt en geanalyseerd (hoofdstuk 2). De resultaten van de beoordeling ten aanzien van de representativiteit van de onderzoekspopulatie en de verzamelde duplicaten staan beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 volgen enkele samenvattende bevindingen van het onderzoek en punten van discussie.

2 Opzet en methode

2.1 Onderzoekspopulatie, steekproef en werving

De doelgroep voor het onderzoek bestond uit mannen en vrouwen in de leeftijd van 25-65 jaar. De steekproef diende een afspiegeling te zijn van de Nederlandse bevolking naar geslacht, leeftijd, hoogst behaalde opleidingsniveau en mate van stedelijkheid. De verdeling van deze kenmerken in de Nederlandse bevolking 25-65 jaar staat beschreven in Tabel 1.

Voor het duplicaatvoedingsonderzoek 2011 is het veldwerk uitbesteed aan het marktonderzoeksbureau GfK. Deze uitbesteding omvatte de steekproeftrekking, de werving van deelnemers en de verzameling van duplicaatvoedingen en gegevens via voedingsdagboekjes.

Voor het trekken van de steekproef heeft GfK gebruik gemaakt van het GfK online gebruikerspanel (ConsumerJury). Dit is een omvangrijk panel van 125.000 personen. Van deze personen zijn een groot aantal achtergrondkenmerken bekend, waaronder woonplaats, geslacht, leeftijd en hoogst behaalde opleidingsniveau. Op basis van deze gegevens heeft GfK een representatieve steekproef getrokken. Vanwege de uitvoerbaarheid en kosten van het onderzoek dienden de deelnemers te wonen binnen een straal van ca. 50 km rond Wageningen.

De personen in de steekproef zijn via e-mail benaderd met het verzoek tot deelname aan het onderzoek. Om het beoogde aantal van 125 deelnemers te behalen, zijn 300 personen in het voorjaar en 353 personen in het najaar uitgenodigd. Honderdzeventig personen (26 procent) waren bereid om deel te nemen, 10 procent weigerde deelname en de overige 64 procent reageerde niet op het verzoek. Personen die bereid waren deel te nemen zijn vervolgens telefonisch benaderd en ingepland voor het onderzoek tot het moment dat er voldoende deelnemers waren. Bij de inplanning van de verzameldagen is rekening gehouden met een gelijke spreiding over de dagen van de week. Na toezegging ontvingen de deelnemers van GfK een brief met daarin de bevestiging van de gemaakte afspraken. GfK herinnerde de deelnemers één dag voordat de medewerker van het onderzoeksbureau langs kwam per email aan het onderzoek. Als dank voor de medewerking én omdat de respondenten extra kosten maakten (voor dubbele porties) ontvingen zij bij deelname een vergoeding van 50 euro. Deelnemers die niet konden worden ingepland, hebben een afmelding per e-mail gekregen.

Het onderzoek valt niet onder de Wet Medisch-Wetenschappelijk Onderzoek met Mensen en hoefde daarom niet getoetst te worden door een Medisch Ethische Toetsings Commissie.

Tabel 1. Verdeling van kenmerken in de Nederlandse bevolking 25-65 jaar(7).

	Hoogst voltooide opleiding			Totaal
	Laag	Midden	Hoog	
Mannen				
25-39 jaar	4,1%	7,5%	5,9%	17,5%
40-54 jaar	5,6%	8,2%	6,5%	20,3%
55-65 jaar	3,9%	4,8%	3,7%	12,4%
Vrouwen				
25-39 jaar	3,5%	7,6%	6,5%	17,5%
40-54 jaar	6,3%	8,6%	5,2%	20,0%
55-65 jaar	6,3%	3,8%	2,2%	12,3%
Totaal	29,7%	40,4%	29,9%	
	Mate van stedelijkheid*			
	Niet/Weinig	Matig	Sterk/Zeer Sterk	
Totaal	32,8%	19,2%	48,0%	

* Niet/weinig: <1000 omgevingsadressen/km²; matig: 1000 tot 1500 omgevingsadressen/km²;
sterk/zeer sterk: ≥1500 omgevingsadressen/km²

2.2 Het veldwerk

Het veldwerk vond plaats in het voor- en najaar van 2011 (8 t/m 22 april/ 28 oktober t/m 11 november). Volgens afspraak zijn de deelnemers twee keer thuis bezocht door medewerkers van GfK. De negen medewerkers hebben in het voorjaar een instructiebijeenkomst bijgewoond, waarin ze zijn geïnformeerd over de achtergronden en doelstellingen van het onderzoek en de uitvoering van het veldwerk. Bij de najaarsverzameling zijn dezelfde medewerkers ingezet, waardoor alleen een schriftelijke instructie met een telefonische toelichting is gegeven.

Het eerste huisbezoek vond plaats op de avond voor de dag waarop de duplicaatvoeding is verzameld. Tijdens dit huisbezoek gaf de medewerker mondelinge en schriftelijke instructies over het onderzoek. Ook is een met droogijs gekoelde emmer (38x38x38 cm) afgeleverd, die door de GfK medewerker bij het RIKILT in Wageningen is opgehaald. In deze emmer hebben de deelnemers een duplicaatportie van alles wat zij de volgende dag (gedurende 24 uur) hebben gegeten en gedronken verzameld (inclusief smaakmakers en kraanwater). Bovendien hebben zij de geconsumeerde voedingsmiddelen en hun hoeveelheid in een voedingsdagboekje genoteerd. Het voedingsdagboekje is door het RIVM ontwikkeld en is geschikt voor het verzamelen van informatie over de inname van energie, eiwit, vet, koolhydraten, kalium, magnesium en calcium. Portiegroottes zijn in het dagboekje aangegeven in grammen (g) of milliliters (ml), standaardeenheden, huishoudelijke maten of een hoeveelheid corresponderend met een foto in een verstrekt fotoboek. Indien men een voedingssupplement had gebruikt, is deze niet in de emmer verzameld maar wel genoteerd in het voedingsdagboekje. De verpakking van het supplement is bewaard. In het dagboekje is genoteerd of bepaalde voedingsmiddelen wel waren geconsumeerd, maar niet in de emmer zijn gedaan.

Het tweede huisbezoek vond plaats in de ochtend na de dag waarop de deelnemer een duplicaatportie heeft verzameld. Bij dit tweede huisbezoek heeft de GfK medewerker globaal gecontroleerd of het voedingsdagboekje volledig was ingevuld en de verzameling van de duplicaatvoeding goed was verlopen. Vervolgens nam de GfK medewerker de gekoelde emmer, het voedingsdagboekje en, indien beschikbaar, de verpakking van voedingssupplementen mee. Deze zijn afgeleverd bij het RIKILT in Wageningen.

