



FRONT OFFICE VOEDSEL- EN PRODUCTVEILIGHEID

Beoordeling van waterstofcyanide in levensmiddelen¹

Risicobeoordeling aangevraagd door:	NVWA-BuRO
Risicobeoordeling opgesteld door:	RIVM en RIKILT - Wageningen University & Research
Datum aanvraag:	15-03-2018 16-04-2018 (aanvulling)
Datum risicobeoordeling:	18-04-2018 (concept) / 25-05-2018 (definitief)
Projectnummer:	V/090130

Onderwerp

De afdeling Expertise van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) heeft een aantal zaken met betrekking tot cyanogene glycosiden (CNGs) in abrikozenpitten en bittere amandelen in behandeling. Er zijn niveaus waterstofcyanide (HCN) gemeten tussen 1500 en 2500 mg/kg voor bittere amandelen en tussen 2300 en 2980 mg/kg voor bittere abrikozenpitten die moeten worden beoordeeld. Het waterstofcyanideniveau in zoete abrikozenpitten ligt tussen 300 – 500 mg/kg. Voor zoete amandelen ligt het waterstofcyanideniveau tussen <1 – 55 mg/kg.

Vraagstelling

1. Wat is de maximale waterstofcyanideconcentratie die abrikozenpitten (zowel bittere als zoete) en amandelen (zowel bittere als zoete) mogen bevatten voordat er negatieve effecten op de gezondheid van de Nederlandse consument optreden? Het gaat hier specifiek om voor de eindgebruiker in de handel gebrachte onverwerkte hele, vermalen, gemalen, gekraakte of fijngehakte abrikozenpitten of amandelen.
2. Wat is de maximale waterstofcyanideconcentratie die alcoholische dranken (gedistilleerde dranken met een bittere smaak) mogen bevatten voordat er negatieve effecten op de gezondheid van de Nederlandse consument optreden?
3. In welke verwerkte levensmiddelen kan waterstofcyanide nog meer worden verwacht? Met welke gehalten?
4. Welke andere grondstoffen voor levensmiddelen, naast abrikozenpitten en amandelen, kunnen waterstofcyanide bevatten?

Neem in de beantwoording de gegevens uit de voedselconsumptiepeiling mee.

¹ Deze risicobeoordeling vervangt de risicobeoordeling met dezelfde titel van 06-04-2018



Conclusies m.b.t. vraag 1 en 2

- De maximale concentratie van waterstofcyanide (HCN) in amandelen waarbij de acute referentie dosis (ARfD) geheel wordt opgevuld is 16 mg HCN/kg amandelen. Bij hogere concentraties kunnen acute negatieve gezondheidseffecten niet worden uitgesloten.
- De maximale concentratie van HCN in abrikozenpitten waarbij de ARfD geheel wordt opgevuld is 146 en 73 mg HCN/kg abrikozenpitten uitgaande van een consumptie van respectievelijk 5 en 10 pitten per dag (aanbevolen consumptie voor gezonde consumenten door (internet)verkopers) en 12 mg HCN/kg abrikozenpitten uitgaande van een consumptie van 60 pitten per dag (aanbevolen consumptie voor kankerpatiënten door (internet)verkopers). Bij hogere concentraties kunnen acute negatieve gezondheidseffecten niet worden uitgesloten.
- Wanneer wordt uitgegaan van de consumptie van abrikozenpitten zoals geadviseerd door (internet)verkopers voor de gezonde Nederlandse consument is de wettelijke maximale limiet van 20 mg/kg afdoende om acute negatieve effecten op de gezondheid te voorkomen. Dit geldt ook voor kankerpatiënten in de leeftijd van 7 jaar en ouder die grote hoeveelheden van abrikozenpitten consumeren (zoals geadviseerd door (internet)verkopers voor kankerpatiënten). Voor kankerpatiënten in de leeftijd van 2 t/m 6 jaar die grote hoeveelheden van abrikozenpitten consumeren is dit zeer waarschijnlijk niet het geval. De voor deze situatie berekende maximale concentratie van 12 mg/kg is kleiner dan de maximale limiet van 20 mg/kg.
- Er zijn geen voedselconsumptiegegevens beschikbaar die onderscheid maken tussen zoete en bittere abrikozenpitten en amandelen. De gerapporteerde maximale HCN concentraties hebben daarom op beide betrekking.
- De maximale concentratie van HCN in sterke dranken met een bittere smaak waarbij de ARfD geheel wordt opgevuld is 17 en 6 mg/kg bij respectievelijk een gemiddelde (93 gram per dag) en hoge (P95) (247 gram per dag) consumptie van sterke drank door volwassenen. De maximale limiet van HCN in deze dranken van 35 mg/kg biedt dus mogelijk onvoldoende bescherming.

Conclusies m.b.t. vraag 3 en 4

- HCN/cyanogene glycosiden (CNGs) kunnen worden verwacht in de volgende grondstoffen voor levensmiddelen: amandelen, abrikozenpitten, lijnzaad, cassave, limabonen, bamboescheuten, sorghum, vliesbessen, pit- en steenvruchten (o.a. abrikozen, appel, kersen, nectarine, peren, perzik, pruim). Bij de pit- en steenvruchten zijn het de pitten die CNGs bevatten.
- HCN/CNGs kunnen voorkomen in verwerkte levensmiddelen die bovenstaande grondstoffen bevatten, zoals bakkerijproducten (bitterkoekjes, (koek met) spijs, marsepein, cassave-chips).
- De gerapporteerde gehalten HCN/CNGs variëren sterk in zowel grondstoffen als verwerkte levensmiddelen. Dit komt door natuurlijke variatie en verdere bewerking.
- De hoogste HCN/CNGs gehalten worden aangetroffen in grondstoffen, veelal in de range 100-8000 mg/kg. Alleen abrikozenpitten, bittere amandelen en lijnzaad worden als zodanig ook onbewerkt geconsumeerd. De overige grondstoffen worden bewerkt voor consumptie.
- In verwerkte levensmiddelen liggen de HCN/CNGs gehalten doorgaans veel lager, enerzijds omdat de hoeveelheid grondstof in het eindproduct laag is, anderzijds omdat verdere bewerking de gehalten verlaagd. In de meeste gevallen liggen de



gehalten onder de maximale limiet van 20 mg/kg. Uitzondering zijn producten waarin grotere hoeveelheden ($\geq 25\%$) (bittere) abrikozenpitten/bittere amandelen zijn verwerkt, zoals bitterkoekjes. Hierin kunnen HCN gehalten tot ca. 80 mg/kg voorkomen.

