

Projectnummer: 672.000.01
Projecttitel: Duplicaat voeding

Projectleider: W. Traag

Rapport 2008.003

mei 2008

Inname aan zware metalen en nitraat door jonge kinderen

E.D. van Asselt, A. de Mul, W.A. Traag, J.D. van Klaveren

Business Unit: Veiligheid & Gezondheid
Cluster: Databanken, Risicoschatting & Ketenmanagement

Business Unit: Analyse & Ontwikkeling
Cluster: Bestrijdingsmiddelen & Contaminanten

RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid
Wageningen Universiteit en Researchcentrum
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen
Postbus 230, 6700 AE Wageningen
Tel: 0317-480256
Fax: 0317-417717
Internet: www.rikilt.wur.nl

Copyright 2008, RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid.

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid is het niet toegestaan:

- a) *dit door RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid uitgebracht rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b) *dit door RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid uitgebracht rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c) *de naam van RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Het onderzoek beschreven in dit rapport is gefinancierd door het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS).

Verzendlijst:

- Voedsel en Waren Autoriteit (VWA), Den Haag (dr. H. Noteborn, dr. ir. J.J.M. Castenmiller)
- Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, Den Haag (A.M. van der Gref, dr. H.F. Storms, dr. J.W. Tas, ir. J.M.E. van der Kamp)
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Voedselkwaliteit en Diergezondheid, Den Haag (dr. R.M.C. Theelen)
- Voedingscentrum, Den Haag (ir. B.C. Breedveld, ir. L.R. van Nieuwland)
- Biometris, Wageningen UR, Wageningen (ir. W.J. de Boer, dr. H. van der Voet)
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven (dr. ir. M.C. Ocké, dr. ir. C.T.M. van Rossum, dr. M.T.M. van Raaij, dr. M.I. Bakker, dr. B.C. Ossendorp)

<p>Bij de totstandkoming van dit rapport is de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Tenzij vooraf schriftelijk anders overeengekomen aanvaardt RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid geen aansprakelijkheid voor schadeclaims die worden uitgebracht n.a.v. de inhoud van dit rapport.</p>
--

Samenvatting

Het doel van deze studie was een vergelijking te maken tussen probabilistische innameberekeningen en metingen in duplicaatvoedingen. Hiertoe zijn innameberekeningen uitgevoerd voor zware metalen, nitraat en zout op basis van metingen uit een duplicaat voedingsstudie bij baby's en deze zijn vergeleken met innameberekeningen op basis van monitoringsdata uit de KAP-databank. Voor de duplicaatvoedingen is gebruik gemaakt van data verzameld in de EUBABY-studie van baby's van 8 tot 12 maanden.

Wanneer men uitspraken wil doen over de mogelijke schadelijkheid van innamen aan zware metalen en nitraat moet rekening gehouden worden met de chronische toxiciteit van deze stoffen. Er moet dan een langetermijnberekening gedaan worden. Deze kon niet uitgevoerd worden met de baby's uit de EUBABY-studie, omdat de consumptiemeting betrekking had op slechts één dag. Om de langetermijnberekening uit te voeren en de innamen te vergelijken met een Toelaatbare Dagelijkse Inname (TDI) is gebruik gemaakt van consumptiegegevens uit de VCP-3 voor 1-jarigen, waarbij wel beschikking was over consumptiegegevens van meerdere dagen.

Vergelijking tussen berekeningen op basis van de duplicaatvoedingen en op basis van probabilistische berekeningen m.b.v. monitoringsgegevens uit de KAP-databank liet zien dat de mediane innamen vergelijkbaar waren voor cadmium en nitraat, maar voor lood lager waren in de probabilistische berekening. De lagere berekende inname voor lood kan veroorzaakt zijn, doordat in de KAP-databank meer nulmetingen voorkwamen, waardoor de mediane waarde omlaag ging. Verder was water niet meegenomen in de lood-berekeningen, wat de uitkomsten beïnvloed kan hebben. Uit de berekeningen kan geconcludeerd worden dat een probabilistische schatting op basis van de KAP-databank een goede manier is om innamen aan zware metalen en nitraat te berekenen voor baby's.

Uit de berekeningen bleek dat baby's net als volwassenen meer zout binnenkrijgen dan wordt geadviseerd. Verder bleek dat baby's voldoende ijzer binnen krijgen vergeleken met de aanbevolen inname in Nederland. Uit de langetermijnberekeningen bleek dat cadmium- en loodinnamen geen verhoogd risico vormen voor kinderen van 1-2 jaar. De berekeningen lieten verder zien dat 20% van de kinderen tussen de 1 en 2 jaar de ADI van nitraat overschrijdt. Hierbij moet bedacht worden dat de innamen van bovengenoemde stoffen in de latere fase van het leven vaak beduidend lager is. De ADI/TDI waarden zijn opgesteld voor een levenslange inname. In een vervolgonderzoek zou gekeken kunnen worden naar de ernst van een tijdelijke overschrijding van de ADI/TDI door deze leeftijdsgroep.

Producten die het meest bijdroegen aan cadmium- en loodinnamen waren tarwe, aardappelen en groenten. Voor nitraat bleken aardappelen, groente, fruit en drinkwater een belangrijke bijdrage te leveren aan de inname door 1-jarigen. Om nitraatinnamen te verminderen zou de consumptie van nitraatrijke groenten als spinazie en rode bieten beperkt moeten worden. Dit sluit aan bij de richtlijnen van het Voedingscentrum.

Naast voedingsadviezen is er steeds meer beleidmatige en wetenschappelijke aandacht voor risk-benefit afwegingen. Het verdient aanbeveling om bij normoverschrijdingen voor voedingsmiddelen met gezonde eigenschappen, zoals bijvoorbeeld groente en fruit, een wetenschappelijke en beleidmatige risk-benefit afweging te maken.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Methodes	6
2.1	Voedselconsumptiedata	6
2.2	Concentratiedata.....	6
2.2.1	Concentratiedata uit de EUBABY-studie	6
2.2.2	Concentratiedata uit de KAP-databank	6
2.3	Blootstellingsberekeningen	7
2.3.1	Innameberekening m.b.v. duplicaat voedingen	7
2.3.2	Innameberekening m.b.v. KAP-gegevens	7
3	Resultaten.....	9
3.1	Innameberekening voor zware metalen en nitraat op basis van consumptiegegevens uit de EUBABY-studie	9
3.2	Innameberekening voor zware metalen en nitraat op basis van consumptiegegevens uit de VCP.....	12
3.3	Aannames en onzekerheden in de berekeningen.....	13
4	Discussie	15
4.1	Innamen aan zware metalen en nitraat berekend met duplicaat voedingen en met monitoringsgegevens uit KAP.....	15
4.2	Vergelijking innameberekeningen voor zware metalen, nitraat en zout met vastgestelde normen.....	17
4.2.1	IJzer-, kwik- en zoutinname door baby's op basis van de duplicaat dieetvoedingen.....	17
4.2.2	Cadmium-, lood- en nitraatinname op basis van langetermijnberekeningen.....	18
5	Conclusies en aanbevelingen	20
6	Referenties.....	21
	Appendix 1. Analyse resultaten van babyvoedingen uit de EUBABY-studie.....	23
	Appendix 2. Overzicht cadmium data uit de KAP-databank.....	25
	Appendix 3. Overzicht lood data uit de KAP-databank	26
	Appendix 4. Overzicht nitraat data uit de KAP-databank	27
	Appendix 5. Consumptiepatroon van 1 baby met hoge kwikinname t.o.v. de andere 99 baby's.	28

1 Inleiding

Jonge kinderen eten relatief meer voedingsmiddelen per kg lichaamsgewicht dan volwassenen. Daarom is de inname aan toxische stoffen via het voedsel ook relatief hoger voor kinderen. Naast de hogere inname is de fysiologie van kinderen ook anders dan bij volwassenen. Veel van deze fysiologische aspecten zijn met name van belang voor kinderen onder de 1 jaar, blijkt uit een rapport van de Gezondheidsraad over bestrijdingsmiddelen (Gezondheidsraad, 2004). Ten eerste is bij deze jonge kinderen het spijsverteringskanaal nog niet volledig gerijpt. Sommige stoffen worden hierdoor door kinderen beter opgenomen dan door volwassenen en andere minder goed. Ten tweede is de verdeling van stoffen over het lichaam leeftijdsafhankelijk. In water oplosbare stoffen verspreiden zich in een babylichaam over een relatief groter volume dan bij volwassenen en dringen gemakkelijker vanuit de bloedbaan de weefsels en organen binnen. Ten derde is de enzymactiviteit van baby's lager en dus ook hun vermogen tot afbraak van chemische componenten. Deze toxicokinetische verschillen verdwijnen grotendeels na het eerste levensjaar. Oudere kinderen hebben vaak zelfs een hogere stofwisseling dan volwassenen, resulterend in een snellere afbraak van chemische componenten. Kinderen kunnen dus meer of minder gevoelig zijn voor toxische stoffen dan volwassenen. Dit hangt af van de ontwikkelingsfase van het kind en van de stof. Het is dan ook belangrijk om meer inzicht te krijgen in het effect van toxische stoffen op kinderen en dus om specifieke consumptiepatronen van kinderen mee te nemen in chemische risicoanalyses (Gezondheidsraad, 2004).

Het is bekend dat kinderen naast een andere stofwisseling ook een heel ander consumptiepatroon hebben dan volwassenen. Zo consumeren kinderen van 1-2 jaar veel meer melk, appels en bananen dan volwassenen. Deze verschillen worden kleiner naarmate kinderen ouder worden (Van Klaveren *et al.*, 2000). Momenteel zijn er vrij veel gegevens over het voedingspatroon van volwassenen in Nederland verzameld via de verschillende VoedselconsumptiePeilingen (VCP) (Anonymous, 1988, 1993, 1998). Op basis hiervan kunnen innameberekeningen uitgevoerd worden aan verschillende contaminanten, zodat inzicht verkregen wordt in het effect van voedingsgewoontes op de volksgezondheid. Deze data en berekeningen gelden dan voor de gehele bevolking. Er zijn momenteel echter weinig specifieke consumptiedata voor jonge kinderen. Om meer inzicht te krijgen in het voedingspatroon van baby's is in 2002 verspreid over de seizoenen een studie verricht onder 373 baby's van 8 tot 12 maanden (EUBABY-studie). De data verzameld in deze studie zijn gebruikt om probabilistische berekeningen voor bestrijdingsmiddelen en DON te valideren met meetgegevens. Resultaten hiervan zijn elders beschreven (Boon and Van Klaveren, 2003, Boon *et al.*, 2003, Schothorst *et al.*, 2005).

Het doel van dit rapport is innameberekeningen voor zware metalen en nitraat op basis van monitoringsgegevens uit de KAP-databank te vergelijken met gemeten waarden uit de EUBABY-studie. Op deze manier kunnen probabilistische methoden gevalideerd worden met meetgegevens. Verder kan met behulp van een probabilistische berekening ingeschat worden welke producten het meest bijdragen aan de inname door baby's en of er normoverschrijdingen zijn.

2 Methodes

2.1 Voedselconsumptiedata

Deelnemers aan de EUBABY-studie werden geworven via 3 consultatiebureaus in het midden van het land. Er werd vooral gezocht naar kinderen die zelfgemaakte maaltijden kregen i.p.v. kant-en-klare babyvoedingen uit de winkel. Dit werd met name gedaan om pesticiden in het voedsel te kunnen detecteren, aangenomen dat pesticidengehaltes in kant-en-klare babyvoedingen zeer laag zouden zijn, vanwege zelf regulering door de fabrikanten. Kinderen die borstvoeding kregen werden niet meegenomen, omdat verwacht werd dat verzameling van borstvoeding praktisch slecht haalbaar zou zijn. In totaal deden 373 baby's mee, in de leeftijd van 8 tot 12 maanden. In een voedingsdagboekje hielden de ouders/verzorgers bij welke producten en hoeveel er van elk product gegeten werd door hun baby. Tevens werd het gewicht van de baby geregistreerd. Al deze data werden opgeslagen in een MsAccess database.

Naast kortetermijnberekeningen met de EUBABY-studie zijn ook langetermijnberekeningen uitgevoerd met voedselconsumptiedata uit de VCP-3 uit 1997/1998. In deze peiling hebben 6.250 deelnemers van 1 tot 97 jaar hun voedselconsumptie bijgehouden gedurende 2 opeenvolgende dagen. Op deze manier zijn 12.500 consumptiedagen geregistreerd. Hieruit is een selectie gemaakt voor kinderen van 1 tot 2 jaar, omdat gegevens beneden de 1 jaar niet aanwezig waren. Deze selectie leverde 78 kinderen op.