2.3 Verwerking van de duplicaatvoedingen

Na ontvangst zijn de duplicaatvoedingen door het RIKILT ontdooid. Aan de hand van het voedingsdagboekje is gecontroleerd of alle voedingsmiddelen die gegeten waren, daadwerkelijk in de emmer gedaan waren. Waar mogelijk zijn ontbrekende voedingsmiddelen aangekocht en alsnog in de juiste hoeveelheid aan de duplicaatvoeding toegevoegd (restauratie). Daarnaast zijn oneetbare delen (zoals het klokhuis van een appel of een bananenschil) die onterecht in de gekoelde emmer terecht waren gekomen verwijderd. Vervolgens is de netto inhoud bepaald, door het gewicht van de gevulde emmer te verminderen met het gewicht van de lege emmer. De inhoud van de emmer is gemalen en gehomogeniseerd. Een klein deel hiervan is ingevroren als nat monster. Een maximum van 2 kg per gehomogeniseerde duplicaatvoeding is nauwkeurig gewogen en gevriesdroogd, waarna het gewicht na het vriesdrogen is bepaald. Deze gevriesdroogde duplicaatvoeding is als poeder opgeslagen bij +4°C.

2.4 Analyse van de duplicaatvoedingen

Een monster van de gevriesdroogde duplicaatvoedingen is door het chemisch laboratorium van de NVWA gebruikt voor het vaststellen van de gehalten van vocht en macronutriënten (het eiwit- vet- en koolhydraatgehalte). Vocht, eiwit en vet zijn direct bepaald, de koolhydraten zijn berekend op basis van deze waarden en het additioneel bepaalde asgehalte (anorganische stof). Hierbij wordt opgemerkt dat de vriesdroogstap ervoor zorgt dat alcohol (ethanol) wordt gekwantificeerd als vocht. Dit heeft normaliter een kleine invloed op het bepaalde vochtgehalte, maar heeft ook als gevolg dat de totale energie inhoud van de maaltijden niet nauwkeurig kan worden bepaald als er alcohol geconsumeerd is. Naast de macronutriënten zijn door het laboratorium van het RIKILT 58 micronutriënten en metalen gemeten in de gevriesdroogde monsters, waarvan alleen natrium en kalium worden gerapporteerd in dit briefrapport.

Het vochtgehalte is gravimetrisch bepaald. De monsters zijn ingewogen in een voorgedroogd bakje, zodanig dat er ongeveer 0,3 g per cm² monster aanwezig was. De monsters zijn gedurende 16 uur gedroogd in een geventileerde droogstoof bij 103°C. Het monster is in een exsiccator geplaatst, en na afkoeling is het massaverlies bepaald door weging. Dit massaverlies is gelijk gesteld aan het vochtgehalte. De meetonzekerheid van deze methode is 0,56 procent.

Het eiwitgehalte is bepaald met de Kjeldahl methode. De monsters zijn hiervoor gedestruëerd met zwavelzuur in aanwezigheid van kaliumsulfaat en kopersulfaat, waarbij eiwitstikstof wordt omgezet in ammonium ionen. Na destructie is water en loog toegevoegd, en is het gevormde ammoniak gedestilleerd, opgevangen in boorzuur en bepaald door titreren met 0,1000 M zoutzuur. De meetonzekerheid van deze methode is 0,14 procent.

Het vetgehalte is bepaald met de Accelerated Solvent Extraction (ASE) methode. Het monster is ingewogen en gemengd met Hydromatrix (diatomaceous earth), overgebracht in een roestvrij stalen cel waarna de vetextractie werd uitgevoerd met behulp van Accelerated Solvent Extraction (ASE). De monsters zijn met een geschikt oplosmiddel geëxtraheerd en opgevangen in een glazen buis. Na het verdampen van het oplosmiddel is de massatoename van de buis bepaald door weging. Dit werd gelijk gesteld aan het vetgehalte. De meetonzekerheid van deze methode is 0,85 procent.

Bepaling van het asgehalte was nodig voor het kunnen berekenen van het koolhydraatgehalte. Het asgehalte is gravimetrisch bepaald. Hiervoor is ongeveer 5 g van het monster in een voorgegloeide en gewogen verassingsschaal langzaam verhit op een elektrische verwarmingsplaat totdat het analysemateriaal verkoold was. Het monster is daarna in een op 550°C $\pm$ 5°C ingestelde moffeloven gebracht. Het monster is verhit totdat een witte, lichtgrijze of roodachtige as verkregen was. De schaal is vervolgens in een exsiccator geplaatst, en na afkoeling direct gewogen. De meetonzekerheid van deze methode was 0,08 procent. Het koolhydraatgehalte is berekend als 100 procent minus de percentages eiwit, as, vocht, en vet.

De elementen zijn bepaald met Inductief gekoppeld plasma-Massa Spectrometrie (ICP/MS). Het monster is hiervoor in een microwave-buis op een analytische balans afgewogen, waarna 10 ml geconcentreerd salpeterzuur is toegevoegd. Het monstermateriaal wordt in de microwave gedestruëerd. Het verkregen monsterdestruaat is vanuit de microwave-buis over gespoeld in een Greinerbuis en aangevuld met water tot 50 ml. Vanuit de monsterdestruaten is een doorverdunding gemaakt met water, waaraan een bekende hoeveelheid interne standaard (Rhodium) wordt toegevoegd. De monsters met een elementconcentratie groter dan 500 µg/l zijn extra verdund zodat de concentratie ongeveer de helft van het hoogste concentratieniveau van de kalibratielijn is. De gehalten van de elementen in de destruaten zijn berekend met een externe kalibratielijn, met correctie voor de interne standaard Rhodium (Rh). De meetonzekerheid van deze methode is 25 procent.

De bepaalde gehalten van macro- en micronutriënten zijn met inachtneming van de droogfactor bij het vriesdrogen en de grootte van het deelmonster voor vriesdrogen teruggerekend naar de hoeveelheid in de netto inhoud, dus de totale duplicaatvoeding verzameld over 24-uur. De totale energie inhoud van de duplicaatvoedingen, en daarmee de inname, kon niet nauwkeurig worden bepaald, omdat alcohol verloren is gegaan tijdens het vriesdrogen.

2.5 Verwerking van de dagboekgegevens

De dagboekgegevens zijn door een onderzoeksdiëtist ingevoerd met behulp van het computerprogramma EPIC-Soft (© IARC), met uitzondering van huishoudelijk toegevoegd zout en kruiden. Bij onduidelijkheid over de vermelde producten of gegeten hoeveelheden in het voedingsdagboekje, is binnen drie weken telefonisch contact opgenomen met de deelnemer. Het voedingsdagboekje bevatte ook een aantal algemene vragen over onder andere de lengte en het gewicht van de deelnemer, het zoutgebruik en de pannen waarin gekookt was. Ook de antwoorden op deze algemene vragen zijn ingevoerd in de computer (Excelbestand).

