

ADVIES 22-2020

Betreft:

**Evaluatie van het FAVV analyseprogramma
voor exogene contaminanten:
B. Persistente organische polluenten (POPs)**

(SciCom 2017/07)

Wetenschappelijk advies goedgekeurd door het Wetenschappelijk Comité op 11 september

Sleutelwoorden:

Analyseprogramma, exogene contaminanten, persistente organische polluenten (POPs), levensmiddelen, water, diervoeder, meststof, trendanalyse

Key terms:

Analysis program, exogenous contaminants, persistent organic pollutants (POPs), food, water, feed, fertilizer, trend analysis

Inhoud

Samenvatting	3
Summary	5
1. Referentietermen	9
1.1. <i>Vraagstelling</i>	9
1.2. <i>Relevante wetgeving</i>	9
1.3. <i>Methode</i>	10
2. Definities & Afkortingen	10
3. Inleiding	12
4. Bespreking	13
4.1. <i>Dioxines & polychloorbifenylys (PCBs)</i>	13
4.1.1. Levensmiddelen	15
4.1.2. Diervoeders	16
4.1.3. Meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten	17
4.2. <i>Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)</i>	18
4.2.1. Levensmiddelen	18
4.2.2. Water bestemd voor consumptie en gebruikt door de operatoren	19
4.2.3. Diervoeders	20
4.3. <i>Poly- en perfluoralkylverbindingen</i>	21
4.3.1. Levensmiddelen	22
4.3.2. Water gebruikt door de operatoren	24
4.4. <i>Gehalogeneerde vlamvertragers</i>	26
4.4.1. Levensmiddelen	28
4.5. <i>Pentachloorfenol</i>	31
4.5.1. Levensmiddelen	32
4.5.2. Diervoeders	32
5. Onzekerheden	32
6. Conclusies & Aanbevelingen	33
Referenties	35
Leden van het Wetenschappelijk Comité	38
Belangenconflict	38
Dankbetuiging	38
Samenstelling van de werkgroep	39
Wettelijk kader	39
Disclaimer	39

Samenvatting

Evaluatie van het FAVV analyseprogramma voor exogene contaminanten: B. Persistente organische polluenten (POPs)

Context & Referentietermen

In het kader van een periodieke evaluatie van het analyseprogramma van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV), wordt het Wetenschappelijk Comité gevraagd de programmatie van de analyses te bespreken en dit met betrekking tot exogene contaminanten in levensmiddelen, in water bestemd voor consumptie en water dat door operatoren gebruikt wordt bij de verwerking en bewerking van levensmiddelen, in diervoeders, en in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten. Meer bepaald wordt gevraagd om (i) na te gaan of de controleresultaten die tussen 2010 en 2018 gerapporteerd werden, wijzen op mogelijke trends en (ii) de implementatie van de binnen het FAVV algemeen toegepaste benadering voor de programmering van de analyses te beoordelen (nl. de controle-inspanningen in termen van onder meer de gekozen “matrix/gevaar” combinaties en het aantal geprogrammeerde analyses voor deze combinaties) en mogelijke lacunes binnen het analyseprogramma te identificeren.

‘Exogene contaminanten’ omvat een grote groep van parameters waaronder zware metalen, milieucontaminanten (persistente organische polluenten), migrerende componenten uit materialen en voorwerpen die met levensmiddelen in contact komen, maar ook straling en radioactiviteit. Dit advies betreft enkel de geprogrammeerde analyses en de controleresultaten van persistente organische polluenten (POPs).

POPs zijn toxische, organische verontreinigende stoffen, die slecht oplosbaar zijn in water en die zeer lang (verschillende jaren of decennia) in het milieu aanwezig blijven. POPs hebben de neiging te bioaccumuleren in het vetweefsel van levende organismen en kunnen biomagnificeren in de voedselketen. POPs opgenomen in het huidige FAVV analyseprogramma, zijn dioxines en polychloorbifenylyls (PCBs), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs), poly- en perfluoralkylverbindingen (PFAS), in het bijzonder perfluoroctaansulfonzuur (PFOS) en perfluoroctaanzuur (PFOA), de gebromeerde vlamvertragers (BFRs) polybroomdifenylethers (PBDEs) en hexabroomcyclododecaan (HBCDD), en pentachloorfenol (PCP). Het advies spitst zich hoofdzakelijk toe op deze POPs.

Methode

De programmatie van de analyses wordt geëvalueerd op basis van expertopinie in combinatie met informatie uit de wetenschappelijke literatuur en een evaluatie van mogelijke trends in de FAVV controleresultaten. Mogelijke trends worden besproken aan de hand van een trendanalyse via logistische regressie. De beschouwde periode betreft 2010-2018, maar is -afhankelijk van de beschikbare data- voor een aantal “matrix/gevaar” combinaties korter.

Conclusies & Aanbevelingen

In het advies worden de verschillende trends die waargenomen worden op basis van de in het FAVV controleprogramma gerapporteerde gehalten van POPs in verschillende producten van de Belgische

voedselketen uitgebreid besproken. Hierbij wordt opgemerkt dat de trendanalyse met een aantal onzekerheden, die verbonden zijn aan het bemonsteringsplan, de analysemethode van de betreffende contaminant, de datacollectie en -rapportering, gepaard gaat. Het is niet omdat er op basis van het statistisch model een trend geobserveerd wordt, dat deze ook relevant is. De interpretatie van de gedetailleerde resultaten van de trendanalyse in bijlage van het advies dient dan ook met de nodige omzichtigheid te gebeuren.

De resultaten van de trendanalyse, die aldus beschouwd dient te worden als pragmatisch hulpmiddel bij de evaluatie van het analyseprogramma, werden in combinatie met informatie uit de wetenschappelijke literatuur en expertopinie afgetoetst aan de controle-inspanningen die in het analyseprogramma 2020 voorzien zijn.

Op basis van de beschikbare resultaten, is het gehalte van dioxines en dioxineachtige PCBs in de meeste levensmiddelen en diervoeders afgenomen tot stabiel gebleven, terwijl het gehalte aan niet-dioxineachtige PCBs in verschillende matrices toegenomen is. Ook het PAK gehalte vertoont in de meeste van de beschouwde matrices een stabiele tot afnemende trend. Bovendien is de rapporteringsfrequentie voor PAKs in diervoeders en water laag tot zeer laag.

Omwille van een te lage rapporteringsfrequentie in het geval van de PFAS en een onduidelijke rapportering van de resultaten voor de BFRs, werd voor deze POPs geen trendanalyse uitgevoerd. Alle resultaten voor PCP waren onder de rapporteringlimiet.

Contaminatie met POPs kan altijd onverwacht op de voorgrond treden, waardoor verdere opvolging van deze parameters relevant blijft ongeacht of een dalende trend waargenomen wordt.

Het Wetenschappelijk Comité geeft algemeen een gunstig advies m.b.t. het voorgestelde analyseprogramma van POPs in levensmiddelen, in water bestemd voor consumptie en gebruikt door operatoren, in diervoeders, en in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten, maar heeft niettemin toch een aantal aanbevelingen.

Gezien de relatief hoge rapporteringsfrequentie van PAKs in weekdieren en het lager metaboliserend vermogen van weekdieren voor PAKs ten opzichte van vissen, wordt aanbevolen om bij de programmering van de PAK analyses van producten en bereidingen van de visserij of de aquacultuur meer analyses van weekdieren te voorzien. Op basis van de FAVV controleresultaten voor 2010-2018, blijken ook gedroogde tuinkruiden een relevant te bemonsteren categorie voor PAK analyses. Er kan evenwel overwogen worden om deze analyses niet elk jaar, maar bv. tweejaarlijks te programmeren. Ook in thee werden relatief hoge PAK gehalten gerapporteerd. Ofschoon de wetgeving geen maximumgehalten voor PAKs in thee voorziet, zou het interessant zijn om het PAK gehalte ook in deze productgroep op te volgen.

M.b.t. de PFAS kan overwogen worden om niet elk jaar, maar eerder roterend analyses te programmeren gezien de lage rapporteringsfrequentie van perfluorooctaansulfonzuur (PFOS) en perfluorooctaanzuur (PFOA) tussen 2010 en 2018 in de bemonsterde levensmiddelen. Visserij- en aquacultuurproducten blijken op basis van de literatuur en op basis van de controleresultaten de meest relevante matrices te zijn.

Ondanks de lage rapporteringsfrequentie en de lage niveaus die gerapporteerd worden voor polybroomdifenylethers (PBDEs) en hexabroomcyclododecaan (HBCDD), blijft verdere opvolging van vlamvertragers in levensmiddelen noodzakelijk. Deze analyses hoeven niet jaarlijks uitgevoerd te worden, maar toch op regelmatige basis om een idee te hebben van de evolutie van de contaminatieniveaus. Vis blijkt een goede 'sentinel' of verklikker te zijn voor de opvolging van deze milieucontaminanten, maar ook wild en vlees van oudere dieren zijn relevante matrices. Gezien het gebruik van bepaalde BFRs in Europa aan banden werd gelegd of verboden is, wordt sterk aanbevolen

om de focus te verleggen van PBDEs en HBCDD naar de nieuwe generatie van vlamvertragers zoals fosfaatvlamvertragers die de laatste jaren steeds meer gebruikt worden ter vervanging van BFRs.

Voor wat de analyse van POPs in water betreft, worden enkel nog analyses van PAKs voorzien. PAKs zijn slecht oplosbaar in water en werden weinig frequent aangetroffen in water bestemd voor consumptie en in water gebruikt door operatoren. Er kan overwogen worden om deze analyses niet meer op te nemen in het FAVV analyseprogramma. PFAS zijn daarentegen wateroplosbaar en lipofob, en kunnen in het (grond)water terecht komen. Ofschoon grenswaarden nog niet beschikbaar zijn in de wetgeving, lijkt een monitoring van PFAS in water zinvol.

Op basis van de resultaten en in vergelijking met het aantal geprogrammeerde analyses voor producten en bijproducten van granen, lijkt het voor diervoeders zinvol om meer analyses van PAK in kunstmatig gedroogde (ruw)voedergewassen te programmeren.

Er worden geen analyses van PFAS of van BFRs in diervoeders voorzien in het FAVV analyseprogramma, ofschoon deze verbindingen in diervoeder kunnen aanwezig zijn en overdracht vanuit het diervoeder naar levensmiddelen van dierlijke oorsprong mogelijk is. Er is echter onvoldoende gekend over het voorkomen van deze verbindingen in diervoeders om een inschatting te kunnen maken over de prioriteit van dergelijke analyses. Bovendien is de rapporteringsfrequentie voor deze verbindingen in levensmiddelen van dierlijke oorsprong in het FAVV controleprogramma zeer laag. Op basis van de huidige informatie en binnen de context van een controleplan dat gericht is op het toezicht van de hele voedselketen, meent het Comité dat de analyse van PFAS en BFRs in diervoeders voorlopig minder prioritair is.

De geprogrammeerde analyses van POPs in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten betreffen enkel niet-dioxineachtige PCBs in zuiveringsslib. In de context van de circulaire economie en het gebruik van organische meststoffen en meststoffen op basis van bv. bioafval, zou een verkennende studie van POPs, bv. van PAKs in zuiveringsslib, compost of digestaten, zinvol kunnen zijn om een beter idee te hebben over de relevantie van dergelijke parameter-matrix combinaties voor het analyseprogramma.

Tot slot wordt met het oog op een betere valorisatie en verwerking van de controleresultaten aanbevolen om bij de codering van de gegevens een bijkomende automatische kwaliteitscontrole uit te voeren bij data invoering en om de consistentie in eenheden te waarborgen.

Summary

Evaluation of the FASFC analysis programme for exogenous contaminants: B. persistent organic pollutants (POPs)

Background & Terms of reference

Within the framework of a periodic evaluation of the analysis programme of the Federal Agency for the Safety of the Food Chain (FASFC), the Scientific Committee has been asked to discuss the programming of the analyses with regard to exogenous contaminants in food, in water intended for consumption and water used by operators in the transformation and treatment process of food, in

animal feed, and in fertilisers, soil improvers and cultivation substrates. In particular, it is requested (i) to verify whether control results reported between 2010 and 2018 point to possible trends, and (ii) to assess the implementation of the approach generally applied within the FASFC for the programming of analyses (i.e. the control efforts in terms of, inter alia, the chosen "matrix/hazard" combinations and the number of analyses programmed for these combinations) and to identify possible gaps within the analysis programme.

'Exogenous contaminants' includes a large group of parameters including heavy metals, environmental contaminants (persistent organic pollutants), migrating components from materials and articles in contact with food as well as radiation and radioactivity. This opinion only covers programmed analyses and control results of persistent organic pollutants (POPs).

POPs are toxic organic pollutants that are sparingly soluble in water and that remain in the environment for a very long time (several years or decades). POPs tend to bioaccumulate in the adipose tissue of living organisms and can biomagnify in the food chain. POPs included in the current FASFC analysis program are dioxins and polychlorinated biphenyls (PCBs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS), in particular perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA), the brominated flame retardants (BFRs) polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and hexabromocyclododecane (HBCDD) and pentachlorophenol (PCP). This opinion focuses mainly on these POPs.

Method

The programming of the analyses is evaluated on the basis of expert opinion in combination with information from scientific literature and an evaluation of possible trends in the FASFC control results. Possible trends are discussed by means of a trend analysis via logistic regression. The period under consideration concerns 2010-2018, but is -depending on the available data- shorter for a number of 'matrix/hazard' combinations.

Conclusions & Recommendations

In the opinion, the different trends observed on the basis of the levels reported in the FASFC control programme for heavy metals in different products of the Belgian food chain, are discussed in detail. It is noted that the trend analysis involves a number of uncertainties related to the sampling plan, the analytical method of the contaminant in question, data collection and reporting. It is not because a trend is observed on the basis of the statistical model, that the trend is also relevant. The detailed results of the trend analysis annexed to the opinion should therefore be interpreted with necessary caution.

The results of the trend analysis, which should thus be regarded as a pragmatic tool for the evaluation of the analysis programme, in combination with information from scientific literature and expert opinion, were assessed against the control efforts foreseen in the analysis programme 2020.

Based on available results, dioxin and dioxin-like PCB levels have decreased or remained stable in most feed and food, whereas non dioxin-like PCB levels have increased in different matrices. Likewise, PAH levels show a stable to decreasing trend in most of the matrices considered. Moreover, the reporting frequency for PAHs in feed and water is low to very low.

Due to a too low reporting frequency for PFAS and an unclear reporting of results for BFRs, no trend analysis was performed for these POPs. All results for PCP were below the reporting limit. Given that contamination with POPs can always occur unexpectedly, further follow-up of these parameters remains relevant regardless of any decreasing trend observed.

The Scientific Committee gives generally a favourable opinion with respect to the proposed analysis programme for POPs in food, in water intended for consumption and used by operators, in animal feed, and in fertilisers, soil conditioners and cultivation substrates, but has a number of recommendations.

Given the relatively high reporting frequency of PAHs in molluscs and the lower metabolic potential of molluscs for PAHs compared to fish, it is recommended to include more analyses of molluscs in the programming of PAH analyses of fishery or aquaculture products and preparations. Based on the FASFC control results of 2010-2018, dried garden herbs also appear to be a relevant category to be sampled for PAH analyses. However, it could be considered to programme these analyses not every year, but e.g. every two years. Relatively high levels of PAH were reported in tea as well. Although legislation sets no maximum levels for PAHs in tea, it would be interesting to monitor PAH levels in this product group as well.

With regard to the PFAS, it can be considered not to program analyses every year, but rather in a rotational manner, given the low reporting frequency of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA) in the foods sampled between 2010 and 2018. Fishery and aquaculture products appear to be the most relevant matrices on the basis of literature and of control results. Despite the low reporting frequency and low levels reported for polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and hexabromocyclododecane (HBCDD), further monitoring of flame retardants in food remains necessary. These analyses do not need to be carried out annually, but on a regular basis to have an idea of the trend in contamination levels. Fish appears to be a good sentinel for the monitoring of these environmental contaminants, but game and meat from older animals are also relevant matrices. Since the use of certain BFRs has been restricted or banned in Europe, it is strongly recommended to shift the focus from PBDEs and HBCDD to the new generation of flame retardants such as phosphate flame retardants that are increasingly used to replace BFRs in recent years.