2.2 Concentratiedata

2.2.1 *Concentratiedata uit de EUBABY-studie*

Van alle voedingsmiddelen die gegeten werden in de EUBABY-studie werd een extra exemplaar, een zgn. duplicaat, in een voedingscontainer verzameld voor verdere analyses. Monsters werden gedurende het hele jaar verzameld zodat seizoensinvloeden verwaarloosbaar zijn. Hiervoor zijn twee containers gebruikt: één voor groente en fruit en één voor de rest. Uit de groente- en fruitcontainer is een klein monster gebruikt voor pesticidenanalyse. De rest is gemengd met de andere container en hierin zijn o.a. zware metalen (cadmium, lood, kwik en ijzer), nitraat en zoutgehaltes bepaald. De analysegegevens staan in Appendix 1.

2.2.2 *Concentratiedata uit de KAP-databank*

Chemische contaminanten worden veelal bepaald in primaire agrarische producten (PAP), zoals melk, groente, tarwe etc. Het consumptiepatroon van baby's en jonge kinderen bevat naast PAP ook samengestelde producten, waarin deze PAP in bepaalde concentraties verwerkt zijn. Om innameberekeningen te kunnen doen voor het totaal aan geconsumeerde producten is dan ook een omzetting nodig van samengestelde producten naar PAP. Hiervoor is binnen RIKILT een conversiemodel opgesteld, waarin NEVO codes van samengestelde producten gekoppeld worden aan PAP (van Dooren et al., 1995). Het voedselpatroon van de baby's kan dan via het conversiemodel gekoppeld worden aan gemeten concentraties in PAP om zo blootstellingsberekeningen uit te kunnen voeren.

Voor de probabilistische innameberekeningen is gebruik gemaakt van concentratiegegevens in PAP die verzameld zijn in de KAP-databank (Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten). Er is hiervoor een selectie gemaakt uit de KAP-databank voor 2002-2006.

In KAP waren echter geen gegevens beschikbaar voor vlees. Dit is echter wel een belangrijke bron voor cadmium en lood. Er waren wel gegevens voor nier en lever en dus is er analoog aan RIVM rapport 320103001 (de Winter-Sorkina et al., 2003) een omrekening gemaakt naar vlees. Voor cadmium zijn hiervoor de volgende ratio's gehanteerd: nier: lever: vlees = 134:31:1 en voor lood is de gebruikte ratio: nier: lever: vlees = 20:10:1. De gebruikte producten met gemiddelde concentraties en aantallen monsters staan weergegeven in Appendix 2 (cadmium) en 3 (lood).

Nitraat komt voornamelijk voor in groente en fruit. Voor fruit waren echter geen recente data aanwezig in de KAP-databank en dus is een selectie gemaakt van gehalten uit 1998-2001. Omdat nitraat ook aanwezig kan zijn in water is hiervoor een concentratie van 5,13 mg/kg opgenomen voor drinkwater (gemiddelde gehalte gerapporteerd door waterleidingenbedrijven in 2006) en 4,0 mg/kg voor bronwater (informatie mineraalwater Nestlé). Verder is rekening gehouden met processing factoren. Door koken slinken de meeste groenten waardoor de concentratie nitraat afneemt. De gebruikte processing factoren zijn geselecteerd uit Meah et al. (1994). De gebruikte producten met gemiddelde concentraties en aantallen monsters staat weergegeven in Appendix 4.

2.3 Blootstellingsberekeningen

2.3.1 Innameberekening m.b.v. duplicaat voedingen

Van de 373 verzamelde babyvoedingen in de EUBABY-studie zijn 100 voedingen geanalyseerd. Vóór de analyses zijn de voedingen gevriesdroogd. De analysewaarden zijn dus gecorrigeerd voor het vochtgehalte. De volgende formule is gebruikt voor berekening van de inname per baby per dag op basis van de gemeten concentraties in de duplicate voedingscontainers:

2.3.2 Innameberekening m.b.v. KAP-gegevens

In een probabilistische berekening worden trekkingen gedaan uit consumptiedata en concentraties van contaminanten in de voeding om zo een verdeling in innamen te kunnen berekenen. Concentratiedata uit de KAP-databank en consumptie- en babygegevens uit de EUBABY-studie of de VCP-3 werden gekoppeld m.b.v. Monte Carlo analyse. Hiervoor is bij het RIKILT een programma ontwikkeld (Monte Carlo Risk Assessment) dat trekkingen doet uit de verschillende datasets om zo een probabilistische innameberekening uit te voeren. Er is in deze berekeningen gebruik gemaakt van MCRA versie 6 (de Boer en Van der Voet, 2007).

Voor kortetermijnberekeningen werden at random trekkingen gedaan uit de consumptie- en concentratiedata. Deze data werden dan vermenigvuldigd en hieruit ontstaat een verdeling voor de kortetermijninname door het uitvoeren van 10.000 iteraties.

Voor de langetermijninname werden de concentraties gemiddeld per product en deze werden vermenigvuldigd met de consumpties per persoon en vervolgens opgeteld over de producten. De verdeling van de gebruikelijke inname per persoon wordt modelmatig uit deze data geschat. In dit geval is hiervoor het betabinomial-normal (BNN) model gekozen. Het aantal dagen dat een product geconsumeerd wordt, wordt hierbij beschreven met een binomiale verdeling met per persoon een verschillende kans op consumptie. Deze kansen volgen een beta-verdeling. Er wordt aangenomen dat de hoeveelheid gegeten product op consumptiedagen beschreven kan worden met een normale verdeling, in de meeste gevallen na een logaritmische of power transformatie.

Voor sommige contaminanten (zoals lood) worden regelmatig waarden beneden de detectielimiet (LOD) gemeten. Voor deze stoffen zijn 2 berekeningen uitgevoerd: berekeningen waarin is aangenomen dat waarden onder de LOD gelijk zijn aan nul (lower bound) en berekeningen waarin waarden beneden de LOD gelijk gesteld zijn aan de helft van de detectielimiet (0,5LOD; middle bound).

3 Resultaten

3.1 Innameberekening voor zware metalen en nitraat op basis van consumptiegegevens uit de EUBABY-studie

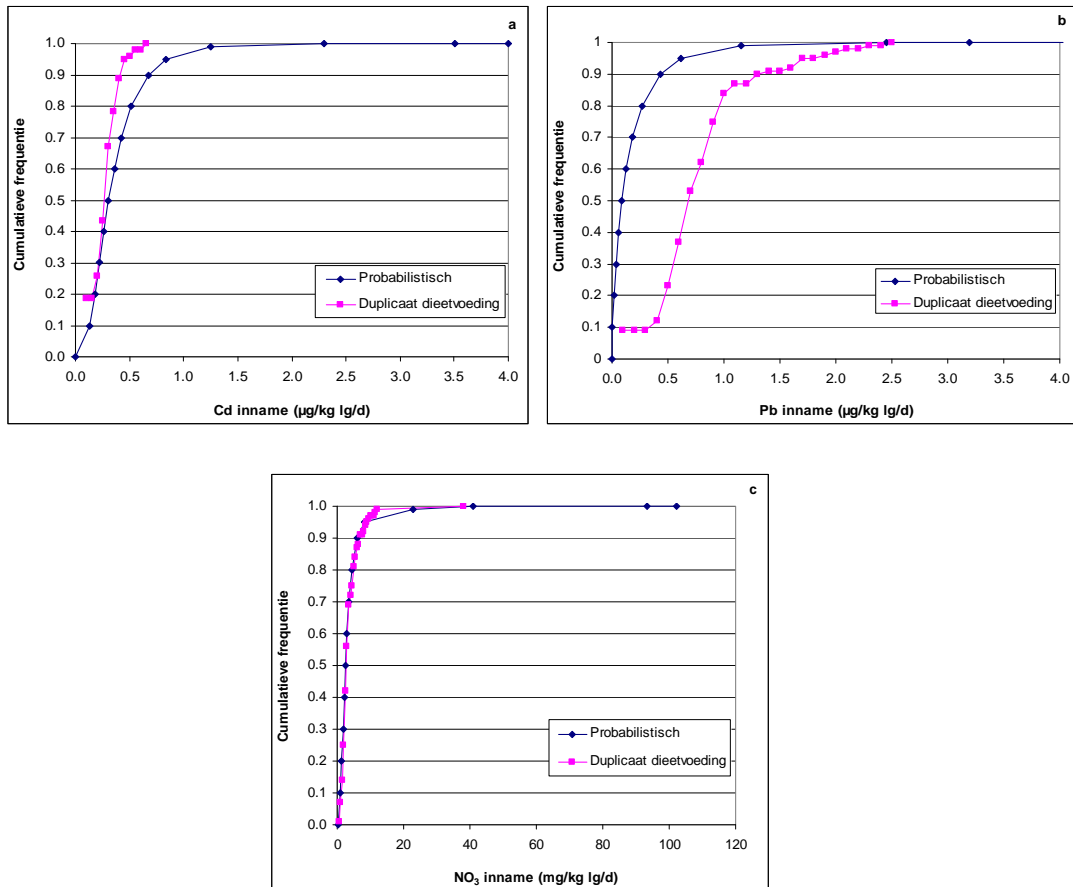
Aan de hand van de gemeten concentraties zware metalen, nitraat en zout in de verzamelde duplicaat voedingen uit de EUBABY-studie (zie Appendix 1) is de inname per baby berekend m.b.v. vergelijking 1. Voor ijzer kwam de gemiddelde inname uit op 775 µg/kg lg/d met een maximum van 1292 µg/kg lg/d. De gemiddelde zoutinname in de EUBABY-studie is 1,3 g/dag (of 150 mg/kg lg/d) met een maximale inname van 2,4 gram/dag (of 270 mg/kg lg/d).

Er was slechts 1 geanalyseerde babyvoeding met een kwikgehalte boven de LOD, waarvan de inname 0,26 µg/kg lg/dag was. Voor deze baby is uitgezocht wat hij/zij gegeten heeft en of andere baby's dit ook gegeten hebben (zie Appendix 5). De volgende producten zijn voornamelijk door deze ene baby gegeten: selderij, rozijnen, witlof, kabeljauw en diksap.

Probabilistische berekeningen zijn uitgevoerd voor cadmium, lood en nitraat op basis van monitoringsdata uit de KAP-databank. In deze berekeningen zijn de consumptie- en persoonsgegevens uit de EUBABY-studie (373 baby's) gekoppeld aan gemeten concentraties in PAP uit de KAP-databank. Hiervoor is een acuut model gebruikt, omdat de consumptiedata in de EUBABY-studie verzameld zijn voor slechts 1 dag. Er is aangenomen dat metingen beneden de LOD gelijk zijn aan 0 mg/kg. Wanneer de gemeten en berekende innamen met elkaar vergeleken worden (Tabel 1) is te zien dat de mediane innamen vergelijkbaar zijn voor cadmium en nitraat, maar voor lood ligt de mediane inname in de probabilistische berekening lager. Ook uit Figuur 1 blijkt dat de innamen berekend m.b.v. probabilistische benadering en op basis van de duplicaat voedingen vergelijkbaar zijn voor cadmium en nitraat. Voor lood worden hogere innamen gevonden in de duplicaat voeding vergeleken met de probabilistische schatting. Verder blijkt uit Tabel 1 dat de maxima in de probabilistische berekening hoger uitvallen. Voor beide berekeningen is gebruik gemaakt van consumptie- en babygegevens uit de EUBABY-studie. De gebruikte concentraties zijn echter verschillend.