De berekening van de voedingsstofinname per dag is uitgevoerd via koppeling van dagboekgegevens met de NEVO-tabel 2011/3.0(8). Deze koppeling is specifiek gemaakt met het oog op de voedingsstoffen in deze rapportage. De inname uit supplementen is niet meegenomen in de berekening van nutriënten uit de voedingsdagboekjes.

2.6 Vergelijking duplicaatvoedingen - voedingsdagboekjes

Om inzicht te krijgen in de kwaliteit van de verzamelde duplicaatvoedingen is gekeken in hoeverre de inname bepaald uit de duplicaatvoedingen overeen komt met de inname geschat uit de dagboekgegevens van de deelnemers aan het duplicaatvoedingsonderzoek. De volgende voedingsstoffen zijn vergeleken: eiwitten, vetten, koolhydraten, natrium en kalium. Verschillen in gemiddelden zijn gepresenteerd als percentage ten opzichte van de voedingsdagboekjes.

Met duplicaatvoedingsonderzoek wordt in dit rapport het gehele onderzoek bedoeld waarin zowel duplicaatvoedingen (duplicaatporties verzameld in gekoelde emmer) als voedingsdagboekjes zijn verzameld.

2.7 Representativiteit van de duplicaatvoedingen

Om na te gaan of de voedingen in het duplicaatvoedingsonderzoek representatief zijn voor Nederland, is de inname op basis van de voedingsdagboekjes vergeleken met de inname van een vergelijkbare groep deelnemers uit de nationale Voedselconsumptiepeiling (VCP) 2007-2010(9). In de VCP wordt de voedselconsumptie gemeten op twee onafhankelijke dagen door middel van een 24-uursvoedingsnavraag in een veel grotere (n=3.819) representatieve steekproef van de Nederlandse bevolking. Om het duplicaatvoedingsonderzoek beter te kunnen vergelijken met de VCP, zijn alleen de gegevens gebruikt van VCP-deelnemers in dezelfde leeftijdsrange (n=1.696) als in het duplicaatvoedingsonderzoek. De geobserveerde gemiddelde inname op twee onafhankelijke dagen is hierbij als uitgangspunt genomen, exclusief de inname van huishoudelijk toegevoegd zout en supplementen. De volgende componenten zijn vergeleken: energie (inclusief inname uit alcohol), eiwitten, vetten, koolhydraten, alcohol, natrium, kalium, magnesium, calcium en vezel. Verschillen in gemiddelde inname tussen de voedingsdagboekjes en de VCP zijn gepresenteerd als percentages ten opzichte van de VCP.

Om een beeld te verkrijgen van mogelijke onder- of over-rapportage van de voedselconsumptie, is per deelnemer de zogenoemde EI/BMR ratio, de verhouding tussen de berekende energie-inname (EI) en de voorspelde energie-inname die nodig is om alle lichaamsfuncties goed te laten verlopen (de basal metabolic rate (BMR)) berekend. BMR is geschat met de aangepaste Harris-Benedict formules op basis van geslacht, gewicht, lengte en leeftijd(10). Deze formules zijn afgeleid op basis van studies met dubbel gelabeld water, een zeer nauwkeurige methode om het energieverbruik te bepalen. De gemiddelde EI/BMR van de studiebevolking is vervolgens vergeleken met de ondergrens van de verwachte EI/BMR ratio voor een vergelijkbare populatie (met hetzelfde lage niveau van lichamelijke activiteit, groepsgrootte en hetzelfde aantal dagen waarop de inname is gemeten) (11, 12). Volgens Goldberg et al is de ondergrens van de EI/BMR voor een populatie met dezelfde groepsgrootte als in het duplicaatvoedingsonderzoek 1.47, en voor een populatie met dezelfde groepsgrootte als de VCP 1.53.(12) Het gemiddelde percentage onder-

rapportage van de energie-inname in een studiepopulatie kan dan als volgt worden berekend¹:

$$\frac{\text{verwachte EI/BMR ratio (volgens Goldberg)} - \text{geobserveerde EI/BMR ratio}}{\text{verwachte EI/BMR ratio (volgens Goldberg)}} \times 100\%$$

2.8

Statistische analyse

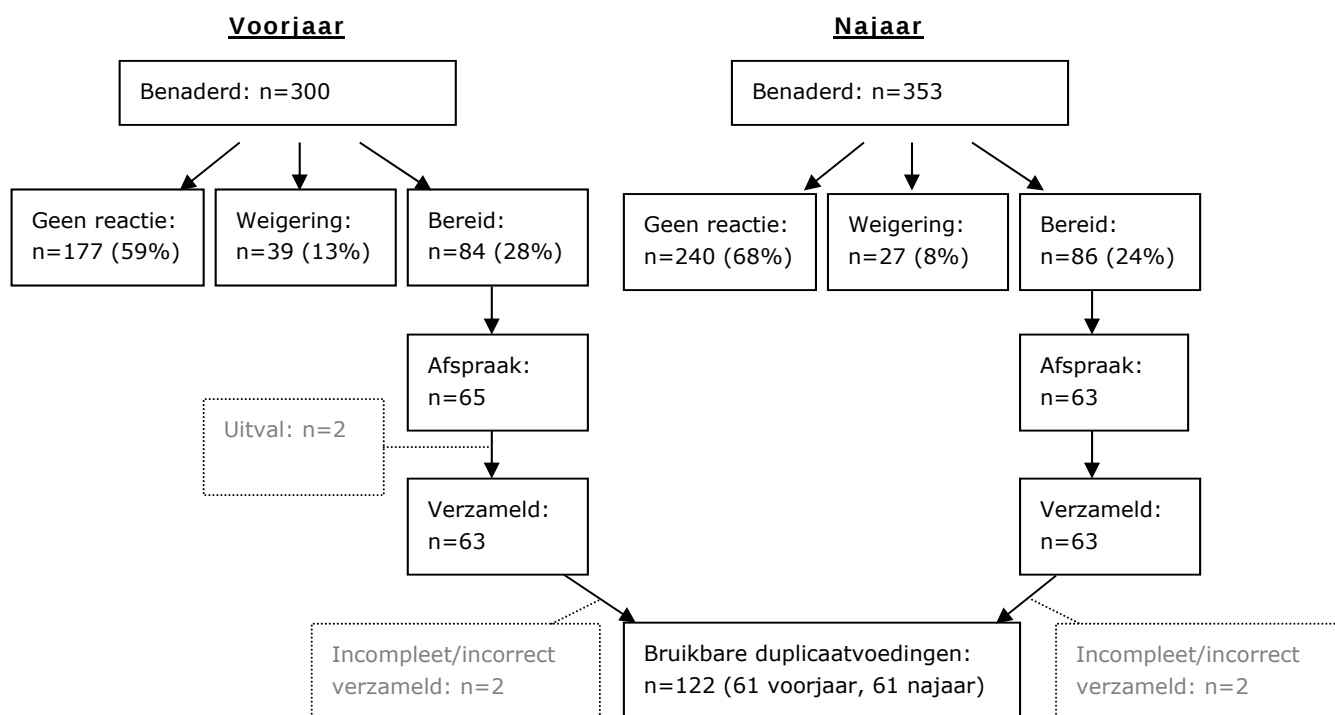
De berekende innames zijn gepresenteerd als gemiddelden, met uitzondering van alcohol waarvoor de mediaan is gepresenteerd, en zijn niet gewogen of gecorrigeerd. Als maat voor de spreiding van de waarnemingen zijn bij de inname bepaald uit duplicaatvoedingen ook waarden voor het 25^e (P25) en 75^e (P75) percentiel weergegeven. Verschillen zijn niet statistisch getoetst vanwege de kleine studieaantallen. De analyses zijn uitgevoerd in SAS-versie 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA).