Concerning the analysis of POPs in water, only analyses of PAHs are provided. PAHs are poorly soluble in water and have been rarely found in water intended for consumption and in water used by operators. It may be considered to include no longer these analyses in the FASFC analysis programme. PFAS, on the other hand, are water soluble and lipophobic, and can end up in (ground) water. Although limit values are not yet available in legislation, a monitoring of PFAS in water seems appropriate.

Based on the results and compared to the number of analyses programmed for cereal products and by-products, it seems for animal feed appropriate to programme more PAH analyses of artificially dried (raw) fodder.

Analyses of PFAS or BFRs in animal feeding are not included in the FASFC analytical programme, although these compounds may be present in animal feed and transfer from feed to food of animal origin is possible. However, too little is known about the occurrence of these compounds in animal feed to be able to estimate the priority of such analyses. Moreover, the reporting frequency for these compounds in food of animal origin in the FASFC control programme is very low. On the basis of current information and in the context of a surveillance plan aimed at the whole food chain, the Committee considers that the analysis of PFAS and BFRs in animal feed is, for the time being, less of a priority.

The programmed analyses of POPs in fertilizers, soil improvers and cultivation substrates only concern non dioxin-like PCBs in sewage sludge. In the context of circular economy and the use of organic

fertilisers and fertilisers based on e.g. bio-waste, an exploratory study of POPs, e.g. of PAHs in sewage sludge, compost or digestate, could be useful to have a better idea about the relevance of such parameter-matrix combinations for the analysis program.

Finally, with the aim of a better valorisation and processing of control results, it is recommended to implement additional automatic quality control at data entry and to ensure consistency of units.

1. Referentietermen

1.1. Vraagstelling

Het Wetenschappelijk Comité (SciCom) wordt gevraagd een advies te formuleren over de programmering van de analyses van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) met betrekking tot exogene contaminanten in levensmiddelen, in diervoeders, in water bestemd voor consumptie en water dat door operatoren gebruikt wordt bij de verwerking en bewerking van levensmiddelen, en in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten.

Meer bepaald wordt er gevraagd om:

1. eventuele trends te beoordelen op basis van de controleresultaten die gerapporteerd werden tussen 2010 en 2018; en
2. de implementatie van de binnen het FAVV algemeen toegepaste benadering voor de programmering van de analyses te beoordelen (nl. de controle-inspanningen in termen van onder meer de gekozen “matrix/gevaar” combinaties en het aantal geprogrammeerde analyses voor deze combinaties) en eventuele lacunes binnen het analyseprogramma te identificeren.

De groep ‘exogene contaminanten’ omvat onder meer zware metalen, milieucontaminanten (persistente organische polluenten), migrerende componenten uit materialen en voorwerpen die met levensmiddelen in contact komen, maar ook straling en radioactiviteit. Dit advies betreft enkel de controleresultaten en de geprogrammeerde analyses van persistente organische polluenten (POPs).

1.2. Relevante wetgeving

Verordening (EU) 2017/625 van het Europees Parlement en de Raad van 15 maart 2017 betreffende officiële controles en andere officiële activiteiten die worden uitgevoerd om de toepassing van de levensmiddelen- en diervoederwetgeving en van de voorschriften inzake diergezondheid, dierenwelzijn, plantgezondheid en gewasbeschermingsmiddelen te waarborgen

Verordening (EU) 2019/1021 van het Europees parlement en de Raad van 20 juni 2019 betreffende persistente organische verontreinigende stoffen

Levensmiddelen:

Verordening (EG) Nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen

Water bestemd voor consumptie en gebruikt door operatoren:

Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water

Koninklijk besluit van 14 januari 2002 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water dat in voedingsmiddeleninrichtingen verpakt wordt of dat voor de fabricage en/of het in de handel brengen van voedingsmiddelen wordt gebruikt

Koninklijk besluit van 8 februari 1999 betreffende natuurlijk mineraal water en bronwater

Diervoeders:

Richtlijn 2002/32/EG van het Europees Parlement en de Raad van 7 mei 2002 inzake ongewenst stoffen in diervoeding

Meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten:

Verordening (EG) nr. 2003/2003 van het Europees Parlement en de Raad van 13 oktober 2003 inzake meststoffen (*wordt ingetrokken met ingang van 16 juli 2022*)

Verordening (EG) nr. 2019/1009 van het Europees Parlement en de Raad van 5 juni 2019 tot vaststelling van voorschriften inzake het op de markt aanbieden van EU-bemestingsproducten en tot wijziging van de Verordeningen (EG) nr. 1069/2009 en (EG) nr. 1107/2009 en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 2003/2003

Koninklijk besluit van 28 januari 2013 betreffende het in de handel brengen en het gebruiken van meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten

1.3. Methode

Dit advies is hoofdzakelijk gebaseerd op expertopinie in combinatie met informatie uit de wetenschappelijke literatuur en een evaluatie van mogelijke trends in de FAVV controleresultaten die tussen 2010 en 2018 gerapporteerd werden.

De analyse van potentiële trends werd uitgevoerd met behulp van het NADA-pakket voor R versie 3.5.0 (2018-04-23) en is gebaseerd op een regressie voor 'left-censored' log-normale gegevens, met het analyseresultaat als afhankelijke variabele en het analysejaar als onafhankelijke variabele. De conclusies zijn gebaseerd op aannames gekoppeld aan de geselecteerde modellen, zoals lineariteit en heteroscedasticiteit.

Voor de trendanalyse en -observatie worden enkel die resultaten beschouwd die bekomen werden in het kader van controleplan (m.a.w. waarvan de analyses aan de hand van de op het risico gebaseerde benadering geprogrammeerd werden, zie Maudoux et al., 2006). Naast deze resultaten, bevat de databank ook resultaten van analyses die uitgevoerd worden in het kader van de opvolging van een klacht, RASFF berichten, etc.

De gedetailleerde resultaten van de trendanalyse worden voor de verschillende contaminanten in bijlage gegeven. De jaarlijkse wijziging ('annual change') vermeld in de tabellen is de coëfficiënt van het regressiemodel, en geeft de ratio tussen de gefitte waarde in jaar X t.o.v. jaar (X-1). De individuele analyseresultaten worden in de grafieken weergegeven, met de resultaten lager dan de rapporteringslimiet ('left-censored' waarnemingen) in het rood gemarkeerd. Om de trendlijn te fitten wordt gebruik gemaakt van de 'maximum likelihood' methode, nl. de kans voor een specifieke fit dat de waarde y geobserveerd $P(Y=y|\text{model})$. Voor resultaten lager dan de rapporteringslimiet is de kans dat een waarde wordt geobserveerd kleiner dan y , i.e. $P(Y<y|\text{model})$. Ten gevolge van left-censoring, kan de geplote trendlijn bijgevolg in sommige gevallen onder de datapunten doorlopen.

Een trend wordt verondersteld significant te zijn wanneer de p-waarde $< 0,05$, tenzij anders vermeld.

2. Definities & Afkortingen

ABS	Acrylonitril-Butadien-Styreenharsen
ALT	alanine aminotransferase
Analyseprogramma	controleprogramma conform Verordening (EU) 2017/625
BaP	benzo(a)pyreen
BaPeq	de totale concentratie van 12 polycyclische aromatische koolwaterstoffen, uitgedrukt als toxische equivalenten ten opzichte van benzo(a)pyreen
(P)BDE	(poly)broomdifenylether
BEQ	bioanalytische equivalenten

BFRs	gebromeerde vlamvertragers
BrPhs	broomhoudende fenolen
CALUX	Chemical-Activated Luciferase gene eXpression
DL-PCBs	dioxineachtige PCBs
EFSA	Europese Autoriteit voor de voedselveiligheid ('European Food Safety Authority')
FAVV	Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen
GC	gaschromatografie
GOW	gezondheidsrichtwaarden ('Gesundheitlichen Orientierungswerten')
HBCDD	hexabroomcyclododecaan
HBM-I	De HBM-I-waarde vertegenwoordigt de concentratie van een stof in menselijk biologisch materiaal waaronder geen risico voor schadelijke gezondheidseffecten gedurende een levenslange periode wordt verwacht
heteroscedasticiteit	ongelijkheid van spreiding of variantie van de onderzochte variabelen (m.a.w. de variantie van variabele x is niet onafhankelijk van de waarde van variabele y)
HIPS	hoge impact polystyreen
(HR)MS	(hoge resolutie) massaspectrometrie
Kow	octanol-water partiticoëfficiënt
'left-censored' gegevens	resultaten beneden de rapporteringslimiet (LOR)
Ig	lichaamsgewicht
LOR	rapporteringslimiet; detectie- of kwantificeringslimiet van het rapporterende laboratorium
NDL-PCBs	niet-dioxineachtige PCBs
PAKs	polycyclische aromatische koolwaterstoffen
PCBs	polychloorbifenyls
PCDDs	polychloordibenzo-p-dioxines
PCDFs	polychloordibenzofuranen
PCP	pentachloorfenol
PFAS	poly- en perfluoralkylverbindingen
PFBA	perfluorbutaanzuur
PFBS	perfluorbutaansulfonzuur
PFDA	perfluordecaanzuur
PFHxA	perfluorhexaanzuur
PFHxS	perfluorhexaansulfonzuur
PFNA	perfluornonaanzuur
PFOA	perfluoroctaanzuur
PFOS	perfluoroctaansulfonzuur
POPs	persistente organische polluenten
rapporteringsfrequentie	percentage stalen met een resultaat hoger dan de rapporteringslimiet (LOR)
RIVM	Nederlandsche Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SciCom	Wetenschappelijk Comité
2,4,6-TBP	2,4,6-tribromofenol
TBBPA	tetrabroombisfenol A
TCDD	tetrachloordibenzo-p-dioxine
TEF	toxiciteitequivalentiefactor
TEQ	toxische equivalenten
trendanalyse	trend vastgesteld naar aanleiding van een rekenkundige analyse van een reeks chronologische gegevens; de trendcurve gaat gepaard met een p-waarde die informatie verschaft over de mate van significantie ($p \leq 0.05$ d.w.z. 5%). De p-waarde kan worden beschouwd als een numerieke kwantificering van de kans (van 0 tot 1) dat een vastgesteld verschil/voorkomen te wijten is aan het toeval voortvloeiend uit het bemonsteringsproces
trendobservatie	visuele vaststelling van de mogelijke evoluties van een reeks chronologische gegevens

TW _{LW}	drinkwaterrichtwaarde ('Trinkwasser-Leitwerten')
TWI	toelaatbare wekelijkse inname ('Tolerable Weekly Intake')
WHO	Wereldgezondheidsorganisatie

Overwegende de besprekingen tijdens de werkgroepvergadering van 26 februari en 31 maart 2020 en de plenaire zittingen van het Wetenschappelijk Comité van 22 november 2019, 26 juni 2020 en 11 september 2020,

geeft het Wetenschappelijk Comité het volgend advies:

3. Inleiding

Het toezicht op de voedselketen door middel van controles is één van de voornaamste opdrachten van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV). Het controleplan is gesteund op analyses (bemonsteringen) en inspecties, die volgens een op het risico gebaseerde en binnen het Agentschap ontwikkelde methodologie geprogrammeerd worden (Maudoux *et al.*, 2006). Het analyseprogramma wordt periodiek aan het Wetenschappelijk Comité voorgelegd voor evaluatie. In dit advies wordt specifiek het luik "persistente organische polluenten" van het analyseprogramma geëvalueerd en meer bepaald de programmering van de analyses van persistente organische polluenten (POPs) in levensmiddelen, in diervoeders, in water bestemd voor consumptie en water dat door operatoren gebruikt wordt bij de verwerking en bewerking van levensmiddelen, en in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten.

Persistente organische polluenten (POPs) zijn organische chemische stoffen (op basis van koolstof). Ze bezitten een bepaalde combinatie van fysische en chemische eigenschappen, zodat ze, wanneer ze eenmaal in het milieu zijn vrijgekomen ¹:

- gedurende uitzonderlijk lange perioden (verscheidene jaren) intact blijven;
- zich op grote schaal over het milieu verspreiden als gevolg van natuurlijke processen waarbij bodem, water en vooral lucht betrokken zijn;
- de neiging vertonen zich op te hopen (bioaccumulatie) in het vetweefsel van levende organismen, waaronder de mens, en in hogere concentraties worden aangetroffen in de hogere schakels van de voedselketen (biomagnificatie); en
- toxisch zijn voor mens en milieu.

Hoewel sommige POPs op natuurlijke wijze ontstaan, bijvoorbeeld via vulkanische uitbarstingen en verschillende biosynthetische routes, zijn de meeste POPs afkomstig van menselijke activiteiten. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen POPs die doelbewust geproduceerd worden, zoals industriële chemicaliën en sommige pesticiden, en POPs die ontstaan als ongewenste bijproducten bij bepaalde chemische productieprocessen of bij verbrandingsprocessen, zoals dioxines of polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs).

Er zijn verschillende bronnen van blootstelling aan POPs, waarbij voeding de voornaamste is. Blootstelling aan POPs kan afhankelijk van de soort verbinding, leiden tot verschillende

¹ Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants; <http://chm.pops.int/>

gezondheidseffecten, zoals effecten op de groei, hormoonverstoring, vruchtbaarheidsstoornissen, kanker, stoornissen in het immuunstelsel en lever- en nieraandoeningen.

Dankzij het Verdrag van Stockholm, een internationaal milieuverdrag met als doel de productie van POPs te elimineren of sterk te verminderen om de gezondheid van mens en natuur te beschermen¹, zijn verschillende POPs vandaag in veel landen verboden (zie bv. Verordening (EU) 2019/1021). Echter, POPs worden slechts zeer traag afgebroken in minder gevaarlijke vormen door hun weerstand tegen fotolytische, biologische en chemische afbraak, waardoor ze nog steeds aanwezig zijn in het leefmilieu en kunnen accumuleren in de voedselketen.

POPs opgenomen in het FAVV analyseprogramma, zijn dioxines en polychloorbifenylen (PCBs), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs), poly- en perfluoralkylverbindingen (PFAS), in het bijzonder perfluorooctaansulfonzuur (PFOS) en perfluorooctaanzuur (PFOA), de gebromeerde vlamvertragers (BFRs) polybroomdifenylethers (PBDEs) en hexabroomcyclododecaan (HBCDD), en pentachloorfenol (PCP). Het advies spitst zich hoofdzakelijk toe op deze POPs.

4. Bespreking

In wat volgt, worden de analyses van POPs die binnen het FAVV geprogrammeerd worden voor 2020 geëvalueerd, en dit onder meer op basis van mogelijke trends in de FAVV controleresultaten die tussen 2010 en 2018 gerapporteerd werden. De gedetailleerde resultaten van de trendanalyse worden voor de verschillende contaminanten in bijlage van het advies gegeven (zie 1.3. Methode). Een trend wordt significant beschouwd wanneer de p-waarde < 0,05, tenzij anders vermeld.

Hierbij wordt opgemerkt dat de trendanalyse met een aantal onzekerheden gepaard gaat (zie 5. Onzekerheden) en beschouwd dient te worden als pragmatisch hulpmiddel voor de evaluatie van de geprogrammeerde analyses. Het is niet omdat er op basis van het statistisch model een trend geobserveerd wordt, dat deze ook relevant is. De interpretatie van de gedetailleerde resultaten van de trendanalyse in bijlage van het advies dient dan ook met de nodige omzichtigheid te gebeuren.

4.1. Dioxines & polychloorbifenylen (PCBs)

Dioxines en polychloorbifenylen (PCBs) zijn gehalogeneerde aromatische koolwaterstoffen.