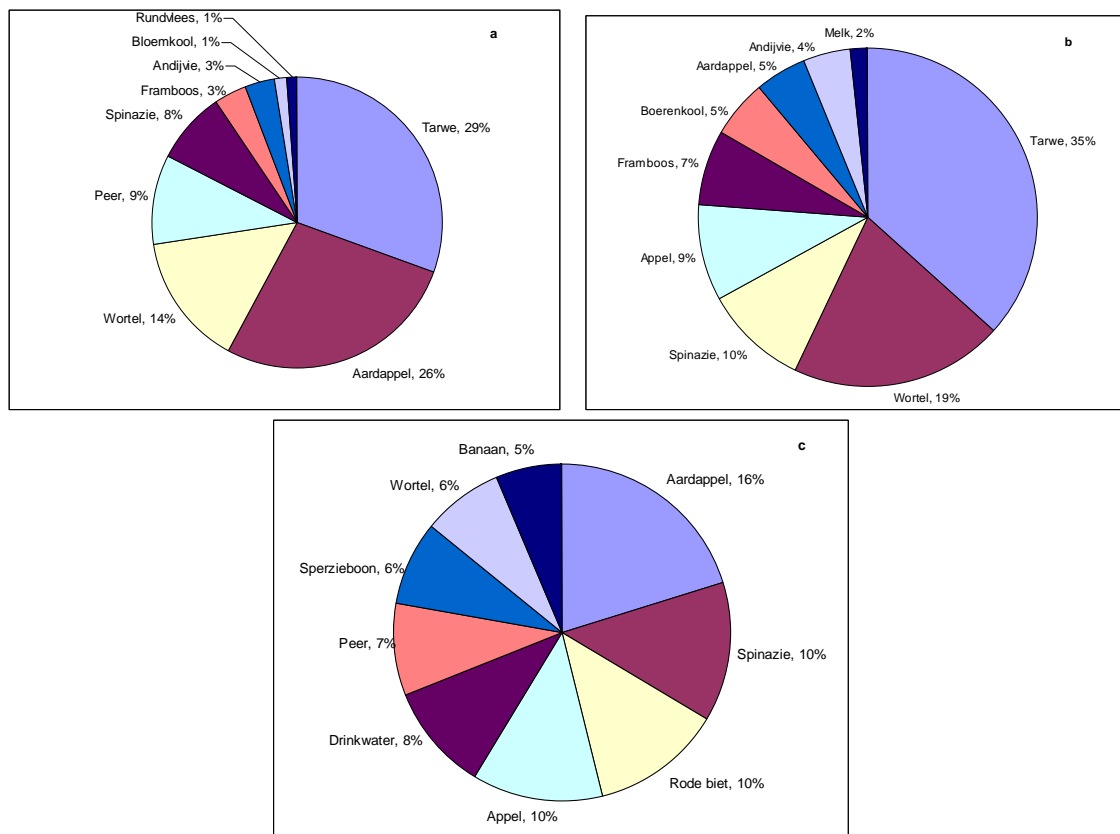
Tabel 1. Mediane en maximale inname aan cadmium, lood en nitraat berekend met gemeten concentraties uit de duplicaat voedingen en met concentraties uit de KAP-databank (probabilistische benadering met acuut model).

	cadmium		lood		nitraat	
	(µg/kg lg/dag)	(µg/kg lg/dag)	(µg/kg lg/dag)	(µg/kg lg/dag)	(mg/kg lg/dag)	(mg/kg lg/dag)
	mediaan	max	mediaan	max	mediaan	max
Inname duplicaat voeding	0,27	0,69	0,70	2,47	2,8	38*
Probabilistische innameberekening m.b.v. KAP-gegevens	0,31	3,89	0,09	3,65	2,5	102



Figuur 1. Cumulatieve frequentieverdeling van de inname berekend met duplicaat voedingen en met probabilistische schattingen m.b.v. KAP-gegevens voor cadmium (a), lood (b) en nitraat (c).

Met behulp van probabilistische berekeningen kan ook bepaald worden welke producten een belangrijke bijdrage leveren aan de inname van zware metalen en nitraat door baby's. Voor cadmium werd de belangrijkste bijdrage geleverd door tarwe, groenten en aardappels (Figuur 2 en Tabel 2). Figuur 2 laat zien dat tarwe en groenten ook de belangrijkste producten zijn voor lood inname bij baby's. Voor nitraat wordt bijna de helft van de inname veroorzaakt door aardappels, spinazie, rode biet en appel. Naast groente en fruit levert drinkwater ook een belangrijke bijdrage (8%) aan de nitraat-inname. Nitraatinname via aardappel en spinazie is vergelijkbaar (16% en 10% resp.). Alhoewel in aardappel 10x zo weinig nitraat gemeten zit als in spinazie wordt er wel 10x zoveel van gegeten, waardoor de nitraat-inname via deze producten vergelijkbaar is (Tabel 2).



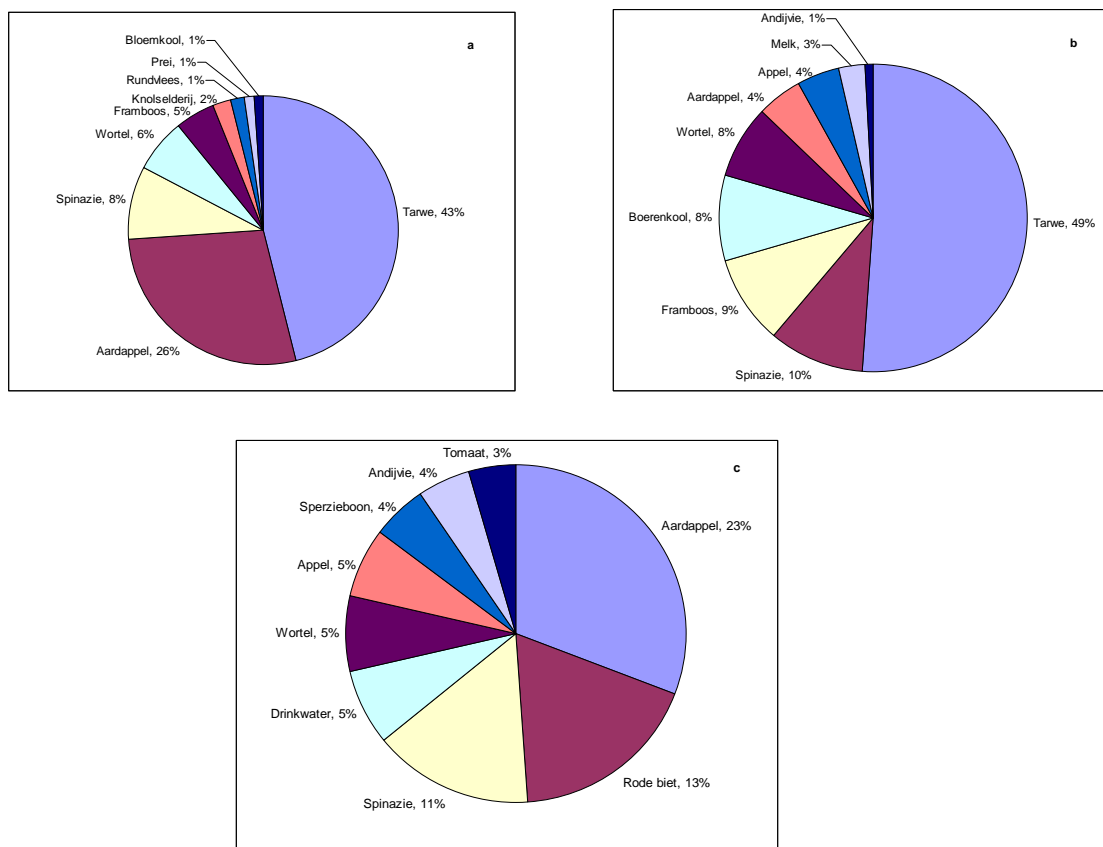
Figuur 2. De 9 producten die de belangrijkste bijdrage leveren aan de inname van cadmium (a), lood (b) en nitraat (c) op basis van een kortetermijnberekening.

Tabel 2. Gemiddelde concentraties cadmium(Cd), lood(Pb) en nitraat(NO₃) en de gemiddelde berekende inname per product en hun bijdrage aan de TDI op basis van een kortetermijnberekening met de EUBABY-studie.

Product	Cons. (g)	Concentratie (mg/kg)			Inname (µg/kg lg/dag)			% TDI		
		Cd	Pb	NO ₃	Cd	Pb	NO ₃	Cd	Pb	NO ₃
Aardappel	40,4	0,0217	0,0018	257	0,095	0,008	535	10	0,2	14
Andijvie	3,3	0,0343	0,0223	1669	0,012	0,008	103	1	0,2	3
Appel	72,0		0,0018	47		0,015	329		0,4	9
Banaan	40,0			108			172			5
Bloemkool	7,0	0,007			0,005			1		
Boerenkool	0,7		0,1394			0,009			0,3	
Drinkwater	491,8			5			272			7
Framboos	1,4	0,0800	0,078		0,012	0,012		1	0,3	
Melk	138,1		0,0001			0,003			0,1	
Peer	38,1	0,0085		58,5	0,035		238	4		6
Rode biet	1,2			1945			337			9
Rundvlees	6,6	0,0053			0,004					
Sperzieboon	7,1			576			213			6
Spinazie	3,8	0,0709	0,0405	1815	0,028	0,016	353	3	0,4	10
Tarwe	22,8	0,0434	0,0245		0,106	0,06		11	1,7	
Wortel	16,4	0,0285	0,0188	219	0,051	0,033	203	5	0,9	5

3.2 Innameberekening voor zware metalen en nitraat op basis van consumptiegegevens uit de VCP

Om langetermijnberekeningen te kunnen uitvoeren met een chronisch model is gebruik gemaakt van consumptie- en persoonsgegevens uit de VCP-3 voor 1-jarigen en concentratiegegevens van de contaminanten uit de KAP-databank. Hierbij is aangenomen dat metingen beneden de LOD gelijk zijn aan 0 mg/kg. De producten die een belangrijke bijdrage leveren aan de inname van cadmium, lood en nitraat veranderen in deze berekening t.o.v. de kortetermijnberekening met een acuut model op basis van de EUBABY-studie (Figuur 3). Voor cadmium wordt tarwe belangrijker (43% chronisch t.o.v. 29% acuut), wortel en peer worden minder belangrijk (respectievelijk 6 en 0% chronisch t.o.v. 14% en 9% acuut). Voor lood zien we dezelfde trend: tarwe 49% chronisch t.o.v. 35% acuut en wortel 8% chronisch t.o.v. 19% acuut. Voor nitraat worden aardappels belangrijker (23% chronisch versus 16% acuut) en appel en peer minder belangrijk (respectievelijk 5% en 0% chronisch t.o.v. 10% en 7% acuut).



Figuur 3. De 9 producten die de belangrijkste bijdrage leveren aan de inname van cadmium (a), lood (b) en nitraat (c).

Wanneer kortetermijnberekeningen op basis van de EUBABY-survey (8-12 maanden) en op basis van de VCP-data (1-jarigen) vergeleken worden, valt op dat de mediaan en het 99,99 percentiel in dezelfde orde van grootte liggen (tabel 3). Voor de totale inname aan contaminanten blijkt uit de langetermijnberekeningen op basis van de VCP-data dat het 99,99 percentiel een stuk lager uitkomt dan in de kortetermijnberekening. Dit komt omdat in de langetermijnberekeningen de extremen minder zwaar meetellen.

Tabel 3. De mediaan en 99 percentiel voor cadmium, lood en nitraat verkregen met kortetermijnberekeningen (o.b.v. consumptiegegevens uit EUBABY-studie en VCP-3) en langetermijnberekeningen (o.b.v. VCP-3)

	cadmium		lood		nitraat	
	(µg/kg lg/dag)		(µg/kg lg/dag)		(mg/kg lg/dag)	
	mediaan	99,99	mediaan	99,99	mediaan	99,99
Kortetermijnberekening EUBABY	0,31	3,51	0,09	3,19	2,5	93,4
Kortetermijnberekening VCP 1-jarigen	0,36	4,79	0,12	3,55	1,9	79,6
Langetermijnberekening VCP 1-jarigen	0,41	1,64	0,20	0,89	2,5	12,0

3.3 Aannames en onzekerheden in de berekeningen

Effect van de detectielimiet (LOD)

In bovenstaande berekeningen (paragraaf 3.2 en 3.3) is aangenomen dat waarden beneden de LOD gelijk zijn aan nul (lower bound, lb). Voor nitraat waren er geen waarnemingen beneden de LOD. Wanneer voor cadmium en lood wordt aangenomen dat waarden beneden de LOD niet nul zijn maar de helft van de detectielimiet (middle bound, mb), dan resulteert dit in een hogere concentratie op de percentielen. Voor kortetermijnberekeningen op basis van de EUBABY-survey werd de mediane inname voor cadmium 1,25 µg/kg lg/dag (mb) t.o.v. 0,31 µg/kg lg/dag (lb) en voor lood 1,34 µg/kg lg/dag (mb) t.o.v. 0,09 µg/kg lg/dag (lb). Voor langetermijnberekeningen op basis van de VCP-data werd de mediane inname voor cadmium 1,88 µg/kg lg/dag (mb) t.o.v. 0,41 µg/kg lg/dag (lb) en voor lood 1,94 µg/kg lg/dag (mb) t.o.v. 0,20 µg/kg lg/dag (lb).