¹ Omdat zowel in de teller als in de noemer wordt gedeeld door BMR kan deze weggestreept worden.

3 Resultaten

3.1 Studiepopulatie

Met 128 personen (65 in het voorjaar en 63 in het najaar) zijn afspraken ingepland voor het verzamelen van een duplicaatvoeding. Tijdens de voorjaarsverzameling konden door omstandigheden twee personen toch niet deelnemen aan het onderzoek. In totaal zijn 126 duplicaatvoedingen en bijbehorende voedingsdagboekjes verzameld. Tijdens het verzamelen bleek voor één persoon de gekoelde emmer te klein, waardoor deze persoon een groot deel van de geconsumeerde producten niet had verzameld. Van twee andere deelnemers ontbrak de volledige of een deel van de avondmaaltijd. Daarnaast had een deelnemer een andere drank in de emmer gedaan dan was gedronken. Omdat in deze vier gevallen restauratie niet mogelijk was en daardoor geen complete duplicaatvoeding beschikbaar was, zijn deze personen uitgesloten van verdere analyse. In totaal waren van 122 personen bruikbare duplicaatvoedingen en voedingsdagboekjes beschikbaar. Zoals beoogd, waren de dagen van de week evenredig vertegenwoordigd. Een overzicht van de werving en het uiteindelijke resultaat is schematisch weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Overzicht van de werving in het duplicaatvoedingsonderzoek 2011.

Tabel 2 geeft een aantal algemene karakteristieken weer van de deelnemers aan het duplicaatvoedingsonderzoek, uitgesplitst naar geslacht. De leeftijd- en geslachtsverdeling van de deelnemers kwam zeer goed overeen met die van de Nederlandse bevolking (zie Tabel 1). Het percentage deelnemers met een lage opleiding was iets lager dan beoogd (23,8 procent vs. 29,7 procent).

Meer dan de helft van de deelnemers (57 procent) had overgewicht. Bij één op de vijf (21 procent) was sprake van ernstig overgewicht ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$). Twaalf procent van de deelnemers volgde op de verzameldag een dieet of had een specifieke voedingsgewoonte (bijvoorbeeld vegetarisch).

Tabel 2. Algemene karakteristieken van deelnemers aan het duplicaatvoedingsonderzoek 2011.

	Totaal (n = 122)	Mannen (n = 62)	Vrouwen (n = 60)
	% (n)	% (n)	% (n)
Leeftijdsklasse			
25-39 jaar	34,4 (42)	33,9 (21)	35,0 (21)
40-54 jaar	39,3 (48)	38,7 (24)	40,0 (24)
55-65 jaar	26,2 (32)	27,4 (17)	25,0 (15)
Opleidingsniveau			
Laag	23,8 (29)	25,8 (16)	21,7 (13)
Gemiddeld	42,6 (52)	40,3 (25)	45,0 (27)
Hoog	33,6 (41)	33,9 (21)	33,3 (20)
Mate van stedelijkheid			
Niet/ weinig	30,3 (37)	24,2 (15)	36,7 (22)
Matig	27,1 (33)	29,0 (18)	25,0 (15)
Sterk/ zeer sterk*	42,6 (52)	46,8 (29)	38,3 (23)
Gewichtsklasse[#]			
Ondergewicht	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
Normaal gewicht	42,6 (52)	38,7 (24)	46,7 (28)
Matig overgewicht	36,1 (44)	38,7 (24)	33,3 (20)
Ernstig overgewicht	21,3 (26)	22,6 (14)	20,0 (12)
Speciaal dieet en/of voedingsgewoonte op de verzameldag[^]	12,3 (15)	9,7 (6)	15,0 (9)

* Er waren geen deelnemers afkomstig uit een zeer sterk stedelijk gebied omdat het onderzoek is uitgevoerd in een straal van 50 km rond Wageningen

[#] Ondergewicht: $\text{BMI} < 18,5 \text{ kg/m}^2$, normaal gewicht: $\text{BMI} 18,5\text{-}24,9 \text{ kg/m}^2$, matig overgewicht: $\text{BMI} 25,0\text{-}29,9 \text{ kg/m}^2$, ernstig overgewicht: $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$.

[^] Speciaal dieet en/of voedingsgewoonte: bijvoorbeeld energiebeperkt of -verrijkt, vetbeperkt, zoutbeperkt, vegetarisch, macrobiotisch, religieuze voedingsgewoonten (Islamitisch, Joods).

3.2 Duplicaatverzameling

Tabel 3 geeft enkele bijzonderheden van de verzameldag en de hoeveelheid verzamelde voeding weer voor de totale populatie en voor mannen en vrouwen afzonderlijk. De deelnemers hadden gemiddeld 2,7 kg per persoon aan eten en drinken in de gekoelde emmer gedeponeerde (range 0,9-4,7 kg). Dit gewicht is

inclusief het gewicht van een aantal voedingsmiddelen die voor sommige personen op basis van de dagboekbeschrijvingen alsnog aan de duplicaatvoedingen zijn toegevoegd om deze compleet te maken (restauratie). Het ging hierbij om bier, gekookte eieren, koffie, roomboter, appeltaart, broodje kaas, tomatensoep en een mini-candybar.

Zes procent meldde dat de verzameldag anders was dan normaal, doordat deze bijvoorbeeld op een feestdag (zoals verjaardag of religieuze feestdag) viel of men erg veel van huis was. Ongeveer driekwart van de deelnemers had tijdens de verzameldag zout toegevoegd bij de bereiding of aan tafel.

Tabel 3. Bijzonderheden van de verzameldag en de hoeveelheid verzamelde voeding, door deelnemers aan het duplicaatvoedingsonderzoek 2011.

