



Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKS)

Inleiding

Benz(a)pyreen behoort met 20 andere stoffen tot de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). Dit zijn organische verbindingen die uit twee of meer aromatische zesring-structuren bestaan. PAK's kunnen ontstaan bij verbrandingsprocessen als organische verbindingen hoog worden verhit. Tijdens het verbranden van organisch materiaal, b.v. hout of dieselolie worden radicalen vrijgemaakt. Deze vrije radicalen kunnen polymeriseren en stabiele polycyclische aromatische koolwaterstoffen vormen. Benz(a)pyreen is de meest toxische PAK. Dit is een kankerverwerkende stof.

Voorkomen

Bij het drogen van levensmiddelen b.v. theebladeren, oliezaden en dadels boven een houtskoolvuur of in de verbrandingsgassen van dieselolie kunnen deze producten verontreinigd raken met een mengsel van PAK's. Het is in de praktijk mogelijk, door gebruik te maken van processen waarbij levensmiddelen niet in aanraking komen met verbrandingsgassen, b.v. door te drogen in de open lucht of m.b.v. elektrische verwarmde lucht, verontreiniging van levensmiddelen met PAK's te voorkomen.

De in het normale voedselpakket aanwezige benzo(a)pyreen is vooral afkomstig uit plantaardige producten en in veel mindere mate uit voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong. Door bakken en braden van laatstgenoemde producten stijgt het gehalte aan PAK's. PAK worden aangetroffen in verbrande korsten van brood en biscuit, in gebraden en gebarbecued vlees (4), in gebakken vis, in gerookte producten, thee (19) en in industrieel geroosterde koffie.

Vet is een belangrijke precursor voor de vorming van PAK's in vis en vlees. PAK-niveaus in gebraden vlees lopen uiteen van 0.1 tot 10 ppb. Het bakken van vetrijke hamburgers leidde tot een PAK-gehalte van 43 ppb, waarvan 2.6 ppb bestond uit benz(a)pyreen. In een mager product werd na bakken slechts 3 ppb aangetroffen, benz(a)pyreen was afwezig. Zetmeel kan ook pyrolyse ondergaan. Bij verhitten van zetmeel van 370 tot 390 ° C werd 0.7 ppb benz(a)pyreen gevormd. Deze temperatuur wordt gemakkelijk bereikt in de korst bij het bakken van brood en in een dunne laag kokend vet. De omstandigheden tijdens het bereiden van levensmiddelen beïnvloeden de gehalten aan PAK's. In karbonades die dichtbij de houtskool en relatief lang zijn gebarbecued zijn gehalten oplopend tot 50 ppb aangetoond. Door op een grotere afstand van de houtskool te barbecueen kunnen hoge PAK-gehalten worden vermeden (4).

PAK's worden ook aangetroffen in diverse producten die bij de processing zijn blootgesteld aan de rook van houtskoolvuur (4). Roken is een van de oudst bekende conserveringsmethode, maar tegenwoordig worden producten ook m.b.v. andere technieken verduurzaamd en wordt de typische rookmaak en -geur d.m.v. rookaroma aangebracht. Deze aroma's kunnen ook PAK's en benz(a)pyreen bevatten, hoewel de bijdrage van de hoeveelheid PAK's via deze techniek is veelal wel kleiner dan als de ambachtelijke processen worden toegepast. Schaal- en schelpdieren, zoals mosselen, hebben een lage metabole activiteit ten aanzien van PAK's. Daardoor vindt in deze dieren accumulatie plaats. In vissen worden ze, evenals in warmbloedige dieren en de mens snel omgezet, waardoor de gehalten in het algemeen laag zijn (6).

Toxiciteit / werking

Benz(a)pyreen is de meest toxische PAK. Na opname in het lichaam wordt benz(a)pyreen omgezet in z.g. diol-epoxiden. Diol-epoxiden kunnen veranderingen in het erfelijk materiaal, DNA en RNA, te weeg brengen en staan aan de basis van kankervorming. Andere PAK's die gelijktijdig met benz(a)pyreen in levensmiddelen voorkomen kunnen eveneens veranderingen in het erfelijk materiaal te weeg brengen.

Voor kankerverwekkende stoffen die veranderingen in het erfelijk materiaal teweeg brengen, de "genotoxische carcinoogenen", bestaat in de praktijk geen veilige dosis waar beneden het kankerrisico geheel afwezig is. Wel is er in de regel een niveau van blootstelling aan te geven, waar beneden het kankerrisico in de praktijk



verwaarloosbaar is. In de voedingsmiddelentoxicologie wordt een toegevoegd risico van één kankergeval per miljoen mensenlevens als verwaarloosbaar beschouwd.