De producten die bijdroegen aan de cadmium- en loodinnamen veranderden ook. Bij de top 9 producten werd melk belangrijker (rond de 35% in kortetermijnberekeningen en rond de 55% voor langetermijnberekeningen), terwijl melk nauwelijks voorkomt in de top 9 als de lower bound gebruikt wordt (zie Figuur 2 en 3). Andere producten die in de middle bound berekeningen belangrijk worden zijn fruitproducten zoals appel en banaan.

Onzekerheid als gevolg van de omvang van en variatie in de dataset.

Naarmate de steekproefomvang groter is, neemt het vertrouwen in de resultaten toe, omdat de zekerheid toeneemt dat ook kinderen met afwijkende eetgewoonten worden meegenomen in het onderzoek. Hetzelfde geldt voor de data in de residudatabank, naarmate er meer monsters zijn genomen en geanalyseerd op zware metalen en/of nitraat, is er meer vertrouwen dat ook de monsters met afwijkende (hoge) gehalten zijn bemonsterd.

Om te bepalen hoe de steekproefomvang, en de variatie in de steekproef, de resultaten kunnen beïnvloeden is een bootstrap methode toegepast. Daarbij wordt uit de bestaande dataset at random data getrokken en een nieuwe dataset gecreëerd. Deze bevat net zoveel personen of residugehaltes als de oorspronkelijke dataset. Met deze nieuwe dataset wordt eveneens een probabilistische berekening uitgevoerd. Indien er geen variatie is in eetgewoontes en residugehaltes zal deze nieuwe berekening leiden tot hetzelfde resultaat. Als er echter grote variatie is zal de kans toenemen dat het resultaat van de bootstrap berekening afwijkt van de oorspronkelijke berekening.

In deze studie is de bootstrapberekening 10.000 keer herhaald. Het betrouwbaarheidsinterval als gevolg van onzekerheden in de steekproefomvang wordt weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4. 95% Betrouwbaarheidsintervallen voor de mediaan en 99,99 percentiel voor cadmium, lood en nitraat verkregen met korte- en langetermijnberekening.

	cadmium		lood		nitraat	
	(µg/kg lg/dag)		(µg/kg lg/dag)		(mg/kg lg/dag)	
	mediaan	99,99	mediaan	99,99	mediaan	99,99
Kortetermijnberekening	0,27-0,34	1,85-3,78	0,06-0,12	1,80-3,68	2,19-2,83	34,0-101,7
Langetermijnberekening	0,38-0,47	1,25-2,50	0,16-0,24	0,54-1,29	2,11-3,23	5,3-23,7

Wanneer onzekerheidsanalyses worden uitgevoerd is te zien dat de berekende betrouwbaarheidsintervallen voor de mediaan klein zijn (Tabel 4). De bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval van het 95 percentiel in de langetermijnberekening ligt voor cadmium op 0,91 µg/kg lg/d, voor lood op 0,48 µg/kg lg/d en voor nitraat op 7 mg/kg lg/d. Voor het 99,99 percentiel valt het betrouwbaarheidsinterval groter uit dan voor de mediaan. Dit wordt veroorzaakt doordat dit percentiel in de staart van de verdeling zit, waardoor een grotere spreiding verwacht wordt.

4 Discussie

4.1 Innamen aan zware metalen en nitraat berekend met duplicaat voedingen en met monitoringsgegevens uit KAP

Vergelijking duplicaat voedingen en innameberekeningen

Om een indruk te krijgen van de mate waarin residuen of voedingsstoffen voorkomen in ons eten, kunnen drie methodes worden gebruikt: market basket methode, duplicaat voedingen en de berekeningsmethode waarbij monitoringsdata gecombineerd worden met consumptiegegevens. In de studie beschreven in dit rapport zijn twee van deze methodes met elkaar vergeleken: data uit duplicaat voedingen en monitoringsdata. Voordeel van de duplicaat voedingen is dat ze een nauwkeurig beeld geven van de concentraties zware metalen en nitraat zoals die ook daadwerkelijk geconsumeerd worden door baby's. Nadelen van deze methode zijn dat de methode arbeidsintensief is, veel begeleiding van de onderzoekers vergt en hoge kosten met zich meebrengt (Van Klaveren et al., 2000). Door deze nadelen wordt duplicaat voedingsonderzoek vaak bij een beperkt aantal personen ingezet. In deze studie zijn 100 duplicaatvoedingen geanalyseerd.

De berekeningsmethode, waarbij monitorings- en consumptiedata worden gebruikt, is relatief goedkoop en kan flexibel gebruikt worden. De methode is echter wel afhankelijk van de kwaliteit van de residuen en consumptiedata. Veel van de residumetingen worden uitgevoerd in primaire agrarische producten, waardoor onzekerheid ontstaat of deze gehalten wel toepasbaar zijn voor voedingsmiddelen zoals deze geconsumeerd worden. Dit is deels ondervangen door gebruik te maken van het conversiemodel dat een vertaalslag maakt van geconsumeerde voedingsmiddelen naar primaire agrarische producten (van Dooren *et al.*, 1995). Bij de berekening moet dan wel rekening gehouden worden met het feit dat voedselbereiding het gehalte aan zware metalen en/of nitraat kan beïnvloeden. In deze berekening is hiervoor waar mogelijk gebruik gemaakt van processing factoren.

Vergelijking van frequentieverdelingen van de duplicaatvoeding en de berekeningsmethode laat zien dat in probabilistische berekeningen op basis van monitoringsdata uit de KAP-databank een gelijkmatigere verdeling ontstaat dan op basis van de duplicaat voedingen. Dit komt doordat de berekeningsmethode gebruik maakt van een veel grotere dataset. De duplicaatvoeding is, door bovengenoemde nadelen, beperkt in het aantal waarnemingen. Verder bleek uit de vergelijking tussen de metingen in de duplicaatvoedingen en de berekende inname dat de hoogte van inname voor cadmium en nitraat min of meer vergelijkbaar was. Voor lood werd een lagere inname gevonden op basis van de innameberekeningen dan op basis van de metingen in duplicaat voedingen. Dit kan veroorzaakt zijn door de vele nulmetingen in de KAP-databank. In de EUBABY-studie was 9% van de metingen negatief, terwijl in de KAP-databank 76% van de metingen negatief was. Een andere oorzaak zou kunnen zijn dat producten waarin lood voorkomt niet zijn meegenomen in de probabilistische innameberekeningen. In het algemeen zijn de belangrijkste bronnen voor lood inname: groenten, graan- en graanproducten, fruit en fruitsap, wijn en water (COE, 2002). De gehalten van groenten die meegenomen zijn in de berekening lagen tussen de 4 en 45 µg/kg, voor graan en voor graanproducten rond de 24,5 µg/kg. De gehalten in deze producten kunnen sterk variëren en zijn o.a. afhankelijk van

wanneer en waar de producten zijn bemonsterd. Het enige product dat in de innameberekeningen niet is meegenomen is water, omdat hier geen monitoringsresultaten voor beschikbaar waren.

Alhoewel duplicaat voedingen nauwkeuriger zijn dan monitoringsdata, laat deze studie zien dat de berekeningen o.b.v. monitoringsdata een goed alternatief zijn voor duplicaat voedingen om inname aan zware metalen en nitraat in te kunnen schatten.

Vergelijking korte- en langetermijnberekeningen

De consumptiedata uit de EUBABY-studie bevatten data voor 1 dag. Hiermee kunnen alleen kortetermijnberekeningen worden uitgevoerd. Om ook langetermijnberekeningen uit te kunnen voeren, is gebruik gemaakt van voedselconsumptiedata uit de VCP-3. Wanneer de resultaten van de korte- en langetermijnberekening met elkaar vergeleken worden, blijkt dat andere producten belangrijker worden voor de inname. Dit kan verklaard worden doordat in de langetermijnberekening gebruik gemaakt is van andere consumptiegegevens dan in de kortetermijnberekening. Het betreft hier oudere kinderen (1 jaar) met een ander consumptiepatroon dan baby's van 8-12 maanden uit de EUBABY-studie. Kinderen onder de 1 jaar eten veel groente- en fruitpajjes (vandaar de hogere bijdrage van wortel, appel en peer) en relatief weinig graanproducten en aardappels, wat de grotere bijdrage van tarwe en aardappels bij de oudere kinderen verklaart. Om inzicht te krijgen in welke producten het meest bijdragen aan de inname voor kinderen onder de 1 jaar is het dus beter om van de consumptiedata uit de EUBABY-studie uit te gaan.

Wanneer echter ook inzicht verkregen dient te worden in de inname aan zware metalen en nitraat over langere tijd, en een vergelijking te trekken tussen de hoogte van de inname en de Toelaatbare Dagelijkse Inname (TDI) is het beter gebruik te maken van langetermijnberekeningen. Dit is niet mogelijk met de EUBABY dataset, omdat hier slechts metingen van één willekeurige dag beschikbaar zijn.

Effect van de detectielimiet

In de innameberekeningen is aangenomen dat waarden beneden de detectielimiet nul waren. Wanneer werd aangenomen dat deze waarden niet nul zijn, maar de helft van de LOD blijkt dat de mediaan met name voor lood hoger uitkomt. Dit wordt veroorzaakt doordat er voor lood relatief veel nulmetingen in de KAP-databank aanwezig zijn. Bij de top 9 producten valt op dat melk belangrijker wordt wanneer middle bound i.p.v. lower bound wordt gebruikt. Melk wordt veel gedronken door baby's en nulmetingen tellen dan dus zwaarder mee. Andere producten die in deze berekening belangrijk werden zijn fruitproducten zoals appel en banaan, producten die ook veel door baby's gegeten worden en vaak onder LOD zitten.

Vergelijking met literatuur

Wanneer de berekende inname o.b.v. monitoringsdata vergeleken worden met literatuurdata blijkt dat vergelijkbare waarden gevonden werden. De berekende mediane inname voor nitraat van 2,5 mg/kg lg/d ligt in dezelfde orde van grootte als eerdere berekeningen voor 1-3 jarigen m.b.v. VCP-3 en KAP data van 2,32 mg/kg lg/dag (Westenbrink et al., 2005). De gemiddelde nitraatinname in Europa in 2005 was 2,58 mg/kg lg/dag en dit ligt hoger dan in de rest van de wereld (tussen 0,33 en 0,95 mg/kg lg/dag) (Thomson, 2007). Voor cadmium en lood is in een eerdere studie een mediane inname berekend van respectievelijk 0,32 µg/kg lg/d en 0,10 µg/kg lg/d voor 1- 6 jarigen (de Winter-Sorkina et al., 2003). Deze waarden liggen iets lager dan in de langetermijnberekening op basis van de VCP-data voor 1-

jarigen (respectievelijk 0,41 en 0,20 µg/kg lg/d). Waarschijnlijk wordt dat veroorzaakt door een ander eetpatroon van oudere kinderen.

4.2 Vergelijking innameberekeningen voor zware metalen, nitraat en zout met vastgestelde normen

4.2.1 IJzer-, kwik- en zoutinname door baby's op basis van de duplicaat dieetvoedingen.

De aanbevolen inname voor ijzer is 11 mg/dag voor baby's van 7-12 maanden met een tolerabel maximum innamenniveau (tolerable upper intake level) voor kinderen onder de 1 jaar van 40 mg/dag (Trumbo et al., 2001). De EVM (2003) en EC (2006) stellen echter dat er te weinig data zijn om een dergelijke upper limiet op te kunnen stellen voor ijzer. In de EUBABY-studie is de gemiddelde inname 6,9 mg/dag met een maximum van 11,4 mg/dag; beide beneden het tolerabel maximum innamenniveau van Trumbo et al. (2001). Voor Nederland wordt een ijzerinname van 7 mg/dag geadviseerd voor kinderen van 6 -12 maanden (www.voedingscentrum.nl). Gemiddeld gezien krijgen de baby's dus genoeg ijzer binnen.