- Abrikozenpitten (zowel bitter als zoet), amandelen (bittere altijd, zoete soms) en sommige bakkerijproducten overschrijden het maximumgehalte van 20 mg/kg geldend voor abrikozenpitten voor directe consumptie en/of het maximumgehalte van 50 mg/kg geldend voor marsepein en soortgelijke producten.

Inleiding

Waterstofcyanide (HCN) in levensmiddelen komt voort uit de aanwezigheid van cyanogene glycosiden (CNGs) in planten. CNGs zijn secundaire plantenmetabolieten die voorkomen in vele plantsoorten, waaronder een aantal die gebruikt worden als/in levensmiddelen. Onder invloed van bepaalde enzymen kan HCN gevormd worden. In intacte planten zijn CNGs gescheiden van deze enzymen. Kneuzen of vermalen van het plantmateriaal door verwerking of kauwen tijdens consumptie, heft deze scheiding op. Dit initieert enzymatische hydrolyse van de CNGs, waarbij waterstofcyanide wordt gevormd. Dit proces kan ook optreden in het maag/darmkanaal door micro-organismen.

Volgens Verordening (EU) 2017/1237 mag het maximumgehalte HCN, inclusief HCN in cyanogene glycosiden, in voor de eindgebruikers in de handel gebrachte onverwerkte hele, vermalen, gemalen, gekraakte of fijngehakte abrikozenpitten niet groter zijn dan 20 mg/kg. Verordening (EG) 1334/2008 inzake aroma's en bepaalde voedsel ingrediënten met aromatiserende eigenschappen voor gebruik in levensmiddelen stelt maximumgehalten voor HCN in "noga, marsepein of vervangingsmiddelen ervan of soortgelijke producten" (50 mg/kg), ingeblikte steenvruchten (5 mg/kg) en alcoholische dranken (35 mg/kg).

Aanpak

Voor de beantwoording van vragen 1 en 2 is gebruik gemaakt van de opinie van het Contaminanten (CONTAM) Panel van de Europese Voedselveiligheidsautoriteit (European Food Safety Authority; EFSA) over acute gezondheidsrisico's betreffende de aanwezigheid van cyanogene glycosiden in ruwe abrikozenpitten en in producten die deze pitten als ingrediënt bevatten (EFSA, 2016) en van gegevens uit de Nederlandse voedselconsumptiepeilingen (VCPs).

Voor beantwoording van vragen 3 en 4 is informatie van de relevante EFSA opinies gebruikt (EFSA 2004, EFSA 2007, EFSA 2016). Daarnaast is een beperkt literatuuronderzoek gedaan op internet algemeen en Scopus met als zoekterm "TITLE-ABS-KEY ("cyanogenic glycoside") AND (almond OR apricot OR "lima bean" OR cassava OR sorghum OR linseed OR elderberries)". De Scopus resultaten van 2015-2017 zijn gescreend op data omtrent het voorkomen van HCN. Waar relevant zijn verdere referenties bekeken. Het literatuuronderzoek was zeker niet uitputtend, maar geeft een aanvullend beeld op de data die al in de EFSA opinies zijn opgenomen. Verder zijn ook resultaten meegenomen van onderzoek en analyses uitgevoerd bij RIKILT in de periode 2014-2017. Voor de volledigheid zijn ook de analyseresultaten van amandelen/abrikozenpitten/producten uitgevoerd door RIKILT voor NVWA in het eerste kwartaal van 2018 in de datacompilatie opgenomen.

Vraag 1: Maximale waterstofcyanidegehalte in abrikozenpitten en amandelen

De afdeling Expertise van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) heeft in het eerste kwartaal van 2018 ca. 40 monsters genomen van abrikozenpitten (zoet en

Tabel 1. Geanalyseerde concentraties waterstofcyanide (HCN) in bittere en zoete abrikozenpitten en amandelen

Product	Concentratie HCN (mg/kg)	
	Bittere variant	Zoete variant
Abrikozenpitten	2300-2980	300-500
Amandelen	1500-2500	<1-55

bitter) en amandelen (zoet en bitter). Deze monsters zijn geanalyseerd op HCN. De gevonden gehalten zijn weergegeven in Tabel 1.

In 2016 heeft het EFSA-CONTAM Panel een opinie gepubliceerd over acute gezondheidsrisico's betreffende de aanwezigheid van cyanogene glycosiden in ruwe abrikozenpitten en in producten die deze pitten als ingrediënt bevatten (EFSA, 2016). In deze opinie is een acute referentie dosis (ARfD) afgeleid van 20 µg/kg lichaamsgewicht (lg) voor waterstofcyanide (HCN). De geschatte maximale hoeveelheid aan abrikozenpitten die kan worden geconsumeerd zonder dat deze ARfD wordt overschreden was respectievelijk 0,06 en 0,37 gram voor jonge kinderen (1 t/m 3 jaar) en volwassenen (18 t/m 64 jaar) (EFSA, 2016). Er is daarbij gerekend met onderstaande formule (Formule 1) uitgaande van een maximaal HCN-gehalte in abrikozenpitten van 3800 mg/kg, een gemiddeld pitgewicht van 0,5 gram en een gemiddeld lichaamsgewicht van respectievelijk 12 en 70 kg. In de formule is tevens een factor 1000 opgenomen om de consumptie in gram per dag (in plaats van kg per dag) uit te drukken. Het maximale gehalte en het gemiddelde pitgewicht zijn afkomstig van informatie uit de literatuur (EFSA, 2016).

$$\text{consumptie} = \frac{\text{ARfD} \times \text{lichaamsgewicht}}{\text{concentratie}} \times 1000 \quad \text{Formule 1}$$

- concentratie = HCN concentratie van 3800 mg/kg
- ARfD = acute referentie dosis in mg/kg lichaamsgewicht
- lichaamsgewicht = lichaamsgewicht in kg
- consumptie = consumptie van abrikozenpitten per dag in g

Het Front Office is gevraagd om te berekenen wat de maximale HCN-concentratie is die abrikozenpitten (zowel bitter als zoet) en amandelen (zowel bitter als zoet) mogen bevatten voordat er negatieve effecten op de gezondheid van de Nederlandse consument optreden.