	Totaal (n=122)	Mannen (n=62)	Vrouwen (n=60)
Gewicht duplicaatvoeding (gram / 24 uur)*	2660	2768	2549
	% (n)	% (n)	% (n)
Verzameldag was een speciale dag[#]	5,7 (7)	4,8 (3)	6,7 (4)
Zoutgebruik op de verzameldag[^]	72,1 (88)	64,5 (40)	80,0 (48)
-keukenzout	48,4 (59)	43,6 (27)	53,3 (32)
-zeezout	11,5 (14)	9,7 (6)	13,3 (8)
-kruidenzout	3,3 (4)	1,6 (1)	5,0 (3)
-mineraalzout	1,6 (2)	1,6 (1)	1,7 (1)
-overig zout (bouillon, ketjap, Maggi)	18,9 (23)	12,9 (8)	25,0 (15)
-onbekend zout	4,9 (6)	8,1 (5)	1,7 (1)

* Inclusief gewicht van gerestaureerde voedingsmiddelen (indien van toepassing)

[#] Speciale dag: bijvoorbeeld Feestdag, vakantie, onderweg, ziekte, vastentijd, extreme weersomstandigheden (erg warm of koud), erg druk of veel weg van huis

[^] Zout of zoute kruidenmix, Maggi of ketjap etc., meerdere antwoorden mogelijk

3.3 Inname bepaald uit duplicaatvoedingen

Tabel 4 geeft voor een aantal voedingsstoffen de gemiddelde inname via de voeding weer per 24 uur op basis van de analyse van de duplicaatvoedingen. Mannen hadden van alle voedingsstoffen een hogere inname dan vrouwen. De inname van eiwitten lag hoger voor de oudere leeftijdscategorieën, terwijl de inname van koolhydraten lager lag. De gemiddelde inname van natrium was 2,6 gram (=6,4 gram zout). Er was geen noemenswaardig verschil in de gemiddelde innames tussen voor- en najaar.

Tabel 4. Gemiddelde inname (P25 en P75) van geselecteerde nutriënten op basis van de analyse van de duplicaatvoedingen uit het duplicaatvoedingsonderzoek 2011.

		Vocht (g)			Eiwit (g)			Vet (g)			Koolhydraten (g)			Natrium (g)			Kalium (g)		
	N	Gem.	P25	P75	Gem.	P25	P75	Gem.	P25	P75	Gem.	P25	P75	Gem.	P25	P75	Gem.	P25	P75
Totaal	122	2295	1808	2810	61	46	74	61	44	78	229	166	274	2,6	1,7	3,1	3,1	2,3	3,8
Mannen	62	2374	1738	2887	65	50	77	66	47	82	248	175	315	2,9	1,9	3,7	3,3	2,5	4,2
Vrouwen	60	2214	1841	2586	57	46	66	56	43	69	209	143	249	2,3	1,7	2,7	2,9	2,3	3,3
25-39 jaar	42	2184	1538	2810	56	38	71	58	36	73	242	177	308	2,4	1,6	2,8	2,9	1,9	3,6
40-54 jaar	48	2365	1857	2883	62	50	75	65	49	81	226	181	264	2,7	2,0	3,2	3,3	2,5	4,0
55-65 jaar	32	2335	1900	2791	64	48	75	61	44	80	217	142	290	2,7	1,7	3,1	3,2	2,5	3,7
Voorjaar	61	2349	1871	2788	61	39	74	62	43	78	226	157	277	2,6	1,6	3,2	3,2	2,3	3,8
Najaar	61	2241	1569	2848	60	48	73	61	45	78	232	175	269	2,6	1,8	3,1	3,1	2,4	3,8

Gem. = gemiddelde, P25: waarde waar 25% van de deelnemers onder zit (25^e percentiel), P75: waarde waar 75% van de deelnemers onder zit (75^e percentiel)

3.4 Vergelijking duplicaatvoedingen - voedingsdagboekjes

De inname van eiwitten en vetten bepaald uit de verzamelde duplicaatvoedingen was lager dan de inname berekend op basis van de voedingsdagboekjes (Tabel 5). Dit beeld was consistent wanneer werd opgesplitst naar mannen en vrouwen én in combinatie met de drie leeftijdsgroepen (6-21 procent lager voor eiwit en 15-24 procent lager voor vet, resultaten niet weergegeven).

De inname van koolhydraten, natrium en kalium kwam goed overeen met de berekende inname uit voedingsdagboekjes. Hierbij moet wel de opmerking worden geplaatst dat de inname van natrium uit de voedingsdagboekjes berekend is exclusief de inname uit huishoudelijk toegevoegd zout. Alleen bij de mannen van 25-39 jaar was de inname van natrium en kalium bepaald uit de duplicaatvoedingen, respectievelijk 10 procent en 18 procent hoger dan de inname berekend uit de voedingsdagboekjes.

Tabel 5. Gemiddelde inname van geselecteerde voedingsstoffen op basis van de analyse van de duplicaatvoedingen en berekend op basis van de voedingsdagboekjes, duplicaatvoedingsonderzoek 2011.

	Duplicaten (n=122)	Voedingsdagboekjes (n=122)	% verschil*
Totaal			
Eiwit (g)	61	70	-13
Vet (g)	61	77	-21
Koolhydraten (g)	229	223	3
Natrium (g)	2,6	2,4 [#]	7
Kalium (g)	3,1	3,0	4

* Verschil gemiddelde inname duplicaat – gemiddelde inname voedingsdagboekje/ gemiddelde inname voedingsdagboekje *100%

[#] Inname exclusief toegevoegd zout

3.5 Representativiteit van de duplicaatvoedingen

De inname van energie en voedingsstoffen (in g of mg) zoals berekend uit de voedingsdagboekjes was gemiddeld 10-20 procent lager dan de inname van een vergelijkbare groep uit de VCP, met uitzondering van alcohol (Tabel 6). De verschillen waren over het algemeen groter bij mannen dan bij vrouwen, maar waren vooral groot bij mannen van 25-39 jaar (resultaten niet weergegeven). In deze groep varieerde het verschil in de inname van energie en voedingsstoffen van 21 tot 34 procent, met uitzondering van vezel waarvan de inname 13 procent verschilde. Voor de overige combinaties van leeftijd en geslacht waren de verschillen in energie en voedingsstoffen gelijk aan of minder dan 24 procent.

Indien de bijdrage van eiwitten, vetten en koolhydraten aan de totale energie-inname werd bekeken dan bedroegen de verschillen tussen beide studies voor de totale groep minder dan 6 procent (Tabel 6). Dit was ook het geval als de vezelinname werd uitgedrukt in gram per megajoule (MJ).

De mediane inname van alcohol berekend uit de voedingsdagboekjes was gelijk aan de inname uit de VCP.

Tabel 6. Gemiddelde inname van energie en nutriënten berekend op basis van de voedingsdagboekjes in het duplicaatvoedingsonderzoek 2011 vergeleken met de gemiddelde inname van een vergelijkbare groep deelnemers uit de VCP 2007-2010.