Wanneer de JECFA-norm van 0,8 mg/kg lg/dag (JECFA, 1983) wordt omgerekend naar een inname per dag voor baby's met een gemiddeld gewicht van 9,3 kg (gemiddelde uit de EUBABY-studie) dan zou de bovengrens 7,4 mg/dag zijn. Dit ligt vlak boven de aanbevolen hoeveelheid van 7 mg/dag in Nederland. Er is dus een discrepantie tussen de Nederlands aanbevolen hoeveelheid en de TDI van de JECFA.

In de duplicaat dieetvoedingen was 1 baby met een kwikconcentratie boven de LOD. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door de consumptie van kabeljauw. Gemeten concentraties kwik in kabeljauw in de KAP-databank vanaf 2000 varieerden van 0,02-0,11 mg/kg (n=12) met een gemiddelde van 0,065 mg/kg. Wanneer de kwikconcentratie uit de EUBABY-studie wordt omgerekend naar kabeljauw op basis van de gegeten hoeveelheid is dit: $2,23 \text{ mg kwik/kg voeding} \times 1,002 \text{ kg voeding} / 0,032 \text{ kg kabeljauw} = 0,07 \text{ mg kwik/kg kabeljauw}$. Dit ligt in de gevonden range van gemeten concentratie in KAP. Kwik wordt inderdaad behalve in levers en nieren ook vaak gevonden in vis en schaal- en schelpdieren. Haaien, tonijn en andere roofvissen kunnen hoge concentraties kwik bevatten. Consumptie van vis en andere zeedieren is dan ook de belangrijkste bron van kwikinname bij de mens (Nasreddine, 2002).

Naast het gehalte aan zware metalen, is ook het zoutgehalte in de duplicaat voedingen gemeten. Het is bekend dat teveel zout kan leiden tot te hoge bloeddruk. Daarom adviseert de gezondheidsraad een maximale zoutinname van 6 gram per dag (Gezondheidsraad, 2000). Gemiddeld krijgen volwassenen echter 10-12 gram zout per dag binnen (www.voedingscentrum.nl). Voor baby's wordt een lager maximum geadviseerd van <1 gram/dag voor baby's onder de 6 maanden en 1 gram/dag voor baby's tussen 6 maanden en 1 jaar (SCAN, 2003). De gemiddelde zoutinname in de EUBABY-studie was 1,3 g/dag met een maximale inname van 2,4 gram/dag. De deelnemers aan de EUBABY-studie gebruikten alleen zelfgemaakte maaltijden en dus geen kant-en-klare potjes uit de winkel. Voor kinderen onder de 1 jaar wordt geadviseerd geen zout toe te voegen aan het eten en geen groenten uit blik of pot te gebruiken, omdat hier vaak zout aan is toegevoegd (www.voedingscentrum.nl). In deze studie werd een hogere inname gevonden dan geadviseerd wordt voor jonge kinderen. Op basis van de metingen in de duplicaatvoedingen is niet te achterhalen welke levensmiddelen de hogere zoutinname veroorzaakten. Dit is wel mogelijk met een probabilistische berekening met behulp van natriumgehalten in de diverse levensmiddelen zoals vermeld in de NEVO-tabel (NEVO, 2006). Hieruit blijkt dat brood (tarwe en

volkoren brood samen 30,8%), smeerkaas (9,5%) en opvolgmelk (8,9%) de belangrijkste producten zijn die bijdragen aan de zoutinname van jonge kinderen.

4.2.2 Cadmium-, lood- en nitraatinname op basis van langetermijnberekeningen

Cadmium wordt over het algemeen in de meeste voedingsmiddelen aangetroffen in een range van 0,005-0,1 mg/kg. Sommige levensmiddelen zoals champignons, nieren en oesters kunnen vrij hoge concentraties bevatten. Voor cadmium inname wordt de hoogste bijdrage echter geleverd door groenten, graan en graanproducten (COE, 2002). Ook in onze berekeningen vonden we de hoogste bijdragen via groenten en tarwe (Figuur 2). In de KAP-databank werden de hoogste concentraties van gegeten producten gevonden in groenten (spinazie tot 0,27 mg/kg en bladselderij 0,21 mg/kg). De hoogst gevonden concentratie in tarwe was 0,13 mg/kg.

Producten in de KAP-databank die niet door de baby's gegeten werden, maar waarin wel hoge concentraties cadmium gevonden werden, waren voornamelijk vissoorten (inktvis tot 1,6 mg/kg en oesters tot 0,6 mg/kg). Schaal- en schelpdieren en nieren van dieren kunnen hoge hoeveelheden nitraat opslaan vanuit hun omgeving (Nasreddine, 2002).

Uit de probabilistische berekeningen bleek dat de maximale inname boven de TDI van 1 µg/kg lg/d (JECFA, 2004) uitkwam. Uit onzekerheidsanalyses voor langetermijnberekeningen bleek echter dat de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval van het 95 percentiel voor cadmium niet boven de TDI uitkwam. Cadmiuminname voor 1-jarigen lijkt dus geen verhoogd risico te geven.

Voor lood werden in de KAP-databank de hoogste concentraties gevonden in haas (tot 21 mg/kg) en diverse vissoorten (inktvis tot 1,4 mg/kg, makreel tot 0,73 mg/kg en sardines tot 0,59 mg/kg). Dit komt overeen met de literatuur, waarin nieren en schaal- en schelpdieren ook vrij hoge concentraties lood bevatten (COE, 2002). Deze producten werden echter niet door de baby's uit de EUBABY-survey gegeten. Van de gegeten producten werden in KAP de hoogste concentraties gevonden in tarwe (tot 0,37 mg/kg) en boerenkool (tot 0,21 mg/kg). Dit komt overeen met de resultaten van de kortetermijnberekening waarin tarwe en groenten een belangrijke bijdrage leveren aan de loodname bij baby's (Figuur 2).

Uit de langetermijnberekeningen bleek dat loodname niet boven de TDI van 3,57 µg/kg lg/d (IPCS, 1995, JECFA, 2004) uitkwam. Er is dus geen verhoogd risico voor 1-jarigen.

Uit de kortetermijnberekening op basis van de EUBABY-studie bleek dat 73% van de baby's de ADI van 3,7 mg/kg lg/d (JECFA, 1995) voor nitraat overschrijdt. Uit de langetermijnberekening op basis van de VCP-data bleek dat 20% van de 1-jarigen de ADI overschrijdt. Deze overschrijding is vergelijkbaar met een eerdere studie, waarin een ADI overschrijding gevonden werd van 23% voor 1-4 jarigen o.b.v. VCP-2 (1987-1988) (Brussaard *et al.*, 1996). In Estland was de gemiddelde nitraatinname via groente 22% van de ADI voor kinderen van 6-12 maanden (Tamme *et al.*, 2006). In Nederland draagt de consumptie van aardappels en spinazie alleen al bij tot 24% van de gemiddelde nitraatinname. Hoge concentraties nitraat (> 1000 mg/kg) worden vooral gevonden in groenten als rode bieten, broccoli, kool, selderij, sla, radijs en spinazie (Thomson, 2007). In de KAP-databank werden hoge concentraties nitraat vooral gevonden in slasoorten (rucola tot 7680 mg/kg, eikenbladsla tot 6750 mg/kg en krulsla tot 5085 mg/kg), rode bieten (tot 6750 mg/kg) en spinazie (tot 4700 mg/kg). Voor volwassenen levert sla inderdaad een belangrijke bijdrage aan nitraatinname (29%) (Santamaria, 2006, Thomson, 2007). Uit de innameberekeningen voor baby's blijkt dat sla echter geen belangrijke bijdrage rol speelt (Figuur 2). Dit komt doordat de hoeveelheid sla die gegeten wordt door de baby's te laag is (gemiddeld 0,05 g) om een hoge bijdrage te geven.

De Europese Commissie heeft in 2004 een maximaal toelaatbare concentratie nitraat vastgesteld van 200 mg/kg voor babyvoeding en graanproducten voor baby's en kleine kinderen (EC, 2004). De concentraties in verse groenten uit de KAP-databank overschrijden deze limiet (Tabel 2). De gemiddelde concentratie van diverse groenten en aardappelen is in Nederland ook hoger dan bepaald voor dezelfde groenten in Nieuw-Zeeland (Thomson, 2007). De nitraatbepalingen door Thomson et al. (2007) zijn echter wel in een korte periode genomen in de zomer, terwijl nitraatconcentraties in de winter hoger zijn (Santamaria, 2006). Vergeleken met andere gepubliceerde studies naar nitraatconcentraties zijn de Nederlandse data voor groenten in dezelfde orde van grootte als studies uit UK, Denemarken, China, Italië, Korea, Estland en Slovenië (Thomson, 2007).

Steeds vaker wordt onderkend dat het voor sommige inhoudstoffen of contaminanten niet realistisch is om te verwachten dat gehalten op korte termijn sterk verlaagd kunnen worden, ook niet door het stellen van normen. Voorbeelden zijn nitraat en dioxinen. Indien een te strenge normstelling leidt tot te veel overschrijdingen, en daarmee tot een negatief imago van producten die in principe ook veel goede en gezondheidsbevorderende eigenschappen bevatten, wordt steeds vaker gevraagd om een risk-benefit inschatting te maken. Uit een uitgebreide studie van het RIVM gerapporteerd in "ons eten gemeten" blijkt dat het eten van minder groente niet wenselijk is (van Kreijl en Knaap, 2004). Om deze risk-benefit afweging goed te kunnen maken, zijn wetenschappelijk verantwoorde methodes en afwegingen onontbeerlijk. Een aanzet hiertoe is gegeven in het EFSA colloquium risk-benefit (EFSA, 2007). Ook in de EU projecten SAFE FOODS (www.safefoods.nl), Qalibra (www.qalibra.eu) en Beneris (www.beneris.eu) krijgt deze problematiek de nodige aandacht. Een instrument waarmee op stofniveau de balans kan worden uitgerekend in termen van kansen dat een toelaatbare dan wel aanbevolen hoeveelheid wordt overschreden is onlangs gerapporteerd door van der Voet (2007).

5 Conclusies en aanbevelingen

Wanneer de uitkomsten van de duplicaatvoedingen vergeleken worden met de probabilistische innameberekeningen, blijken de resultaten dicht bij elkaar te liggen. Voor lood werd echter wel een lagere inname berekend dan gemeten in de duplicaat voedingen. Geconcludeerd kan worden dat met probabilistische innameberekening de range van inname goed geschat wordt in vergelijking tot de daadwerkelijk gemeten inname aan zware metalen en nitraat. De innameberekeningen hebben als voordeel dat ze ook een goede inschatting kunnen maken van hoge inname-niveaus, terwijl dit veelal niet mogelijk is met metingen in duplicaatvoedingen. Verder kan met behulp van innameberekeningen onderzocht worden welke producten het meest bijdragen aan de inname. De innameberekeningen zijn echter wel sterk afhankelijk van de kwaliteit van de input data: de residumetingen en de consumptiemetingen.

Uit deze studie bleek dat cadmium- en loodname geen verhoogd risico vormen voor baby's. Wanneer de ijzerinname vergeleken wordt met de aanbevolen ijzerinname door het voedingscentrum (www.voedingscentrum.nl) blijkt dat baby's gemiddeld voldoende ijzer binnenkrijgen. De nitraatinname kwam wel boven de ADI uit. ADI's zijn echter gebaseerd op een inname gedurende een heel leven. Een tijdelijk hogere inname gedurende het eerste deel van je leven kan weer gecompenseerd worden door een lagere inname gedurende de rest van je leven. In hoeverre tijdelijke overschrijdingen van de ADI ernstig zijn, verdient nadere toxicologische beoordeling.

Uit de berekeningen blijkt dat de nitraatinname aan de hoge kant is; baby's zouden dus niet teveel nitraatrijke groenten moeten eten. Er wordt momenteel al geadviseerd om baby's onder de 6 maanden geen nitraatrijke groenten te laten eten en daarboven maximaal 2 keer per week nitraatrijke groenten als andijvie, bleekselderij, postelein, raapstelen, waterkers, rode biet, sla, spinazie, spitskool, Chinese kool, koolrabi en venkel te eten (www.voedingscentrum.nl). Wanneer zelfgemaakte groenten worden gepureerd voor babyvoeding dient dit meteen opgegeten te worden of opgeslagen in de vriezer, maar bij voorkeur niet in de koelkast omdat hierin nitraatconcentraties kunnen toenemen (Sanchez-Echaniz, 2001).