Abrikozenpitten

De Nederlandse voedselconsumptiepeilingen (VCPs) onder jonge kinderen van 2 t/m 6 jaar (Ocké et al., 2008) en personen in de leeftijd van 7 t/m 69 jaar (van Rossum et al., 2011) bevatten geen gegevens over de consumptie van (zoete en bittere) abrikozenpitten. Voor de berekening van de maximale concentratie in abrikozenpitten is daarom uitgegaan van gegevens gepubliceerd door het EFSA CONTAM panel (EFSA, 2016). Dit Panel rapporteert in haar 2016 opinie dat internetverkopers consumptiehoeveelheden van 10 pitten per dag voor de algemene populatie tot wel 60 pitten voor kankerpatiënten adviseren. Daarnaast berichtte de Nederlandse media eind

2017 dat het eten van abrikozenpitten een 74-jarige man bijna fataal werd. Op de verpakking van de betreffende abrikozenpitten stond 'maximaal vijf pitten per dag'². Uitgaande van deze hoeveelheden en een gemiddeld pitgewicht van 0,5 gram kan voor drie leeftijdsgroepen (overeenkomstig Tabel 3) met onderstaande formule (Formule 2) worden berekend wat de maximale HCN concentratie mag zijn voordat er acute effecten kunnen optreden. In deze formule is een factor 1000 opgenomen om de consumptie uitgedrukt in grammen per dag om te rekenen naar kg per dag.

$$\text{concentratie} = \frac{\text{ARfD} \times \text{lichaamsgewicht}}{\text{consumptie} \div 1000} \quad \text{Formule 2}$$

- concentratie= maximale HCN concentratie in mg/kg
- ARfD = acute referentie dosis in mg/kg lichaamsgewicht
- lichaamsgewicht = lichaamsgewicht in kg (Tabel 2)
- consumptie = consumptie van abrikozenpitten per dag in g (Tabel 2)

De op deze manier berekende maximale concentraties staan vermeld in Tabel 2. Bij een consumptie van 5 abrikozenpitten per dag is de laagste maximale concentratie 146 mg/kg, bij 10 abrikozenpitten 73 mg/kg en bij 60 abrikozenpitten 12 mg/kg, berekend voor kinderen van 2 t/m 6 jaar.

Tabel 2. Maximale HCN concentratie waarbij de acute referentie dosis van 20 µg/kg lg geheel wordt opgevuld op basis van aanbevolen consumptiehoeveelheden van abrikozenpitten door (internet)verkopers

Leeftijdsgroep (jaar)	Lichaamsgewicht (kg) ¹	Consumptie abrikozenpitten per dag		Maximale HCN concentratie (mg/kg)
		Aantal	Gram ²	
2 t/m 6	18,3	5	2,5	146
7 t/m 18	49,1			392
19 t/m 69	79,7			638
2 t/m 6	18,3	10	5	73
7 t/m 18	49,1			196
19 t/m 69	79,7			319
2 t/m 6	18,3	60	30	12
7 t/m 18	49,1			33
19 t/m 69	79,7			53

HCN: waterstofcyanide; lg: lichaamsgewicht

¹ Betreft de gemiddelde lichaamsgewichten uit de relevante voedselconsumptiepeilingen (zie ook Tabel 3)

² Berekend op basis van een gemiddeld gewicht voor een abrikozenpit van 0,5 gram

Amandelen

De Nederlandse voedselconsumptiepeilingen (VCPs) onder jonge kinderen van 2 t/m 6 jaar (Ocké et al., 2008) en personen in de leeftijd van 7 t/m 69 jaar (van Rossum et al., 2011) bevatten wel gegevens over de consumptie van amandelen: gemiddelde en het 95^{ste} percentiel (P95; Tabel 3). Er zijn geen voedselconsumptiegegevens beschikbaar die onderscheid maken tussen zoete en bittere amandelen, al is het zeer waarschijnlijk dat dit de consumptie van de zoete variant betreft. De in Tabel 3 gerapporteerde consumptiegegevens hebben betrekking op die individuen in de VCP's die daadwerkelijk amandelen hebben geconsumeerd ('consumers-only'). Op basis van deze consumptiegegevens uitgesplitst naar drie leeftijdsgroepen kan met Formule 2 (zie hierboven) berekend worden wat de maximale HCN concentratie is waarbij de ARfD volledig wordt opgevuld (Tabel 3). Uit deze berekening blijkt dat de ARfD volledig wordt

² <https://www.rtlnieuws.nl/gezondheid/gert-74-bijna-dood-na-eten-abrikozenpitten-het-is-puur-vergift>

opgevuld bij een HCN concentratie in amandelen van minimaal 16 mg/kg, uitgaande van de P95 consumptie voor 19 t/m 69-jarigen.

De consumptie van amandelen wordt ook gerapporteerd in het Nederlandse National Estimate of Short Term Intake (NESTI) dieetmodel, dat gebruikt wordt voor de acute blootstelling aan residuen van gewasbeschermingsmiddelen (van der Velde-Koers et al., 2010). Dit model bevat grote porties van allerlei ruwe producten afgeleid uit de Nederlandse voedselconsumptiepeilingen. Deze portiegroottes zijn gelijk aan het 97,5

Tabel 3. Maximale HCN concentratie waarbij de acute referentie dosis van 20 µg/kg lg geheel wordt opgevuld op basis van gerapporteerde consumptiehoeveelheden (VCP) van amandelen in drie leeftijdsgroepen

Leeftijdsgroep (jaar)	Lichaamsgewicht (kg) ¹	Consumptie amandelen (gram per dag) ²		Maximale HCN concentratie (mg/kg)	
		Gemiddelde	P95	Gemiddelde	P95
2 t/m 6	18,3	3	- ³	122	-
7 t/m 18	49,1	7,6	15	129	65
19 t/m 69	79,7	39,3	100	41	16

HCN: waterstofcyanide; lg: lichaamsgewicht; VCP: voedselconsumptiepeiling

¹ Betreft de gemiddelde lichaamsgewichten uit de relevante voedselconsumptiepeilingen

² Betreft de consumptiehoeveelheden voor de personen die de consumptie van amandelen hebben gerapporteerd (zogenaamde 'consumers-only').