Uit de rapportage van het Rijks Instituut voor de Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) uit 2001 (18) blijkt dat het toegevoegde risico op kanker bij een levenslange blootstelling aan 5 ng benz(a)pyreen per kg lich.gew. per dag één kankergeval per miljoen mensenlevens is. Voorts blijkt dat de gecombineerde toxische werking van alle PAK's in levensmiddelen bij elkaar 10 x zo groot is als de werking van alleen benz(a)pyreen. Als benz(a)pyreen als indicator voor het totale effect van de PAK's wordt gebruikt, moet er dus een extra veiligheidsfactor 10 in acht worden genomen t.o.v. de norm veilige grens voor benz(a)pyreen (5 ng / kg lichaamsgewicht). Daarom kan worden gesteld dat de levenslange blootstelling aan 0.5 nanogram benz(a)pyreen per kg lichaamsgewicht per dag afkomstig uit levensmiddelen leidt tot een zelfde toxisch effect van de aanwezige PAK in levensmiddelen als het toxisch effect van 5 nanogram benz(a)pyreen alleen.

Omdat de drempelwaarde, waar beneden de toxiciteit als verwaarloosbaar kan worden beschouwd, zo laag is, moet de aanwezigheid van PAK's in levensmiddelen tot een zo laag mogelijk niveau worden teruggebracht door alle processen, die verontreiniging met PAK's kunnen veroorzaken, te beheersen.

Wetgeving

In Verordening 208/2005 van 4 februari 2005 heeft de EU maximumgehalten vastgelegd voor benz(a)pyreen in een aantal voedingsmiddelen.

	microgram per kg vers gewicht
- oliën en vetten voor consumptie of voor gebruik als ingrediënt	2.0
- levensmiddelen voor zuigelingen en peuters;	1.0
- gerookt vlees en gerookte vleesproducten;	5.0
- spiervlees van gerookte vis en gerookte visproducten;	5.0
- spiervlees van vis, anders dan gerookte vis;	2.0
- schaaldieren, koppotigen, anders dan gerookt;	5.0
- tweekleppige weekdieren;	10.0

In artikel 4 van de Warenwetregeling Verontreinigingen in levensmiddelen staan regels over de maximum hoeveelheid benz(a)pyreen in voedingssupplementen en kruidenpreparaten.

- 2 microgram per kg in voedingssupplementen, als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onder b, van het Warenwetbesluit voedingssupplementen;
- 10 microgram per kg in kruidenpreparaten, als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onder b, van het Warenwetbesluit Kruidenpreparaten.

In bijlage 1 van Verordening 2065/2003 staat dat rookaroma, dat wordt gebruikt in of op levensmiddelen, niet meer dan 10 µg benz(a)pyreen en 20 µg benzo(a)antraceen mag bevatten.

Literatuur

1. Contamination of coconut oil by PAH. Health and Nutrition. INFOR, vol.10, no.7 (july 1999).
2. Hoogland, J.P., H.A.Kuiper en M.M.H.van Dooren, J.G. van der Roest. Rikilt richt risico-analyse op chemische gevaren,
3. J. de Vries. Food Safety and Toxicity, textbook, Open universiteit, Nederland,1994.
4. Panalaks, T., 1976. . Determination and identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked and charcoal-broiled food products by HPLC and GC. *J. Environ. Sci. Health*, B11, 4, 1976, blz. 299 - 315.
5. Sagredos, A.N., 1992. Zur qualität und kontamination von Fischölkapseln. *Fat Sci. Technol.* 94, 3, 1992, blz. 101 - 111. De verontreiniging van visoliecapsules met PAK was hoger dan de max. toegealten gehalten die in richtlijnen zijn vermeld.
6. Guillen, M.D., P.Sopelana and M.A.Partearroyo, 1997. Food as a source of polycyclic aromatic carcinogens. *Reviews on environmental health*, 12 (3) 133 - 146.