Consumptie van groente is echter ook zeer gezond door de aanwezige vezels en vitamines. Voor stoffen zoals nitraat is er behoefte aan een risk-benefit afweging die op termijn meegenomen zou kunnen worden in de te stellen normen. In het EFSA colloquium over risk-benefit is een eerste aanzet gegeven tot een dergelijke wetenschappelijk onderbouwde afweging. Het verdient aanbeveling om de instrumenten die hier voor ontwikkeld worden of ontwikkeld zijn, toe te passen op nitraat.

6 Referenties

- Anonymous (1988). National Food Consumption Survey. Wat eet Nederland. Results of the Dutch National Food Consumption Survey 1987-1988. Netherlands Bureau for Nutrition and Education: Rijswijk,
- Anonymous (1993). National Food Consumption Survey. Zo eet Nederland, 1992. Results of the Dutch National Food Consumption Survey 1992. Netherlands Bureau for Nutrition and Education: The Hague, The Netherlands, 196
- Anonymous (1998). Zo eet Nederland 1998. Resultaten van de voedselconsumptiepeiling 1997-1998 (Results of the Dutch National Food Consumption Survey 1997-1998). Voedingscentrum: Den Haag, 219
- Boon, P. E. and Van Klaveren, J. D. (2003). Cumulative exposure to acetylcholinesterase inhibiting compounds in the Dutch population and young children, RIKILT - Institute of Food Safety, Wageningen UR: Wageningen. 2003 003,
- Boon, P. E., Voet, H. v. d. and Klaveren, J. D. v. (2003). Validation of a probabilistic model of dietary exposure to selected pesticides in Dutch infants. *Food Additives and Contaminants* **20 Suppl 1** 36-49.
- Brussaard, J. H., Van Dokkum, W., Van der Paauw, C. G., De Vos, R. H., De Kort, W. L. and Löwik, M. R. (1996). Dietary intake of food contaminants in The Netherlands (Dutch Nutrition Surveillance System). *Food Additives and Contaminants* **13** (5), 561-73.
- COE (2002). Technical document - Guidelines on metals and alloys used as food contact materials. available at: www.coe.int
- Boer, W. J. de, en Van der Voet, H. (2007). MCRA, Release 6 - a web-based program for Monte Carlo Risk Assessment, Wageningen, the Netherlands. 146.
- Winter-Sorkina, R. de, van Donkersgoed, G., Bakker, M. I. and van Klaveren, J. D. (2003). Dietary intake of heavy metals (cadmium, lead and mercury) by the Dutch population, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM): Bilthoven, the Netherlands. no. 320103001, 49 p.
- EC (2004). Commission regulation (EC) No 655/2004 of 7 April 2004 amending Regulation (EC) No 466/2001 as regards nitrate in foods for infants and young children. *Official Journal of the European Communities* **L104** 48-49.
- EC (2006). Discussion paper on the setting of maximum and minimum amounts of vitamins and minerals in foodstuffs. available at: http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/index_en.htm
- EFSA (2007). Risk-benefit analysis of foods - methods and approaches, Parma, Italy. 157 p.
- EVM (2003). Safe upper levels for vitamins and minerals. available at: <http://www.food.gov.uk/multimedia/webpage/vitandmin/>
- Gezondheidsraad (2000). Keukenzout en bloeddruk, Den Haag, the Netherlands. 52 p.
- Gezondheidsraad (2004). Bestrijdingsmiddelen in voedsel: beoordeling van het risico voor kinderen, Gezondheidsraad: Den Haag. 2004/11,
- IPCS (1995). Inorganic Lead. International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria. World Health Organisation: Geneva, Switzerland. 165,
- JECFA (1983). Evaluation of certain food additives and contaminants, 27th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organisation: Geneva, Switzerland. Technical Report Series, no. 696, 47 p.
- JECFA (1995). Evaluation of certain food additives and contaminants, 44th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organisation: Geneva, Switzerland. Technical Report Series, no. 859, 64 p.
- JECFA (2004). Evaluation of certain food additives and contaminants, 61st report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organisation: Geneva, Switzerland. Technical Report Series, no. 922, 188 p.
- Meah, M. N., Harrison, N. and Davies, A. (1994). Nitrate and nitrite in foods and the diet. *Food Additives and Contaminants* **11** (4), 519-32.

- Nasreddine, L. (2002). Food contamination by metals and pesticides in the European Union. Should we worry? *Toxicology Letters* **127** (1-3), 29-41.
- NEVO (2006). Nederlands voedingsstoffenbestand. NEVO Foundation Bureau: Den Haag, 373 p.
- Sanchez-Echaniz, J. V. (2001). Methemoglobinemia and consumption of vegetables in infants. *Pediatrics* **107** (5), 1024-1028.
- Santamaria, P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the science of food and agriculture* **86** (1), 10-17.
- SCAN (2003). Salt and Health, TSO: Londen, UK. 134 p.
- Schothorst, R. C., Jekel, A. A., Van Egmond, H. P., De Mul, A., Boon, P. E. and Van Klaveren, J. D. (2005). Determination of trichothecenes in duplicate diets of young children by capillary gas chromatography with mass spectrometric detection. *Food additives and contaminants* **22** (1), 48-55.
- Tamme, T., Reinik, M., Roasto, M., Juhkam, K., Tenno, T. and Kiis, A. (2006). Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population. *Food Additives and Contaminants* **23** (4), 355-361.
- Thomson, B. M. (2007). Intake and risk assessment of nitrate and nitrite from New Zealand foods and drinking water. *Food additives and contaminants* **24** (2), 113-121.
- Trumbo, P., Yates, A. A., Schlicker, S. and Poos, M. (2001). Dietary reference intakes: Vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *Journal of the american dietetic association* **101** (3), 294-301.
- Voet, H. van der, De Mul, A. and Van Klaveren, J. D. (2007). A probabilistic model for simultaneous exposure to multiple compounds from food and its use for risk–benefit assessment. *Food and Chemical Toxicology* **45** 1496-1506.
- Dooren, M. M. H. van, Boeijen, I., van Klaveren, J. D. and van Donkersgoed, G. (1995). Conversie van consumeerbare voedingsmiddelen naar primaire agrarische producten, RIKILT-DLO: Wageningen, The Netherlands. RIKILT-report, 95.17, 22.
- Klaveren, J. D. van, van Dooren, M. M. H., Kloet, D. and Kuiper, H. A. (2000). The process of exposure assessment. In: Aggett, P. J. and Kuiper, H. A. (Eds.), Risk assessment in the food chain of children - Nestlé Nutrition Workshop Series Paediatric Programme, Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, USA, 145-161
- Kreijl, C. F. van, en Knaap, A. G. A. C. (2004). Ons eten gemeten - gezonde voeding en veilig voedsel in Nederland, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM): Bilthoven, the Netherlands. 270555007, 364 p.
- Westenbrink, S., Jansen, M. C. J. F., Doest, D. t. and Bausch-Goldbohm, R. A. (2005). De inneming van nitraat en nitriet in Nederland, TNO: Zeist. TNO-rapport V6372, 20.

Appendix 1. Analyse resultaten van babyvoedingen uit de EUBABY-studie

respnr	Vochtfactor %	Restvocht %	Totaal vocht %	Eiwit %	Vet %	Zout %	Totaal koolhydraten %	Nitraat mg/kg	Energiewaarde KJ/100g	Cd mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Fe mg/kg	Hg mg/kg
101	0.11	3.7	89.20	11.87	13.85	1.02	59.0	29.2	1717.24	0.01	0.03	<0.1	45	<0.01
109	0.16	2.0	84.33	12.38	15.05	0.53	56.7	29.1	1731.21	<0.01	0.05	<0.1	43	<0.01
111	0.17	2.2	83.44	13.30	9.86	0.68	58.1	119.0	1578.62	0.01	0.03	<0.1	40	<0.01
115	0.16	2.6	84.75	10.63	12.07	0.60	59.0	72.0	1630.30	0.01	<0.02	<0.1	37	<0.01
118	0.15	3.2	85.41	13.29	12.84	0.72	54.6	121.4	1629.21	0.01	0.05	<0.1	43	<0.01
121	0.16	2.8	84.16	10.33	10.77	0.57	61.6	127.5	1621.30	0.02	0.02	<0.1	37	<0.01
122	0.14	2.8	86.30	10.25	17.10	0.53	50.2	126.1	1660.35	<0.01	0.05	<0.1	66	<0.01
124	0.15	3.8	85.16	15.93	14.66	0.83	52.1	480.9	1698.93	0.02	0.03	<0.1	46	<0.01
126	0.17	1.3	83.11	11.01	13.56	0.67	59.2	176.4	1695.29	0.01	0.05	<0.1	41	<0.01
127	0.16	2.5	84.86	13.88	23.42	0.65	47.0	45.2	1901.50	<0.01	0.05	<0.1	72	<0.01
130	0.21	1.5	79.55	14.58	13.20	0.81	57.1	478.2	1706.96	0.02	0.05	<0.1	46	<0.01
143	0.16	2.1	84.12	9.95	11.88	0.32	66.7	142.6	1742.61	<0.01	0.12	<0.1	44	<0.01
144	0.18	5.2	83.14	14.85	13.03	0.60	52.0	195.5	1618.56	0.02	<0.02	<0.1	40	<0.01
151	0.18	2.2	82.59	12.76	16.76	0.91	53.1	71.5	1739.74	0.01	0.04	<0.1	56	<0.01
154	0.20	2.9	80.63	12.59	9.82	0.54	61.3	205.9	1619.47	0.01	<0.02	<0.1	42	<0.01
155	0.19	3.9	81.49	20.34	13.39	0.94	49.1	61.4	1675.91	0.02	0.04	<0.1	15	<0.01
161	0.18	2.3	82.72	15.61	18.68	1.41	48.7	133.2	1784.43	0.02	<0.02	<0.1	51	<0.01
165	0.23	2.3	77.90	18.40	13.82	0.87	54.1	404.7	1743.84	0.02	0.06	<0.1	10	<0.01
171	0.20	2.5	80.63	12.96	12.30	0.97	58.8	181.4	1675.02	0.02	0.02	<0.1	38	<0.01
172	0.16	2.2	84.54	11.56	13.90	0.65	56.3	151.2	1667.92	0.01	0.03	<0.1	48	<0.01
174	0.18	2.5	82.29	14.54	12.92	1.19	56.0	138.3	1677.22	0.02	0.03	<0.1	40	<0.01
183	0.14	2.5	86.49	10.58	18.55	0.52	49.3	79.2	1704.31	<0.01	0.06	<0.1	65	<0.01
188	0.19	2.0	81.38	17.34	13.80	1.07	54.4	120.5	1730.18	0.01	0.03	<0.1	26	<0.01
191	0.17	2.8	83.10	14.38	12.29	0.86	56.6	102.4	1661.39	0.01	<0.02	<0.1	36	<0.01
201	0.19	1.7	81.18	15.82	12.82	1.07	55.7	131.0	1690.18	0.01	0.04	<0.1	32	<0.01
204	0.19	4.5	82.06	13.39	11.28	0.86	56.6	128.2	1607.19	0.02	0.02	<0.1	37	<0.01
214	0.17	4.3	83.71	14.30	17.89	0.83	49.0	170.9	1738.03	0.01	0.05	<0.1	53	<0.01
219	0.19	3.5	81.74	11.86	12.76	0.50	61.7	124.6	1722.64	0.01	0.04	<0.1	60	<0.01
221	0.18	4.1	82.36	14.98	13.92	0.97	53.5	275.8	1679.20	0.02	0.04	<0.1	29	<0.01
224	0.20	3.1	80.78	13.98	14.04	0.78	57.0	242.5	1726.14	0.02	0.04	<0.1	51	<0.01
227	0.16	2.2	83.88	16.44	18.68	1.18	48.4	150.4	1793.44	0.01	0.03	<0.1	48	<0.01
228	0.19	1.8	81.42	16.22	10.96	1.02	58.5	355.1	1675.76	0.02	<0.02	<0.1	27	0.012
229	0.17	2.9	83.73	16.76	15.46	0.79	51.1	72.2	1725.64	0.02	0.04	<0.1	46	<0.01
230	0.16	4.9	84.55	11.83	11.56	0.88	59.4	77.4	1638.63	0.02	0.04	<0.1	45	<0.01
235	0.14	2.1	86.18	10.40	10.58	0.84	61.7	185.7	1617.16	0.01	0.03	<0.1	44	<0.01
236	0.14	4.4	86.70	21.30	15.47	0.63	44.8	231.9	1696.09	0.02	0.06	<0.1	28	<0.01
241	0.18	1.6	82.06	13.14	16.74	1.02	53.3	48.9	1748.86	0.04	0.03	<0.1	61	<0.01
242	0.18	5.9	82.59	16.73	15.93	0.89	50.0	382.2	1723.82	0.04	0.04	<0.1	34	<0.01
244	0.13	2.1	86.80	13.41	14.87	0.68	51.5	573.3	1653.66	0.01	0.03	<0.1	55	<0.01
245	0.16	4.6	84.43	14.50	15.90	0.74	48.4	49.8	1657.60	0.01	0.08	<0.1	62	<0.01
246	0.18	4.2	82.84	12.07	13.76	0.73	56.3	149.3	1671.41	0.02	0.03	<0.1	37	<0.01
247	0.17	1.8	83.13	11.28	14.76	0.64	55.0	440.8	1672.88	0.03	0.04	<0.1	36	<0.01
252	0.16	1.6	84.69	10.86	12.26	0.67	59.0	461.0	1641.24	0.02	0.04	<0.1	47	<0.01
254	0.17	1.8	83.35	13.56	14.91	0.69	54.9	110.2	1715.49	0.01	0.04	<0.1	47	<0.01
255	0.19	4.9	82.13	16.63	11.05	0.69	54.1	68.2	1611.26	0.02	0.08	<0.1	24	<0.01
261	0.18	4.5	82.46	14.24	16.30	0.60	53.5	171.8	1754.68	0.02	0.11	<0.1	53	<0.01
262	0.18	4.8	82.67	12.70	11.88	0.72	56.4	288.9	1614.26	0.02	0.05	<0.1	38	<0.01
263	0.17	4.0	84.00	11.15	12.10	0.79	59.5	1960.3	1648.75	0.01	0.04	<0.1	31	<0.01
264	0.18	2.3	82.66	10.82	13.17	0.41	61.5	508.1	1716.73	<0.01	0.04	<0.1	48	<0.01