³ Voor jonge kinderen is er geen P95 consumptie van amandelen gerapporteerd

percentiel (P97,5) van een verdeling van alle portiegroottes amandelen of abrikozenpitten geconsumeerd door de zogenaamde 'consumers only'. Het NESTI dieetmodel bevat de portiegroottes voor jonge kinderen van 2 t/m 6 jaar (Ocké et al., 2008). Daarnaast bevat het model portiegroottes voor jonge kinderen in de leeftijd van 8 t/m 20 maanden en voor de algemene populatie van 1 t/m 97 jaar. De gegevens voor deze twee laatste leeftijdsgroepen zijn afkomstig van respectievelijk een voedselconsumptiestudie onder jonge peuters (Boer et al., 2008) en de nationale Nederlandse voedselconsumptiepeiling van 1997/1998 (VCP, 1998; Kistemaker et al., 1998). Zie Tabel 4 voor de consumptiegegevens voor amandelen afkomstig uit dit model voor de drie leeftijdsgroepen.

De maximale HCN concentratie in amandelen waarbij de ARfD volledig wordt opgevuld is als volgt berekend:

$$\text{concentratie} = \frac{\text{ARfD}}{\text{consumptie}} \times 1000 \quad \text{Formule 3}$$

- concentratie = maximale HCN concentratie in mg/kg
- ARfD = acute referentie dosis in mg/kg lichaamsgewicht
- consumptie = consumptie van amandelen in g/kg lichaamsgewicht (Tabel 4)

Formule 3 bevat een factor 1000 om de concentratie in mg/kg (in plaats van in mg/g) uit te drukken. Deze formule bevat niet, zoals de andere twee, de variabele 'lichaamsgewicht', omdat in deze formule de consumptiehoeveelheid is uitgedrukt per kg lichaamsgewicht. Op basis van dit model kan een maximale HCN concentratie in amandelen van minimaal 14 mg/kg worden berekend, uitgaande van een P97,5 consumptie van amandelen in 1 t/m 97-jarigen.

Tabel 4. Maximale HCN concentratie waarbij de acute referentie dosis van 20 µg/kg lg geheel wordt opgevuld op basis van consumptiehoeveelheden van amandelen in het NESTI dieetmodel

Leeftijdsgroep	P97,5 consumptie amandelen per dag		Maximale HCN concentratie (mg/kg)
	Gram	Gram per kg lg ¹	
8 t/m 20 maanden	0,5	0,049	408
2 t/m 6 jaar	12,9	0,702	28
1 t/m 97 jaar	94	1,429	14

HCN: waterstofcyanide; lg: lichaamsgewicht; NESTI: National Estimate of Short Term Intake

¹ De gebruikte lichaamsgewichten in het NESTI dieetmodel voor de berekening van de P97,5 consumptie per dag per kilogram lichaamsgewicht zijn 10,2 kg voor kinderen van 8 t/m 20 maanden, 18,4 kg voor kinderen van 2 t/m 6 jaar en 65,8 kg voor personen van 1-97 jaar

Op basis van de gegevens in het NESTI dieetmodel is de laagste maximale HCN concentratie in amandelen waarbij de ARfD geheel wordt opgevuld gelijk aan 14 mg/kg (Tabel 4). Deze HCN concentratie is echter gebaseerd op VCP gegevens verzameld in 1997/1998 en zijn daardoor niet meer representatief voor de huidige consumptiehoeveelheden. Het heeft daarom de voorkeur om de maximale HCN concentratie van 16 mg/kg berekend voor de volwassen populatie (19 t/m 69 jaar) op basis van de VCP uitgevoerd in 2007-2010 aan te houden.

Maximale consumptiehoeveelheden abrikozenpitten en amandelen

De berekende maximale HCN concentraties liggen ver onder de HCN concentraties aangetroffen door de afdeling Expertise van de NVWA (Tabel 1). We hebben deze concentraties gebruikt om de maximale hoeveelheid abrikozenpitten en amandelen te

Tabel 5. Consumptiehoeveelheid van abrikozenpitten en amandelen waarbij de acuut referentie dosis van 20 µg/kg lg geheel wordt opgevuld op basis van de range van geanalyseerde HCN concentraties in Tabel 1

Leeftijdsgroep	Consumptiehoeveelheid (gram per dag)			
	Abrikozenpitten		Amandelen	
	Zoete variant	Bittere variant	Zoete variant	Bittere variant
2 t/m 6	0,7-1,2	0,1-0,2	6,7-366	0,1-0,2
7 t/m 18	2,0-3,3	0,3-0,4	18-982	0,4-0,7
19 t/m 69	3,2-5,3	0,5-0,7	29-1594	0,6-1,1

HCN: waterstofcyanide; lg: lichaamsgewicht

berekenen die geconsumeerd kunnen worden waarbij de ARfD voor 100% wordt opgevuld. Deze berekening is uitgevoerd met Formule 1. De lichaamsgewichten die zijn gebruikt zijn de gewichten gerapporteerd in Tabel 3.

Tabel 5 laat zien dat de hoeveelheid aan bittere abrikozenpitten die geconsumeerd kunnen worden iets hoger liggen dan de schattingen van het EFSA CONTAM Panel (EFSA, 2016): 0,06 en 0,37 gram in respectievelijk jonge kinderen (1 t/m 3 jaar) en volwassenen (18 t/m 64 jaar). Dit komt omdat HCN concentraties aangetroffen in abrikozenpitten door de NVWA iets lager liggen dan de HCN concentratie gebruikt door het Panel die 3800 mg/kg bedroeg.

Vraag 2: Wat zijn de mogelijke risico's voor waterstofcyanide voor de consument bij de consumptie van alcoholhoudende dranken?

In Verordening (EG) nr. 1334/2008³ staat dat alcoholhoudende dranken maximaal 35 mg HCN/kg mogen bevatten. Dit betreft gedistilleerde dranken met een bittere smaak. Uitgaande van deze maximale concentratie, de ARfD van 0,02 mg/kg lichaamsgewicht en een lichaamsgewicht van 79,7 kg (Tabellen 2 en 3) kan met Formule 1 berekend worden dat bij een consumptie van maximaal 45 gram gedistilleerde drank met een HCN gehalte van 35 mg/kg door een volwassen persoon de ARfD geheel wordt opgevuld.