“Dioxines” is een verzamelnaam voor 210 verschillende scheikundige stoffen. Tot deze groep behoren de polychloordibenzo-p-dioxines (PCDDs) en de polychloordibenzofuranen (PCDFs). Afhankelijk van het aantal chlooratomen en hun positie op de benzeenringen kunnen 75 PCDDs en 135 PCDFs, zogenaamde 'congeneren', voorkomen. Slechts 17 daarvan zijn relatief persistent bij mens en dier en worden daarom als relevant beschouwd. Van alle PCDD/PCDFs werd 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-TCDD) lang als de meest toxische beschouwd. Momenteel worden twee congenere, 2,3,7,8-TCDD en 1,2,3,7,8-PCDD, als de meest toxische beschouwd. De toxiciteit van de andere congenere is 3 tot 3000 keer lager.

Polychloorbifenylen (PCBs) verschillen van de dioxines omdat ze geen zuurstofatomen bezitten tussen hun aromatische ringen. Er bestaan 209 PCB-verbindingen waarvan er 12 gelijkaardige toxicologische eigenschappen als TCDD en andere PCDD/PCDFs vertonen. Deze worden dioxineachtige PCBs (DL-PCBs) genoemd. Hun toxiciteit is in het algemeen veel lager dan de toxiciteit van de PCDD/PCDFs, met uitzondering van PCB 126.

Dioxines (PCDD/PCDFs) worden onbedoeld gevormd als bijproducten in een aantal industriële en thermische processen, zoals de verbranding van afval, de recyclage van metalen, of als sporen van onzuiverheden bij de productie van andere chemische stoffen (chloorfenolen en hun derivaten,

gechloreerde bifenylethers en PCBs). De dioxines die vrijkomen in de lucht, zetten zich af op de bodem, in het water en op de vegetatie. Door verontreiniging van het milieu besmetten deze contaminanten de voedselketen.

In tegenstelling tot dioxines werden PCBs in het verleden ruim aangewend in verschillende industriële toepassingen, over het algemeen onder de vorm van ingewikkelde technische mengsels. Lekken en ongeschikte praktijken hebben ertoe geleid dat ze in het milieu terecht kwamen (EFSA, 2018a).

Data m.b.t. de prevalentie geven een afname van dioxines en PCBs over de laatste 30 jaar aan. Echter, deze afname lijkt de afgelopen 10 jaar afgevlakt te zijn, zoals ook gerapporteerd wordt voor de niveaus die bij de mens gemeten worden (EFSA, 2018a).

Blootstelling aan dioxines en PCBs kan leiden tot verschillende gezondheidseffecten, zoals dermale toxiciteit, immunotoxiciteit, effecten op de voortplanting en teratogeniciteit, hormoonverstorende effecten en carcinogeniciteit (EFSA, 2018a).

Er worden verschillende methoden gebruikt om de PCDD/PCDF en DL-PCB-gehalten te bepalen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de "referentiemethoden" en de "opsporingsmethoden". Voor de opsporing of een eerste screening worden bioanalytische screeningsmethoden of 'bioassays' aangewend, die een biologische respons bepalen t.o.v. PCDD/PCDF en DL-PCBs. Een veel gebruikte opsporingsmethode is de CALUX-dosering (Chemical-Activated LUCiferase gene eXpression). De CALUX biologische test is gekalibreerd om niet-conforme stalen te detecteren volgens Verordening (EG) 1881/2006. Om de non-conformiteit te bevestigen, wordt een referentiemethode toegepast, nl. GC-HRMS (gaschromatografie gekoppeld aan hoge resolutie massaspectrometrie) of GC-MS/MS (gaschromatografie gekoppeld aan tandemmassaspectrometrie), die de identificatie en kwantificering van de PCDD/PCDF en DL-PCB-congeneren toelaat.

Bij gebruikmaking van bioanalytische screeningsmethoden wordt het resultaat uitgedrukt in bioanalytische equivalenten (BEQ), terwijl het bij fysisch-chemische GC-MS-methoden uitgedrukt wordt in toxische equivalenten (TEQ). De totale TEQ-waarde van een monster wordt berekend door de concentratie van elk congener te vermenigvuldigen met zijn een toxiciteitequivalentiefactor (TEF) en deze producten vervolgens te sommeren. De TEF geeft een schatting van de (grootteorde van de) potentie van een dioxineachtige verbinding ten opzichte van TCDD. De huidige TEF-waarden werden voorgesteld door de WHO in 2005 en worden aangeduid met WHO₂₀₀₅-TEF. De totale TEQ-waarde drukt met andere woorden de toxiciteit van de verschillende PCDD/PCDFs en DL-PCBs aanwezig in een monster uit in termen van 1, 2, 7, 8-TCDD. Bioanalytische screeningsmethoden geven geen resultaten op congeneerniveau, maar geven alleen een indicatie van het TEQ-gehalte, uitgedrukt in BEQ.

De gehalten aan niet-dioxineachtige PCBs (NDL-PCB) worden via GC-ECD voor screening (gaschromatografie gekoppeld aan een 'electron capture' detector) of via GC-MS ter confirmatie bepaald.

Onderstaande tabel (Tabel 1) geeft een overzicht van het aantal analyses in levensmiddelen, in diervoeders en in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten dat tussen 2010 en 2018 uitgevoerd werd binnen het FAVV controleplan. Gezien de lage wateroplosbaarheid van dioxines en PCBs zijn er geen analyses van deze parameters in water voorzien.

Tabel 1. Overzicht van het aantal uitgevoerde analyses van dioxines en PCBs in het FAVV controleplan tussen 2010 en 2018

		levensmiddelen	diervoeders	meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten
PCDD/PCDF Som	bioassay	9.373	10.756	/
	GC-MS	2.088	1.724	/
DL-PCBs Som	bioassay	9.367	8.524	/
	GC-MS	2.090	1.723	/
PCDD/PCDF & DL-PCBs Som	bioassay	9.357	8.515	/
	GC-MS ⁽¹⁾	1.444	1.101	/
NDL-PCBs Som	GC-MS	4.668 ⁽²⁾	6.099 ⁽²⁾	219 ⁽³⁾

⁽¹⁾ resultaten vanaf 2013; ⁽²⁾ som van 6 congenen (PCB 28, 52, 101, 138, 153 en 180); ⁽³⁾ som van 7 congenen (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180)

Voor de trendanalyse worden enkel de analyseresultaten die via GC-MS bekomen werden, gebruikt (bijlage 1). Deze resultaten hebben alleen betrekking op de monsters die op basis van de bioassay positief zijn bevonden en op een bepaald percentage monsters waarvoor de bioassay negatief was (d.w.z. conforme resultaten). Het aantal stalen dat via GC-MS geanalyseerd werd, is bijgevolg kleiner dan de initiële populatie van stalen die via de bioassay geanalyseerd werden. Bovendien geven ze een vertekend beeld ten opzichte van alle geanalyseerde stalen, met een neiging tot overschatting omdat voornamelijk verdachte (hoge) bioassay resultaten geïnccludeerd zijn. Een trendanalyse van de via de GC-MS bekomen resultaten kan evenwel een indicatie geven van mogelijke veranderingen in contaminatie in de tijd.

4.1.1. Levensmiddelen

Peuters en kinderen blijken een dubbel zo hoge blootstelling te hebben aan de som van PCDD/PCDFs en DL-PCBs (29 congenen) en aan de som van PCDD/PCDFs (17 congenen) dan adolescenten en volwassenen (EFSA, 2018a). De levensmiddelgroepen die het meest blijken bij te dragen aan de gemiddelde inname van kleuters zijn boter en boterolie (bijdrage van 6,1% tot 19,6%) en vette vis (bijdrage van 5,8% tot 26,3%). Bij peuters dragen vette vis (bijdrage van 5,9% tot 13,9%), kaas (bijdrage van 5,9% tot 21,8%) en vlees (bijdrage van 7,7% tot 16,2%) het meeste bij aan de inname. Voor oudere kinderen, adolescenten, volwassenen en ouderen, blijken vis (tot 53,4 % bijdrage) en vooral specifiek vette vis (tot 56 %), kaas (tot 21,8%) en vlees (tot 33,8%) belangrijke bronnen van blootstelling via de voeding te zijn (EFSA, 2018a). Dioxines en DL-PCBs worden vooral gevonden in dierlijke producten, zoals (vette) vis, vlees, melk en eieren omdat ze zich ophopen in vetweefsel en moeilijk afbreekbaar zijn.

Tussen 2010 en 2018 werden binnen het FAVV controleplan ongeveer 9.350 stalen gescreend op dioxines (som van PCDD/PCDFs) en DL-PCBs. In ongeveer één vijfde van deze monsters werd het dioxine- en DL-PCB-gehalte eveneens via GC-MS geanalyseerd. Het NDL-PCB gehalte (som van PCB 28, 52, 101, 138, 153 en 180) werd in ongeveer 4.700 stalen geanalyseerd.

Verordening (EG) nr. 1881/2006 legt maximumgehalten vast voor dioxines, voor de som van dioxines en DL-PCBs en voor NDL-PCBs in een aantal levensmiddelcategorieën. Deze maximumgehalten zijn niet toxicologisch gebaseerd, maar zijn afkomstig van de frequentieverdeling van gehalten in de respectievelijke levensmiddelcategorieën en volgens het principe “strikt maar haalbaar”. In het

algemeen werden de maximumgehalten vastgelegd rond het 90^e percentiel van de respectievelijke frequentieverdeling (EFSA, 2018a). De resultaten van het controleprogramma wijzen op een hoge conformiteit in levensmiddelen (zie ook FAVV jaarverslagen ²). Om proactief het gehalte aan dioxines en DL-PCBs in levensmiddelen te verminderen, heeft de Europese Commissie naast maximumgehalten ook actiedrempels voor diverse levensmiddelen aanbevolen (meest recente is Aanbeveling 2014/663/EU ³). Deze actiedrempels zijn bedoeld om aan te geven wanneer identificatie van de contaminatiebron en maatregelen om deze te reduceren of elimineren aangewezen zijn. Daarnaast worden er door het FAVV actiegrenzen gehanteerd voor dioxines en DL-PCBs in honing en in vlees van wild en van gekweekte konijnen (FAVV, 2020a; SciCom, 2017).

Voor de trendanalyse worden die levensmiddelengroepen beschouwd waarvoor de wetgeving een maximumgehalte geeft (Verordening (EG) Nr. 1881/2006), namelijk melk en melkproducten, levensmiddelen voor zuigelingen en peuters, eieren en eiproducten, vis en aquacultuurproducten, vlees, vet en lever, en plantaardige oliën (bijlage 1).

In het algemeen lijkt het dioxine- en DL-PCB gehalte in de meeste levensmiddelen afgenomen tot stabiel gebleven, terwijl het NDL-PCB gehalte in verschillende levensmiddelen toegenomen lijkt. Zo wordt er een significante afname van het PCDD/PCDF en het DL-PCB gehalte, maar een significante toename van het NDL-PCB gehalte waargenomen in melk, in vis en in vlees en vleesproducten. Voor een aantal matrices echter, bv. schaaldieren, inktvis en melkpoeder, is het aantal en de spreiding van de resultaten onvoldoende om een mogelijke trend te kunnen beoordelen.

Er wordt eveneens een afname van het gehalte aan zowel PCDD/PCDF als aan DL-PCBs waargenomen in babyvoeding en groeimelk, in eieren, lever en dierlijke vetten, maar het NDL-PCB gehalte lijkt over de jaren gelijkaardig gebleven.

In plantaardige oliën wordt een afname van het DL-PCB gehalte waargenomen, maar een toename van het NDL-PCB gehalte.

Het aanbevolen minimum aantal per jaar te analyseren levensmiddelenmonsters wordt gegeven in de Aanbeveling van de Commissie van 16 november 2006 inzake de monitoring van achtergrondconcentraties van dioxinen, dioxineachtige PCBs en niet-dioxineachtige PCBs in levensmiddelen. Het Wetenschappelijk Comité heeft geen aanbevelingen m.b.t. het voorziene aantal van geprogrammeerde analyses van dioxines, DL-PCBs en NDL-PCBs in levensmiddelen.

4.1.2. Diervoeders

Dioxines en PCBs hopen zich op in vetten en vetten zijn noodzakelijke bestanddelen in diervoeders. Deze vetten worden gewonnen uit bijproducten van de dierlijke en plantaardige productiesectoren. Veelal worden de hoogste gehalten aan dioxines en DL-PCBs in visolie en vismeel aangetroffen, gevolgd door dierlijke vetten (EFSA, 2018a).

Blootstelling van dieren aan dioxines en PCBs is eveneens mogelijk door beweiding op locaties nabij industriegebieden ten gevolge van depositie van verbrandingsemissies. Bij calamiteiten (zoals branden op industrieterreinen) zijn incidenteel hoge concentraties van dioxinen en PCBs, maar ook van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) en andere contaminanten, mogelijk. Ook bij de productie van toevoegingsmiddelen voor diervoeders kunnen dioxinen en PCBs als verontreiniging worden geïntroduceerd (BuRo, 2019).

² <http://www.favv-afsc.fgov.be/jaarverslagen/>

³ Aanbeveling 2014/663/EU van de Commissie van 11 september 2014 tot wijziging van de bijlage bij Aanbeveling 2013/711/EU inzake de reductie van de aanwezigheid van dioxinen, furanen en pcb's in levensmiddelen en diervoeders

Dioxines en PCBs accumuleren in het vetweefsel van dieren, maar er is weinig bekend over het risico van deze contaminanten voor de diergezondheid. De lager gechloroerde dioxines blijken beter opneembaar dan de hoog gechloroerde, en bepaalde congenen worden in bijvoorbeeld varkens en koeien relatief goed afgebroken. Bij kippen leidt een verhoogde blootstelling tot effecten op het uitkomen van de eieren en tot ‘chicken edema disease’. Bij andere landbouwhuisdieren zijn effecten minder duidelijk, maar is ook het onderzoek relatief beperkt. Wel is het zo dat de hoger gechloroerde congenen zich ophopen in de levers van de dieren, wat in het bijzonder bij schapen een probleem blijkt te zijn, en dat dioxines en PCBs worden uitgescheiden via de melk en de eieren (BuRo, 2019; van der Fels-Klerx *et al.*, 2019).

Dioxinen en DL-PCBs worden bijgevolg overgedragen van diervoeder naar dierlijke producten die door de mens worden geconsumeerd, zoals melk, eieren, vlees, vet en lever. Schattingen van de totale inname van dioxinen en DL-PCBs door de mens uit voeding laten een overschrijding van de door EFSA recent herziene toelaatbare wekelijkse inname (TWI of ‘tolerable weekly intake’) van 2 pg/kg lg per week zien (EFSA, 2018a) (vóór 2018 bedroeg de TWI 14 pg/kg lg per week). Aangezien dierlijke producten substantieel bijdragen aan de totale inname van de consument, is de opvolging van het gehalte aan dioxines en PCBs in diervoeder relevant voor de voedselveiligheid.

De maximumgehalten voor dioxines (PCDD/PCDFs), voor de som van dioxines en DL-PCBs, en voor NDL-PCBs (PCB 28, 52, 101, 138, 153 en 180) in diervoeders is vastgelegd in Richtlijn 2002/32/EG en zijn, zoals voor levensmiddelen, gebaseerd op bestaande gehalten en het principe “strikt maar haalbaar”. Naast een maximumgehalte worden in deze Richtlijn eveneens actiedrempels voor dioxines en DL-PCBs gegeven als signaalwaarde voor verder onderzoek naar de contaminatiebron.

Tussen 2010 en 2018 werden ongeveer 10.800 stalen gescreend op dioxines (PCDD/PCDFs) en 8.500 stalen op DL-PCBs. In ongeveer één vijfde van deze monsters werd het dioxine- en DL-PCB-gehalte eveneens via GC-MS geanalyseerd. Net zoals voor levensmiddelen, wordt ook voor diervoeders een hoge conformiteit waargenomen (zie ook FAVV jaarverslagen ²).