	Voedingsdagboekjes (n=122)	VCP (n=1696)	% verschil*
Totaal			
Energie (kcal)	1966	2299	-14
Eiwit (g)	70	87	-20
Eiwit (En%)	15	16	-6
Vet (g)	77	89	-13
Vet (En%)	35	34	3
Koolhydraten (g)	223	250	-11
Koolhydraten (En%)	46	44	5
Alcohol (g) [#]	0,0 (0,0-10,9)	0,6 (0,0-20,4)	n.b.
Alcohol (En%) [#]	0,0 (0,0-4,0)	0,2 (0,0-6,2)	n.b.
Natrium (g)	2,4	2,8	-13
Kalium (g)	3,0	3,6	-16
Magnesium (mg)	315	359	-12
Calcium (mg)	891	1083	-18
Vezel (g)	19	21	-10
Vezel (g/MJ)	2,4	2,3	4

n.b.= niet bepaald

* Verschil gemiddelde inname voedingsdagboekje – gemiddelde inname VCP/ gemiddelde inname VCP*100%

[#] Mediaan (P25-P75)

De gemiddelde EI/BMR ratio van het duplicaatvoedingsonderzoek, op basis van de energie-inname berekend uit de dagboekjes, was 1,19 (0,41-2,88). De ondergrens van de verwachte gemiddelde ratio is 1.47. Op basis van deze ondergrens, kan worden berekend dat de gemiddelde energie-inname in de dagboekjes van het duplicaatvoedingsonderzoek de werkelijke gemiddelde energie-inname met 19 procent ($((1.47-1.19)/1.47)*100\%$) onderschat. In de VCP wordt de gemiddelde energie-inname met 9 procent onderschat ($((1.53-1.39)/1.53)*100\%$).

4 Discussie en conclusie

In het duplicaatvoedingsonderzoek 2011 zijn van 122 personen (25-65 jaar) bruikbare duplicaatvoedingen en voedingsdagboekjes verzameld. Van alle personen is bij RIKILT zowel 'nat monster' als gevriesdroogd materiaal bewaard voor toekomstige analyses. Voor de interpretatie van de toekomstige analyseresultaten is het belangrijk om de representativiteit van de onderzoekspopulatie en de verzamelde duplicaatvoedingen te kennen. De resultaten van dit rapport geven hiervan een indruk.

Representativiteit onderzoekspopulatie

De deelnemers aan het duplicaatvoedingsonderzoek waren representatief voor de Nederlandse bevolking in de betreffende leeftijdsgroep (25-65 jaar) wat betreft de verdeling van leeftijd en geslacht. Personen met een lage opleiding waren iets ondervertegenwoordigd. Dit komt doordat tijdens de werving niet is gecompenseerd voor selectieve non-respons binnen de representatieve bruto steekproef. Personen met een lage opleiding hebben vaak een ongezonder eetpatroon dan hoogopgeleiden en hebben vaker overgewicht (13-15). In de huidige studie lag het percentage deelnemers met overgewicht ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) ongeveer 10 procent hoger (57 procent) dan het landelijk gemiddelde (48 procent; volwassenen 20+ jaar (16)). In de onderzoekspopulatie kwam vooral ernstig overgewicht vaker voor.

Representativiteit duplicaatvoedingen

De absolute validiteit van de verzamelde duplicaatvoedingen kan niet worden bepaald, door gebrek aan een gouden referentiemethode. Wel kan een relatieve beoordeling worden gemaakt door vergelijking met andere schattingen van de voedselconsumptie. Deze zijn:

- Inname geschat op basis van dagboekgegevens binnen dezelfde onderzoekspopulatie (eiwitten, vetten, koolhydraten, natrium, kalium).
- Inname geschat op basis van 24-uurs voedingsnavragen in de nationale voedselconsumptiepeiling 2007-2010(9) (energie inclusief inname uit alcohol, eiwitten, vetten, koolhydraten, alcohol, natrium, kalium, magnesium, calcium en vezel).
- Inname geschat op basis van 24-uurs urine-excretie in 2010 (natrium, kalium)(17, 18).
- Verwachte energie-inname op basis van lengte, gewicht en leeftijd van de onderzoekspopulatie (EI/BMR ratio).
- Gewicht van de duplicaatvoedingen in het onderzoek in 2004(4, 5).

Iedere methode om de voedselconsumptie te schatten heeft voor- en nadelen, en geen enkele is zonder fout. In Tabel 7 staan de belangrijkste algemene voor- en nadelen ten aanzien van vertekening/nauwkeurigheid van bovengenoemde methoden weergegeven.

Daarnaast is voor veel (maar niet alle) componenten in de voeding de gebruikelijke inname belangrijk voor het schatten van gezondheidseffecten en niet de inname op één of enkele dagen. Een onderzoek met metingen op één dag geeft wel een goede indruk van de gebruikelijke gemiddelde inname, maar niet van de gebruikelijke spreiding in de inname. Dit is van toepassing op deze duplicaatvoedingsstudie. De spreiding in inname op één dag zal groter zijn dan

de spreiding in de gemiddelde voeding van meerdere dagen. Wanneer op twee onafhankelijke dagen wordt gemeten, kan de gebruikelijke inname worden gemodelleerd. Dit wordt normaal gesproken gedaan met de gegevens van de VCP, maar niet in dit rapport.

Tabel 7. Algemene voor- en nadelen ten aanzien van vertekening/ nauwkeurigheid van verschillende methoden om blootstelling via de voeding te schatten.

Methode	Voordeel	Nadeel
Duplicaatvoeding (laboratorium analyses in duplicaten)	• Geen portiegrootteschatting nodig • Geen voedingsmiddelentabel nodig	• Beïnvloeding van eetpatroon door sociale wenselijkheid, onderzoeksbelasting en economische motieven (onderverzameling) • Beïnvloeding van duplicaatverzameling door sociale wenselijkheid, onderzoekbelasting en economische motieven (onderverzameling) • Onnauwkeurigheid laboratoriumbepalingen
Ongewogen voedingsdagboek (zoals in duplicaatvoedings-onderzoek)	• Geen beroep op geheugen	• Beïnvloeding van eetpatroon door sociale wenselijkheid (onderrapportage) en belasting van registratie (onderrapportage) • Zelfrapportage • Onnauwkeurigheid door portiegrootteschatting • Onnauwkeurigheid door gebruik voedingsmiddelentabellen
24-uurs voedingsnavraag (zoals in VCP)	• Geen beïnvloeding van eetpatroon • Checks op volledigheid door een diëtist	• Doet beroep op geheugen deelnemer, waardoor kans op ontbreken van consumpties • Onnauwkeurigheid door portiegrootteschatting • Zelfrapportage, beïnvloed door sociale wenselijkheid (onderrapportage) • Onnauwkeurigheid door gebruik voedingsmiddelentabellen
24-uurs urine-excretie	• Geen portiegrootteschatting nodig • Geen voedingsmiddelentabel nodig • Niet/weinig beïnvloed door sociale wenselijkheid	• Beïnvloeding van met name drinkpatroon • Incomplete verzameling of oververzameling urine • Onnauwkeurigheid laboratoriumbepalingen • Onnauwkeurigheid percentage excretie via urine
Verwachte energie-inname op basis van BMR	• Geen portiegrootteschatting nodig • Geen voedingsmiddelentabel nodig • Geen beïnvloeding van eetpatroon	• Indien op basis van zelfgerapporteerde lengte en gewicht: effect van sociale wenselijkheid (overschatten lengte, onderschatten gewicht) • Onnauwkeurigheid voorspellen energiebehoefte voor basaalmetabolisme • Geschatte/onnauwkeurige lichamelijke activiteitsniveau's