In de Nederlandse VCP voor personen van 7 t/m 69 jaar (van Rossum et al., 2011) wordt de consumptie van verschillende alcoholische dranken gerapporteerd die kunnen worden gecategoriseerd in zeven groepen (Tabel 6). Tabel 6 bevat de gemiddelde en hoge (P95) consumptiehoeveelheden van personen van 19 t/m 69 jaar die de consumptie van deze dranken hebben gerapporteerd (zogenaamde 'consumers-only'). De gerapporteerde consumptiehoeveelheden zijn allemaal hoger dan de geschatte maximale consumptie van 45 gram.

Tabel 6. Consumptie van alcoholische dranken zoals gerapporteerd door personen van 19 t/m 69 jaar in de Nederlandse voedselconsumptiepeiling

Voedselcode ¹	Voedselgroep	Consumptie (gram per dag) ²	
		Gemiddelde	P95
14	Alcoholische dranken	544	1800
14-00	Niet-geclassificeerd	136	420
14-01	Wijn	282	617
14-02	Verrijkte wijn ³	80	217
14-03	Bier, cider	919	2700
14-04	Sterke drank ⁴	93	247
14-05	Anijsdranken	51	77
14-06	Likeuren	94	319
14-07	Cocktails, punch	223	550

¹ Voedselgroepen op basis van de EPIC-Soft classificatie

² Betreft de consumptiehoeveelheden voor de personen die de consumptie van deze dranken hebben gerapporteerd (zogenaamde 'consumers-only').

³ Sherry, port en vermout

⁴ Waaronder brandewijn

Ervan uitgaande dat de voedselgroep 14-04 'Sterke drank' het meeste lijkt op de dranken waarvoor de maximale concentratie van 35 mg/kg geldt volgens Verordening (EG) nr. 1334/2008, kan met behulp van Formule 2 voor een volwassen persoon worden berekend dat de maximale HCN concentratie waarbij de ARfD geheel wordt opgevuld maximaal 17 en 6 mg/kg is bij respectievelijk een gemiddelde en hoge (P95) consumptie van sterke drank. De maximale limiet van HCN in deze dranken biedt dus mogelijk onvoldoende bescherming.

Conclusies m.b.t. vraag 1 en 2:

- De maximale concentratie van HCN in amandelen waarbij de ARfD geheel wordt opgevuld is 16 mg HCN/kg amandelen. Bij hogere concentraties kunnen acute negatieve gezondheidseffecten niet uitgesloten worden.

³ Verordening (EG) nr. 1334/2008 inzake aroma's en bepaalde voedsel ingrediënten met aromatiserende eigenschappen voor gebruik in en op levensmiddelen en tot wijziging van Verordening (EEG) nr. 1601/91 van de Raad, Verordening (EG) nr. 2232/96, Verordening (EG) nr. 110/2008 en Richtlijn 2000/13/EG.

- De maximale concentratie van HCN in abrikozenpitten waarbij de ARfD geheel wordt opgevuld is 146 en 73 mg HCN/kg abrikozenpitten bij een consumptie van respectievelijk 5 en 10 pitten per dag (aanbevolen consumptie voor gezonde consumenten door (internet)verkopers) en 12 mg HCN/kg abrikozenpitten bij een consumptie van 60 pitten per dag (aanbevolen consumptie voor kankerpatiënten door (internet)verkopers). Bij hogere concentraties kunnen acute negatieve gezondheidseffecten niet uitgesloten worden.
- Wanneer wordt uitgegaan van de consumptie van abrikozenpitten zoals geadviseerd door (internet)verkopers voor de gezonde Nederlandse consument is de wettelijke maximale limiet van 20 mg/kg afdoende om acute negatieve effecten op de gezondheid te voorkomen.
- Voor kankerpatiënten in de leeftijd van 2 t/m 6 jaar die grote hoeveelheden van abrikozenpitten consumeren (zoals geadviseerd door (internet)verkopers voor kankerpatiënten) is dit zeer waarschijnlijk niet het geval. De voor deze situatie berekende maximale concentratie van 12 mg/kg is lager dan de maximale limiet van 20 mg/kg.
- Er zijn geen voedselconsumptiegegevens beschikbaar die onderscheid maken tussen zoete en bittere abrikozenpitten en amandelen. De gerapporteerde maximale HCN concentraties hebben daarom op beide betrekking.
- De maximale concentratie van HCN in sterke dranken met een bittere smaak waarbij de ARfD geheel wordt opgevuld is 17 en 6 mg/kg bij respectievelijk een gemiddelde (93 gram per dag) en hoge (P95) (247 gram per dag) consumptie van sterke drank door volwassenen. De maximale limiet van HCN in deze dranken van 35 mg/kg biedt dus mogelijk onvoldoende bescherming.

Vraag 3 en 4:

In welke verwerkte levensmiddelen kan waterstofcyanide worden verwacht? In welke gehalten?

Welke andere grondstoffen voor levensmiddelen, naast abrikozenpitten en amandelen, kunnen waterstofcyanide bevatten?

Vraag 3 en 4 zijn aan elkaar gerelateerd en worden om deze reden hieronder gecombineerd beantwoord.

Zoals in de inleiding aangegeven komt waterstofcyanide in levensmiddelen voort uit de aanwezigheid van CNGs in planten. CNGs komen in vele plantsoorten voor. De belangrijkste die als levensmiddel of als levensmiddelgrondstof worden gebruikt zijn: abrikozenpitten, amandelen, lijnzaad, cassave, vlierbessen, bamboescheuten en sorghum (Dusemund et al, 2017; EFSA, 2004; 2007). Verschillende planten bevatten verschillende typen CNGs (Tabel 7). Bij afbraak van amygdaline, prunasine en sambunigrine komt naast waterstofcyanide ook de smaakstof benzaldehyde vrij wat resulteert in de typische amandelsmaak (EFSA, 2004).