M.b.t. de analyse van mogelijke trends, wordt er in samengestelde diervoeders, en in het bijzonder in de aanvullende diervoeders, een afname waargenomen van het dioxinegehalte en van het NDL-PCB gehalte, maar een toename van het DL-PCB gehalte (bijlage 1).

In de additieven voor diervoeders wordt eveneens een afname van het dioxinegehalte waargenomen, maar een toename van het gehalte aan DL-PCBs, in het bijzonder in de oligo-elementen, en aan NDL-PCBs, in het bijzonder in bindmiddelen.

Er worden verschillende soorten van grondstoffen voor diervoeders geanalyseerd, maar in de groep ‘grondstoffen’ in haar geheel wordt een afname waargenomen van het dioxine- en het DL-PCB gehalte en een toename van het NDL-PCB gehalte. Een toename van het NDL-PCB gehalte wordt specifiek waargenomen in mineralen, (ruw)voedergewassen en producten en bijproducten van granen, terwijl er evenwel een afname waargenomen wordt in producten van landdieren en in vis en aquacultuurproducten. Anderzijds wordt er een toename van het dioxine- en het DL-PCB gehalte waargenomen in oliehoudende zaden en vruchten en daarvan afgeleide producten.

In voormengsels wordt een significante toename van het DL-PCB en van het NDL-PCB gehalte waargenomen.

Het Wetenschappelijk Comité heeft geen aanbevelingen m.b.t. het voorziene aantal geprogrammeerde analyses van dioxines, DL-PCBs en NDL-PCBs in diervoeders.

4.1.3. Meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten

Er werden tussen 2010 en 2018 voor deze matrices enkel analyses van de som van NDL-PCBs (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180) uitgevoerd, en dit enkel in zuiveringsslib. Vanaf 2015 werden deze analyses enkel nog in zuiveringsslib van stedelijk afvalwater uitgevoerd. In zuiveringsslib van stedelijk

afvalwater werden hogere NDL-PCB gehalten aangetroffen in vergelijking met industrieel zuiveringsslib.

Zowel in zuiveringsslib van stedelijk afvalwater als in industrieel zuiveringsslib wordt een significante toename van het NDL-PCB gehalte waargenomen, ofschoon de gehalten nog ver onder het maximale gehalte van 0,8 mg/kg droge stof (KB van 28 januari 2013) gelegen zijn (bijlage 1).

Het Wetenschappelijk Comité heeft geen aanbevelingen m.b.t. het voorziene aantal van geprogrammeerde analyses van NDL-PCBs.

4.2. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)

De polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) zijn een groep van honderden organische stoffen die opgebouwd zijn uit twee of meer benzeenringen. PAKs worden gevormd bij onvolledige verbranding of verkooling van diverse koolstof bevattende materialen, waaronder fossiele brandstoffen, levensmiddelen en hout. PAKs kunnen als milieucontaminant in de voedselketen terecht komen, maar ook door de bereiding van voeding (bv. gerookte levensmiddelen of tijdens het barbecueën).

De meeste PAKs zijn kankerverwekkend (carcinogeen) en de meest onderzochte PAK benzo(a)pyreen (BaP) is een genotoxisch carcinogeen.

In het FAVV analyseprogramma zijn PAK analyses voorzien in levensmiddelen, water en diervoeders, maar niet in meststoffen. Echter, in de context van de circulaire economie en het gebruik van organische meststoffen en meststoffen op basis van afval, bv. organisch materiaal dat uit bioafval of biomassa wordt gerecycleerd, kan een verkennende studie van POPs in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten, zoals van PAKs in zuiveringsslib, compost of digestaten, zinvol zijn. In de nieuwe Verordening (EG) nr. 2019/1009 m.b.t. EU-bemestingsproducten worden geen limieten voor PAKs opgenomen, ofschoon dergelijke limieten overwogen werden.⁴ Een limiet van 6 mg/kg voor de som van PAKs⁵ in zuiveringsslib zou voldoende conservatief zijn om negatieve effecten op de bodemfauna en mogelijke grondwaterverontreiniging te voorkomen (Sucia *et al.*, 2015).

M.b.t. de trendanalyse van het gehalte aan PAKs in de door het FAVV gecontroleerde matrices, worden enkel de resultaten van de som van de voor dat type matrix relevante PAKs beschouwd, alsook de resultaten voor BaP, ofschoon de databank ook resultaten bevat voor andere, individuele PAKs (bijlage 2).

4.2.1. Levensmiddelen

Het PAK gehalte in levensmiddelen wordt nagegaan aan de hand van 4 specifieke PAKs ("PAK4"), namelijk BaP, benzo(a)antraceen, benzo(b)fluorantheen en chryseen. Afhankelijk van het levensmiddel varieert het toegestane maximumgehalte tussen 1,0 en 50 µg/kg vers gewicht voor de som aan PAK4, waarbij BaP tussen 1 en 10 µg/kg mag bedragen (Verordening (EG) Nr. 1881/2006). Het statuut conform/niet-conform wordt op basis van het resultaat van beide parameters aan een staal toegekend.

⁴ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/MEMO_16_826 ; European Commission (2016)

⁵ Som van naftaleen, acenafthyleen, acenafteen, fluoreen, fenantreen, antraceen, fluoranteen, pyreen, benzo[a]antraceen, chryseen, benzo[b]fluoranteen, benzo[k]fluoranteen, benzo[a]pyreen, indeno[1,2,3-cd]pyreen, dibenzo[a,h]antraceen en benzo[ghi]peryleen (European Commission, 2016)

Omdat voor PAK4 pas vanaf 2012 resultaten beschikbaar zijn, worden voor de trendanalyse de resultaten van BaP eveneens vanaf 2012 geëvalueerd, ofschoon er voor BaP resultaten van vóór 2012 beschikbaar zijn. Tussen 2012 en 2018 werd PAK4 aangetroffen in 315 van de 1.676 (of 19%) en BaP in 133 (of 7%) van de 1.904 bemonsterde levensmiddelen (bijlage 2).

In de categorie 'producten en bereidingen van de visserij of de aquacultuur' wordt er een significante afname waargenomen van het PAK4 gehalte alsook een afname van het BaP gehalte ($p < 0,1$) in vissen. Echter, deze afnemende trends worden deels gestuurd door een lagere rapporteringslimiet (LOR) voor een aantal stalen in 2017 (nl. 0,5 µg/kg i.p.v. 1 µg/kg). Bovendien werd PAK4 maar in 8% en BaP in 3% van de geanalyseerde stalen aangetroffen. De resultaten betreffen zowel gerookte, diepgevroren en verse vis, als vis in olie, maar vanaf 2017 werd enkel nog gerookte vis bemonsterd. Wanneer enkel de resultaten beschouwd worden waarvoor de databank expliciet vermeld dat de vis gerookt is (m.a.w., naast het milieu is ook het bereidingsproces een mogelijke bron van PAKs), wordt eveneens een significante afname van het PAK4 gehalte waargenomen ($p = 0,003$; 282 stalen en rapporteringsfrequentie van 10%).

De rapporteringsfrequentie van PAK4 is in daarentegen relatief hoog in weekdieren; in 42% van de stalen werd een gehalte hoger dan de LOR gerapporteerd. Het PAK gehalte in levensmiddelen van dierlijke oorsprong wordt niet alleen bepaald door het vetgehalte, maar ook de biotransformatiesnelheid of het metaboliserend vermogen spelen een rol. Weekdieren (bv. mosselen) hebben over het algemeen een lager PAK-metaboliserend vermogen dan schaaldieren en vissen waardoor PAKs meer ophopen in deze organismen. Vissen zijn in staat om PAKs om te zetten in stoffen die beter in water oplosbaar zijn, waardoor ze makkelijker kunnen worden uitgescheiden (Bleeker & Verbruggen, 2009; Meador *et al.*, 1995).

Er wordt eveneens een significante afname waargenomen van het PAK4 gehalte in gedroogde tuinkruiden, plantaardige oliën, chocolade, cacaoboter en voedingssupplementen (bijlage 2).

De hoogste PAK4 en BaP gehalten worden gerapporteerd voor gedroogde tuinkruiden, met 2 resultaten hoger dan 200 µg PAK4/kg. Voor deze productgroep zijn er echter enkel resultaten voor 2017 en 2018 beschikbaar.

In een studie van het Nationaal referentielaboratorium voor milieu- en procescontaminanten, Sciensano-CART, uitgevoerd in het kader van de validatie van een in-house analysemethode voor PAKs in kruiden (Szternfeld *et al.*, 2019) werden 44 specerijen en 42 gedroogde kruiden (86 stalen in totaal) in 2019 op de Belgische markt bemonsterd. De eerste resultaten tonen aan dat de contaminatie met PAKs zeer variabel is; in sommige stalen was het PAK gehalte lager dan de aantoonbaarheidsgrens van 0,5 µg/kg en in één staal werd de Europese limiet licht overschreden. Er werden geen trends waargenomen tussen de groepen van specerijen en gedroogde kruiden, noch tussen de verschillende subklassen van specerijen/kruiden. Op basis van deze voorlopige resultaten, lijkt de verontreiniging van specerijen en gedroogde kruiden met PAKs geen probleem te zijn voor de consumenten in België (communicatie Sciensano, 2020). Niettegenstaande deze resultaten en ofschoon er in 2018 voor het merendeel van de stalen een PAK4 en een BaP gehalte lager dan de LOR werd gerapporteerd in het FAVV controleprogramma, wordt verdere opvolging van deze productgroep aanbevolen, zoals ook voorzien is in de programmatie van 2020. Er kan evenwel overwogen worden om deze opvolging niet jaarlijks, maar roterend te voorzien.

Thee werd enkel in 2016 geanalyseerd, maar er werden relatief hoge PAK4 en BaP gehalten gerapporteerd (respectievelijk tussen 30 en 87 µg/kg en tussen 3,6 en 18 µg/kg). Er zijn geen maximumgehalten voor PAKs in thee beschikbaar in de wetgeving.

4.2.2. Water bestemd voor consumptie en gebruikt door de operatoren

De wetgeving (KB van 8 februari 1999) geeft voor natuurlijk mineraalwater een maximale waarde van 0,1 µg/L voor de som van de PAKs benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(ghi)peryleen,

indeno(1,2,3-*cd*)pyreen, fluorantheen en BaP (“PAKs som” voor natuurlijk mineraalwater). Voor ander water dan natuurlijk mineraalwater, waaronder ook bronwater, geeft de wetgeving (KB van 14 januari 2002) een maximale waarde van 0,10 µg/L voor de som van de PAKs benzo(*b*)fluorantheen, benzo(*k*)fluorantheen, benzo(*ghi*)peryleen en indeno(1,2,3-*cd*)pyreen (“PAKs som” water) en een aparte striktere limiet van 0,010 µg/L voor BaP.

Tussen 2010 en 2018 werden 661 stalen van water dat door de operatoren gebruikt wordt bij de bewerking en verwerking van levensmiddelen en 2.042 stalen van water bestemd voor consumptie geanalyseerd op “PAKs som”. In respectievelijk 20 (of 3%, vnl. putwater) en 84 stalen (of 4%, vnl. natuurlijk mineraalwater en bronwater) werd een “PAKs som” gehalte hoger dan de LOR gerapporteerd. Het hoogste gehalte dat gerapporteerd werd, bedroeg 23,5 ng/L voor water gebruikt door de operatoren en 28 ng/L voor water bestemd voor consumptie. In de meeste stalen was het gehalte tot tienmaal lager dan de grenswaarde van 100 ng/L.

Naast “PAKs som” werd tussen 2010 en 2018 eveneens BaP geanalyseerd in 462 stalen van water dat door de operatoren gebruikt wordt en in 890 stalen van water bestemd voor consumptie. In geen enkel staal van water gebruikt door de operatoren werd BaP aangetroffen en slechts in 8 (0,9%) stalen water bestemd voor consumptie (vnl. natuurlijk mineraalwater) werd een BaP gehalte hoger dan de LOR aangetroffen, met als hoogste concentratie 4,5 ng/L.

Gezien de resultaten is een trendanalyse van de gerapporteerde PAK en BaP gehalten in water weinig zinvol.

PAKs zijn slecht oplosbaar in water, wat de lage rapporteringsfrequentie in water bestemd voor consumptie en in water gebruikt door operatoren verklaart. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) beveelt bovendien aan om de PAKs uit bijlage I van Richtlijn 98/83/EG te schrappen (WHO, 2017). Op basis hiervan kan overwogen worden om de analyse van PAKs in water niet meer op te nemen in het analyseprogramma.

4.2.3. Diervoeders

PAKs kunnen via vetten het diervoeder contamineren, maar kunnen ook gevormd worden tijdens de productie van diervoeder, bijvoorbeeld wanneer gras kunstmatig wordt gedroogd (BuRo, 2019). PAKs accumuleren niet in weefsels van dieren na opname van verontreinigde voeders. De aanwezigheid van PAKs in diervoeders gaat dus niet gepaard met een directe blootstelling van de mens aan PAKs via de consumptie van levensmiddelen van dierlijke oorsprong, maar met een mogelijke blootstelling aan hun metaboliëten (SciCom, 2014).

Tot 2014 werden 12 PAKs (“PAK12”, nl. acenaftteen, acenaftyleen, benzo(a)antracene, BaP, benzo(b)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen, chryseen, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3-*cd*)pyreen, fluoranteen, fenantreen en pyreen) geanalyseerd in diervoeders. Tussen 2010 en 2014 werden in 39 van de 1.003 geanalyseerde stalen, i.e. ongeveer 4%, een totale concentratie van deze PAK12 hoger dan de LOR van 2,4 µg BaPeq/kg⁶ aangetroffen. De maximale concentratie bedroeg 26,3 µg BaPeq/kg. Na 2014 wordt op aanbeveling van het Wetenschappelijk Comité (SciCom, 2014) enkel nog PAK4 geanalyseerd. Een grotere groep PAKs wordt evenwel nog steeds geanalyseerd wanneer de oorsprong van contaminatie moet worden onderzocht (om zo het profiel van PAK congenere te bepalen).

⁶ BaPeq = de totale concentratie van 12 PAK's, uitgedrukt als toxische equivalenten ten opzichte van benzo(a)pyreen

Voor diervoeders zijn geen maximumgehalten voor BaP of PAK4 vastgelegd. Wel past het FAVV voor PAK4 een actiegrens toe van 150 µg/kg. Naast deze actiegrens wordt er ook een actiedrempel van 50 µg/kg toegepast. Deze actiedrempel is bedoeld om de aandacht van de risicobeheerders te trekken op de noodzaak om de bron van verontreiniging te onderzoeken en/of om het proces te verifiëren (FAVV, 2020a).

Slechts in 3 stalen, nl. van kunstmatig gedroogde luzerne (i.e. de categorie grondstoffen - (ruw)voedergewassen), werd in 2018 een PAK4 gehalte hoger dan de actiegrens van 150 µg/kg aangetroffen. In 2 van deze stalen was het gehalte echter 4 tot 6 keer hoger dan deze actiegrens van 150 µg/kg. De actiedrempel van 50 µg/kg werd in 1 staal kunstmatig gedroogd (ruw)voedergewas (niet verder gepreciseerd) overschreden.

Tussen 2014 en 2018 werd PAK4 in 198 (of 19%) van de 1.064 geanalyseerde stalen aangetroffen (verschillende LOR-waarden tussen 0,5 en 5 µg/kg). M.b.t. mogelijke trends, wordt enkel in de samengestelde diervoeders, en dan voornamelijk in de aanvullende diervoeders ($p < 0,1$), een afname van het PAK4 gehalte waargenomen (bijlage 2).

