

# **Acrylamide in levensmiddelen op de Nederlandse markt**

Voedsel en Waren Autoriteit

Afdeling Signalering en Ontwikkeling

Regio Zuid

April 2007

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
Samenvatting.....	2
1 Inleiding.....	3
2 Materiaal en methoden.....	4
2.1 Monstername.....	4
2.2 Analyse van acrylamide.....	4
3 Resultaten.....	5
4 Discussie.....	7
5 Conclusie.....	11
6 Referenties.....	12
Bijlage 1. Individuele analyseresultaten voor acrylamide in levensmiddelen.....	15

## Samenvatting

In 2002 werd de aanwezigheid van acrylamide in levensmiddelen geconstateerd. Acrylamide is een potentieel carcinogene stof voor mensen. Alhoewel het sinds jaar en dag in onze voeding voorkomt wordt uit veiligheidsoverwegingen aanbevolen het gehalte zo ver mogelijk te reduceren. De VWA heeft in het laatste kwartaal van 2006, 132 levensmiddelen geanalyseerd op acrylamide. Begin 2007 zijn hier een zeer beperkt aantal monsters frites uit diverse snackbars aan toegevoegd. De monsternamen waren vooral gericht op producten die, zoals blijkt uit diverse risicobeoordelingen in de afgelopen jaren, voor een belangrijk deel bijdragen aan de inname van acrylamide. Onder meer zijn frites, ontbijtkoek, chips, speculaas en koffie onderzocht.

Voor producten als ontbijtkoek en chips zijn de gehalten in 2006 lager ten opzichte van gemeten gehalten in 2002. Het acrylamidegehalte van de bemonsterde ontbijtkoek was in 2002 gemiddeld 1018 µg/kg en in 2006 353 µg/kg. Voor chips was dit respectievelijk 1249 µg/kg en 343 µg/kg. Aanpassingen in de productieprocessen liggen hier waarschijnlijk aan ten grondslag. Acrylamidegehalten in frites uit snackbars en speculaas lijken niet te zijn gewijzigd. Door de Europese Confederation of the Food and Drink Industries of the European Union (CIAA) zijn sector-specifieke brochures ontwikkeld die bedrijven hulp kunnen bieden bij het reduceren van het acrylamidegehalte in hun producten. Het lijkt zinvol dat individuele bedrijven nagaan in hoeverre zij suggesties van de CIAA hebben toegepast of gaan toepassen om acrylamidegehalten in levensmiddelen verder te reduceren.

## 1 Inleiding

Het is inmiddels ongeveer vijf jaar geleden dat de National Food Administration in Zweden melding maakte van de aanwezigheid van acrylamide in gefrituurde en gebakken levensmiddelen. Acrylamide veroorzaakt kanker bij proefdieren en mogelijk ook bij mensen (1, 2, 3, 4). Alhoewel acrylamide al sinds jaar en dag onderdeel uitmaakt van onze voeding omdat het ontstaat tijdens bereiding bij hoge temperaturen, wordt er vanuit veiligheidsoverwegingen aanbevolen de gehalten in voedingsmiddelen zo ver mogelijk te reduceren. In juni en november 2002 zijn door de toenmalige Keuringsdienst van Waren gegevens gerapporteerd met betrekking tot resultaten van de analyse op acrylamide in producten op de Nederlandse markt (5,6).

Na de constatering van de aanwezigheid van acrylamide in producten als ontbijtkoek en chips is de industrie aan de slag gegaan om mogelijkheden te onderzoeken om de vorming van acrylamide te reduceren. Dit heeft geresulteerd in een 'toolbox' waarin de industrie, voor de belangrijkste sectoren waar de vorming van acrylamide een rol speelt, aangeeft hoe het gehalte acrylamide gereduceerd kan worden. De toolbox is door de Confederation of the Food and Drink Industries of the European Union (CIAA) gepubliceerd in 2005 en weer geactualiseerd in 2006 (7,8). Inmiddels zijn er sector-specifieke brochures opgesteld die kleinere bedrijven hulp kunnen bieden om het acrylamidegehalte in hun producten te reduceren. Deze zullen vanaf het begin 2007 worden verspreid via nationale autoriteiten.