HCN in de levensmiddelen/-grondstoffen is vooral aanwezig in de vorm van CNGs. In veel publicaties wordt niet waterstofcyanide gemeten maar de CNGs als zodanig. Aan de hand van conversiefactoren kunnen gehalten (mg/kg) CNGs worden omgerekend naar gehalten (mg HCN/kg). Hierbij wordt er vanuit gegaan dat bij consumptie een volledige afsplitsing van waterstofcyanide uit de CNGs plaatsvindt. De conversiefactoren voor de diverse CNGs zijn opgenomen in Tabel 7.

Tabel 7. Cyanogene glycosiden in de belangrijkste grondstoffen die gebruikt worden als levensmiddel of in levensmiddelen.

Cyanogene glycoside (CNG)	Molmassa	Conversie factor CNG naar HCN	CNG-bevattende grondstoffen die gebruikt worden als/in voeding
Amygdaline	457,4	0,0591	Amandelen, m.n. pitten van perzik, abrikozen, pruim, kers en appel
Dhurrine	311,3	0,0868	Sorghum
Linamarine	247,2	0,1093	Cassave, limabonen, lijnzaad
Linustatine	409,4	0,0660	Cassave, lijnzaad
Lotaustraline	261,3	0,1034	Cassave, limabonen, lijnzaad
Neolinustatine	423,4	0,0638	Lijnzaad
Prunasine	295,3	0,0915	Amandelen, m.n. pitten van perzik, abrikozen, pruim, kers en appel
Sambunigrine*	295,3	0,0915	Vlierbessen
Taxiphylline	311,3	0,0868	Bamboescheuten

*Sambunigrine is een diastereoisomeer van prunasine

In Tabel 8 is een compilatie weergegeven van levensmiddelen/-grondstoffen waarin CNGs voorkomen en in welke mate, uitgedrukt als waterstofcyanide. Naast amandelen en abrikozenpitten gaat het om lijnzaad, cassave, limabonen, bamboescheuten, sorghum en vlierbessen. Daarnaast zijn ook pitten van pit- en steenvruchten opgenomen. Dit zijn geen grondstoffen maar de pitten kunnen al dan niet per ongeluk mee-geconsumeerd worden of bij produceren van levensmiddelen in het eindproduct terecht komen (als zodanig, of als CNGs uit de pitten). Voor de volledigheid en ter vergelijking zijn ook amandelen en abrikozenpitten in de compilatie opgenomen.

De hoogste gehalten CNGs/waterstofcyanide worden gevonden in bittere abrikozenpitten, bittere amandelen, zoete abrikozenpitten, en onbewerkte vormen van cassave, lijnzaad, sorghum, limabonen en bamboescheuten. De gehalten variëren sterk. Dit wordt veroorzaakt door een grote natuurlijke variatie. Bij amandelen is er een groot verschil tussen bittere (1785-4000 mg/kg) en zoete varianten (<1-66 mg/kg). Een andere mogelijke oorzaak voor de grote verschillen in gehalten is het gebruik van verschillende analysemethoden (directe bepaling CNGs of totaal cyanide, verschillende methoden in de loop der tijd; een deel van de data is afkomstig uit de jaren tachtig of zelfs daarvoor). Bewerken van grondstoffen, en dan vooral vermalen, weken in water en koken, leidt doorgaans tot sterke verlaging van de gehalten CNGs/waterstofcyanide (Bolarinwa et al, 2016).

In relatie tot de huidige maximale limieten voor waterstofcyanide in abrikozenpitten voor directe consumptie (20 mg/kg) en in noga/marsepein (50 mg/kg), ingeblikte steenvruchten (5 mg/kg) en alcoholische dranken (35 mg/kg) valt op dat alle bittere amandelen en sommige zoete amandelen de maximale limieten voor abrikozenpitten overschrijden. Dit geldt ook voor sommige bakkerijproducten zoals bitterkoekjes waarin 26% abrikozenpitten waren verwerkt. Op basis van de gehalten in de bittere abrikozen pitten valt af te leiden dat de CNG/waterstofcyanide gehalten weliswaar met zo'n 90% afnemen, maar de bitterkoekjes nog steeds de maximale limiet van 20 mg/kg voor abrikozenpitten overschrijden.

Pitten van pit- en steenvruchten leiden doorgaans tot lage gehalten (<10 mg/kg) waterstofcyanide in de eindproducten (sap, alcoholische dranken). Hetzelfde geldt voor ingeblikt fruit en cassave-chips.

Tabel 8. Overzicht van levensmiddelen/-grondstoffen die cyanogene glycosiden/waterstofcyanide bevatten en gehalten* (onbewerkte producten vet weergegeven)

Levensmiddel/-grondstof	mg HCN/kg	Referentie(s)
Abrikozenpitten (niet gespecificeerd)	120-4000	EFSA, 2004
	2000-4000	Dusemund et al, 2017
	Gemiddeld 118 (97-139; N=8)	RIKILT, 2017
Abrikozenpitten, bitter	500-3800	EFSA, 2016
	Mediaan 2795 (2361-2980; N=11)	NVWA/RIKILT, 2018
Abrikozenpitten, zoet	<LOQ-1700	EFSA, 2016
	307-514	NVWA/RIKILT 2018
Abrikoos/kers/perzik sap/likeur/in blik	0,3-7,8	EFSA, 2004
	<LOQ	Cressey et al, 2013
Abrikozen in blik	3,0	Bolarinwa et al, 2014
Abrikozen-/kersenlikeur	3,7	Senica et al, 2017
"Apricotkernelbutter"	18-20	NVWA/RIKILT, 2018
Abrikozen-sap	<LOQ-0,04	RIKILT, 2017
Bakkerijproducten bitterkoekjes (26% abrikozenpitten)	67-79	NVWA/RIKILT, 2018
Amandelen	66	RIKILT, 2014
	Gemiddeld 1,2 (0,04-2,4; N=5)	RIKILT, 2017
	Mediaan 5,0 (2,2-55; N=20)	NVWA/RIKILT, 2018
Amandelen, bitter	2900-3100; 300-3400	EFSA, 2004
	2000-4000	Dusemund et al, 2017
	Mediaan 2017 (1785-2451; N=5)	NVWA/RIKILT, 2018
Amandelen, gebrand	5	RIKILT, 2014
	7,1	Bolarinwa et al, 2014
Amandel schaafsel	2,2	RIKILT, 2014
Amandel bitter (olie)	800-4000	EFSA, 2004
Amandeldrank	<LOQ-0,02	RIKILT, 2017
Amandelmelk	3,0	Bolarinwa et al, 2014
Amandelmeel	1,4	EFSA, 2004
	1,8	Bolarinwa et al, 2014
	15	RIKILT, 2014
	gemiddeld 0,56 (0,03-1,1; N=4)	RIKILT, 2017
Amandelpasta	3	EFSA, 2004
	0,8-2,2	RIKILT, 2017
Bakkerij producten amaretti koekjes (~40% amandelen)	Mediaan 44	EFSA, 2004
Bakkerijproducten cantuccini (25% amandelen)	1,2	NVWA/RIKILT, 2018