M.b.t. het BaP gehalte in diervoeders zijn er voor de periode 2010-2018 2.064 resultaten beschikbaar, maar voor slechts 143 (of 7%) stalen werd een BaP gehalte hoger dan de LOR gerapporteerd. Er is schijnbaar een toename van het BaP gehalte in diervoeders. Echter, deze toename dient gerelativeerd te worden gezien de lage rapporteringsfrequentie voor BaP. Bovendien werden in 2016 en 2017 hogere LOR gehanteerd voor een aantal stalen.

Momenteel worden de meeste PAK4 analyses geprogrammeerd voor de grondstof granen (producten & bijproducten). Echter, slechts in 8 (of 3%) van de 243 stalen van granen werd PAK4 aangetroffen en dit aan een gehalte lager dan 6 µg/kg. Op basis van de beschikbare resultaten lijkt het zinnvoller om een deel van deze analyses aan kunstmatig gedroogde (ruw)voedergewassen toe te kennen.

4.3. Poly- en perfluoralkylverbindingen

Poly- en perfluoralkylverbindingen (PFAS) vormen een groep van stoffen van gedeeltelijk (poly-) of volledig (per-) gefluoreerde verbindingen. Er zijn honderden verbindingen bekend met uiteenlopende chemische structuren, waaronder perfluorsulfonzuren en -carbonsuren, fluortelomeren en fluorpolymeren. De bekendste PFAS zijn PFOS (perfluorooctaansulfonzuur) en PFOA (perfluorooctaanzuur).

PFAS worden onder meer gebruikt om materialen afstotend te maken voor water, vuil en olie, en kennen een breed gamma aan toepassingen zoals de oppervlaktebehandeling van textiel, vuurbestrijdingsschuimen, polymeren (bv. teflon), adhesieven, oppervlaktebehandeling van kookgerei (bv. Tefal), en in schoonmaakmiddelen. Door hun hydrofobe alkylketen en hun hydrofiel geladen koppen gedragen PFAS zich als oppervlakte-actieve stoffen in het milieu.

Bepaalde PFAS, zoals PFOA en PFOS, perfluornonaanzuur (PFNA) en perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS), breken niet af in het milieu of in het menselijk lichaam en kunnen zich in de loop van de tijd ophopen. PFAS transfereren van de bodem naar planten, en van diervoeders naar levensmiddelen van dierlijke oorsprong, zoals melk, eieren en vlees, waarbij er duidelijke verschillen zijn tussen de verschillende types van PFAS (bv. korte- versus lange-keten verbindingen, functionele groep) (EFSA, 2020). Zo zijn er aanwijzingen dat eerder de korte-keten PFAS opgenomen worden door bladgroenten en fruit. Korte-keten PFAS worden in water aangetroffen vanwege hun relatief hoge oplosbaarheid en mobiliteit. Omdat ze steeds meer toegepast worden als vervangers voor verbindingen met een langere keten, neemt hun productievolume toe. Echter, de geschatte halfwaardetijd voor korte-keten PFAS, zoals perfluorbutaanzuur (PFBA), perfluorbutaansulfonzuur (PFBS) en perfluorhexaanzuur (PFHxA), varieert van enkele dagen tot ongeveer een maand, terwijl voor verbindingen met een lange perfluoralkyl

ketenlengte, zoals PFOA, PFNA, perfluordecaanzuur (PFDA), PFHxS en PFOS, de halfwaardetijd meerdere jaren kan beslaan (EFSA, 2020).

In tegenstelling tot lipofiele POPs, zoals dioxines en PCBs, wordt het bioaccumulatievermogen van PFAS niet weerspiegeld door de octanol-water partiticoëfficiënt (K_{ow}), maar is de partitionering naar serumeiwitten vermoedelijk één van de drijfveren (EFSA, 2020 & 2018). PFOS en PFOA hopen m.a.w. niet op in vetten, maar binden eerder aan eiwitten in het bloed en de lever.

Op basis van associaties tussen bloedgehalten en verschillende gezondheidseffecten geobserveerd in studies bij de mens, worden volgende potentieel kritische effecten bij blootstelling aan PFOA en PFOS geïdentificeerd: (i) verhoogd totaal en LDL-cholesterolgehalte, wat een risicofactor is voor hart- en vaatziekten, (ii) verhoogde niveaus van alanine aminotransferase (ALT), wat wijst op effecten op de levercellen, (iii) verminderd geboortegewicht, en (iv) effecten op het immuunsysteem zoals aangetoond wordt door een verminderde antilichaamrespons op vaccins. Voor PFOS en PFOA is er geen bewijs gevonden voor een directe genotoxische werkingswijze. Voor de overige PFAS zijn het aantal studies en gegevens beperkt, maar lijkt op basis van de structurele gelijkheid tussen PFHxS en PFOS, en tussen PFNA en PFOA, ook voor deze PFAS een directe genotoxische werkingswijze onwaarschijnlijk. Er zijn wel indicaties van carcinogeniteit in dierstudies, maar mogelijke carcinogeniteit van PFOA en PFOS bij de mens wordt niet door epidemiologische studies bevestigd (EFSA, 2020).

Mensen kunnen op verschillende manieren aan PFAS worden blootgesteld, zoals bv. via cosmetica, maar ook via de voeding. PFAS kunnen in levensmiddelen terecht komen door verontreinigde grond en water die gebruikt worden om gewassen te verbouwen, door de concentratie van deze stoffen in dieren die via hun voeder en water blootgesteld worden, door migratie uit voedselverpakkingen of apparatuur dat voor de verwerking van levensmiddelen gebruikt wordt en die PFAS bevatten.

Voor de meest gereguleerde PFAS, zoals PFOA en PFOS, werd tijdens de afgelopen 10 tot 20 jaar in Europa (ook in België) een consistente afname waargenomen. Ondanks de afnemende gehalten in de tijd, bleek 77% van de 205 volwassenen die in 2014 in Vlaanderen onderzocht werden, een serumgehalte te hebben dat hoger was dan de HBM-I-waarde van 5 mg/L voor PFOS en van 2 mg/L voor PFOA (Colles *et al.*, 2020).

In het FAVV controleprogramma zijn er resultaten beschikbaar m.b.t. PFAS in levensmiddelen en in water. Echter, de transfer van PFAS van de bodem naar planten en de biomagnificatie van PFAS in de voedselketen zijn niet enkel relevant voor levensmiddelen, maar ook voor diervoeders. Er zijn echter geen wettelijke limieten voor PFAS in diervoeders en er is weinig bekend over het voorkomen van deze verbindingen in diervoeders. De besmetting van diervoeder zal voornamelijk een probleem zijn in gevallen waarin de dieren buiten voederen of in geval dat de dieren gevoederd worden met gewas dat van gecontamineerde plaatsen afkomstig is (zoals maïs en gras). Ook vismeel in het mengvoeder kan een bijdrage leveren aan de blootstelling (van der Fels-Klerx *et al.*, 2019). Echter, om een inschatting te maken over de prioriteit van PFAS analyses in diervoeders, zijn meer gegevens nodig. Op basis van de huidige informatie en binnen de context van een controleplan dat gericht is op het toezicht van de hele voedselketen, lijkt de programmering van PFAS analyses van diervoeders voorlopig minder belangrijk.

4.3.1. Levensmiddelen

Uit het Europese project PERFOOD (2009-2012) ⁷ blijkt dat zeevruchten, vis, rundslever, varkens- en rundsvlees, en kippeneieren, meer met PFAS verontreinigd zijn in vergelijking met andere

⁷ <https://cordis.europa.eu/project/id/227525/reporting>

levensmiddelen. De resultaten toonden eveneens een invloed aan van de aanwezigheid van industriële productievestigingen van PFAS op de gehalten in levensmiddelen. Dergelijk verband werd eveneens aangetoond in een recentere Nederlandse studie m.b.t. het PFAS gehalte in wilde en gekweekte vissen, weekdieren en schaaldieren (Zafeiraki *et al.*, 2019). In deze studie bleek het PFAS gehalte het hoogst in paling, gevolgd door tweekleppigen en schaaldieren > mariene vis > gekweekte vis.

In onderstaande tabel (Tabel 2) wordt een overzicht gegeven van de in de FAVV databank beschikbare resultaten voor het gehalte aan PFAS in levensmiddelen voor de periode 2010-2018. Gezien de lage rapporteringsfrequentie van de geanalyseerde PFAS in levensmiddelen, is een trendanalyse weinig zinvol.

Er zijn geen Europese maximumgehalten voor PFAS in levensmiddelen. Het FAVV past voor PFOA en PFOS volgende actiegrenzen toe (FAVV, 2020a; SciCom, 2017):

- PFOS: 50 µg/kg vlees, 6 µg/kg melk, 100 µg/kg eieren en 150 µg/kg vis; en
- PFOA: 500 µg/kg vlees, 60 µg/kg melk, 1000 µg/kg eieren en 1500 µg/kg vis.

De hoogste concentraties voor PFOS en PFOA werden aangetroffen in producten en bereidingen van de visserij of de aquacultuur, nl. respectievelijk in schaaldieren en in zeevis, en liggen ver onder de actiegrensen.

Tabel 2. Overzicht van de in de FAVV databank beschikbare resultaten voor PFAS in levensmiddelen

Parameter	periode	# resultaten		Maximale gerapporteerde concentratie
		Totaal	> LOR ⁽¹⁾	
Perfluorooctaansulfonzuur (PFOS)	2010-2018	341	9 ^(a)	18 µg/kg
Perfluorooctaanzuur (PFOA)		341	2 ^(a)	85 µg/kg
Perfluorbutaansulfonzuur (PFBS)	2010-2016	309	0	< 5 µg/kg
Perfluorooctaansulfonamide (PFOSA)		309	2 ^(a)	13 µg/kg
Perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS)		309	0	< 5 µg/kg
Perfluorhexaanzuur (PFHxA)		309	1 ^(a)	28 µg/kg
Perfluorheptaanzuur (PFHpA)		309	1 ^(a)	16 µg/kg
Perfluornonaanzuur (PFNA)		309	0	< 5 µg/kg
Perfluordecaanzuur (PFDA)		309	1 ^(a)	15 µg/kg
Perfluoroundecaanzuur (PFUnDA)		309	0	< 5 µg/kg
Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)		309	1 ^(a)	8,2 µg/kg
PFAS som (<i>i.e.</i> profiel van verschillende PFAS)		309	22 ^(b)	165 µg/kg

⁽¹⁾ In het algemeen bedraagt de LOR 5 µg/kg, met uitzondering van perfluorooctaansulfonamide en perfluorhexaanzuur waarvoor ook een LOR van 10 µg/kg gerapporteerd wordt, en van PFAS som waarvoor een LOR van 65 µg/kg gerapporteerd wordt.

^(a) detectie in producten en bereidingen van de visserij of de aquacultuur; ^(b) detectie in producten en bereidingen van de visserij of de aquacultuur, maar ook in eieren, melk en vlees

Vanaf 2017 worden in levensmiddelen enkel nog analyses van PFOA en van PFOS uitgevoerd. De score die aan het schadelijk effect van deze contaminanten toegekend wordt binnen de op het risico gebaseerde benadering voor de programmering van de analyses (Maudoux *et al.*, 2006), werd naar aanleiding van een verlaging van de TWI voor PFOA en PFOS naar respectievelijk 6 ng/kg lg en 13 ng/kg lg (EFSA, 2018b), verhoogd van 2 naar 3. Er worden bijgevolg voor 2020 meer analyses geprogrammeerd in vergelijking met 2017. De geprogrammeerde analyses betreffen vooral vlees en vis en schaaldieren, maar ook eieren en melk.

In een studie van Kowalczyk *et al.* (2013) werd de overdracht van perfluorbutaansulfonzuur (PFBS), PFHxS, PFOS en PFOA vanuit het voeder naar melkkoeien onderzocht. Ongeveer 14% van de PFOS dat door de koeien vanuit het voeder werd opgenomen, werd in de melk uitgescheiden. De geschatte transfer voor PFHxS naar melk was 2,5%, en slechts 0,1% voor PFOA en 0,01% voor PFBS. PFOS vertoonde bovendien eveneens het hoogste accumulatiepotentieel in de onderzochte weefsels van de koeien (ongeveer 18% en 43% van de ingenomen dosis in respectievelijk de lever en de spieren). Het accumulatiepotentieel voor PFHxS was veel lager (respectievelijk 0,6 en 9%), en voor PFBS en PFOA hoegenaamd verwaarloosbaar. Kortere ketens hopen niet op, maar zouden via de urine uitgescheiden worden. De halfwaardetijd voor de afname van PFOS in melk zou 56 dagen bedragen (van der Fels-Klerx *et al.*, 2019).

M.b.t. eieren wordt opgemerkt dat uit een Nederlandse studie bleek dat de concentraties van PFAS in eieren van particuliere kippenhouders een factor tien hoger te zijn dan in commerciële eieren (scharrel, vrije uitloop en biologisch, $n = 73$), en dit als gevolg van foeragegedrag van de kippen (inname van gecontamineerde grond). De concentraties in de eieren van hobbyboeren waren echter nog steeds zo laag dat bij blootstelling via de consumptie van deze eieren de toelaatbare dagelijkse inname niet overschreden wordt (BuRO, 2019; van der Fels-Klerx *et al.*, 2019).

Tot slot wordt m.b.t. vis opgemerkt dat ook kweekvis PFAS kan bevatten door overdracht vanuit het diervoeder. De langere ketens worden efficiënter opgenomen in de vis dan de kortere ketens en de accumulatie vindt vooral plaats in de organen (lever) en in mindere mate in de filet (van der Fels-Klerx *et al.*, 2019). Uit een studie bleken de PFOS-concentraties in marine vis een factor 10 lager te zijn dan in zoetwatervis (Berger *et al.*, 2004). PFOA accumuleert eveneens in vis, maar in mindere mate dan PFOS (EFSA, 2020).

Recent herevalueerde de EFSA de gezondheidsrisico's van de blootstelling aan PFAS (EFSA, 2020). In deze evaluatie wordt niet enkel de blootstelling aan PFOA en PFOS beschouwd, maar ook de gecombineerde blootstelling aan verschillende PFAS. Er wordt één enkele groeps-TWI van 8 ng/kg lg per week voorgesteld voor de som van PFOA, PFOS, PFNA en PFHxS en dit op basis van effecten op het immuunsysteem. Deze vier PFAS leveren momenteel de grootste bijdrage aan de PFAS bloedgehalten gemeten bij de mens. Ze vertonen dezelfde toxicokinetische eigenschappen, een soortgelijke accumulatie en lange halfwaardetijden bij de mens (EFSA, 2020). Van deze vier PFAS blijkt PFOA over het algemeen voor ongeveer 20%, PFOS voor 66%, PFNA voor 4% en PFHxS voor 10% in te staan voor de blootstelling.

Vis, fruit en fruitproducten, en eieren en eiproducten blijken de grootste bijdrage te leveren aan de blootstelling van de Europese consument aan deze vier contaminanten. Daarnaast blijken ook groenten en daarvan afgeleide producten, en drinkwater een belangrijke bijdrage te leveren aan de blootstelling aan PFOA (EFSA, 2020). In termen van concentraties, worden hoge PFOS en PFOA gehalten (> 10 µg/kg) gerapporteerd voor eetbaar slachtafval van wild, en hoge PFOS gehalten in vissoorten zoals sardien, zeewolf, paling, baars, karper, en zeebrasem (EFSA, 2020).

Gezien de lage rapporteringsfrequentie van PFOS en PFOA tussen 2010 en 2018 in de bemonsterde levensmiddelen, kan overwogen worden om deze analyses niet elk jaar te programmeren, maar eerder roterend te programmeren. Vis, maar ook week en schaaldieren blijken op basis van de literatuur en op basis van de controleresultaten de meest relevante matrices te zijn.