Vervolg Appendix 11

respnr	Vochtfactor %	Restvocht %	Totaal vocht %	Eiwit %	Vet %	Zout %	Totaal koolhydraten %	Nitraat mg/kg	Energiewaarde KJ/100g	Cd mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Fe mg/kg	Hg mg/kg
270	0.18	5.0	82.57	14.19	10.96	0.58	56.7	154.2	1610.65	0.01	0.03	<0.1	36	<0.01
273	0.19	2.9	81.59	8.00	24.27	0.31	53.2	129.8	1938.39	<0.01	0.03	<0.1	34	<0.01
276	0.16	3.2	84.76	13.06	14.45	0.96	57.3	153.1	1730.77	0.01	0.03	<0.1	43	<0.01
279	0.16	1.6	84.49	9.71	14.49	0.50	61.5	163.7	1746.70	<0.01	0.03	<0.1	53	<0.01
281	0.16	3.9	84.55	13.47	18.52	0.94	48.7	157.7	1742.13	0.01	0.04	<0.1	63	<0.01
283	0.19	3.8	81.25	11.31	14.61	0.72	55.6	101.5	1678.04	0.01	0.05	<0.1	54	<0.01
284	0.21	4.7	80.31	16.75	11.67	0.87	53.2	248.8	1620.94	0.02	0.05	<0.1	14	<0.01
285	0.19	5.3	82.20	11.65	15.42	0.72	54.4	111.0	1693.39	0.02	0.09	<0.1	44	<0.01
516	0.14	3.5	86.85	12.84	15.56	0.83	57.0	243.0	1763.00	0.02	0.03	<0.1	36	<0.01
525	0.16	2.4	83.98	16.12	13.24	1.07	52.9	123.8	1663.22	0.02	0.04	<0.1	43	<0.01
526	0.22	3.1	78.64	11.68	12.15	1.16	60.4	108.1	1674.91	<0.01	<0.02	<0.1	27	<0.01
527	0.13	3.6	87.72	11.28	10.92	0.77	58.8	166.7	1595.40	0.01	0.05	<0.1	43	<0.01
529	0.16	3.5	84.13	11.84	13.08	0.93	56.3	248.0	1642.34	0.02	0.04	<0.1	46	<0.01
531	0.18	3.3	82.85	14.81	18.76	0.86	48.0	217.7	1761.89	0.02	0.02	<0.1	63	<0.01
532	0.19	3.2	81.48	16.59	16.55	0.67	50.0	110.5	1744.38	0.02	<0.02	<0.1	43	<0.01
535	0.17	3.9	84.06	11.76	11.99	0.59	63.6	251.0	1724.75	<0.01	0.03	<0.1	35	<0.01
536	0.15	4.8	85.76	19.32	8.11	0.93	59.7	136.4	1643.41	0.02	0.05	<0.1	13	<0.01
539	0.18	3.2	82.63	12.14	13.56	0.57	57.8	121.7	1690.70	0.01	0.03	<0.1	40	<0.01
556	0.18	4.9	82.58	15.27	13.77	0.77	53.0	397.4	1670.08	<0.01	0.04	<0.1	41	<0.01
559	0.19	4.4	81.88	13.92	16.05	0.58	51.0	111.4	1697.49	<0.01	0.04	<0.1	46	<0.01
600	0.14	6.4	86.68	15.09	9.53	0.42	56.4	388.6	1567.94	<0.01	0.09	<0.1	35	<0.01
601	0.18	4.1	82.67	12.61	18.49	0.77	52.0	56.2	1782.50	0.01	0.04	<0.1	39	<0.01
609	0.20	4.1	81.20	12.72	10.64	0.67	59.5	147.9	1621.42	0.02	<0.02	<0.1	30	<0.01
610	0.20	5.4	81.43	12.79	12.19	0.70	58.7	174.3	1666.36	0.02	0.06	<0.1	39	<0.01
615	0.17	5.0	83.53	13.94	9.82	0.72	56.1	148.4	1554.02	0.01	0.04	<0.1	34	<0.01
619	0.15	4.7	85.35	15.66	13.15	0.84	52.0	189.5	1636.77	0.03	0.07	<0.1	48	<0.01
623	0.22	2.9	78.18	13.36	19.98	1.04	53.4	90.5	1874.18	0.02	0.03	<0.1	36	<0.01
629	0.17	4.5	83.59	11.15	11.90	0.72	57.3	67.7	1603.95	0.01	0.04	<0.1	28	<0.01
631	0.15	2.6	85.56	15.63	8.29	1.26	57.5	157.1	1549.94	0.02	0.02	<0.1	38	<0.01
635	0.13	1.9	87.37	18.40	4.38	1.22	58.8	172.1	1474.46	0.01	0.03	<0.1	14	<0.01
644	0.17	3.3	83.09	12.25	14.46	0.93	54.6	108.2	1671.47	0.02	0.09	<0.1	39	<0.01
645	0.18	2.6	82.05	13.29	13.54	0.52	57.3	170.0	1701.01	0.02	0.03	<0.1	36	<0.01
648	0.21	2.1	79.26	10.72	11.05	0.64	61.8	157.9	1641.69	0.02	0.05	<0.1	41	<0.01
651	0.18	4.1	82.93	8.76	12.73	0.57	58.9	47.6	1621.23	<0.01	0.04	<0.1	42	<0.01
653	0.15	4.5	85.34	19.07	7.98	1.17	53.4	121.8	1527.25	0.01	0.04	<0.1	7.6	<0.01
655	0.17	3.9	83.70	14.11	16.01	0.72	52.4	117.7	1723.04	<0.01	0.03	<0.1	39	<0.01
657	0.19	3.4	81.73	11.74	14.47	0.58	55.6	250.3	1680.17	0.02	0.04	<0.1	57	<0.01
659	0.15	3.8	85.39	10.95	12.28	0.98	58.4	54.7	1633.31	0.01	0.04	<0.1	33	<0.01
801	0.15	5.3	85.62	13.65	12.51	0.66	53.9	169.7	1611.22	0.02	0.05	<0.1	34	<0.01
807	0.16	6.4	85.20	17.73	16.21	1.12	52.9	389.0	1800.48	0.02	0.04	<0.1	14	<0.01
812	0.23	3.0	78.07	14.76	12.23	0.75	55.9	214.7	1653.73	0.01	0.03	<0.1	44	<0.01
816	0.19	7.2	82.24	13.85	13.14	0.74	51.7	285.1	1600.53	0.02	0.04	<0.1	47	<0.01
822	0.19	4.8	82.20	13.41	14.85	0.92	53.4	173.2	1685.22	0.01	0.06	<0.1	46	<0.01
832	0.16	4.3	84.33	11.75	15.34	0.57	53.9	94.1	1683.63	<0.01	0.03	<0.1	49	<0.01
835	0.22	4.2	79.03	14.88	9.64	0.67	58.6	180.4	1605.84	0.01	0.02	<0.1	31	<0.01
839	0.13	2.8	86.93	14.39	14.98	0.79	53.2	133.9	1703.29	0.02	0.05	<0.1	39	<0.01
842	0.20	3.8	80.42	14.10	14.53	0.74	53.8	93.9	1691.91	0.01	0.05	<0.1	47	<0.01
845	0.15	3.7	85.81	15.74	20.72	0.75	44.0	104.0	1782.22	<0.01	0.05	<0.1	64	<0.01
849	0.15	3.8	85.62	14.28	15.63	0.64	50.5	243.3	1679.57	0.02	0.03	<0.1	48	<0.01
856	0.19	3.4	82.13	12.33	12.35	0.60	59.5	123.1	1678.06	<0.01	0.02	<0.1	32	<0.01
857	0.19	3.7	81.24	11.97	14.55	0.62	56.4	111.0	1700.64	0.01	0.04	<0.1	46	<0.01