Levensmiddel/-grondstof	mg HCN/kg	Referentie(s)
Bakkerijproducten met amandelen of marsepein	tot 40	EFSA, 2004
Appelpitten	175-236	Senica et al, 2017a; Bolarinwa et al, 2014; 2015
Appelpuree	1,2	Bolarinwa et al, 2014
Appelsap	0,24-5,3	Bolarinwa et al, 2014; 2016; Cressey et al, 2013
Appelmoes	<LOQ-4	Cressey et al, 2013
Bamboescheuten (vers)	1000	FSANZ, 2005
Bamboescheuten (onvolgroeide toppen)	8000	JECFA, 1993
Bamboescheuten (in blik)	4-27	Cressey et al, 2013; FSANZ, 2005
Cassavewortel (vers)	15-400	FSANZ, 2005; Dusemund et al, 2017
	9-44	Cressey et al, 2013
Cassave (bitter, vers)	60-200, 55, 15-1120	EFSA, 2004 (Incl. referenties daarin)
	tot 600	EFSA, 2007 (incl. referenties daarin)
	395	JECFA, 1993
Cassave (bitter, gedroogd)	2450	JECFA, 1993
Cassave (vers, zoet)	10-20	EFSA 2004 (incl. referenties daarin)
	10-33	EFSA 2007 (incl. referenties daarin)
	15-50	FSANZ, 2005
	462	JECFA, 1993
Cassave chips/schijfjes, meel	<LOQ-165	FSANZ, 2005
	1,5-6,6	FSANZ, 2016
	<LOQ-0,9	RIKILT, 2017
Cassavemeel	<LOQ	Cressey et al, 2013
	13-131	FSANZ, 2005
Cassavewortels en -poeders uit Afrika	<LOQ-100	RIKILT, 2016
Kersenpitten	103	Senica et al, 2016
	tot 296	Senica et al, 2017a
	177	Bolarinwa et al, 2014
Kersensap	0,5-12	EFSA, 2004
Lijnzaad	tot 500	EFSA, 2007 (incl. referenties daarin)
	90-180	Cressey et al, 2013
	100-300	Dusemund et al, 2017
	275-410	RIKILT, 2014
Lijnzaad (diervoer)	150-300	RIKILT, 2016-2018
Lijnzaad => brood met lijnzaad	<LOQ	Cressey et al, 2013
Lijnzaad (processed?)	gemiddeld 8,4 (7,5-11; N= 5)	RIKILT, 2017

Levensmiddel/-grondstof	mg HCN/kg	Referentie(s)
Lijnzaadcake (diervoer)	2-20	RIKILT, 2016-2018
Lijnzaad gebroken	241	RIKILT, 2014
Lijnzaadolie	<LOQ	RIKILT, 2014
Limaboon	100-3000	EFSA, 2004; 2007 (incl. referenties daarin)
	32	Cressey et al, 2013
	2100-3120	JECFA, 1993
Limaboon (in blik)	6,8	Cressey et al, 2013
Marsepein	15-20, 30-35, ~50	EFSA, 2004 (incl. referenties daarin)
	5	Cressey et al, 2013
	1,2	Bolarinwa et al, 2014
	tot 50	Dusemund et al, 2017
Nectarinepitten	7,1	Bolarinwa et al, 2014
Peerpitten	3	Senica et al, 2017a;
	76	Bolarinwa et al, 2014
Perziksap	2,3-5,9	EFSA, 2004
	2,4	Bolarinwa et al, 2014
Perzik in blik	3,5	Bolarinwa et al, 2014
Perzikipitten	402	Bolarinwa et al, 2014;
	470	EFSA, 2004; 2007
Pruimpitten	tot 300	Senica et al, 2017a
	26-1033	Bolarinwa et al, 2014
Pruim in blik	1,8	Bolarinwa et al, 2014
Pruimensap	0,3-1	EFSA, 2004
Steenvruchtenjam	0,2	EFSA, 2004
Steenvruchten in blik	tot 4	EFSA, 2004
Sorghum (hele onrijpe plant)	2500	JECFA, 1993
Sorghum (diervoer)	210-9410 (per kg droge stof)	Fox, 2012
Sorghum (graan)	19	Ikediodi 1988
Vlierbessen	0,1-0,6	Senica et al, 2017b
Vlierbessensap	1	Senica et al, 2017b
Brood/bakkerij producten overige	0,01-0,13	RIKILT, 2017

LOQ: kwantificatielimiet (limit of quantification)

*Data uit EFSA opinies aangevuld met beperkt literatuuronderzoek en RIKILT data gegeneerd in eigen onderzoek en onderzoek in opdracht van NVWA.

Conclusies m.b.t. vraag 3 en 4:

- HCN/cyanogene glycosiden (CNGs) kunnen worden verwacht in de volgende grondstoffen voor levensmiddelen: amandelen, abrikozenpitten, lijnzaad, cassave, limabonen, bamboescheuten, sorghum, vlierbessen, pit- en steenvruchten (o.a. abrikozen, appel, kersen, nectarine, peren, perzik, pruim). Bij de pit- en steenvruchten zijn het de pitten die CNGs bevatten.