7. Dennis M.J. et al., 1991. Factors affecting the polycyclic aromatic hydrocarbon content of cereals, fats and other food products. *Food Additives and Contaminants* 8 (4) 517 - 530
8. Menichini, E. et al, 1991. Polycyclic aromatic hydrocarbons in olive oils on the Italian market. *Food Additives and Contaminants*, 8 (3) 363 -369. Trefwoorden: PAK, olijfolie, virgin olijfolie.
9. Gomaa, E.A. et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked food products and commercial smoke flavourings. *Food Additives and Contaminants*, 1993, vol.10, no. 5, blz. 503 - 521. Trefwoorden: PAK, gerookt vlees, vloeibaar rookaroma.
10. Guillen, M.D, P.Sopelana, M.A.Partearroyo, 1997. Food as a source of polycyclic aromatic carcinogens. *Reviews on environmental health*, 12 (3) Trefwoorden: PAK, milieucontaminant, voedselcontaminant.
11. Waldman, J.M, P.J.Lioy, A.Greenberg and J.P.Butler, 1991. Analysis of human exposure to benzo(a)pyrene via inhalation and food ingestion in the total human environmental exposure study (THEES), *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 1 (2) 193 - 224.
12. Shatta, A.A, 1999. Polycyclic aromatic hydrocarbons in tea. *Adv. Food Sci.* 21 (5/6) 170 - 176. Levels of PAH's in 25 tea samples were determined. Total PAH concentrations ranged from 50 to 730 microgram per kg. The type of tea and package showed some relation to the level of contamination.
13. Fritz, W., 1983. Analytik und Bewertung cancerogener PAK aus lebensmittelhygienisch-toxikologischer Sicht - Einer Übersicht. *Nahrung*, 27: 965 - 973. De auteur beveelt een grenswaarde van 1 microgram benz(a)pyreen per kg aan voor levensmiddelen.
14. Moret, S. A.Dudine and L.S.Conte, 2000. Processing effects on the polyaromatic hydrocarbon content of grapeseed oil. *JAOCS*, 77 (12) 1289 - 1292. Conclusie; het droogproces verhoogde het gehalte aan PAK. Het gehalte aan benz(a)pyreen steeg het sterkst (tot gem. 20 ppb).
15. *Veterinaire Milieuhygiënewijzer*, 1997; projectgroep Veterinaire Milieuhygiëne.
16. Kazerouni, N. et al, 2001. Analysis of 200 food items for benzo(a)pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food and Chemical Toxicology* 39: 423 - 436.
17. Nieuwsbrief Voedselveiligheid 2001, 9 Pag. 4 Spanje in ban van gevaarlijke olijfolie. 'Pomace' olijfolie wordt geëxtraheerd uit residuen die na het persen van olijven achterblijven. Deze olie wordt in het algemeen alleen door de levensmiddelenindustrie en cateringbedrijven gebruikt. Ook in Griekse en Italiaanse 'pomace' is ondertussen een verhoogd gehalte aan benzo(a)pyreen aangetroffen. In niet verontreinigde olie is het gehalte aan benzo(a)pyreen kleiner dan 2 microgram per kg. www.foodstandards.gov.uk
18. Kroese, E.D. et al, 2001. Tumorigenic effects in Wistar rats orally administered benzo(a)pyrene for two years (gavage studies). Implications for human cancer risks associated with oral exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. november 2001, report nr. 658603 010 RIVM. Conclusies; based on the available animal data it is concluded that the oral VSD for B(a)P is 5 ng / kg bw. It is concluded that when B(a)P is used as an indicator for other dietary PAHs, a VSD of 0.5 ng/kg bw is justified, by applying a factor of 10 to the VSD for B(a)P. The reason for applying a correction factor is because the database on dietary PAHs considered relevant with respect to carcinogenicity still is rather poor, both with respect to dietary concentrations and to potential carcinogenicity. A VSD therefore, cannot be calculated directly from this specific PAH profile.
19. Lin, D, Y. Tu and L. Zhu, 2005. Concentrations and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in tea. *Food and Chemical Toxicology*, 43 (1) 41 - 48. Conclusies: the content of 16 PAH's in 8 brands of Chinese tea ranged from 323 to 8800 microgram / kg. During tea infusion 3.03 - 7.69 % of the total PAHs contained in the black tea was released into the liquor. Assuming a consumption of 10 g dry tea/person/day and 10 minutes of infusion, the daily intake of 16 PAHs from the black tea product would be 6.36 microgram/day.
20. Garcia-Falcon M.S. and J.Simal-Gandara, 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoke from different woods and their transfer during traditional smoking into chorizo sausages with collagen and tripe casings. *Food Additives and Contaminants* 22, (1) 1-8. The kind of combustion performed on different materials seriously affected the PAH levels in the smoke generated. Ignition and firing of the material with a flame compared with heating produced more PAHs in the smoke. The levels of PAHs found in the meat and in the collagen and tripe casings of the smoked chorizo samples suggest that the collagen-based casings behave as a better barrier to PAHs.
21. Zie; http://www.pdv.nl/nederland/kwaliteit/copy_DOS/page876.php
22. Verordening 208/2005 van de Commissie van 4 februari 2005 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 466/2001 wat betreft polycyclische aromatische koolwaterstoffen.



http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/nl/oj/2005/l_034/l_03420050208nl00030005.pdf

23. Warenwetregeling Verontreinigingen in levensmiddelen
24. Warenwetbesluit voedingssupplementen
25. Warenwetbesluit Kruidenpreparaten
26. Verordening (EG) nr. 2065/2003 van het Europees Parlement en de Raad van 10 november 2003 inzake in of op levensmiddelen gebruikte of te gebruiken rookaroma's