4.3.2. Water gebruikt door de operatoren

De PFAS opgesomd in Tabel 2 werden tussen 2010 en 2012 eveneens geanalyseerd in 32 stalen van water dat door operatoren gebruikt wordt bij de bewerking en verwerking van levensmiddelen. Slechts in één staal oppervlaktewater werd PFOA (0,07 µg/L), PFBS (0,04 µg/L), PFHxA (0,03 µg/L), en PFAS som (0,14 µg/kg) gemeten. Deze PFAS analyses van water zijn niet meer opgenomen in het

analyseprogramma. Evenmin bevat het analyseprogramma analyses van PFAS in water bestemd voor consumptie.

Door hun hoge persistentie, lage adsorptie aan de bodem en relatief hoge wateroplosbaarheid, kunnen PFOS en PFOA als aerosol maar ook via waterstromingen over lange afstanden worden getransporteerd (EFSA, 2018; Expertisecentrum PFAS, 2018). PFAS aanwezig in het drinkwater of in het water dat gebruikt wordt bij de bereiding van levensmiddelen, kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de blootstelling aan PFAS (EFSA, 2020). Mogelijke (punt)bronnen van PFAS in het grondwater zijn stortplaatsen en geïnfiltreerde waterfilmvormende schuimen die worden gebruikt bij brandweeropleidingen. Lekken in rioolbuizen en infiltratie van stedelijk oppervlaktewater zijn potentiële diffuse bronnen en ook regenwater, dat PFAS bevat door opname van PFAS of van precursoren uit de lucht, kan de grondwaterconcentratie aan PFAS beïnvloeden (Eschauzier *et al.*, 2013).

Ofschoon de toepassing van PFOS verboden is in de EU (Richtlijn 2006/122/EC⁸) en PFOS en PFOA door de grote fabrikanten uitgefaseerd zijn, hangt er nog een historische erfenis aan deze stoffen. Het Comité meent dat een monitoring van PFAS in water zinvol is. De WHO beveelt bovendien aan dat PFOA/PFOS worden opgenomen als te controleren parameters in bijlage I, Deel B van richtlijn 98/83/EG (WHO, 2017). Grenswaarden zijn evenwel nog niet beschikbaar, maar worden op Europees niveau besproken. Zo zou in 2018 op Europees niveau voor drinkwater een toetsingswaarde van 0,1 µg/L voor individuele PFAS (waaronder PFOS en PFOA) en van 0,5 µg/L voor PFAS-totaal voorgesteld zijn (Expertisecentrum PFAS, 2018).

Ook kan verwezen worden naar de drinkwaterrichtwaarden (TW_{LW} of 'Trinkwasser-Leitwerten') en de gezondheidsrichtwaarden (GOW of 'Gesundheitlichen Orientierungswerten') die in 2017 voor een aantal PFAS opgesteld werden door de Duitse Commissie voor humane biomonitoring (Bundesgesundheitsblatt, 2017) (Tabel 3) of naar het kennisdocument van het Nederlandse expertisecentrum PFAS waarin een overzicht gegeven wordt van de toetsingswaarden voor verschillende PFAS die wereldwijd toegepast worden voor drink- en grondwater en van de risicogrenswaarden voor PFOS en PFOA in oppervlakte- en grondwater die door het Nederlandse Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu (RIVM) afgeleid werden (Expertisecentrum PFAS, 2018).

Tabel 3. Drinkwaterrichtwaarden (TW_{LW} of 'Trinkwasser-Leitwerten') en de gezondheidsrichtwaarden (GOW of 'Gesundheitlichen Orientierungswerten') opgesteld door de Duitse Commissie voor humane biomonitoring (Bundesgesundheitsblatt, 2017)

	TW _{LW} (µg/L)	GOW (µg/L)
Perfluorbutaanzuur (PFBA)	10	-
Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	-	3,0
Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	6	-
Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	-	0,3
Perfluoroctaanzuur (PFOA)	0,1	-
Perfluornonzuur (PFNA)	0,06	-
Perfluordecaanzuur (PFDA)	-	0,1
Perfluorbutaansulfonzuur (PFBS)	6	-
Perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS)	0,1	-
Perfluorheptaansulfonzuur (PFHpS)	-	0,3
Perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)	0,1	-

⁸ Richtlijn 2006/122/EG van het Europees Parlement en de Raad van 12 december 2006 tot dertigste wijziging van Richtlijn 76/769/EEG van de Raad betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen der lidstaten inzake de beperking van het op de markt brengen en van het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen en preparaten

1H,1H,2H,2H-perfluorooctaansulfonzuur (H4PFOS)	-	0,1
Perfluorooctaansulfonamide (PFOSA)	-	0,1

4.4. Gehalogeneerde vlamvertragers

Vlamvertragers zijn een diverse groep van chemische verbindingen die toegevoegd worden aan een grote verscheidenheid van producten, waaronder kunststoffen, polymeren, textiel, bouwmaterialen en elektrische en elektronische apparatuur, om deze minder brandbaar te maken. Momenteel zijn er vier grote groepen vlamvertragers op de markt: anorganische, gehalogeneerde organische, organofosfor- en stikstofverbindingen. Gebromeerde vlamvertragers (BFRs; een subgroep van de gehalogeneerde organische klasse) worden op dit moment het meest toegepast omwille van hun lage kostprijs en hoog prestatievermogen. De belangrijkste BFRs zijn de polybroomdifenylethers (PBDEs), de hexabroomcyclododecanen (HBCDDs), tetrabroombisfenol A (TBBPA) en broomhoudende fenolen (BrPhs).

Polybroomdifenylethers (PBDEs) bestaan uit twee gebromeerde fenylgroepen die met elkaar verbonden zijn door een zuurstofatoom. Er bestaan in totaal 209 PBDE-congeneren die verschillen door het aantal en de positie van de broomatomen op de twee fenylgroepen. Afhankelijk van het aantal broomatomen worden PBDEs voor verschillende toepassingen gebruikt, waaronder stoffen, meubels en elektronica.

PBDEs hebben toxische effecten op voornamelijk de schildklier, de lever, het voortplantings- en het zenuwstelsel. Genotoxische studies wijzen erop dat PBDEs niet onmiddellijk leiden tot genetische mutaties, maar wel DNA-schade kunnen veroorzaken door inductie van reactieve zuurstofverbindingen (EFSA, 2011a).

Van de 209 mogelijke PBDE-congeneren worden er 13 in het milieu aangetroffen, omdat zij de belangrijkste additieven waren van de drie voornaamste commerciële mengsels die genoemd zijn naar hun gemiddeld totale broomgehalte, nl. penta-BDE, octa-BDE en deca-BDE. Ofschoon deze commerciële mengsels niet meer gebruikt mogen worden in Europa, worden ze door hun weerstand tegen hitte, licht en oxidatie nog steeds in het leefmilieu teruggevonden. Echter, uit de laatste humane biomonitoringcampagne van het Steunpunt Milieu & Gezondheid (2020) in Vlaanderen blijkt dat nog slechts enkele PBDEs meetbaar zijn in de bloedstalen van jongeren (nl. de congenen BDE-47, BDE-99, BDE-153, BDE-154) en dat het percentage deelnemers met een meetbare BDE-153 gehalte in de tijd gedaald is. Daarentegen werden metaboliëten van de nieuwe generatie organofosfaatvlamvertragers in de urine van bijna alle jongeren gedetecteerd.

Hexabroomcyclododecaan (HBCDD) is een gebromeerde, macrocyclische koolwaterstof opgebouwd uit 12 koolstofatomen en waarvan verschillende ruimtelijke structuren of stereo-isomeren bestaan. De belangrijkste HBCDD stereo-isomeren zijn α -HBCDD, β -HBCDD en γ -HBCDD. HBCDD wordt vooral gebruikt in polystyreen. Bekabelingen in gebouwen en huizen, en isolatieschuim zijn de belangrijkste eindtoepassingen. HBCDD wordt eveneens gebruikt in textiel, in elektronica en in elektrische apparaten (EFSA 2011b).

HBCDD heeft een lage acute toxiciteit en zou noch genotoxisch noch carcinogeen zijn. De voornaamste doelorganen voor HBCDD toxiciteit zijn de lever, de schildklier, het voortplantings-, het zenuw- en het immuunstelsel (EFSA, 2011b).

Tetrabroombisfenol A (TBBPA) wordt gemaakt door de fenylgroepen van bisfenol A te bromineren. Het wordt voornamelijk gebruikt als "reactieve" vlamvertrager, wat wil zeggen dat TBBPA covalent gebonden is aan de epoxy- en polycarbonaatharsen waaraan het wordt toegevoegd. Daarnaast wordt TBBPA ook gebruikt als een additieve vlamvertrager bij de fabricage van acrylonitril-butadien-

styreenharsen (ABS), hoge impact polystyreen (HIPS) en fenolharsen. TBBPA-derivaten kunnen gebruikt worden als reactieve of additieve tussenproducten bij de productie van polymeren (EFSA, 2011c).

Het primaire doelorgaan voor nefaste effecten van TBBPA is het schildklierhormoonsysteem. TBBPA is niet genotoxisch en er zijn geen aanwijzingen dat TBBPA kankerverwekkend is (EFSA, 2011c).

De blootstelling aan TBBPA via de voeding is, voor zover bekend, laag en zou in Europa niet zorgwekkend zijn voor de gezondheid (EFSA, 2011c).

Broomhoudende fenolen (BrPhs), zoals 2,4-dibroomfenol en 2,4,6-tribromofenol (2,4,6-TBP), en hun derivaten worden als reactieve en additieve vlamvertrager gebruikt in een groot aantal harsen en polyesterpolymeren. Een aantal van de commercieel geproduceerde BrPhs komen ook van nature in het mariene milieu voor (EFSA, 2012).

Toxicologische gegevens zijn beperkt en betreffen vnl. 2,4,6-TBP. In een aantal kortdurende toxiciteitsstudies bij ratten bleken lever en nieren de voornaamste doelorganen te zijn. Onderzoek naar reproductie- en ontwikkelingstoxiciteit bij ratten wees bij hoge doseringen op verminderde overleving en een verminderd gewicht van de jongen. Testen voor het effect op erfelijk materiaal gaven voor 2,4,6-TBP een positieve uitslag voor de inductie van chromosoomafwijkingen, maar 2,4,6-TBP induceerde geen genmutaties in bacteriële cellen of een toename van beenmergmicronucleï *in vivo*. Carcinogeniteitsgegevens ontbreken (EFSA 2012).

Ondanks de beperkte hoeveelheid gegevens, lijkt het onwaarschijnlijk dat de blootstelling aan 2,4,6-TBP via de voeding tot een gezondheidsrisico zou leiden in Europa (EFSA, 2012).

Het gebruik van bepaalde BFRs werd in Europa aan banden gelegd of is verboden. Echter, door hun persistentie in het milieu kunnen deze nog steeds een risico vormen voor de volksgezondheid. Producten die BFR bevatten, kunnen deze uitlogen in het milieu en de lucht, de bodem en het water vervuilen. Deze verontreinigingen kunnen in de voedselketen terecht komen waar ze vooral voorkomen in levensmiddelen van dierlijke oorsprong, zoals vis, vlees, melk en afgeleide producten. De Europese Autoriteit voor de voedselveiligheid EFSA bracht reeds een aantal adviezen m.b.t. BFRs uit ⁹ en werkt momenteel aan een geactualiseerd advies over opkomende en nieuwe BFRs (EFSA-Q-2018-00436).

Poma *et al.* (2018) onderzochten het voorkomen van gehalogeneerde vlamvertragers, waaronder PBDEs, HBCDDs, TBBPA, BrPhs, en opkomende vlamvertragers, in een aantal Belgische levensmiddelen. In totaal werden 183 samengestelde levensmiddelenmonsters geanalyseerd. Uit de analyses bleek dat 72% van de monsters tot op zekere hoogte met vlamvertragers gecontamineerd was. Het grootste aantal verontreinigde monsters werd waargenomen binnen de groepen 'vis en visproducten' ($n = 61$), 'vlees en vleesproducten' ($n = 35$), en 'aardappelen en afgeleide producten' ($n = 4$), terwijl de minst verontreinigde groep 'voeding voor zuigelingen en kleine kinderen' ($n = 18$) was. Het totale gehalte aan vlamvertragers varieerde van minder dan de kwantificeringslimiet tot 35,4 ng/g product, met een gemiddeld gehalte van 1,2 ng/g product en een mediaan gehalte van 0,25 ng/g product. De monsters met het hoogste totale vlamvertragergehalte waren ingeblikte koningskrab, verse makreel, Emmentalerkaas, verse paling en schol. De vlamvertragers die het meest gedetecteerd werden, waren PBDEs en BrPhs, die in bijna alle levensmiddelengroepen aanwezig waren. Onder de individuele vlamvertragers bleken de broomdifenylethers BDE-47 (53%) en BDE-209 (46%), en 246-tribromofenol (40%) de meest voorkomende verbindingen te zijn. TBBPA, dechloraan plus, tetrabromopftalaat en γ -hexabroomcyclododecaan werden met een frequentie van minder dan 5% gedetecteerd. Tetrabromobisfenol S, 26-dibromofenol, hexabromobenzeen, 2-ethylhexyl 2,3,4,5-

⁹ <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/brominated-flame-retardants>

tetrabromobenzoaat en bis-tribromophenoxy-ethaan werden in geen van de geanalyseerde monsters gedetecteerd.

In het analyseprogramma van 2017 en van 2020 zijn enkel analyses van PBDEs en van HBCDDs in levensmiddelen opgenomen. Er zijn geen Europese normen m.b.t. de aanwezigheid van deze verbindingen in levensmiddelen. Het FAVV past voor een aantal levensmiddelen wel een actiegrens voor PBDEs en HBCDDs toe (FAVV, 2020a; SciCom, 2017; zie Tabel 4 en Tabel 5).

Er is weinig bekend over het voorkomen van vlamvertragers in diervoeders, maar overdracht naar dierlijke producten is mogelijk. BFRs zijn vetoplosbaar en worden met name aangetroffen in dierlijke producten afkomstig van aquatische organismen. Aldus kunnen ze aanwezig zijn in bv. visolie die gebruikt wordt in diervoeder, maar ook in vetten en eiwitten ofschoon aan lagere gehalten (van der Fels-Klerx *et al.*, 2019). Echter, om een inschatting te maken over de prioriteit van BFR analyses in diervoeders, zijn meer gegevens nodig. Op basis van de huidige informatie en binnen de context van een controleplan dat gericht is op het toezicht van de hele voedselketen, lijkt de programmering van BFR analyses van diervoeders voorlopig minder belangrijk.

Gezien het lipofiele karakter van BFRs, lijken analyses van water weinig zinvol.

4.4.1. Levensmiddelen

Polybroomdifenylethers (PBDEs)

Voor de beoordeling van de blootstelling aan PBDEs beschouwde de EFSA de resultaten die tussen 2009 en 2011 door 11 Lidstaten verzameld werden voor de levensmiddelcategorieën vis en andere zeevruchten (met inbegrip van amfibieën, reptielen, slakken en insecten), vlees en vleesproducten, dierlijke en plantaardige vetten en oliën, melk en zuivelproducten, eieren en eiproducten, producten voor bijzondere voeding en voeding voor zuigelingen en kleine kinderen (EFSA, 2011a). Op basis van de samenstelling van de technische PBDE-mengsels, het voorkomen in het milieu en in levensmiddelen, werden de congenere BDE-28, -47, -99, -100, -153, -154, -183 en -209, als meest relevant beschouwd voor de beoordeling van de blootstelling aan PBDEs via de voeding.

Het gehalte van BDE-209 was het hoogst in bijna alle levensmiddelcategorieën, behalve in de categorieën vis en andere zeevruchten en voeding voor zuigelingen en kleine kinderen, waar de hoogste gehalten voor het congener BDE-47 gerapporteerd werden. De resultaten voor de categorie vis en andere zeevruchten gaven een relatie aan tussen het PBDE gehalte en het vetgehalte van de vis. De Europese blootstelling via de voeding aan de congenere BDE-47, -153 en -209 bleek niet zorgwekkend voor de gezondheid te zijn. Voor de blootstelling aan BDE-99 werd wel enige bezorgdheid geuit, in het bijzonder voor jonge kinderen (1-3 jaar). Een risicobeoordeling van de overige congenere werd niet uitgevoerd omwille van onvoldoende gegevens over hun toxiciteit (EFSA, 2011a).