De VWA heeft eind 2006 metingen uitgevoerd naar acrylamidegehalten in een aantal levensmiddelen op de Nederlandse markt. Onder meer zijn frites, ontbijtkoek, chips, speculaas en koffie onderzocht. Met name deze productcategorieën hebben een belangrijke bijdrage aan de inname van acrylamide door de Nederlandse populatie (9). De resultaten van de analyses worden weergegeven in deze rapportage en waar mogelijk vergeleken met gegevens uit 2002.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Monstername

In het vierde kwartaal van 2006 werden 132 monsters geanalyseerd op acrylamide. Het betrof onder meer producten als chips, ontbijtkoek, speculaas, toast, koekjes en crackers. De producten werden bemonsterd in het reguliere winkelkanaal. Er werden verschillende merken van een product bemonsterd. Aanvullend werden begin 2007 een aantal monsters frites gereed voor consumptie onderzocht. Deze werden bemonsterd bij twaalf snackbars in de regio Eindhoven.

### 2.2 Analyse van acrylamide

Voor analyse van de monsters werd gebruik gemaakt van een LC-MS/MS methode die gebaseerd is op werk van onder andere Rosén en Hellenäs (10, 11, 12). De monsters werden na homogenisatie geëxtraheerd met water. Als interne standaard werd voor het schudden een hoeveelheid deuterium-gelabeld acrylamide toegevoegd. Na centrifuge werd voor een kleine hoeveelheid extract een cleanup met behulp van Solid Phase Extraction (SPE) uitgevoerd, waarna het gezuiverd extract geïnjecteerd werd in een LC-MS/MS systeem.

### 3 Resultaten

In tabel 1 worden de analyseresultaten samengevat van de monsters die werden onderzocht. De individuele resultaten worden weergegeven in bijlage 1.

Tabel 1: Analyseresultaten voor monsters van producten bemonsterd in 2006.

Productgroep	N	Acrylamide				
		Gemiddelde	Standaard- deviatie	Mediaan	Minimum	Maximum
		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Biologische chips	7	405	401	134	48	986
Biologische tortilla chips	2	86			43	129
Biscuit	11	300	205	229	56	696
Chips	7	343	161	325	153	579
Cornflakes	3	81	25	73	61	109
Cracker	7	94	48	103	25	171
Frites uit snackbars	12	373	164	366	151	624
Geëxtrudeerde snacks	1	41				
Kinderkoekje	11	279	458	115	8	1630
Knäckebröd	6	300	244	283	43	720
Koekje	13	120	99	82	33	321
Koffie	9	246	61	254	162	316
Ontbijtgranen	7	85	83	48	4	208
Ontbijtkoek	15	353	73	331	271	521
Speculaas	15	284	75	298	117	390
Toast	5	34	18	43	9	53
Tortilla chips	1	98				
Zoutje	12	172	212	85	11	764

In tabel 2 worden gemiddelde acrylamidegehaltenes voor vergelijkbare producten uit 2002 en 2006 naast elkaar weergegeven. De analysegegevens uit 2002 zijn elders gepubliceerd (9).

Tabel 2. Vergelijking gemiddelde acrylamidegehalten voor productgroepen geanalyseerd in 2002 (5,6) en 2006.

Productgroep	2002		2006		P bij vergelijking 2002/2006
	N	Acrylamide Gemiddeld µg/kg	N	Acrylamide Gemiddeld µg/kg	
Frites <sup>1</sup>	18	307	12	373	0.4
Ontbijtkoek	13	1018	15	353	<0.05
Speculaas	19	178	15	284	<0.05
Chips	40	1249	7	343	<0.05
Cracker	4	218	7	94	0.2
Toast	17	191	5	34	0.3

<sup>1</sup> Uit 2002 zijn gehalten genomen van frites die bemonsterd is bij snackbars.

De individuele groepen analyseresultaten uit 2002 en 2006 zoals weergegeven in tabel 2 zijn statistisch met elkaar vergeleken. Hieruit blijkt dat het acrylamidegehalte in ontbijtkoek en chips significant lager is in 2006, terwijl het acrylamidegehalte in speculaas significant hoger is. Er lijkt weinig gewijzigd te zijn in de acrylamidegehalten van frites uit snackbars. De acrylamidegehalten van frites uit 2002 en 2006 zijn vergelijkbaar. Voor cracker en toast lijken de acrylamidegehalten in producten uit 2006 te zijn gedaald. Echter, dit was statistisch gezien niet significant.

## 4 Discussie

### *Graanproducten*

Graanproducten vormen een belangrijke en diverse groep levensmiddelen die veel ingrediënten, (industriële) bereidingsprocessen en recepturen kent. Graanproducten zijn een belangrijke groep omdat acrylamide gevormd wordt door de reactie van asparagine, dat van nature voorkomt in meel, en reducerende suikers zoals fructose en glucose. Acrylamide wordt gevormd bij temperaturen hoger dan 120°C en is afhankelijk van receptuur, baktijd en baktemperatuur. Het is duidelijk dat er geen eenduidige manier is om acrylamide in graanproducten te reduceren. Daarvoor zijn het te veel verschillende producten, recepturen en bereidingswijzen. Iedere aanpassing hierop heeft per product zijn specifieke gevolgen voor textuur, smaak, voedingskundige aspecten of andere voedselveiligheidsaspecten. De volgende aanpassingen lijken het meest in aanmerking te komen wat betreft reductie van het acrylamidegehalte in graanproducten (13):

- Aanpassing van de temperatuur tijdens het bakproces
- Het verlengen van de tijd van het gistproces
- Het vervangen van ammoniumbicarbonaat als rijsmiddel waar dat mogelijk is
- Het minimaliseren of weglaten van reducerende suikers waar mogelijk
- Controle houden over de kleur en vermijden van hoge baktemperaturen waar mogelijk

De meest veelbelovende aanpassing voor de toekomst lijkt het enzym asparaginase. Het toepassen van dit enzym in deeg en beslag kan leiden tot 60-90% reductie van acrylamide. Het gebruik is echter (nog) niet toegestaan omdat nog een evaluatie van de veiligheid plaatsvindt. Belangrijk is dat eventuele nutritionele en toxicologische implicaties van aanpassingen ten behoeve van de reductie van acrylamideniveaus in levensmiddelen ook overwogen worden.

Als de meetresultaten van ontbijtkoek uit 2006 worden vergeleken met gegevens uit 2002, is duidelijk dat de hoeveelheid acrylamide gemiddeld gezien significant is gedaald. Uit onderzoek in met name Zwitserland werd duidelijk dat het toepassen van het rijsmiddel ammoniumbicarbonaat in gemberkoek ervoor zorgde dat acrylamide flink hoger was in vergelijking met producten waarin dit middel niet werd toegepast (14, 15). Dit zou vooral komen door het vrijmaken van carbonylverbindingen uit reducerende suikers door de ammoniumgroep. Dit verklaart het effect van verhoogde acrylamidegehalten in producten waarin ammoniumbicarbonaat wordt toegepast als rijsmiddel. In het VWA onderzoek kon via de ingrediëntendeclaratie op de verpakkingen van ontbijtkoek worden bevestigd dat in geen van de bemonsterde producten, ammoniumbicarbonaat als rijsmiddel werd toegepast. Dit was in tegenstelling met ingrediëntendeclaraties op vergelijkbare producten uit 2003, waar dit rijsmiddel wel werd toegepast en resulteerde in gehalten acrylamide die hoger waren dan 1200 µg/kg (resultaten niet gerapporteerd).

In tegenstelling tot het lagere acrylamidegehalte in ontbijtkoek van 2006 is het acrylamidegehalte in speculaas in vergelijking met 2002 toegenomen. Op de ingrediëntendeclaratie op de verpakkingen van speculaasproducten uit 2006 kon op alle producten het gebruik van ammoniumbicarbonaat of E503 worden geconstateerd. E503 staat voor ammoniumbicarbonaat en ammoniumcarbonaat. In de meeste gevallen werd ook glucosestroop als ingrediënt toegepast. Slechts in twee gevallen werd suiker als ingrediënt gedeclareerd en geen glucosestroop. Het acrylamidegehalte van deze twee producten was lager (resp. 117 en 154 µg/kg) dan het gemiddelde (284 µg/kg) van de onderzochte speculaas producten.



Het gebruik van suiker in plaats van glucosestroop is in lijn met de aanbeveling van CIAA om de hoeveelheid reducerende suikers in de receptuur te verminderen en daardoor het acrylamidegehalte verlaagd kan worden. Helaas zijn er geen gegevens meer voorhanden over het mogelijk voorkomen van glucosestroop en ammoniumbicarbonaat in de producten die in 2002 zijn geanalyseerd. Hierdoor kan er geen uitspraak worden gedaan over de mogelijke oorzaak van een significante verhoging van het acrylamidegehalte.

Zoals hierboven beschreven is het onmogelijk om voor ieder product een vergelijkbare werkwijze toe te passen om het acrylamidegehalte te reduceren. Er zijn wel voldoende aanknopingspunten en daarom lijkt een acrylamidegehalte van 1630 µg/kg in kinderkoekjes ten opzichte van een mediaanwaarde van 115 µg/kg in deze productcategorie te vermijden.

#### *Knäckebröd*

Knäckebröd op basis van gistdeeg bevat in het algemeen minder acrylamide dan knäckebröd dat niet gebaseerd is op gistdeeg. Voor dit laatstgenoemde product kan een verlaging in acrylamidegehalte bereikt worden van 25-75% door aanpassingen in het bakproces in de oven (CAOBISCO, (Association of Chocolate) (8). Bij de onderzochte monsters knäckebröd uit 2006 was op één verpakking het gebruik van gist op de ingrediëntendeclaratie aangegeven. Het acrylamidegehalte van dit product was 43 µg/kg, terwijl het gehalte van de andere producten varieerde van 197-720 µg/kg.

In het VWA onderzoek van 2006 lijken acrylamidegehaltenes in toast en crackers te zijn gedaald ten opzichte van 2002. Echter, het aantal onderzochte monsters is te weinig om hier duidelijke conclusies over te trekken.

#### *Chips en frites*

In gefrituurde aardappelproducten ontstaat acrylamide uit reactie van asparagine en reducerende suikers die beide van nature aanwezig zijn in de aardappel. Acrylamide wordt gevormd bij een temperatuur boven de 120°C. Kritieke punten bij de vorming zijn het niveau reducerende suikers, temperatuur tijdens het bakken en baktijd. Het doel bij bakken zou een goudgele kleur moeten zijn en een (donkere) bruine kleur zou vermeden moeten worden. De keuze van de aardappel en opslag kan van invloed zijn op het reducerend suikergehalte. Dit kan uiteindelijk het acrylamidegehalte beïnvloeden. Het al dan niet blancheren van de aardappel en de dikte van de chips en frites kunnen ook invloed hebben op het acrylamidegehalte.

Het acrylamidegehalte van de onderzochte chipsproducten is in 2006 significant lager dan in 2002. Het is voor de VWA onduidelijk welke factor(en) bij deze verlaging een rol heeft of hebben gespeeld. Mogelijk een combinatie van factoren.

Het gemiddeld acrylamidegehalte van chips en biologische chips is bij de onderzochte monsters in 2006 niet significant verschillend van elkaar.

Het acrylamidegehalte van frites die bemonsterd zijn bij verschillende snackbars in 2006 is niet verschillend met het gehalte van frites van diverse snackbars in 2002. De aardappelverwerkende industrie, verenigd in de VAVI, adviseerde in het begin van 2004 om de temperatuur voor het frituren van frites van 180 graden Celsius terug te brengen tot 175 graden en in kleine porties af te bakken. Bij deze temperatuur worden de frites van goede kwaliteit en wordt de vorming van acrylamide beperkt, zo bleek uit onderzoek van de VAVI. Onderzoek in opdracht van de VWA in 2003 toonde aan dat temperatuur van grote invloed is op de vorming van acrylamide (16). Uit aanvullend onderzoek in opdracht van de VWA blijkt dat bij een temperatuur van 175 graden Celsius het vetgehalte van friet niet toeneemt in vergelijking met 180-185 graden Celsius (17), mits gebakken wordt tot een goudgele kleur (en niet bruin).

In de Hygiëncode voor de horeca wordt (nog) een afbaktemperatuur van maximaal 180°C voorgeschreven. Bij een onderzoek van de VWA in 2004 (18) was bij meer dan de helft van de ongeveer 700 bezochte fritures/snackbars de temperatuur voor het frituren van frites hoger dan de door de aardappelverwerkende industrie (VAVI) geadviseerde 175°C. Met name de Zwitserse overheid heeft veel moeite gedaan om de baktemperatuur bij bedrijven en consumenten te verlagen, aardappels te gebruiken waarvan het gehalte aan reducerende suikers laag is, dikte van frites maximaal 7 mm te maken en horecapersoneel te instrueren. Hun conclusie is dat het mogelijk moet zijn frites te bereiden met ten hoogste 150 µg acrylamide per kg (19).

### Koffie

Om het acrylamidegehalte in koffie te reduceren zijn er weinig mogelijkheden zonder dat dat effect heeft op de kwaliteit, veiligheid en acceptatie door de consument (Workshop DG SANCO, CIAA, maart 2006). In 2002 werd een mediaan van 215 µg/kg aangehouden als het maximaal haalbare acrylamidegehalte in koffie. Deze waarde was gebaseerd op Zwitsers onderzoek. In het VWA onderzoek uit 2006 werd een mediaan van 254 µg/kg gevonden. Dit gehalte is van dezelfde grootorde als in 2002 en lijkt hiermee te bevestigen dat het acrylamidegehalte niet gewijzigd is sinds 2002.

### "Minimaliseringsconcept" Duitsland

In Duitsland werd vanaf augustus 2002 een minimaliseringsconcept ingesteld. Hierbij wordt per productgroep een signaalwaarde ingesteld. Per productgroep wordt het aantal geanalyseerde producten gerangschikt naar oplopende acrylamideconcentratie. De signaalwaarde wordt vastgesteld op 10% vanaf de hoogst waargenomen concentratie. Bij overschrijding van de signaalwaarde treedt de overheid in dialoog met de industrie en bediscussieert de mogelijkheden om acrylamidegehalten te reduceren in de betreffende productgroep. In tabel 3 worden de signaalwaardes die vastgesteld zijn in 2002 en januari 2007 weergegeven (20).

Tabel 3: Signaalwaardes acrylamidegehalte in diverse productgroepen in Duitsland

Productgroep	Signaalwaarde september 2002 µg/kg	Signaalwaarde januari 2007 µg/kg
Fijne bakwaren (zandtaart)	800	300
Ontbijtgranen	260	180
Chips	1000	1000
Frites (bereid)	770	530
Dunne amandelkoekjes	1000	560
Diabetes koekjes en cake	niet berekend	545
Knäckebröd	610	496
Lebkuchen (soort peperkoek)	1000	1000
Speculaas	1000	416
Koffie geroosterd	370	277

Voor zover het vergelijkbare producten betreft kan in het algemeen kan gesteld worden, dat de maximum acrylamidegehaltenes in producten op de Nederlandse markt voor chips, ontbijtgranen, koffie, ontbijtkoek en speculaas onder de Duitse signaalwaardes liggen. Voor knäckebröd was het acrylamidegehalte van één van de zes geanalyseerde monsters hoger (720 µg/kg) dan de Duitse signaalwaarde (496 µg/kg). Ook was het acrylamidegehalte van twee van de twaalf monsters frites in het VWA onderzoek van 2006 (569 en 624 µg/kg) hoger dan de Duitse signaalwaarde in 2007 (530 µg/kg).

### Europese database

Sinds juni 2004 wordt door het Joint Research Centre van de Europese Commissie een database bijgehouden van acrylamidegehalten in levensmiddelen op de Europese markt ([www.irmm.jrc.be](http://www.irmm.jrc.be)). In een breed scala van producten zijn tot juni 2006, 7150 gegevens in deze database verwerkt. Veel van de gegevens zijn afkomstig uit Duitsland.

In Tabel 4 worden mediane waarden voor verschillende product(groepen) weergegeven.

Tabel 4: Mediaan acrylamidegehalte Europese database (status juni 2006, gebaseerd op 7150 analysewaardes)

Product(groep)	Acrylamidegehalte µg/kg
Frites	186
Chips	528
Fijne bakkerswaar (koekjes)	145
Gingerbread	303
Knäckebröd	244
Diabetes cake en koekjes	230
Ontbijtgranen	60
Koffie	286

Voor zover het vergelijkbare product(groepen) betreft lijken de mediane waarden uit het VWA onderzoek van 2006 goed vergelijkbaar met de mediane waarden uit de Europese database. Een positieve uitzondering hierop is dat de maximale waarde voor chips in het VWA onderzoek ongeveer de mediane waarde is in de Europese database. Een negatieve uitzondering is dat de mediaan van het acrylamidegehalte in frites uit het VWA onderzoek met 366 µg/kg beduidend hoger is dan de mediaan in de Europese database.

## 5 Conclusie

Sinds acrylamide in 2002 in levensmiddelen werd aangetoond, lijken aanpassingen in bereidingsprocessen een belangrijke verlaging te hebben opgeleverd in het acrylamidegehalte van met name ontbijtkoek en chips. Deze verlaging kon niet worden geconstateerd in de productgroep koekjes en frites uit snackbars, alhoewel individuele resultaten laten zien dat het haalbaar moet zijn ook in deze categorie producten lagere acrylamidegehalten te bewerkstelligen. Het lijkt zinvol dat productiebedrijven nagaan of ze mogelijkheden tot reductie van acrylamideniveaus, die aangereikt worden in de acrylamidetoolbox van de CIAA, hebben getoetst of in gebruik genomen. Ook lijkt het zinvol om (meer) aandacht te besteden aan de reductie van acrylamide in frites, aangezien deze productgroep een belangrijke bijdrage levert aan de inname van acrylamide.

## 6 Referenties

1. 'Acrylamide'. In: IARC Monographs on the evaluation of the Carcinogenic Risks of Chemicals to Humans, Vol. 60, International Agency for Research in Cancer, Lyon, 1994.
2. Risk assessment of Acrylamide (Cas No. 79-06-1, EINECS No. 201-173-7) Summary Risk Assessment Report. European Commission, Joint Research Center, European Chemicals. Bureau Ispra, Italy. Available: <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/>.
3. European Commission Scientific Committee on Food. Opinion on new findings regarding the presence of acrylamide in food; 3 July 2002. Available: [http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131_en.pdf).
4. Health implications of acrylamide in food. Report of a joint FAO/WHO Consultation. World Health Organization, Geneva: 25-27 Juni 2002. Available: [www.who.int/fs/acrylamide/SummaryReportFinal.pdf](http://www.who.int/fs/acrylamide/SummaryReportFinal.pdf)
5. Konings EJM. Resultaten van de analyse op acrylamide in producten op de Nederlandse markt. Rapportage 26 juni 2002. Keuringsdienst van Waren, regio Zuid.
6. Konings EJM. Resultaten van de analyse op acrylamide in producten op de Nederlandse markt (2). Rapportage 12 november 2002. Keuringsdienst van Waren regio Zuid.
7. The CIAA acrylamide toolbox. Brussels: Confederation of the food and drink industries of the EU (CIAA), 2005.
8. The CIAA acrylamide toolbox. Brussels: Confederation of the food and drink industries of the EU (CIAA), 2006.
9. Konings EJM, Baars AJ, van Klaveren JD, Spanjer MC, Rensen PM, Hiemstra M, van Kooij JA, Peters PWJ. Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risks. Food Chem Tox, 2003, 41:1569-1579.
10. Rosén J, Hellenäs K-E, Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass. The Analyst 127, 880-882.
11. Tareke E, Rydberg P, Karlsson, Eriksson S, Törnqvist, "Analysis of Acrylamide, a carcinogen formed in heated Foodstuffs. J Agric Food Chem, 2002, 50:4998-5006.
12. Fohgelberg P, Rosen J, Hellenas KE, Abramsson-Zetterberg L. The acrylamide intake via some common baby food for children in Sweden during their first year of life – an improved method for analyses of acrylamide
13. Konings EJM, Ashby P, Hamlet CG, Thompson GAK. Acrylamide in cereal and cereal products: A review on progress in level reduction. Food Additives and Contaminants 2007 (in press)
14. Amrein TM, Schönbacher B, Escher F, and Amadò R, 2004, Acrylamide in gingerbread: critical factors for formation and possible ways for reduction. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52, 4282-4288.
15. Amrein TM, Andres L, Manzardo GGG, Amadò R, 2006, Investigations on the promoting effect of ammonium hydrogen carbonate on the formation of acrylamide in model systems.

16. Van Gijssel J, van Hoof MP, Boer EPJ et al. Possibilities to reduce acrylamide content during processing of potatoes into chips and French fries. Wageningen UR, Achrotechnology and Food Innovations B.V., report number B671, Wageningen, 17 april 2003.
17. Schuten HJ, van Gijssel J, Slotboom E. Effect of frying conditions on the fat content of French fries. Wageningen UR, Achrotechnology and Food Innovations B.V., report number 023, Wageningen, 29 january 2004.
18. Konings EJM, Sens J, van Rooij-van den Bos L, Kooijman M. Onderzoek naar het gebruik van frituurvet in de horeca. Rapport VWA, regio Zuid. Februari 2005.
19. Grob K. Reduction of exposure to acrylamide: achievements, potential of optimization, and problems encountered from perspectives of a Swiss enforcement laboratory. JAOAC International 2005, 253-261.
20. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Übersicht über die Signalwerte der ersten bis sechsten Berechnung [www.bvl.bund.de](http://www.bvl.bund.de) (27 februari 2007)



## Bijlage 1. Individuele analyseresultaten voor acrylamide in levensmiddelen.

Merk	Productgroep	Acrylamide (µg/kg)
91	biologische chips	986
91	biologische chips	858
91	biologische chips	599
91	biologische chips	134
105	biologische chips	86
105	biologische chips	48
105	biologische chips	123
50	biologische tortilla chips	129
105	biologische tortilla chips	43
44	biscuit	196
44	biscuit	229
44	biscuit	557
44	biscuit	274
44	biscuit	56
49	biscuit	696
69	biscuit	117
69	biscuit	160
89	biscuit	149
89	biscuit	372
94	biscuit	498
55	chips	215
55	chips	579
58	chips	325
83	chips	206
83	chips	435
83	chips	153
98	chips	487
67	cornflakes	61
80	cornflakes	73
98	cornflakes	109
33	cracker	25
33	cracker	47
39	cracker	171
52	cracker	109



Merk	Productgroep	Acrylamide ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
62	cracker	90
76	cracker	116
97	cracker	103
99	geextrudeerde snacks	41
33	kinderkoekje	331
33	kinderkoekje	90
44	kinderkoekje	98
44	kinderkoekje	70
57	kinderkoekje	158
57	kinderkoekje	1630
57	kinderkoekje	92
65	kinderkoekje	115
75	kinderkoekje	297
86	kinderkoekje	174
86	kinderkoekje	8
22	knäckebröd	720
22	knäckebröd	364
45	knäckebröd	365
45	knäckebröd	201
55	knäckebröd	43
104	knäckebröd	107
56	koekje	180
56	koekje	111
59	koekje	33
61	koekje	82
68	koekje	95
69	koekje	50
72	koekje	47
75	koekje	44
78	koekje	80
78	koekje	159
82	koekje	38
92	koekje	321
106	koekje	313
17	koffie (poeder)	174
78	koffie (poeder)	254
30	koffie (poeder)	297

Merk	Productgroep	Acrylamide ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
87	koffie (poeder)	162
88	koffie (poeder)	226
93	koffie (poeder)	305
96	koffie (poeder)	186
100	koffie (poeder)	292
100	koffie (poeder)	316
41	ontbijtgranen	48
47	ontbijtgranen	4
66	ontbijtgranen	44
67	ontbijtgranen	27
67	ontbijtgranen	208
73	ontbijtgranen	198
79	ontbijtgranen	65
1	ontbijtkoek	398
1	ontbijtkoek	289
55	ontbijtkoek	325
64	ontbijtkoek	271
77	ontbijtkoek	271
87	ontbijtkoek	364
95	ontbijtkoek	521
95	ontbijtkoek	289
95	ontbijtkoek	310
101	ontbijtkoek	374
102	ontbijtkoek	315
102	ontbijtkoek	445
107	ontbijtkoek	331
108	ontbijtkoek	347
108	ontbijtkoek	451
	patates frites	520
	patates frites	569
	patates frites	514
	patates frites	170
	patates frites	379
	patates frites	256
	patates frites	151
	patates frites	247
	patates frites	624

Merk	Productgroep	Acrylamide ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
	patates frites	224
	patates frites	468
	patates frites	353
1	speculaas	316
46	speculaas	333
46	speculaas	338
46	speculaas	354
48	speculaas	117
60	speculaas	154
64	speculaas	287
70	speculaas	266
70	speculaas	241
75	speculaas	239
92	speculaas	266
92	speculaas	390
98	speculaas	303
98	speculaas	361
101	speculaas	298
7	toast	9
45	toast	43
53	toast	44
54	toast	53
54	toast	22
84	tortilla chips	98
1	zoutje	764
7	zoutje	70
51	zoutje	130
63	zoutje	80
64	zoutje	185
71	zoutje	86
74	zoutje	140
81	zoutje	403
85	zoutje	61
90	zoutje	11
90	zoutje	46
103	zoutje	85