De inname van eiwit, vet, koolhydraten, natrium en kalium bepaald uit de duplicaten was hoger voor mannen dan voor vrouwen. De inname van eiwitten lag hoger in de hogere leeftijdscategorieën, terwijl de inname van koolhydraten juist lager lag. Dit beeld was ook te zien bij de dagboekjes. In de VCP worden dergelijke verschillen tussen mannen en vrouwen ook gevonden. In de VCP nam ook de inname van koolhydraten af in oplopende leeftijdsgroepen, echter de inname van eiwitten was gelijk voor de verschillende leeftijdscategorieën.

De inname van energie en voedingsstoffen zoals berekend uit de voedingsdagboekjes van het duplicaatvoedingsonderzoek, lag 10-20 procent lager dan bij de VCP (24-uurs voedingsnavraag). De verschillen met de VCP waren over het algemeen groter voor mannen dan voor vrouwen, en waren aanzienlijk groter bij mannen in de leeftijd 25-39 jaar (n=21, verschillen

> 21 procent). De bepaalde inname van eiwit en vet op basis van de duplicaatvoedingen was 13-21 procent lager dan de berekende inname uit de voedingsdagboekjes. De inname van koolhydraten was ongeveer gelijk.

Ten opzichte van de verwachte energie-inname op basis van de BMR, wordt de energie-inname op basis van de VCP gemiddeld met 9 procent onderschat en de energie-inname op basis van de voedingsdagboekjes in het duplicaatvoedingsonderzoek gemiddeld met 19 procent. Aangezien de energie-inname wordt bepaald door de inname van macronutriënten moet er dus ook een onderschatting van macronutriënten-inname plaatsvinden bij de duplicaatvoedingen. Aangezien de eiwit- en vetinname zoals bepaald uit de duplicaatvoedingen lager is dan in de dagboekjes en de VCP, kan geconcludeerd worden dat de gebruikelijke eiwit- en vetinname in de duplicaatvoedingen wordt onderschat. De ordegrrootte hiervan zal ruim 20 procent zijn. Voor koolhydraten is de onderschatting waarschijnlijk kleiner.

De natriuminname op basis van urine-excretie is gemiddeld 3,6 g/dag(17). Natrium uit huishoudelijk toegevoegd zout is niet meegenomen in de berekening van de natriuminname op basis van de dagboekjes en de VCP. Naar schatting, wordt een vijfde deel van het zout toegevoegd tijdens de (huishoudelijke) bereiding van gerechten of aan tafel(19). Als hiervoor wordt gecorrigeerd zou de natriuminname uit de VCP uitkomen op gemiddeld 3,5 g/dag en de voedingsdagboekjes op gemiddeld 3,0 g/dag. De inname bepaald uit de duplicaatvoedingen is met gemiddeld 2,6 g/dag nog lager. Dit duidt op een onderschatting van de gebruikelijke natriuminname op basis van de duplicaatvoedingen van ruim 25 procent.

De kaliuminname op basis van urine-excretie is gemiddeld 2,9 g/dag(18). De gemiddelde kaliuminname op basis van de duplicaatbepalingen (3,1 g/dag) en op basis van de dagboekjes zijn vergelijkbaar (3,0 g/dag), terwijl de inname op basis van de VCP beduidend hoger ligt (3,6 g/dag). Vergeleken met de inname op basis van urine-excretie, is er bij het duplicaatvoedingsonderzoek geen sprake van onderschatting van de kaliuminname, maar volgens de vergelijking met de VCP wel. Er kan geen verklaring worden gevonden voor dit verschil.

Ook voor magnesium, calcium en vezel is sprake van een onderschatting van de voedingsdagboekjes in het duplicaatvoedingsonderzoek ten opzichte van de VCP.

De gemiddelde hoeveelheid van de verzamelde duplicaatvoeding (2660 g) lag lager dan dat van de duplicaatvoedingsstudie in 2004 (circa 2900 g). In de duplicaatstudies van 1984 en 1994 was het gemiddelde verzamelde gewicht respectievelijk 2235 en 2600 gram.

Alles bij elkaar genomen lijkt er in 2011 sprake te zijn van een onderverzameling van de duplicaatvoedingen waardoor de gebruikelijke inname (gemiddelde lange termijn inname) wordt onderschat. Deze onderrapportage ligt in de ordegrrootte van ruim 20 procent. Ook in de literatuur wordt onderschatting op basis van duplicaatvoedingen vaker gerapporteerd(20). Het zou kunnen dat deelnemers bewust of onbewust minder gaan eten wanneer ze een duplicaatvoeding verzamelen dan wat ze gebruikelijk doen. Bij het gebruik van de monsters voor vervolganalyses moet hiermee rekening worden gehouden. Omdat er voor sommige componenten in de voeding (bijvoorbeeld voor mycotoxinen) de gehalten in voedingsmiddelen erg variëren of vaak onbekend zijn, is een duplicaatvoedingsstudie ondanks de onderrapportage een betere

aanpak dan een schatting maken met behulp van de gegevens van de VCP. Een eventueel ander alternatief is een Total Diet Study (TDS). In een TDS worden op basis van een voedselconsumptiepeiling voedingsmiddelen geselecteerd die een typische voeding representeren. Dit is meestal een pooling van verschillende individuele voedingsmiddelen, zoals diverse soorten brood samen, diverse soorten vlees samen in een verhouding zoals ze worden geconsumeerd. Deze voedingsmiddelen worden bereid zoals ze gewoonlijk worden gegeten. In deze bereide voedingsmiddelen worden vervolgens de gehalten aan stoffen gemeten in een laboratorium(21).