M.b.t. Belgische gegevens, werden in 2005 vis en zeevruchten, vleesproducten, kaas, boter, eieren en fastfood op de Belgische markt bemonsterd. De marktstudie omvatte geen melk, plantaardige oliën, fruit of groenten. De totale gemiddelde inname van PBDEs via de voeding werd tussen 23 en 48 ng per dag geschat. Vis droeg het meest bij aan de inname (39 %), gevolgd door vleesproducten (30 %). In termen van concentratie, bleek vis de hoogste gemiddelde totale concentratie van PBDEs (som van BDE-28, -47, -99, -100, -153, -154 en -183; 460 pg/g) te bevatten, gevolgd door zuivelproducten en eieren (260 pg/g), fastfood (86 pg/g) en vleesproducten (70 pg/g). De hoogste totale concentratie aan PBDEs werd aangetroffen in een verse zalmfilet (2360 pg/g), terwijl de gehalten in biefstuk en kippenborst het laagste waren van alle geanalyseerde levensmiddelen (Voorspoels *et al.*, 2007).

Voor de periode 2010-2018 bevat de FAVV databank zowel de resultaten voor de som van polybroomdifenylethers (“PBDE som”) als voor de specifieke PBDEs die in het profiel “PBDE som” geanalyseerd worden (i.e. BDE-28, -47, -99, -100, -153, -154, -183, -197, -207, -209).

M.b.t. “PBDE som” zijn er 336 resultaten beschikbaar, waarvan 110 (of 33%) resultaten hoger zijn dan de LOR. In Tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de resultaten in combinatie met de actiegrens die voor PBDEs in het betreffende levensmiddel toegepast wordt.

De interpretatie van de resultaten wordt echter bemoeilijk doordat het resultaat soms gerapporteerd wordt als een spreiding van LORs (bv. “< 348-377 pg/g product”), er verschillende LOR waarden gegeven worden voor eenzelfde type van levensmiddelen, gerapporteerde gehalten lager kunnen zijn dan de gegeven LOR waarden, en de eenheden van rapportering niet dezelfde zijn als deze die voor de actiegrenzen gebruikt worden (bv. gehalte in vis of babyvoeding uitgedrukt op vetbasis).

Ofschoon er relatief weinig resultaten beschikbaar zijn over een periode van 8 jaar, blijkt het aantal stalen met een resultaat hoger dan de LOR vrij laag te zijn, met uitzondering van vis, voedingssupplementen en eieren. Bovendien blijkt er nog een ruime marge te zijn tussen de gerapporteerde gehalten en de gehanteerde actiegrenzen, met uitzondering van één visstaal waarvoor een gehalte van 634 ng/g product gerapporteerd werd.

Tabel 4. Overzicht van de in de FAVV databank beschikbare resultaten voor de som van PBDEs in levensmiddelen (2010-2018)⁽¹⁾

	Actiegrens ⁽²⁾	# resultaten	
		Totaal	< LOR ⁽³⁾
Kaas	40 ng/g vet	35	27 (77%)
Melk	30 ng/g vet	16	14 (88%)
Boter	60 ng/g vet	40	30 (75%)
Eieren	200 ng/g vet	37	17 (46%)
Plantaardige olie	60 ng/g vet	59	52 (88%)
Vlees, vleesbereidingen en vleesproducten (worst, ham, ...)	80 ng/g vet	54	39 (72%)
Voedingssupplementen (op basis van visolie)	100 ng/g vet	18	7 (39%)
Voeding voor zuigelingen	0,7 ng/kg vers product	43	31 (72%)
Vis	30 ng/kg vers product	34	9 (26%)

⁽¹⁾ Som van BDE-28, -47, -99, -100, -153, -154, -183, -197, -207, -209

⁽²⁾ FAVV (2020); SciCom (2017a); In het geval van babyvoeding en vissen worden de actiegrenzen uitgedrukt in ng/g vers product naar analogie met de wetgeving met betrekking tot de dioxines en PCB.

⁽³⁾ In de meeste gevallen wordt een LOR van rond de 4,5 ng/g vet gegeven (voor voeding voor zuigelingen en vis is de LOR veelal lager dan 1 ng/g product). Echter, soms worden hogere LORs of een spreiding van LORs gerapporteerd en kan een gerapporteerd resultaat lager zijn dan de LOR van 4,5 ng/g vet.

Vanwege hun lipofiele karakter komen PBDEs vooral voor in vetrijke levensmiddelen van dierlijke oorsprong, zoals vlees, vis en zuivelproducten. Aangezien PBDEs weinig wateroplosbaar zijn, is de opname van PBDEs door planten uit de bodem laag waardoor contaminatie van levensmiddelen van plantaardige oorsprong gering is. In het huidige analyseprogramma zijn PBDE analyses voorzien voor alle levensmiddelen die in Tabel 4 opgesomd zijn. Het merendeel van de analyses is gericht op vis en op vlees en vleesproducten (respectievelijk 30% en 25% van de geprogrammeerde analyses).

Hexabromocyclododecaan (HBCDD)

Op basis van een analyse van de gegevens m.b.t. het voorkomen in levensmiddelen en de samenstelling van technische HBCDD mengsels, richtte de EFSA haar risicobeoordeling van de blootstelling van de consument aan HBCDD via de voeding voornamelijk tot de levensmiddelengroepen 'eieren en eiproducten', 'melk en zuivelproducten', 'vlees en vleesproducten' en 'vis en zeevruchten'. De gemiddelde concentratie aan HBCDDs (α -, β - en γ -HBCDD) in deze levensmiddelengroepen bedroeg respectievelijk tussen 0,14 en 0,54 ng/g vet, tussen 0,03 en 0,67 ng/g vet, tussen 0,14 en 0,79 ng/g vet, en tussen 0,98 en 1,16 ng/g vers gewicht. α -HBCDD bleek in het algemeen het meest bij te dragen aan het totale HBCDD gehalte in de levensmiddelen. De blootstelling aan HBCDDs bleek op basis van deze Europese data die tussen 2000 en 2010 verzameld werden, niet zorgwekkend te zijn voor de gezondheid van de Europese consument (EFSA, 2011b).

In een Belgische marktstudie waarbij 45 samengestelde monsters geanalyseerd werden voor 5 groepen van levensmiddelen die in 2008 bemonsterd werden, werden gelijkaardig als in de EFSA risicobeoordeling de hoogste HBCDD concentraties gevonden in vis en visserijproducten (maximum 42 ng/g vet of 0,84 ng/g vers gewicht), gevolgd door vlees en vleesproducten (maximum 14,65 ng/g vet), zuivelproducten (maximum 4,40 ng/g vet) en 'andere producten' zoals koekjes, pizza, etc. (maximum 2,40 ng/g vet) (Gosciny *et al.*, 2011). In al deze groepen werden de isomeren γ , α en β van HBCDD aangetroffen, waarbij α -HBCDD dominant was in de groep 'vis en visserijproducten' en γ -HBCDD in de groepen 'zuivelproducten' en 'vleesproducten'. De gehalten in vette vis waren duidelijk hoger dan in niet-vette vis, nl. sardines > haring > zalm > makreel > tonijn en kabeljauw. Het HBCDD gehalte van de samengestelde monsters van weekdieren (monster voor 80% bestaande uit mosselen) was hoog en van dezelfde orde van grootte als vette vis. De hoogste contaminatie werd aangetroffen in sardines, gevolgd door weekdieren, haring en zalm. Wat de vleesproducten betreft, werden de hoogste HBCDD gehalten gevonden in kalkoen > rundvlees > eend > kippen met vrije uitloop > vlees bereid zonder lever. In de bemonsterde eieren (zowel batterij, vrije uitloop als organisch) werd hoegenaamd geen HBCDD gedetecteerd. Een van de belangrijkste bronnen van milieucontaminanten in eieren is de grond die door kippen gekweekt in vrije uitloop ingenomen wordt. Batterijkippen hebben geen contact met de bodem, waardoor de contaminatiegraad met milieuverontreinigende stoffen in dergelijke eieren lager zal zijn. Daarnaast kan ook het tijdstip van bemonsteren een rol spelen; de bemonstering van de eieren werd in deze studie in de herfst uitgevoerd, terwijl hogere niveaus in het voorjaar verwacht kunnen worden.

In een meer recente Koreaanse studie werden de hoogste HBCDD gehalten eveneens aangetroffen in vis, gevolgd door schelpdieren > vlees > zuivelproducten > eieren > granen > fruit > groenten (Barghi *et al.*, 2016). Er werden significante verschillen waargenomen tussen de HBCDD concentraties van vis, schelpdieren en vlees, met een positieve correlatie tussen de HBCDD concentratie en het vetgehalte voor levensmiddelen van dierlijke oorsprong. De hogere HBCDD concentraties die in vis en schelpdieren werden gedetecteerd (0,47 ng/g vers gewicht) werden toegeschreven aan de natuurlijke blootstelling via het gecontamineerde marine milieu en de HBCDD bioaccumulatie. Daarnaast werd ook het gebruik van geëxpandeerde polystyreenboeien in de aquacultuur als potentiële bron van HBCDD in tweekleppigen aangeduid. In levensmiddelen van dierlijke oorsprong bleek α -HBCDD de voornaamste stereo-isomeer te zijn, terwijl in levensmiddelen van plantaardige oorsprong γ -HBCDD het overwicht bleek te hebben.

Voor de periode 2010-2018 zijn er in de FAVV databank 644 resultaten beschikbaar, waarvan slechts 64 resultaten (of 10%) hoger zijn dan de LOR (welke veelal 3 à 4 ng/g vet bedraagt, ofschoon ook andere LOR waarden gerapporteerd worden). In Tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de resultaten in combinatie met de actiegrens die voor HBCDD (som) in het betreffende levensmiddel door het FAVV toegepast wordt. De interpretatie van de resultaten wordt echter bemoeilijk omdat de resultaten voor eenzelfde levensmiddelcategorie in verschillende eenheden gerapporteerd worden,

alsook zowel op product- als op vetbasis, en het onduidelijk is of dit al dan niet een rapporteringsfout betreft. Desalniettemin is de rapporteringsfrequentie opmerkelijk hoger in vis.

Tabel 5. Overzicht van de in de FAVV databank beschikbare resultaten voor de HBCDD (som) in levensmiddelen

	Actiegrens ⁽¹⁾	# resultaten	
		Totaal	< LOR ⁽²⁾
Zuivelproducten (kaas, ...)	500 ng/g vet	95	88 (93%)
Melk	400 ng/g vet	46	39 (85%)
Boter	900 ng/g vet	100	96 (96%)
Eieren	3000 ng/g vet	67	55 (82%)
Plantaardige olie	900 ng/g vet	61	58 (95%)
Vlees, vleesbereidingen en vleesproducten (worst, ham, ...)	1000 ng/g vet	94	92 (98%)
Voedingssupplementen op basis van visolie	2000 ng/g vet	48	41 (85%)
Voeding voor zuigelingen	10 ng/kg vers product	69	67 (97%)
Vis	400 ng/kg vers product	40	20 (50%)
Dierlijke vetstoffen (reuzel en talk)	/	24	24 (100%)

⁽¹⁾ FAVV (2020); In het geval van babyvoeding en vissen worden de actiegrenzen uitgedrukt in ng/g vers product naar analogie met de wetgeving met betrekking tot de dioxines en PCB (SciCom, 2017).

⁽²⁾ In de meeste gevallen wordt een LOR van rond de 3 à 4 ng/g vet gegeven (voor voeding voor zuigelingen en vis is de LOR veelal 1 ng/g product). Echter, soms worden hogere LORs gerapporteerd en kan een gerapporteerd resultaat lager zijn dan de LOR van 3 à 4 ng/g vet.

In het huidige analyseprogramma zijn voor HBCDD hetzelfde aantal analyses in dezelfde types van levensmiddelen als voor PBDEs voorzien, met het merendeel van de analyses voorzien voor vis en vlees en vleesproducten (respectievelijk 30% en 25% van de geprogrammeerde analyses).

Vis blijkt een goede 'sentinel' of verklikker te zijn voor de opvolging van contaminatie met vlamvertragers, maar ook wild en vlees van oudere dieren zijn relevante matrices. Ondanks de lage rapporteringsfrequentie, blijft verdere opvolging van PBDEs en HBCDD in levensmiddelen zinvol. Deze analyses hoeven niet jaarlijks uitgevoerd te worden, maar toch op regelmatige basis om een idee te hebben van de evolutie van de contaminatieniveaus. Gezien het gebruik van bepaalde BFRs in Europa aan banden werd gelegd of verboden is, wordt aanbevolen om de focus van de analyses te leggen op meer recente of opkomende vlamvertragers, zoals bv. organofosfaatvlamvertragers.

4.5. Pentachloorfenol

Pentachloorfenol (PCP) bestaat uit een benzeenring met daaraan vijf chlooratomen en een hydroxylgroep (OH). PCP werd op grote schaal gebruikt als bestrijdingsmiddel tegen bacteriën, schimmels en insecten, en werd ook gebruikt in leer- en houtconserveringsmiddelen (bv. trein bielzen). PCP is kankerverwekkend voor de mens (IARC, 2019).

Vanwege de hoge toxiciteit is de productie van PCP sinds begin jaren 90 zo goed als gestopt in Europa. PCP en de ervan afgeleide zouten en esters mogen in het kader van de POP regelgeving niet meer vervaardigd, verhandeld of gebruikt worden in Europa (Verordening (EU) 2019/1021).

Het FAVV analyseprogramma bevat PCP analyses van levensmiddelen en van diervoeders.

4.5.1. Levensmiddelen

Tussen 2010 en 2018 werd PCP geanalyseerd in 3.231 levensmiddelen, maar in geen enkel staal aangetroffen. De analyses betreffen groenten (incl. 4^e gamma groenten), fruit, tuinkruiden, oliehoudende zaden en plantaardige oliën, en het voedingsadditief E412 of guarpitmeel. Het aantal te programmeren analyses en de te bemonsteren matrices worden door de wetgeving bepaald (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/1793 ¹⁰).

Het Wetenschappelijk Comité heeft geen bemerkingen bij de programmatie van deze analyses.

4.5.2. Diervoeders

Tussen 2010 en 2018 werd PCP geanalyseerd in 57 additieven en grondstoffen voor diervoeders, meer specifiek in guargom, in bindmiddelen, geleermiddelen en emulgeermiddelen, en in lijnzaadschroot en sojazaadschroot. Alle resultaten waren lager dan de LOR (LOR tussen 0,005 en 0,01 mg/kg).

Net zoals voor levensmiddelen, worden het aantal te programmeren analyses en de te bemonsteren matrices door de wetgeving bepaald (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/1793 ¹⁰).

Het Wetenschappelijk Comité heeft geen bemerkingen bij de programmatie van deze analyses.

5. Onzekerheden

In het voorliggende advies werden trends geanalyseerd op basis van FAVV controleresultaten. Deze resultaten werden niet verzameld via gecontroleerde studies waarbij gedurende een van tevoren afgesproken periode statistisch relevante aantallen monsters *ad random* genomen werden. Desalniettemin kunnen de controleresultaten die een lange periode en meerdere soorten van producten (bv. verschillende samenstelling, producent, etc.) bestrijken, gebruikt worden om inzicht te krijgen in de niveaus en trends van contaminanten in levensmiddelen, water, diervoeders en meststoffen met het oog op het stellen van prioriteiten.