- HCN/CNGs kunnen voorkomen in verwerkte levensmiddelen die bovenstaande grondstoffen bevatten, zoals bakkerijproducten (bitterkoekjes, (koek met) spijs, marsepein, cassave-chips).
- De gerapporteerde gehalten HCN/CNGs variëren sterk in zowel grondstoffen als verwerkte levensmiddelen. Dit komt door natuurlijke variatie en verdere bewerking.
- De hoogste HCN/CNGs gehalten worden aangetroffen in grondstoffen, veelal in de range 100-8000 mg/kg. Alleen abrikozenpitten, bittere amandelen en lijnzaad worden als zodanig geconsumeerd. De overige grondstoffen worden bewerkt voor consumptie.
- In verwerkte levensmiddelen liggen de HCN/CNGs gehalten doorgaans veel lager, enerzijds omdat de hoeveelheid grondstof in het eindproduct laag is, anderzijds omdat verwerking in veel gevallen de gehalten verlaagd. In de meeste gevallen liggen de gehalten onder de maximale limiet van 20 mg/kg. Uitzondering zijn producten waarin grotere hoeveelheden ($\geq 25\%$) (bittere) abrikozenpitten/bittere amandelen zijn verwerkt, zoals bitterkoekjes. Hierin kunnen HCN gehalten tot ca. 80 mg/kg voorkomen.
- Abrikozenpitten (zowel bitter als zoet), amandelen (bittere altijd, zoete soms) en sommige bakkerijproducten overschrijden het maximumgehalte van 20 mg/kg geldend voor abrikozenpitten voor directe consumptie en/of het maximumgehalte van 50 mg/kg geldend voor marsepein en soortgelijke producten.

Referenties

Bolarinwa IF, Orfila C, Morgan MRA (2014). Amygdalin content of seeds, kernels and food products commercially-available in the UK. *Food Chemistry* 152:133–139.

Bolarinwa IF, Orfila C, Morgan MRA (2015). Determination of amygdalin in apple seeds, fresh apples and processed apple juices. *Food Chemistry* 170:437–442.

Bolarinwa IF, Oke MO, Olaniyan SA, Ajala AS (2016). A review of cyanogenic glycosides in edible plants. In M. Larramendy (Ed.), *Toxicology – New aspects to this scientific conundrum*. London, United Kingdom: IntechOpen. DOI: 10.5772/64886.

Cressey P, Saunders D, Goodman J (2013). Cyanogenic glycosides in plant-based foods available in New Zealand. *Food Additives & Contaminants Part A*, 30: 1946–1953.

de Boer EJ, Hulshof KFAM, ter Doest D (2006). Voedselconsumptie van jonge peuters. Rapport V6269. Zeist, Nederland: Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO).

Dusemund B, Rietjens IMCM, Abraham K, Cartus A, Schrenk D (2017). Chapter 16 "Undesired Plant-Derived Components in Food". In D Schrenk & A Cartus (Eds.), *Chemical Contaminants and Residues in Food*, Second Edition (pp. 379-424). Sawston, Cambridge, United Kingdom: Woodhead Publishing.

EFSA (2004). Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on hydrocyanic acid in flavourings and other food ingredients with flavouring properties. *EFSA Journal* 105:1-28. DOI:10.2903/j.efsa.2004.105.

EFSA (2007). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to cyanogenic compounds as undesirable substances in animal feed. *EFSA Journal* 434:1-67. DOI:10.2903/j.efsa.2007.434.

EFSA (2016). Scientific opinion on the acute health risks related to the presence of cyanogenic glycosides in raw apricot kernels and products derived from raw apricot kernels. *EFSA Journal* 2016;14(4):4424, 47 pp. DOI:10.2903/j.efsa.2016.4424

Fox GP, O'Donnell NH, Stewart PN, Gleadow RM (2012) Estimating Hydrogen Cyanide in Forage Sorghum (*Sorghum bicolor*) by Near-Infrared Spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60:6183–6187.

FSANZ (2005). Cyanogenic glycosides in cassava and bamboo shoots. Technical report series no. 28. Canberra, Australia: Food Standards Australia New Zealand. Available online:

www.foodstandards.gov.au/publications/documents/28_Cyanogenic_glycosides.pdf

FSANZ (2016). Imported food risk statement. Ready-to-eat cassava chips and hydrocyanic acid. Canberra, Wellington, Australia, New Zealand: Food Standards Australia New Zealand. Available online:

www.foodstandards.gov.au/consumer/importedfoods/Documents/Cassava%20chips%20and%20HCN.pdf.

Ikediodi CO, Olugboji O, Okoh PN (1988). Cyanide profile of component parts of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) sprouts. *Food Chemistry* 27:167-175.

JECFA (1993). Cyanogenic glycosides (WHO Food Additives Series 30). First draft prepared by Dr G. Speijers, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). Available online: www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v30je18.htm.

Kistemaker C, Bouman M, Hulshof KFAM (1998). De consumptie van afzonderlijke producten door Nederlandse bevolkingsgroepen. Voedselconsumptiepeiling 1997-1998. Report V98.812. Zeist, Nederland: Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO).

Ocké MC, van Rossum CTM, Fransen HP, Buurma EJM, de Boer EJ, Brants HAM, Niekerk EM, van der Laan JD, Drijvers JJMM, Ghameshlou Z (2008). Dutch National Consumption Survey – Young children 2005/2006. RIVM Report: 350070001. Bilthoven, the Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). Available online: www.rivm.nl.

Senica M, Stampar F, Veberic R, Mikulic-Petkovsek M (2016). Transition of phenolics and cyanogenic glycosides from apricot and cherry fruit kernels into liqueur. *Food Chemistry* 203:483–490

Senica M, Stampar F, Veberic R, Mikulic-Petkovsek M (2017a). Fruit Seeds of the Rosaceae Family: A Waste, New Life, or a Danger to Human Health? *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65: 10621–10629.

Senica M, Stampar F, Veberic R, Mikulic-Petkovsek M (2017b). The higher the better? Differences in phenolics and cyanogenic glycosides in *Sambucus nigra* leaves, flowers and berries from different altitudes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97:2623–2632.

van der Velde-Koerts T, van Donkersgoed G, Koopman N, Ossendorp B.C (2010). Revision of Dutch dietary risk assessment models for pesticide authorisation purposes. RIVM report: 320005006/2010. Bilthoven, the Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). Available online: www.rivm.nl.

van Rossum CTM, Fransen HP, Verkaik-Kloosterman J, Buurma-Rethans EJM, Ocké MC (2011). Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010: Diet of children and adults aged 7 to 69 years. RIVM Report 350070006. Bilthoven, the Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). Available online: www.rivm.nl.

VCP (1998). Zo eet Nederland 1998. Resultaten van de Voedselconsumptiepeiling 1998. Den Haag, Nederland: Voedingscentrum.