Appendix 2. Overzicht cadmium data uit de KAP-databank

Code	Food	MeanConcen (mg/kg)	MeanPosConc (mg/kg)	NSamplPos	NSamples	%SamplPos (%)
001001001999001	MILK	.	.	0	111	0.0
001003001999001	BEEF	0.0053	0.0053	199	200	99.5
001003003999001	PORK/PIGLET	0.0019	0.0019	1090	1103	98.8
001003008999001	CHICKEN	0.0006	0.0006	359	382	94.0
001004003002001	TUNA	0.0206	0.0212	33	34	97.1
001004004002001	COD	0.0033	0.0400	1	12	8.3
001004004006001	POLLACK	.	.	0	2	0.0
001004005003001	PLAICE	.	.	0	9	0.0
001004006001001	SALMON	0.0019	0.0050	3	8	37.5
001004009006001	SHRIMPS	0.0243	0.0274	8	9	88.9
001006001999001	WHEAT	0.0434	0.0439	233	236	98.7
001006006999001	MAIZE	.	.	0	1	0.0
001007001001001	GREEN/(GARDE	.	.	0	3	0.0
001007001001002	LEGUME (FRES	.	.	0	4	0.0
001007001010001	BEAN, (SCARL	.	.	0	4	0.0
001007001011001	GREEN BEANS	.	.	0	2	0.0
001007001012001	LENTILS	.	.	0	1	0.0
001008001001001	CHICORY	.	.	0	1	0.0
001008001002001	ENDIVE	0.0343	0.0343	47	47	100.0
001008001005001	CABBAGE LETT	0.0331	0.0331	21	21	100.0
001008001009001	CELERY LEAVE	0.1515	0.1515	2	2	100.0
001008001015002	SPINACH	0.0709	0.0709	37	37	100.0
001008001107001	TURNIP TOPS/	0.0535	0.0535	2	2	100.0
001008001109001	BLEACH-CELER	0.0180	0.0180	3	3	100.0
001008002001001	BROCCOLI	0.0066	0.0083	4	5	80.0
001008002002001	CAULIFLOWER	0.0070	0.0093	3	4	75.0
001008002003001	RED CABBAGE	0.0051	0.0058	8	9	88.9
001008002004001	WHITE CABBAG	0.0030	0.0060	3	6	50.0
001008002005001	BRUSSELS SPR	0.0023	0.0090	1	4	25.0
001008002007001	CURLY KALE	0.0216	0.0216	14	14	100.0
001008002009001	CHINESE CABB	0.0053	0.0070	3	4	75.0
001008002010001	SAVOY CABBAG	0.0060	0.0060	2	2	100.0
001008002101001	OXHEART/CONI	0.0045	0.0060	3	4	75.0
001008003001004	ONION, INCLU	0.0081	0.0095	17	20	85.0
001008003002001	LEEK	0.0314	0.0314	30	30	100.0
001008004001001	POTATOES	0.0217	0.0231	82	87	94.3
001008004002002	CARROT	0.0285	0.0343	40	48	83.3
001008004003001	BEETROOT	0.0159	0.0184	19	22	86.4
001008004004001	SCORZONERA O	0.0110	0.0110	1	1	100.0
001008004006002	RADISH	0.0075	0.0075	2	2	100.0
001008004006003	BLACK RADISH	0.0050	0.0050	1	1	100.0
001008004009001	CELERIAC	0.0930	0.0930	1	1	100.0
001008005001001	CUCUMBER	0.0002	0.0060	1	26	3.8
001008005002001	TOMATO	0.0015	0.0075	2	10	20.0
001008005003001	AUBERGINE/EG	.	.	0	1	0.0
001008005004001	COURGETTE	.	.	0	2	0.0
001008005005001	SWEET CORN	0.0090	0.0090	1	1	100.0
001008005006001	SWEET PEPPER	0.0017	0.0120	1	7	14.3
001009001001001	BANANA	.	.	0	4	0.0
001009001004001	PINEAPPLE	.	.	0	1	0.0
001009001005001	KIWI FRUIT	.	.	0	1	0.0
001009001006001	MANGO	.	.	0	1	0.0
001009001009001	MELON	0.0100	0.0200	1	2	50.0
001009002001001	APPLE	.	.	0	38	0.0
001009002002001	PEAR	0.0085	0.0121	7	10	70.0
001009003003001	NECTARINE	.	.	0	4	0.0
001009003004001	PEACH	.	.	0	4	0.0
001009003005002	PLUM, INCLUD	.	.	0	3	0.0
001009004001001	GRAPE	.	.	0	47	0.0
001009004003001	STRAWBERRY	0.0025	0.0072	9	26	34.6
001009004004001	RASPBERRY	0.0800	0.0800	1	1	100.0
001009004006001	BLACKBERRY	.	.	0	1	0.0
001009005002001	ORANGE	.	.	0	5	0.0
001009005007001	GRAPEFRUIT	.	.	0	1	0.0
001010003999001	HONEY	0.0088	0.0147	3	5	60.0
301003001002001	LIVER OF YOU	0.0053	0.0053	197	198	99.5
301003003001001	LIVER OF PIG	0.0019	0.0019	1090	1103	98.8

Appendix 3. Overzicht lood data uit de KAP-databank

Code	Food	MeanConcen mg/kg	MeanPosConc mg/kg	NSamplPos	NSamples	%SamplPos (%)
001001001999001	MILK	0.0001	0.0150	1	111	0.9
001003001999001	BEEF	.	.	0	2	0.0
001003008999001	CHICKEN	0.0005	0.0155	13	382	3.4
001004003002001	TUNA	0.0083	0.0202	14	34	41.2
001004004002001	COD	0.0125	0.0300	5	12	41.7
001004004006001	POLLACK	.	.	0	2	0.0
001004005003001	PLAICE	0.0267	0.0400	6	9	66.7
001004006001001	SALMON	0.0138	0.0220	5	8	62.5
001004009006001	SHRIMPS	0.0678	0.0871	7	9	77.8
001006001999001	WHEAT	0.0245	0.0629	92	236	39.0
001006006999001	MAIZE	.	.	0	1	0.0
001007001001001	GREEN/(GARDE	.	.	0	3	0.0
001007001001002	LEGUME (FRES	.	.	0	4	0.0
001007001010001	BEAN, (SCARL	.	.	0	4	0.0
001007001011001	GREEN BEANS	.	.	0	2	0.0
001007001012001	LENTILS	.	.	0	1	0.0
001008001001001	CHICORY	.	.	0	1	0.0
001008001002001	ENDIVE	0.0223	0.0436	24	47	51.1
001008001005001	CABBAGE LETT	0.0067	0.0233	6	21	28.6
001008001009001	CELERY LEAVE	0.0300	0.0600	1	2	50.0
001008001015002	SPINACH	0.0405	0.0576	26	37	70.3
001008001107001	TURNIP TOPS/	0.0450	0.0450	2	2	100.0
001008001109001	BLEACH-CELER	.	.	0	3	0.0
001008002001001	BROCCOLI	.	.	0	5	0.0
001008002002001	CAULIFLOWER	.	.	0	4	0.0
001008002003001	RED CABBAGE	.	.	0	9	0.0
001008002004001	WHITE CABBAG	.	.	0	6	0.0
001008002005001	BRUSSELS SPR	0.0225	0.0900	1	4	25.0
001008002007001	CURLY KALE	0.1394	0.1394	14	14	100.0
001008002009001	CHINESE CABB	.	.	0	4	0.0
001008002010001	SAVOY CABBAG	.	.	0	2	0.0
001008002101001	OXHEART/CONI	.	.	0	4	0.0
001008003001004	ONION, INCLU	0.0040	0.0400	2	20	10.0
001008003002001	LEEK	0.0094	0.0312	9	30	30.0
001008004001001	POTATOES	0.0018	0.0264	6	87	6.9
001008004002002	CARROT	0.0188	0.0450	20	48	41.7
001008004003001	BEETROOT	0.0095	0.0700	3	22	13.6
001008004004001	SCORZONERA O	0.0300	0.0300	1	1	100.0
001008004006002	RADISH	.	.	0	2	0.0
001008004006003	BLACK RADISH	.	.	0	1	0.0
001008004009001	CELERIAC	.	.	0	1	0.0
001008005001001	CUCUMBER	.	.	0	26	0.0
001008005002001	TOMATO	.	.	0	10	0.0
001008005003001	AUBERGINE/EG	.	.	0	1	0.0
001008005004001	COURGETTE	.	.	0	2	0.0
001008005005001	SWEET CORN	.	.	0	1	0.0
001008005006001	SWEET PEPPER	.	.	0	7	0.0
001009001001001	BANANA	.	.	0	4	0.0
001009001004001	PINEAPPLE	.	.	0	1	0.0
001009001005001	KIWI FRUIT	.	.	0	1	0.0
001009001006001	MANGO	.	.	0	1	0.0
001009001009001	MELON	.	.	0	2	0.0
001009002001001	APPLE	0.0018	0.0700	1	38	2.6
001009002002001	PEAR	.	.	0	10	0.0
001009003003001	NECTARINE	0.0050	0.0200	1	4	25.0
001009003004001	PEACH	.	.	0	4	0.0
001009003005002	PLUM, INCLUD	.	.	0	3	0.0
001009004001001	GRAPE	0.0009	0.0209	2	47	4.3
001009004003001	STRAWBERRY	.	.	0	26	0.0
001009004004001	RASPBERRY	0.0780	0.0780	1	1	100.0
001009004006001	BLACKBERRY	.	.	0	1	0.0
001009005002001	ORANGE	.	.	0	5	0.0
001009005007001	GRAPEFRUIT	.	.	0	1	0.0
001010003999001	HONEY	.	.	0	5	0.0
301003001002001	LIVER OF YOU	0.0064	0.0072	176	198	88.9
301003003001001	LIVER OF PIG	0.0006	0.0059	104	1103	9.4

Appendix 4. Overzicht nitraat data uit de KAP-databank

Code	Food	MeanConcen mg/kg	MeanPosConc mg/kg	NSamplPos	NSamples	%SamplPos (%)
&NL\$09\$0146	SPINACHFROZE	100.0000	100.0000	1	1	100.0
0000000000000001	WATER DRINKI	5.1300	5.1300	1	1	100.0
0000000000000003	WATER MINERA	4.0000	4.0000	1	1	100.0
001006001999001	TARWE	5.0000	5.0000	1	1	100.0
001006006999001	MAIS	100.0000	100.0000	1	1	100.0
001006009999001	BUCKWHEAT	45.2846	45.2846	123	123	100.0
001007001001001	DOPERWT(VERS	100.0000	100.0000	2	2	100.0
001007001001002	PEUL, INCL.VL	92.8571	100.0000	13	14	92.9
001007001010001	BOON, (PRONK/	640.7143	640.7143	14	14	100.0
001007001011001	SPEERZIEBOON	575.6250	575.6250	32	32	100.0
001007001012001	LINZEN	100.0000	100.0000	1	1	100.0
001008001001001	WITLOF	502.5000	502.5000	4	4	100.0
001008001002001	ANDIJVIE	1668.8909	1718.1138	712	733	97.1
001008001005001	CABBAGE LETT	2662.8698	2703.3579	855	868	98.5
001008001009001	BLADSELDERIJ	2510.0000	2510.0000	3	3	100.0
001008001015002	SPINACH	1815.3341	1941.5803	417	446	93.5
001008001019001	RHUBARB	.	.	0	2	0.0
001008001020001	PARSLEY	816.6667	816.6667	3	3	100.0
001008001107001	RAAPSTELLEN,R	6300.7500	6300.7500	4	4	100.0
001008001109001	BLEEKSELDERI	922.0000	922.0000	5	5	100.0
001008002001001	BROCCOLI	486.1538	486.1538	13	13	100.0
001008002002001	BLOEMKOOL	243.9286	252.9630	27	28	96.4
001008002003001	RODEKOOL	366.9231	366.9231	13	13	100.0
001008002004001	WITTEKOOL	242.5000	242.5000	12	12	100.0
001008002005001	BRUSSELS SPR	100.0000	100.0000	9	9	100.0
001008002007001	BOERENKOOL,M	100.0000	100.0000	1	1	100.0
001008002009001	CHINESEKOOL	1294.0000	1294.0000	4	4	100.0
001008002010001	SAVOOIEKOOL	355.0000	355.0000	6	6	100.0
001008002101001	SPITSKOOL	890.0000	890.0000	5	5	100.0
001008003001004	UI, INCL.ZILV	156.2069	161.7857	28	29	96.6
001008003002001	PREI	630.8696	659.5455	22	23	95.7
001008003006001	FENNEL	220.0000	220.0000	1	1	100.0
001008004001001	AARDAPPELEN	257.4074	257.4074	27	27	100.0
001008004002002	WORTEL	219.2593	236.8000	25	27	92.6
001008004003001	RODEBIET, KRO	1945.0485	1945.0485	103	103	100.0
001008004006002	RADIJS	1927.5000	1927.5000	20	20	100.0
001008004009001	KNOLSELDERIJ	1420.0000	1420.0000	1	1	100.0
001008005001001	KOMKOMMER	313.0968	313.0968	31	31	100.0
001008005002001	TOMAAT	90.0000	102.8571	28	32	87.5
001008005003001	AUBERGINE	450.0000	450.0000	9	9	100.0
001008005004001	COURGETTE	703.3333	703.3333	6	6	100.0
001008005005001	SWEET CORN	100.0000	100.0000	1	1	100.0
001008005006001	PAPRIKA	92.4324	136.8000	25	37	67.6
001008005018001	PUMPKIN	110.0000	110.0000	3	3	100.0
001008006001001	MUSHROOM	100.0000	100.0000	4	4	100.0
001009001001001	BANAAN	108.0000	108.0000	3	3	100.0
001009002001001	APPEL	47.1429	50.7692	13	14	92.9
001009002002001	PEER	58.5000	58.5000	4	4	100.0
001009004001001	DRUIF	30.7727	39.8235	17	22	77.3

Appendix 5. Consumptiepatroon van 1 baby met hoge kwikinname t.o.v. de andere 99 baby's

Voedsel	Percentage baby's (%)
Selderij bleek- gekookt z zout	1
Rozijnen gedroogd pak	3
Witlof gekookt z zout	3
Wortelen gekookt z zout	23
Appel z schil	39
Banaan	56
Peer	30
Ontbijtproduct groei-ontbijt Bambix	50
Ontbijtproduct groei-ontbijt Bambix	21
Yoghurt volle pak/fles	26
Kaas smeer- 20+ pak/kuip	8
Water 50-100 mg calcium per liter	94
Bronwater	7
Kabeljauw gekookt	1
Halvarine 0-20 g linolzuur	25
Broccoli gekookt z zout	11
Aardappelen gekookt	49
Kiwi fruit	21
Zuigelingenvoeding Frisovom poeder	34
Diksap Zonnatura 7-vruchtenmix	2