Andere aanbevelingen voor volgende verzamelingen van duplicaatvoedingen zijn:

- Tijdens de wervingsperiode van de onderzoekspopulatie compenseren voor selectieve non-respons (van laag opgeleide mensen).
- De deelnemers de beschikking geven over een extra of grotere gekoelde box (eventueel op aanvraag) om te voorkomen dat een duplicaatverzameling verloren gaat vanwege een te kleine verzamelbox.
- Controle op compleetheid van de dagboekjes (is een voedingsmiddel wel gegeten maar niet opgeschreven) door een diëtist.
- Onderzoek naar mogelijkheden om de beïnvloeding van het eetpatroon en de verzameling door sociale wenselijkheid, onderzoeksbelasting en economische motieven te minimaliseren.

Conclusie

De onderzoekspopulatie was representatief voor de Nederlandse populatie en de inname van nutriënten vertoont de verwachte patronen voor de verschillende geslacht- en leeftijdsgroepen. Daarom kunnen de verzamelde duplicaatvoedingen gebruikt worden voor toekomstig voedselveiligheidsonderzoek. Hierbij moet in acht worden genomen dat de consumptie tijdens het onderzoek waarschijnlijk lager was dan gebruikelijk voor deze onderzoeksgroep. Wanneer de blootstelling aan contaminanten in deze duplicaatvoedingen wordt gemeten, zullen de gemiddelde inname niveaus mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke blootstelling.

5 Referenties

1. Vaessen HAMG, e.a. Enkele macro en micro bestanddelen van honderd 24 uurs voedingen; het gehalte aan vocht, vet, eiwit, as, koolhydraten, arseen, seleen en tin. Bilthoven, RIV, 1978. RIV rapport nr 20/79 LCLO.
2. Vaessen HAMG, van de Kamp CG, van Ooik A. Het duplicaatvoedingen project 1984/1985 - uitvoering en enkele resultaten. Bilthoven, RIVM, 1987. RIVM rapport 388700001.
3. van Loon JW, van Ooik A, Ritsema R. Duplicaat 24-uurs voedingen 1994 - inname aan natrium en kalium. Bilthoven, RIVM, 1996. RIVM rapport 515004004.
4. Krystek P RR. Geselecteerde elementen in "Duplicaat 24-uurs voedingen" (Studie: voorjaar 2004). Bilthoven, RIVM, 2004. Project V/310304/02/AA/04/02. Bijlage bij brief 0928/2004 ARO vE/mk.
5. Krystek P RR. Geselecteerde elementen in "Duplicaat 24-uurs voedingen" (Studie: najaar 2004) en Resultaten vergelijking van studies sinds 1976. Bilthoven, RIVM, 2004. Bijlage bij brief 1232/2004 ARO vE1mk.
6. Büchner FL, Ocké MC, Van Egmond HP. Vergelijking inname van nutriënten en contaminanten uit voedselconsumptiepeilingen & duplicaatvoedingen. Bilthoven, RIVM, 2010. RIVM briefrapport 350910001/2010.
7. Centraal Bureau voor de Statistiek. Gouden Standaard, betreffende populatie per 01-01-2010. 2011.
8. RIVM. NEVO-tabel. Nederlands Voedingsstoffenbestand 2011. Den Haag, Voedingscentrum, 2011.
9. Van Rossum CTM, Fransen HP, Verkaik-Kloosterman J, Buurma-Rethans EJM, Ocké MC. Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. RIVM, 2011 RIVM report 350050006/2011.
10. Roza AM, Shizgal HM. The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(1):168-82.
11. Livingstone MB, Black AE. Markers of the validity of reported energy intake. *J Nutr.* 2003;133 Suppl 3:895S-920S.
12. Goldberg GR, Black AE, Jebb SA, Cole TJ, Murgatroyd PR, Coward WA, et al. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur J Clin Nutr.* 1991;45(12):569-81.
13. Hulshof KF, Brussaard JH, Kruizinga AG, Telman J, Lowik MR. Socio-economic status, dietary intake and 10 y trends: the Dutch National Food Consumption Survey. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57(1):128-37.
14. Hulshof KF, Lowik MR, Kok FJ, Wedel M, Brants HA, Hermus RJ, et al. Diet and other life-style factors in high and low socio-economic groups (Dutch Nutrition Surveillance System). *Eur J Clin Nutr.* 1991;45(9):441-50.
15. Blokstra A, Vissink P, Venmans LMAJ, Holleman P, van der Schouw YT, Smit HA, et al. Nederland de Maat Genomen, 2009- 2010 : Monitoring van risicofactoren in de algemene bevolking. Bilthoven, RIVM, 2011. RIVM Rapport 260152001/2011.
16. Centraal Bureau voor de Statistiek. Statline: Lengte en gewicht van personen, ondergewicht en overgewicht; vanaf 1981 Den Haag/Heerlen 2011 [cited 2013 21-02].
17. Hendriksen MAH, Wilson-van den Hooven EC, Van der A DL. Zout- en jodiuminname 2010. Bilthoven, RIVM, 2011 RIVM rapport 350070004/2011.

18. Hendriksen MAH, van Raaij JMA, Geleijnse JM, Wilson-van den Hooven EC, Ocké MC, Van der A DL. Monitoring salt and iodine intake in Dutch adults between 2006 and 2010 using 24-hour urinary sodium and iodine excretions. *accepted for publication in Public Health Nutrition*.
19. Van Rossum CTM, Buurma-Rethans EJM, Fransen HP, Verkaik-Kloosterman J, Hendriksen MAH. Zoutconsumptie van kinderen en volwassenen in Nederland. Resultaten uit de Voedselconsumptiepeiling 2007-2010. Bilthoven, RIVM, 2012. RIVM rapport 350050007/2012.
20. Isaksson B. A critical evaluation of the duplicate-portion technique in dietary surveys. *Eur J Clin Nutr*. 1993;47(7):457-60.
21. Joint guidance of EFSA, FAO and WHO. Towards a harmonized Total Diet Study approach: a guidance document. *EFSA journal*. 2011;9(11):66.

6. Bijlage

Geanalyseerde elementen (n=58) in duplicaatvoedingsonderzoek 2011

Antimonium	Nikkel
Arsenicum	Niobium
Barium	Osmium
Beryllium	Palladium
Bismuth	Platinum
Boron	Praseodymium
Cadmium	Rhenium
Cerium	Rubidium
Cesium	Samarium
Chroom	Selenium
Dysprosium	Strontium
Europium	Tantalium
Fosfor	Tellurium
Gadolinium	Terbium
Gallium	Thallium
Germanium	Thulium
Hafnium	Tin
Holmium	Titaan
IJzer	Uranium
Indium	Vanadium
Iridium	Wolfraam
Kalium	Ytterbium
Kobalt	Yttrium
Koper	Zink
Lanthanum	Zirconium
Lithium	
Lood	
Lutetium	
Magnesium	
Mangaan	
Molybdenum	
Natrium	
Neodymium	

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl