

Afd. Contaminanten 1981-09-21

VERSLAG 81.73 Pr.nr. 505.0400

Onderwerp: Het ontwikkelen van een methode  
voor het bepalen van een aantal  
polycyclische aromaten in  
diverse produkten

Voorgaande verslagen: 81.60 en 81.70

Verzendlijst: directeur  
sektorcheffs (3x)  
direktie VKA  
Normalisatie (Humme)  
Projektbeheer  
afd. Contaminanten (4x)



Project: Ontwikkelen van methoden voor het aantonen en bepalen van diverse organische contaminanten.

Onderwerp: Het ontwikkelen van een methode voor het bepalen van een aantal polycyclische aromaten in diverse produkten.

Voorgaande verslagen: 81.60 en 81.70

---

Doel:

Het ontwikkelen van een universele methode voor het bepalen van een aantal polycyclische aromaten in diverse relevante produkten.

Samenvatting/conclusie:

Aan de hand van methoden beschreven in de literatuur werd een universele analysemethode ontwikkeld voor het bepalen van een tiental PCA's in diverse produkten, welke gebruik maakt van vloeistofchromatografie, met fluorescentie- en U.V. detektie.

De detektiegrens is afhankelijk van de matrix en de component en varieert van 0,1 tot 5 µg/kg.

De gemiddelde recovery, op een niveau van tienmaal de detektiegrens, bleek ca. 73% te bedragen. De methode is toepasbaar bevonden op produkten als: water, koffie, zuiveringsslib, grond, barbecueafval, gerookte visprodukten en groenten.

Een methode ter bevestiging van de geanalyseerde PCA's is op dit moment alleen aanwezig voor een zestal PCA's in produkten met een gehalte van 50 µg/kg of hoger.

---

Verantwoordelijk: ir L.G.M.Th. Tuinstra

Samensteller: W. Haasnoot

Inleiding: (1)

PCA's ontstaan door de onvolledige verbranding van organisch materiaal zoals hout, kolen, aardolie en derivaten, tabak, turf en gedroogde mest, terwijl ook bepaalde microorganismen PCA's kunnen synthetiseren b.v. in kompost.

PCA's kunnen carcinogeen, syncarcinogeen of cocarcinogeen zijn. Tot op heden zijn er ca. 100 PCA's in het milieu gevonden.

Bij de analyse van PCA's zal men zich om praktische redenen moeten beperken tot een redelijk aantal, waarbij b.v. de keus gemaakt kan worden door de volgende beperkingen in te voeren:

- a. alleen die PCA's welke reeds eerder in levensmiddelen zijn aangetoond
- b. alleen die PCA's welke carcinogene eigenschappen bezitten, aangevuld met niet-carcinogene PCA's welke tijdens de analyse kunnen interfereren
- c. alleen die PCA's welke commercieel verkrijgbaar zijn.

Bovenstaande in ogenschouw nemend werd onderstaande lijst van PCA's verkregen welke in aanmerking komen om te worden geanalyseerd:

fluorantheen

benzo(b)fluorantheen

benzo(k)fluorantheen

benzo(j)fluorantheen

benzo(a)pyreen

benzo(e)pyreen

benzo(g,h,i) peryleen

indeno(1,2,3.-c,d)pyreen

benz(a)anthraceen

9,10-dimethyl-1, 2-benzanthraceen

dibenz(a,h)anthraceen

dibenz(a,c)anthraceen

chryseen

Uit een eerder uitgevoerd literatuuronderzoek is gebleken dat de hier-  
volgende produkten in aanmerking komen om te worden onderzocht op de  
aanwezigheid van PCA's:

- Zuiveringsslib.
- Gewassen geteeld op met zuiveringsslib bemeste landbouwgronden.
- Grootbladerige groenten, zoals groenekool, welke worden geteeld in  
de omgeving van contaminatiebronnen, zoals energiecentrale, ver-  
brandingsinstallaties en grote steden, kunnen door luchtstof worden  
besmet.
- Gerookte levensmiddelen.
- Produkten als paling, oesters en mosselen.
- Compost.
- Koffie.

Het uitgangspunt in dit onderzoek was om zoveel mogelijk van bovenge-  
noemde PCA's te kunnen bepalen, in de genoemde produkten, met één uni-  
versele methode.

Het ontwikkelen van een methode:

Bestaande onderzoekmethoden:

In de literatuur zijn verschillende publicaties verschenen met betrekking tot het bepalen van PCA's(1), welke echter in veel gevallen slechts gericht zijn op éénduidige produkten.

Scheiding en detektie:

Vloeistofchromatografie wordt veel toegepast bij de scheiding van meerdere PCA's, waarbij de meest gebruikte kolom is gevuld met silica-gel waaraan octadecylsilaangroepen chemisch worden gebonden (RP-18 kolom).

Als eluens wordt meestal een mengsel van acetonitril en water, in een verhouding van 80:20, gebruikt.

Ter verbetering van het scheidend vermogen worden gradient, quaternaire vloeistofmengsels, temperatuurprogrammering en combinaties van deze meerdere malen beschreven.

Enige firma's leveren speciale reversed-phase kolommen voor het scheiden van PCA's, zoals de CHC-ODS kolom van Perkin-Elmer en de PNA-kolom van Waters.

Met deze kolommen zouden componenten, die met een RP-18 kolom samenvallen, kunnen worden gescheiden.

Bij de detektie van PCA's na scheiding met HPLC, wordt veelal gebruik gemaakt van een fluorescentie- of U.V. detector.

Het voordeel van een fluorescentiedetektor is dat deze meer specifiek is dan de U.V. detector en voor een aantal componenten gevoeliger.

Capillaire gaschromatografie op een SE-52, of overeenkomstige, kolom en een FID detector wordt eveneens veelvuldig toegepast bij de analyses van PCA's, maar kijkend naar de absolute detektiegrens is de fluorescentie detector bij vloeistofchromatografie gevoeliger.

Indien men een massaspectrometer als detector gebruikt bij de capillaire gaschromatografie dan kunnen de PCA's eveneens op een laag niveau worden waargenomen.

Dunnelaagchromatografie met geacetyleerde celluloseplaten kan eveneens gebruikt worden om een aantal PCA's te scheiden en volgens Woidich is m.b.v. een densitometer op deze wijze Benzo(a)pyreen te bepalen tot ca. 10 pg.



Opwerking:

Grimmer (2) bepaalde een aantal PCA's in slib, door het te verzeppen met een 2N methanolische kaliloogoplossing, waarna werd geextraheerd met Frigen 113. Na indampen van het extract werd het residu opgelost in cyclohexaan en uitgeschud met een mengsel van dimethylformamide en water. Na verdunnen van de DMF/waterfase met water werden de PCA's geextraheerd met cyclohexaan. De cyclohexaanfase werd ingedampt en het residu opgenomen in isopropanol. Dit extract werd gereinigd d.m.v. een Sephadex LH<sub>20</sub> kolom en een zure aluminiumoxide kolom.

Van Heddeghem (3) bepaalde een aantal PCA's in gerookte vlees- en visprodukten door het monster te extraheren met petroleumether.

Het extract werd gewassen met mierenzuur en de PCA's werden geextraheerd met een oplossing van 15% cafeïne in mierenzuur.

Aan deze mierenzuurfracties werd een zoutoplossing toegevoegd, waarna werd geextraheerd met petroleumether. Na drogen en indampen werd het extract gereinigd over een silicagelkolom.

Binnemann (4) bepaalde benzo(a)pyreen in vlees door het monster te verzeppen met een 2N methanolische kaliloogoplossing en daarna te extraheren met cyclohexaan.

De cyclohexaan fase wordt uitgeschud met een mengsel van DMF en water en na verdunnen met water worden de PCA's geextraheerd met cyclohexaan. Na indampen van de cyclohexaanfase wordt deze gezuiverd over een silicagelkolom.

Groenten, granen e.d. zijn in de meeste gevallen niet op te lossen door een alkalische verzeeping. De extractie wordt in de meeste gevallen uitgevoerd door een mechanische verkleining van het monster m.b.v. roterende messen en b.v. aceton of cyclohexaan als oplosmiddel (2).

De zuivering van PCA's wordt uitgevoerd met een vloeistof-vloeistof verdeling of een kolom "clean-up".

Uitgevoerd onderzoek:

Scheiding en detektie:

Aangezien enkele PCA's carcinogene eigenschappen bezitten is het noodzakelijk deze op een zo laag mogelijk niveau te kunnen bepalen.

Vloeistofchromatografie met fluorescentie- en/of U.V. detektie of capillaire gaschromatografie met massaspectrometrische detektie zijn technieken welke aan bovengenoemde eis voldoen.

Aangezien voor routinematig gebruik niet altijd een massaspectrometer beschikbaar is werd de vloeistofchromatografie uitgekozen.

Allereerst werd van zeventien PCA's het fluorescentie- en U.V. spectrum opgenomen (5).

De fluorescentie- en U.V. absorptiegebieden verschillen per PCA.

De ter beschikking zijnde detektoren waren een Waters filter fluorescentie detector (type 420) en een Waters filter U.V. detector (type 440), waarbij met twee golflengten tegelijk gemeten kon worden.

Bij de fluorescentie detector is uitgegaan van een excitatiefilter van 360 nm, een emissie cut-off filter van > 420 nm en een fluorescentie lamp (type F4T5/BL) als excitatiebron.

Bij deze combinatie werd van een zestal PCA's in het fluorescentie maximum gemeten.

De U.V. metingen werden uitgevoerd bij 280 nm en voor een eventuele bevestiging van een aantal PCA's werd tegelijkertijd bij 254 nm gemeten.

Als kolomvulling werd Lichrosorb RP18, met een deeltjesgrootte van 5  $\mu\text{m}$ , gebruikt en het eluens, bestaande uit een mengsel van acetonitril en water, in een verhouding van 80:20, gaf de beste resultaten.

De beide detektoren werden gebruikt in de gevoeligste stand (AUFS 0,005 en stand X128 voor de fluorescentiedetektor).

De fluorescentiedetektor gaf in deze stand een achtergrondruis van gemiddeld 1,5 cm en m.b.v. een ruisfilter (spectrum 1021) werd de ruis teruggebracht tot ca. 0,3 cm (instelling ruisfilter: cut-off freq. 0,01 en gain 2).

De individuele PCA's werden achtereenvolgens geïnjecteerd in de vloeistofchromatograaf, gecombineerd met de hiervoor beschreven apparatuur, waarbij gekeken werd naar de retentietijden, gevoeligheid van fluorescentie- en U.V. signalen en de absolute detektiegrenzen verkregen met het gevoeligste signaal.



Aan de hand van deze gegevens werd een standaardmengsel samengesteld van twaalf PCA's (figuur 1).

De hiervolgende PCA's zijn m.b.v. een Lichrosorb RP18 kolom van 5000 schotels (gemeten met benzo(a)pyreen) niet gescheiden:

benzo(a)anthraceen en chryseen; benzo(e)pyreen en benzo(b)fluor-antheen, terwijl enkele andere PCA's slechts gedeeltelijk gescheiden zijn.

De meeste vloeistofchromatografisch niet òf nauwelijks gescheiden PCA's kunnen toch apart worden gedetekteerd door gebruik te maken van de hiervoor beschreven golflengten, waarbij één van de niet of nauwelijks gescheiden PCA's wel een signaal geeft en de andere geen signaal. Alleen benzo(a)anthraceen en chryseen blijven problemen geven vanwege het niet gescheiden zijn en omdat zij in het U.V., welke het gevoeligste signaal geeft, allebei absorberen.

Opwerking:

Voor het bepalen van PCA's in water is een methode beschikbaar van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, waarmee de zes PCA's van Borneff kunnen worden bepaald.

De zes PCA's van Borneff zijn: fluorantheen, benzo(b)-en benzo(k)-fluorantheen, benzo(a)pyreen, benzo(g,h,i)peryleen en indeno (1,2,3-c,d)pyreen.

Deze methode werd nagewerkt aan de hand van twee monsters Rijnwater. Bij aanwezigheid van veel organisch materiaal in het water bleek het eindextract niet schoon genoeg, wat resulteerde in een onbruikbaar chromatogram.

Door na de extractie met dichloormethaan een zuiveringsstap over zure aluminiumoxide toe te passen werd het eindextract schoner en de chromatogrammen bruikbaar.

Voor het bepalen van PCA's in slib werd de methode volgens Grimmer (2) nagewerkt, waarbij als extractievloeistof cyclohexaan i.p.v. Frigen 113 werd gebruikt. Deze opwerking gaf schone extracten, waarmee de PCA's m.b.v. HPLC tot op het  $\mu\text{g}/\text{kg}$  niveau konden worden bepaald.

Een nadeel bij deze methode is de emulsievorming bij de extractie, waardoor de methode minder handzaam wordt.

Deze methode werd eveneens toegepast voor de bepaling van PCA in koffie, maar het eindextract bevatte te veel storende stoffen.

Voor koffie werd dan ook gezocht naar een andere methode.

De extractie, zoals die werd uitgevoerd bij de slibmethode, werd gevolgd door een vloeistof-vloeistof verdeling volgens Gertz (6), waarbij de cyclohexaanfase werd uitgeschud met mierenzuur en vervolgens met een oplossing van 15% cafeïne in mierenzuur.

De PCA's vormen met cafeïne een complex en na toevoegen van een waterige zoutoplossing werden de PCA's geëxtraheerd met cyclohexaan.

De cyclohexaanfase werd gedroogd over natriumsulfaat en ingedampt.

Na indampen bleek de cyclohexaan cafeïne te bevatten.

Door een zuivering over zure aluminiumoxide toe te passen werd de cafeïne verwijderd.

Het eindextract, verkregen volgens deze methode, was goed bruikbaar voor het bepalen van PCA's in koffie tot op het (sub)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  niveau.

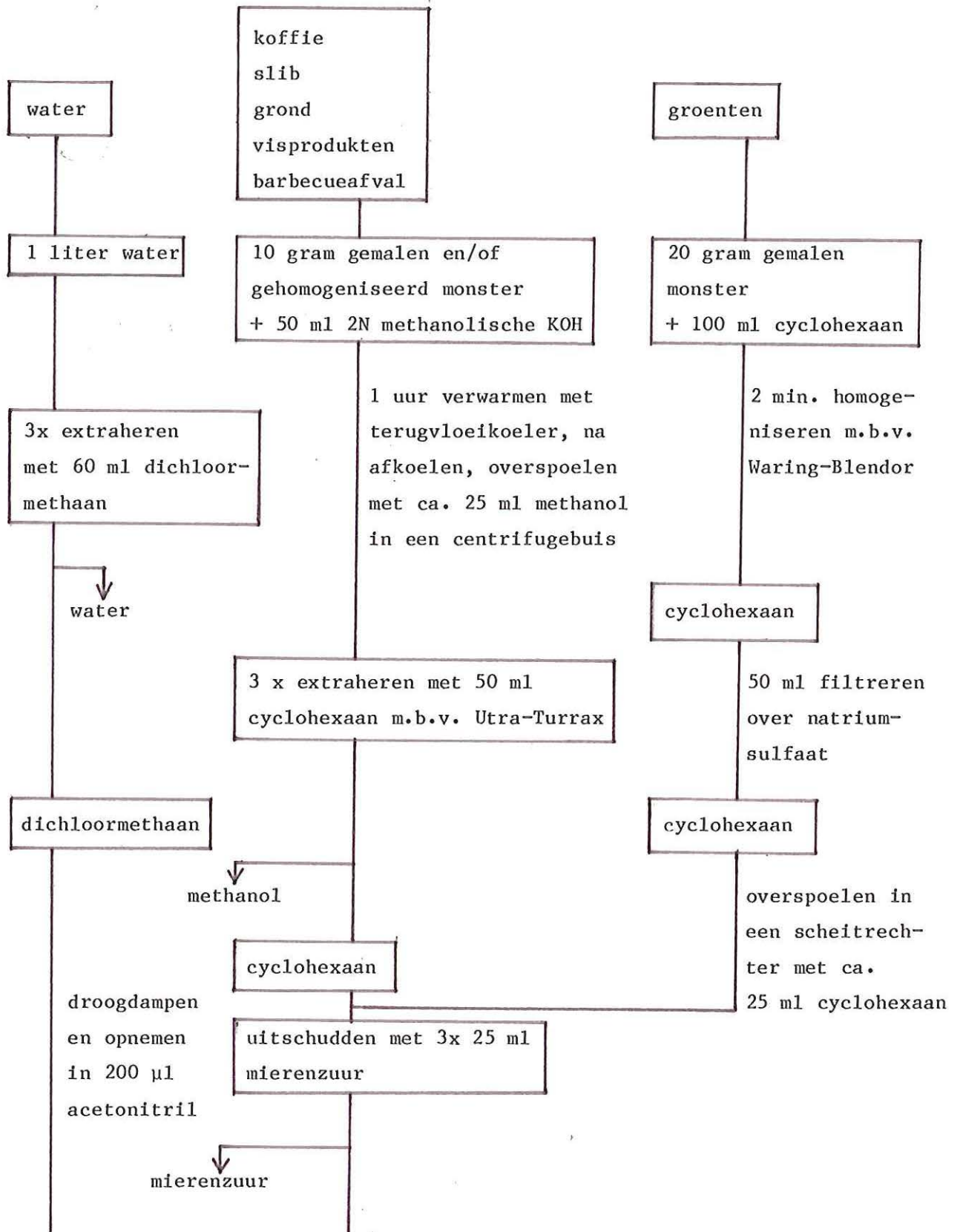
Deze methode werd eveneens met succes toegepast voor gerookte visprodukten, grond, slib en barbecueafval (roet).

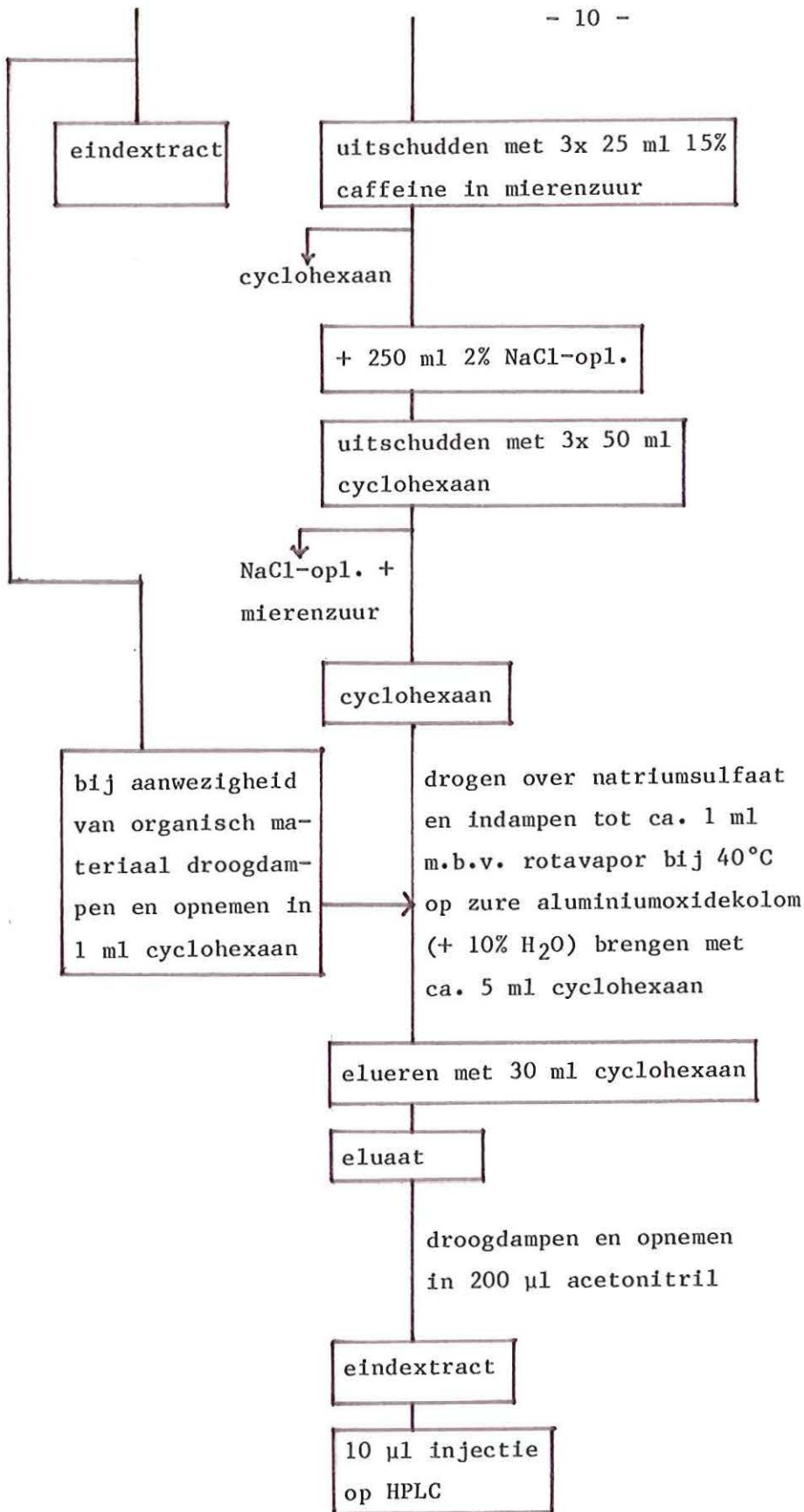
De extractie van groenten werd uitgevoerd door een mechanische verkleining van het gemalen monster m.b.v. roterende messen en cyclohexaan als oplosmiddel.

Voor de zuivering van het extract werd dezelfde methode gebruikt als die voor koffie, slib enz.

Op deze wijze werd een vrijwel universele opwerkingstechniek gevonden voor diverse produkten (zie het volgende schema), welke, gecombineerd met vloeistofchromatografie, het bepalen van PCA's mogelijk maakt tot op het (sub)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  niveau.

Schematische voorstelling van de RIKILT-methode voor het bepalen van PCA's in diverse producten:







Onderzochte monstermateriaal:

Bij het ontwikkelen van de methode werden de hiervolgende monsters onderzocht:

- 6 monsters zuiveringsslib
- 6 monsters grond
- 6 monsters gemalen koffie
- 3 monsters rauwe paling
- 1 monster gerookte paling, eetbare gedeelte
- 1 monster gerookte paling, vel
- 2 monsters gerookte makreel, eetbare gedeelte
- 2 monsters gerookte makreel, vel
- 2 monsters bokkum, eetbare gedeelte
- 2 monsters bokkum, vel
- 2 monsters warm gerookte haring (kippers.)
- 1 monster barbecueafval (roet)
- 2 monsters groene kool
- 2 monsters andijvie
- 2 monsters sla

Voor de analyseresultaten wordt verwezen naar de tabellen 1 t/m 5.

Bevestiging:

Een methode ter bevestiging van de geanalyseerde PCA's in de diverse monsters is op dit moment alleen aanwezig voor een 6-tal PCA's in producten met een gehalte van 50 tot 100 µg/kg (per PCA) of hoger.

Zo kon met behulp van dunnelaagchromatografie, op geacetylerde celluloseplaten en een mengsel van dichloormethaan, ethanol en water (10/20/1) als loopvloeistof, een kwalitatieve identificatie over een aantal PCA's in slib worden verkregen, door vergelijking van de Rf-waarden en kleur tussen standaard- en monstervlekken.

<u>PCA</u>	<u>Rf-waarde</u>	<u>kleur</u>
fluorantheen	0,62	lichtgeel
benzo(b)fluorantheen	0,41	geel/groen
benzo(k)fluorantheen	0,43	blauw
benzo(a)pyreen	0,26	blauw
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	0,38	donkergeel
benzo(g,h,i)peryleen	0,59	blauw

Op een lager niveau zijn enkele PCA's te identificeren door de verhouding van U.V.- en fluorescentiesignalen tussen monster- en standaardpiek te vergelijken.

In fig. 1 zijn de pieken 4, 10, 11 en 12 voorbeelden van een mogelijkheid tot identificatie.

Aangezien de bevestigingssignalen in het algemeen van lagere intensiteit zijn dan de signalen waarbij normaal gemeten wordt, ligt de detektiegrens van de bevestiging op een hoger niveau dan de detektiegrens bij de kwantitatieve methode.

Een volgend onderzoek zal gericht zijn naar het ontwikkelen van een methode voor het identificeren van PCA's tot op het (sub) ppb niveau, welke vermoedelijk m.b.v. gaschromatografie en massaspectrometrische detektie of m.b.v. vloeistofchromatografie en een variabele fluorescentiedetektor zal worden uitgevoerd.

Samenvatting/conclusie:

Aan de hand van methoden beschreven in de literatuur werd een universele analysemethode ontwikkeld voor het bepalen van een tiental PCA's in diverse produkten, welke gebruik maakt van vloeistofchromatografie, op een reversed phase kolom (Lichrosorb RP18), met fluorescentie en U.V. detektie.

De detektielgrens is afhankelijk van de matrix en de component en varieert van 0,1 tot 5 µg/kg.

De gemiddelde recovery, op een niveau van 10 x de detektielgrens, bedroeg ca. 73%.

De te bepalen PCA's zijn:

fluorantheen

benzo(j)fluorantheen

benzo(b)fluorantheen

benzo(k)fluorantheen

benzo(e)pyreen

benzo(a)pyreen

dibenz(a,c)anthraceen

dibenz(a,h)anthraceen

benzo(g,h,i)peryleen

indeno(1,2,3-c,d)pyreen

De methode is toepasbaar bevonden op de hiervolgende produkten: water, koffie, zuiveringsslib, grond, barbecueafval (roet), gerookte visprodukten en groenten.

Het onderzochte zuiveringsslib bevatte hoge concentraties aan PCA's, waarbij het totaal gehalte (sommatie van het aantal gekwantificeerde componenten) varieerde van 6,3 tot 49,9 mg/kg (uitgedrukt op basis van droge stof).

Vijf van de onderzochte grondmonsters bevatten een totaal gehalte van 141 tot 540 µg/kg, terwijl één grondmonster, genomen in de uiterwaarden, 11970 µg/kg bevatte.

Het totaal gehalte in gemalen koffie varieerde van 2,1 tot 15,8 µg/kg.

In het eetbare gedeelte van rauwe paling, gerookte paling en gerookte makreel was alleen fluorantheen aantoonbaar, waarvan het gehalte varieerde van 0,3 tot 9,2 µg/kg.

Bokkum bevatte naast 11,1 µg/kg fluorantheen ook 0,2 µg/kg benzo(b)-fluorantheen en 0,1 µg/kg benzo(a)pyreen.

De warm gerookte haringen (kippers,) bevatten een totaal gehalte van 220 en 302 µg/kg. Het gehalte aan benzo(a)pyreen was 0,6 en 1,0 µg/kg.

Van een barbecuerooster werd de roetaanslag onderzocht omtrent aanwezigheid van PCA's en het totaal gehalte bedroeg 780 µg/kg.

In de onderzochte groenten werd alleen fluorantheen aangetroffen met een gemiddelde waarde van 4,0 µg/kg.

Een methode ter bevestiging van de geanalyseerde PCA's is op dit moment alleen aanwezig voor een zes-tal PCA's in produkten met een gehalte van 50 µg/kg of hoger.

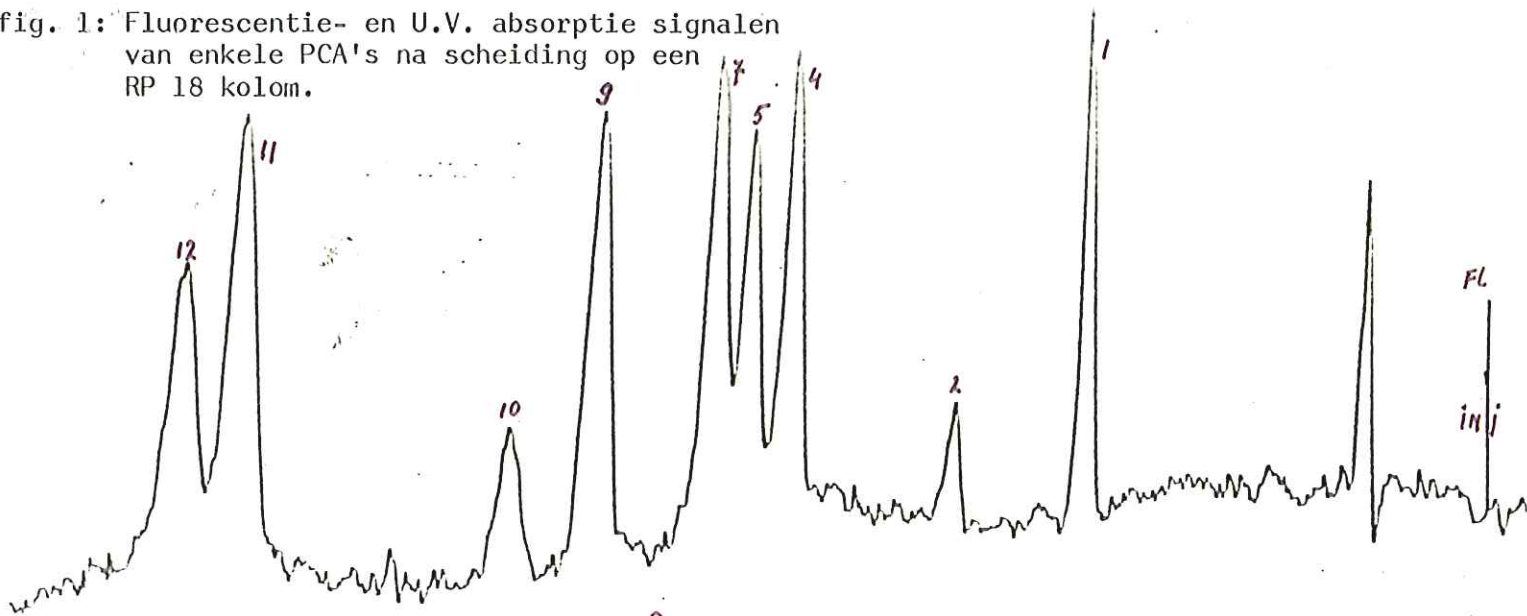
Een volgend onderzoek zal gericht zijn op het ontwikkelen van een methode voor het identificeren van PCA's tot op het (sub) ppb niveau.

Literatuur:

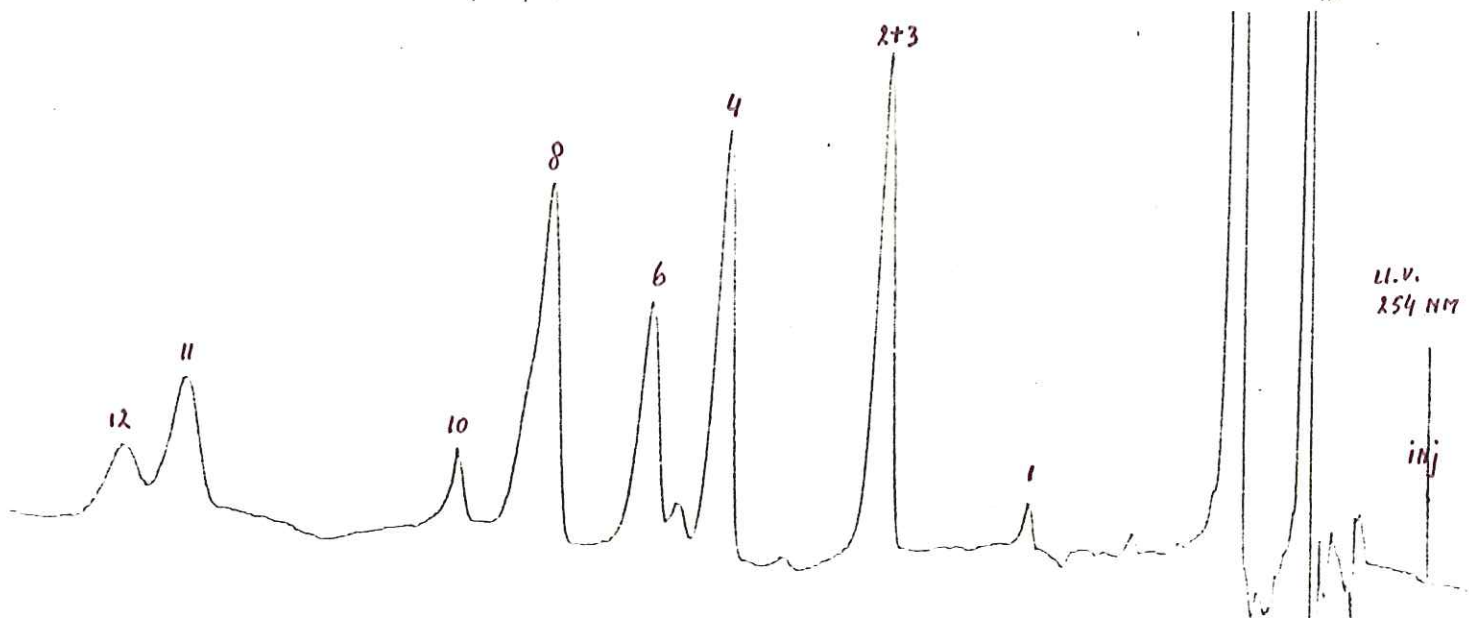
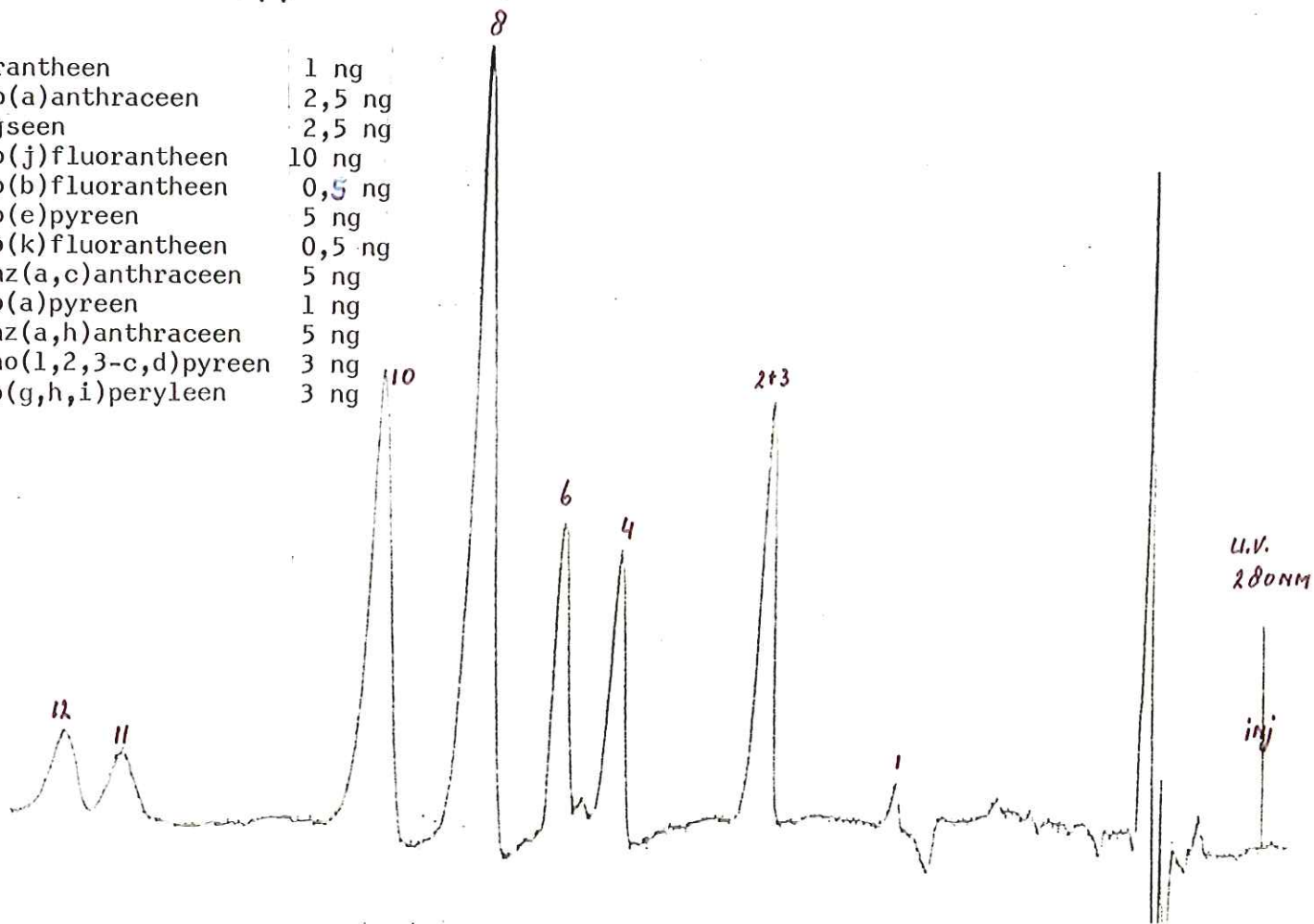
1. RIKILT verslag nr. 81.70 d.d. 1981-08-21.
2. Grimmer G. e.a.: Fresenius Z. Anal. Chem. 289, 91-95 (1978).
3. V. Heddeghem A. e.a.: Med. Fac. Landbouwwetenschappen,  
Rijksuniversiteit Gent, 44/3 en 4 (1979).
4. Binnemann P.H.: Z. Lebensm. Unters. Forsch., 169, 447-452 (1979).
5. RIKILT verslag nr. 81.60 d.d. 1981-07-27.
6. Gertz C.: Z. Leb. Unt. Forsch. 167, 233 (1978).



fig. 1: Fluorescentie- en U.V. absorptie signalen van enkele PCA's na scheiding op een RP 18 kolom.



- |                              |        |
|------------------------------|--------|
| 1 = fluorantheen             | 1 ng   |
| 2 = benzo(a)anthraceen       | 2,5 ng |
| 3 = chrijseen                | 2,5 ng |
| 4 = benzo(j)fluorantheen     | 10 ng  |
| 5 = benzo(b)fluorantheen     | 0,5 ng |
| 6 = benzo(e)pyreen           | 5 ng   |
| 7 = benzo(k)fluorantheen     | 0,5 ng |
| 8 = dibenz(a,c)anthraceen    | 5 ng   |
| 9 = benzo(a)pyreen           | 1 ng   |
| 10 = dibenz(a,h)anthraceen   | 5 ng   |
| 11 = Indeno(1,2,3-c,d)pyreen | 3 ng   |
| 12 = benzo(g,h,i)peryleen    | 3 ng   |



Tabel 1: PCA's in grond µg/kg

RIKILT nummer	737	738	740	743	804	805	Recovery
Omschrijving: grond genomen op een bepaalde afstand van industrie	chemie + metaal	petrochemie + gemengd	chemie + metaal	voedings- industrie	chemie DSM	chemie rivier- slib (uiterw.)	804 + toevoeging
fluorantheen	38	47	21	99	55	3400	
benzo(j)fluorantheen	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	1200	75%
benzo(b)fluorantheen	42	50	27	85	64	2000	
benzo(k)fluorantheen	15	15	9	44	14	1000	
benzo(e)pyreen	35	38	29	90	39	1900	
benzo(a)pyreen	25	32	13	76	32	2200	
dibenz(a,c)anthraceen	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	100	88%
dibenz(a,h)anthraceen	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	170	94%
benzo(g,h,i)peryleen	25	34	25	90	65	2200	
benzo(1,2,3-c,d)- pyreen	20	24	17	56	30	1200	83%
totaal PCA µg/kg *	200	240	141	540	299	11970	

\* Onder totaal gehalte aan PCA's wordt verstaan de sommatie van het aantal gekwantificeerde componenten.

Tabel 2: PCA's in slib mg/kg droge stof

RIKILT nummer	34303	34304	13286	13287	17149	17144	Recovery
Omschrijving:							17144 + toevoeging
fluorantheen	2,4	0,9	3,3	10,3	2,5	0,9	51%
benzo(j)fluorantheen	< 0,5	< 0,8	< 0,7	< 0,4	< 0,6	< 0,4	91%
benzo(b)fluorantheen	2,2	0,9	3,3	7,5	1,9	1,3	81%
benzo(k)fluorantheen	1,0	0,5	2,0	4,3	1,0	0,5	79%
benzo(e)pyreen	2,1	0,9	3,3	6,5	1,9	1,2	80%
benzo(a)pyreen	2,2	1,1	3,9	9,8	1,8	1,0	80%
dibenz(a,c)anthraceen	< 0,2	< 0,3	< 0,3	< 0,2	< 0,3	< 0,2	80%
dibenz(a,h)anthraceen	< 0,2	< 0,3	< 0,3	< 0,2	< 0,3	< 0,2	77%
benzo(g,h,i)peryleen	3,0	1,1	2,7	6,5	1,7	1,2	84%
indeno(1,2,3-c,d)- pyreen	1,6	0,9	2,5	5,0	1,3	0,8	77%
totaal PCA mg/kg	14,5	6,3	21,0	49,9	12,1	6,9	

Tabel 3: PCA's in gemalen koffie µg/kg

RIKILT nummer		25393	25394	25395	25396	25397	Recovery
Omschrijving: merk	Douwe Egberts roodmerk	Van Nelle Super	Kannis en Gunnink	Niemeyer Gala	Arriba	Albert Heyn Perla Mild	25397 + toevoeging
fluorantheen	2,4	2,6	1,6	2,6	6,2	2,1	
benzo(j)fluorantheen	< 3	< 3	< 3	< 3	6	< 3	
benzo(b)fluorantheen	0,2	< 0,2	< 0,2	0,3	0,4	0,3	68%
benzo(k)fluorantheen	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	70%
benzo(e)pyreen	*	*	*	*	*	*	70%
benzo(a)pyreen	0,4	0,3	0,3	0,8	1,0	0,5	70%
dibenz(a,c)anthraceen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	69%
dibenz(a,h)anthraceen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	77%
benzo(g,h,i)peryleen	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,1	< 1,0	80%
indeno(1,2,3-c,d)- pyreen	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	72%
totaal PCA µg/kg	3,3	3,1	2,1	4,1	15,8	3,3	

\* Interferentie aanwezig



Tabel 4: PCA's in visprodukten µg/kg

RIKILT nummer	19071	19458	24632	24633	24638 + 24640	24639 + 24641	Recovery
Omschrijving:	rauwe paling zonder vel	rauwe paling zonder vel	gerookte paling eetbaar gedeelte	gerookte paling vel	gerookte makreel eetbaar gedeelte	gerookte makreel vel	24632 + toevoeging
fluorantheen	9,2	1,7	2,8	13,0	0,3	3,0	
benzo(j)fluorantheen	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	75%
benzo(b)fluorantheen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,3	< 0,2	0,2	81%
benzo(k)fluorantheen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,3	< 0,2	< 0,2	76%
benzo(e)pyreen	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,1	< 1,0	< 1,0	77%
benzo(a)pyreen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6	< 0,1	0,1	73%
dibenz(a,c)anthraceen	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	74%
dibenz(a,h)anthraceen	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	70%
benzo(g,h,i)peryleen	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	70%
Indeno(1,2,3-c,d)- pyreen	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	73%
totaal PCA in µg/kg	9,2	1,7	2,8	15,3	0,3	3,3	



Vervolg tabel 4

RIKILT nummer	24646 + 24648	24647 + 24649	24650	24651
Omschrijving:	bokkum eetb. gedeelte gem.waard	bokkum vel gemiddeld waarde	kipper	kipper
fluorantheen	11,1	115	215	295
benzo(j)fluorantheen	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
benzo(b)fluorantheen	0,2	1,2	1,4	1,6
benzo(k)fluorantheen	< 0,2	0,5	0,7	1,2
benzo(e)pyreen	< 1,0	3,2	2,2	3,6
benzo(a)pyreen	0,1	0,5	0,6	1,0
dibenz(a,c)anthraceen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
dibenz(a,h)anthraceen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
benzo(g,h,i)peryleen	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
indeno(1,2,3-c,d)- pyreen	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
totaal PCA in µg/kg	11,4	120,4	219,9	302,4

Tabel 5: PCA's in diversen

RIKILT nummer	24274	26414 t/m 26419	Recovery
Omschrijving:	aanslag van een barbecue- rooster	2 monst. sla 2 monst. andijvie 2 monst. gr. kool gemidd. waarde	groenten
fluorantheen	360	4,0	
benzo(j)fluorantheen	< 25	< 3,0	65%
benzo(b)fluorantheen	75	< 0,2	72%
benzo(k)fluorantheen	33	< 0,2	68%
benzo(e)pyreen	123	< 1,0	72%
benzo(a)pyreen	36	< 0,1	70%
dibenz(a,c)anthraceen	< 10	< 0,5	
dibenz(a,h)anthraceen	< 10	< 0,5	
benzo(g,h,i)peryleen	62	< 1,0	65%
indeno(1,2,3-c,d)- pyreen	90	< 0,6	73%
totaal PCA in µg/kg	779	4,0	