Echter, de resultaten van de uitgevoerde trendanalyses moeten zorgvuldig geïnterpreteerd worden in het licht van kennis over o.a. het analyseprogramma, de steekproeven, de diagnostische methoden en mogelijke veranderingen hierin over de tijd. De bekomen resultaten kunnen verschillen van trends die in andere rapporten of adviezen besproken worden, onder andere omwille van het gebruik van andere types van data (bv. prevalenties tegenover aantallen, een verschillende groepering van de matrices), de periode waarover de trends geanalyseerd worden, de hoeveelheid data of de statistische methodologie.

Tot slot wordt opgemerkt dat bij het uitvoeren van de trendanalyse vastgesteld werd dat er in de onderliggende data frequent onbruikbare resultaten werden geregistreerd, zoals de rapportering van verschillende éénheden voor eenzelfde contaminant in eenzelfde matrix of van een spreiding van LOR-waarden. De niet altijd uniforme rapportering van resultaten en de variatie in LOR dragen bij tot de onzekerheid m.b.t. de geanalyseerde trends. Hierbij dient evenwel opgemerkt te worden dat voor de trendanalyse tot 10 jaar oude resultaten gebruikt werden en dat sindsdien de rapportering sterk verbeterd is.

¹⁰ Uitvoeringsverordening (EU) 2019/1793 van de Commissie van 22 oktober 2019 betreffende de tijdelijke verhoging van de officiële controles en noodmaatregelen met betrekking tot de binnenkomst in de Unie van bepaalde goederen uit bepaalde derde landen tot uitvoering van de Verordeningen (EU) 2017/625 en (EG) nr. 178/2002 van het Europees Parlement en de Raad, en tot intrekking van de Verordeningen (EG) nr. 669/2009, (EU) nr. 884/2014, (EU) 2015/175, (EU) 2017/186 en (EU) 2018/1660 van de Commissie

6. Conclusies & Aanbevelingen

Op basis van de resultaten die tussen 2010 en 2018 gerapporteerd werden in het kader van de controles, werden mogelijke trends m.b.t. het gehalte aan POPs besproken. Aan de hand van deze trends, informatie uit de wetenschappelijke literatuur en expertopinie, werden de controle-inspanningen die in het analyseprogramma 2020 voorzien zijn, geëvalueerd.

In het algemeen lijkt het dioxine- en DL-PCB gehalte in de meeste levensmiddelen en diervoeders afgenomen tot stabiel gebleven, terwijl het gehalte aan NDL-PCBs in verschillende matrices toegenomen lijkt. Ook het PAK gehalte lijken in de meeste van de beschouwde matrices een stabiele tot afnemende trend te vertonen. Bovendien is de rapporteringsfrequentie voor PAKs in diervoeders en water laag tot zeer laag.

Omwille van een te lage rapporteringsfrequentie in het geval van de perfluoralkylverbindingen en de onduidelijke rapportering van de resultaten voor de BFRs, werd voor deze POPs geen trendanalyse uitgevoerd. Alle resultaten voor PCP waren onder de rapporteringslimiet.

Contaminatie met POPs kan altijd onverwacht op de voorgrond treden, waardoor verdere opvolging van deze parameters relevant blijft ongeacht of al dan niet een dalende trend waargenomen wordt.

Het Wetenschappelijk Comité geeft algemeen een gunstig advies m.b.t. het voorgestelde analyseprogramma van POPs in levensmiddelen, in water bestemd voor consumptie en gebruikt door operatoren, in diervoeders, en in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten, maar heeft niettemin volgende aanbevelingen:

Gezien de relatief hoge rapporteringsfrequentie van PAK4 in weekdieren en het lager metaboliserend vermogen van weekdieren voor PAKs ten opzichte van vissen, wordt aanbevolen om bij de programmering van de PAK analyses van producten en bereidingen van de visserij of de aquacultuur meer analyses van weekdieren te voorzien. Op basis van de FAVV controleresultaten voor 2010-2018, blijken ook gedroogde tuinkruiden een relevant te bemonsteren categorie voor PAK analyses. Er kan evenwel overwogen worden om deze analyses niet elk jaar, maar bv. tweejaarlijks te programmeren. Ofschoon er geen maximumgehalten voor PAKs in thee beschikbaar zijn in de wetgeving, werden relatief hoge PAK4 gehalten gerapporteerd. Het zou bijgevolg interessant zijn om het PAK gehalte ook in deze productgroep op te volgen.

M.b.t. de perfluorverbindingen kan overwogen worden om niet elk jaar, maar eerder roterend PFAS analyses te programmeren gezien de lage rapporteringsfrequentie van PFOS en PFOA tussen 2010 en 2018 in de bemonsterde levensmiddelen. Visserij- en aquacultuurproducten blijken op basis van de literatuur en op basis van de controleresultaten de meest relevante matrices te zijn.

Ondanks de lage rapporteringsfrequentie en de lage niveaus die gerapporteerd worden, blijft verdere opvolging van vlamvertragers in levensmiddelen noodzakelijk. Deze analyses hoeven niet jaarlijks uitgevoerd te worden, maar toch op regelmatige basis om een idee te hebben van de evolutie van de contaminatieniveaus. Vis blijkt een goede 'sentinel' of verklikker te zijn voor de opvolging van deze milieucontaminanten, maar ook wild en vlees van oudere dieren zijn relevante matrices. Gezien het gebruik van bepaalde BFRs in Europa aan banden werd gelegd of verboden is, wordt sterk aanbevolen om de focus te verleggen van PBDEs en HBCDD naar de nieuwe generatie van vlamvertragers zoals fosfaatvlamvertragers die de laatste jaren steeds meer gebruikt ter vervanging van BFRs.

Voor wat de analyse van POPs in water betreft, worden enkel nog analyses van PAKs voorzien. PAKs zijn slecht oplosbaar in water en werden weinig frequent aangetroffen in water bestemd voor consumptie en in water gebruikt door operatoren. Er kan overwogen worden om deze analyses niet

meer op te nemen in het FAVV analyseprogramma. PFAS zijn daarentegen wateroplosbaar en lipofob, en kunnen in het (grond)water kunnen terecht komen. Ofschoon grenswaarden nog niet beschikbaar zijn in de wetgeving, lijkt een monitoring van PFAS in water zinvol.

Voor diervoeders lijkt het op basis van de resultaten en in vergelijking met het aantal geprogrammeerde analyses voor producten en bijproducten van granen, zinvol om meer analyses van PAK4 te voorzien voor kunstmatig gedroogde (ruw)voedergewassen.

Er worden geen analyses van PFAS of van BFRs in diervoeders voorzien in het FAVV analyseprogramma, ofschoon deze verbindingen in diervoeder kunnen aanwezig zijn en overdracht vanuit het diervoeder naar levensmiddelen van dierlijke oorsprong mogelijk is. Er is echter onvoldoende gekend over het voorkomen van deze verbindingen in diervoeders om een inschatting te kunnen maken over de prioriteit van dergelijke analyses. Bovendien is de rapporteringsfrequentie voor deze verbindingen in levensmiddelen van dierlijke oorsprong in het FAVV controleprogramma zeer laag.

De geprogrammeerde analyses van POPs in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten betreffen enkel NDL-PCBs in zuiveringslib. In de context van de circulaire economie en het gebruik van organische meststoffen en meststoffen op basis van bv. bioafval, zou een verkennende studie van POPs, bv. van PAKs in zuiveringslib, compost of digestaten, zinvol kunnen zijn om een beter idee te hebben over de relevantie van dergelijke parameter-matrix combinaties voor het analyseprogramma.

Tot slot wordt met het oog op een betere dataverwerking en -valorisatie, zoals in voorgaande adviezen waarin het analyseprogramma geëvalueerd werd aan de hand van een analyse van de controleresultaten, aanbevolen om:

- steeds kwantitatieve waarden te rapporteren, los van de vraag of een resultaat conform of niet-conform is;
- bij de data invoering een automatische kwaliteitscontrole in te voeren (bv. enkel numerieke waarden worden toegelaten, zowel voor het resultaat als voor de rapporteringlimiet); en
- consistentie in eenheden te verplichten.

Voor het Wetenschappelijk Comité,
De Voorzitter,

Prof. Dr. E. Thiry (Get.)
Brussel, 17/09/2020

Referenties

- Barghi, M., Shin, E.S., Son, M.H., Choi, S.D., Pyo, H., & Chang Y.S. (2016). Hexabromocyclododecane (HBCD) in the Korean food basket and estimation of dietary exposure. *Environ Pollut.* 213:268-277.
- Berger, U., Järnberg, U., & Kallenborn, R. (2004). Perfluorinated alkylated substances (PFAS) in the European Nordic environment. *Organohalogen Compounds* 66, 4046-4052.
- Bleeker, E.A.J., & Verbruggen, E.M.J. (2009). Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons in aquatic organisms. Rivm, Bilthoven, The Netherlands. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/601779002.pdf>
- Bundesgesundheitsblatt. (2017) Empfehlung des Umweltbundesamtes Fortschreibung der vorläufigen Bewertung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) im Trinkwasser - Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission. *Bundesgesundheitsblatt* 60, 350–352. doi: 10.1007/s00103-016-2508-3
- BuRo (2019). Advies van de directeur bureau Risicobeoordeling & Onderzoek over de risico's van de keten 'voedergewassen en plantaardig diervoeder'. De productiefase tot aan de verstrekking aan landbouwhuisdieren. <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/diervoeder/diervoeder/risicobeoordelingen/advies-van-buro-over-de-risico%E2%80%99s-van-de-voedergewassen--en-diervoederketen>
- Colles, A., Bruckers, L., Den Hond, E., Govarts, E., Morrens B., Schettgen, T., Buekers, J., *et al.* (2020). Perfluorinated substances in the Flemish population (Belgium): Levels and determinants of variability in exposure. *Chemosphere* 242, 125250. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125250>
- EFSA. (2011a). Scientific Opinion on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Food. *EFSA Journal* 9(5):2156.
- EFSA (2011b). Scientific Opinion on Hexabromocyclododecanes (HBCDDs) in Food. *EFSA Journal* 9(7):2296.
- EFSA (2011c). Scientific Opinion on Tetrabromobisphenol A (TBBPA) and its derivatives in food. *EFSA Journal* 9(12):2477.
- EFSA (2012). Scientific Opinion on Brominated Flame Retardants (BFRs) in Food: Brominated Phenols and their Derivatives. *EFSA Journal* 10(4):2634.
- EFSA (2018a). Scientific Opinion on the risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal* 16(11):5333.
- EFSA (2018b). Scientific Opinion on the risk to human health related to the presence of perfluorooctanesulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food. *EFSA Journal* 16(12):5194.
- EFSA (2020). Scientific opinion on the risk for human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA Journal*; volume(issue):NNNN (460 pp.). doi:10.2903/j.efsa.20YY.NNNN
- Eschauzier, C., Raat, K.J., Stuyfzand, P.J., & De Voogt, P. (2013). Perfluorinated alkylated acids in groundwater and drinking water: identification, origin and mobility. *Science of Total Environment* 458-460, 477-485. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.04.066
- European Commission. (2016). Circular economy package. Annexes to the Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council laying down rules on the making available on the market of CE marked fertilizing products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d117e80d-ec28-11e5-8a81-01aa75ed71a1.0018.02/DOC_2&format=PDF

Expertisecentrum PFAS. (2018). Poly- en perfluoro alkyl stoffen (PFAS): Kennisdocument over stofeigenschappen, gebruik, toxicologie, onderzoek en sanering van PFAS in grond en grondwater. Pancras, T., van Bentum, E., & Slenders, H. 20 juni 2018 (DDT219-1/18-009.764). https://www.expertisecentrumpfas.nl/images/Handelingskader/DDT219-1-18-009.764-rapd-Kennisdocument_PFAS_-_definitief_02.pdf

FAVV (2020a). Deel 1 - Actiegrenzen voor chemische contaminanten. <http://www.favv-afscab.be/professionelen/publicaties/thematisch/actiegrenzen/>

FAVV (2020b) Controle op de kwaliteit van water in de levensmiddelensector. Omzendbrief [PCCB/S3/1140519](http://www.favv-afscab.be/professionelen/levensmiddelen/omzendbrieven/) (versie 06/05/2020). <http://www.favv-afscab.be/professionelen/levensmiddelen/omzendbrieven/>

Gosciny, S., Vandevijvere, S., Maleki, M., Van Overmeire, I., Winald, I., Hanot, V., Blaude, M., Vleminckx, C., & Van Loco J. (2011). Dietary intake of hexabromocyclododecane diastereoisomers (α -, β -, and γ -HBCD) in the Belgian adult population. *Chemosphere* 84(3), 279-88.

IARC. (2019). Pentachlorophenol and some related compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 117. <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Pentachlorophenol-And-Some-Related-Compounds-2019>

Kowalczyk, J., Ehlers, S., Oberhausen, A., Tischer, M., Fürst, P., Schafft, H., Lahrssen-Wiederholt, M. (2013). Absorption, distribution, and milk secretion of the perfluoroalkyl acids PFBS, PFHxS, PFOS, and PFOA by dairy cows fed naturally contaminated feed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61, 2903-2912.

Maudoux, J. -P., Saegerman, C., Rettigner, C., Houins, G., Van Huffel, X. & Berkvens, D. (2006). Food safety surveillance through a risk based control programme: Approach employed by the Belgian Federal Agency for the safety of the food chain. *Vet. Q.* 28, 140–154.

Meador, J., Stein, J., Reichert, W., & Varanasi, U. (1995). Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons by marine organisms. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 143, 79-165.

Poma, G., Malysheva, S.V., Gosciny, S., Malarvannan, G., Voorspoels, S., Covaci A., & Van Loco J. (2018). Occurrence of selected halogenated flame retardants in Belgian foodstuff. *Chemosphere* 194, 256-265.

SciCom (2014). Advies 01-2014: Lijst van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) te onderzoeken in diervoeders en de te gebruiken actielimiet. <http://www.favv-afscab.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/>

SciCom (2017). Advies 15-2017: Actielimieten voor chemische contaminanten in levensmiddelen: vlamvertragers, perfluoroalkyl verbindingen, dioxines en dioxine-achtige PCBs en benzeen. <http://www.favv-afscab.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/>

Sciensano (2020). Communicatie: "Investigation of the Polycyclic Aromatic Hydrocarbons contamination in spices and dried herbs available on the Belgian market", P. Szternfeld. <https://www.sciensano.be/nl/biblio/investigation-polycyclic-aromatic-hydrocarbons-contamination-spices-and-dried-herbs-available> (geraadpleegd in april 2020).

Steunpunt Milieu & Gezondheid (2020) Vlaams humane-biomonitoringsprogramma 2016-2020. Referentiewaarden bij jongeren. <http://www.milieu-en-gezondheid.be/nl/onderzoekresultaten>

Suciu, N.S., Lamastra, L. & Trevisan, M. (2015). PAHs content of sewage sludge in Europe and its use as soil fertilizer. *Waste Management* 41, 119-127. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.018>

Szternfeld, P., Marchi, J., Malysheva, S.V., & Joly, L. (2019). Modular method for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in spices and dried herbs by gas chromatography–tandem mass spectrometry. *Food Analytical Methods* 12, 2383-2391.

van der Fels-Klerx, H.J., van Asselt, E.D., Adamse, P., Nijkamp, M.N., van Leeuwen, S.P.J., Pikkemaat, M., de Nijs, M., Mol, H., van Raamsdonk, L., Hoogenboom, R., & de Jong, J. (2019). Chemische en fysische gevaren in de Nederlandse diervoederketen. RIKILT Wageningen University & Research (RIKILT-rapport 2019.002). <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/470704>

Voorspoels, S., Covaci, A., Neels H., & Schepens, P. (2007). Dietary PBDE intake: A market-basket study in Belgium. *Environment International* 33, 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.08.003>

WHO – World Health Organization. (2017). Drinking Water Parameter Cooperation Project - Support to the revision of Annex I Council Directive 98/83/EC on the Quality of Water Intended for Human Consumption (Drinking Water Directive)

Zafeiraki, E., Gebbink, W., Hoogenboom, R.L.A.P., Kotterman, M., Kwadijk, C., Dassenakis, E., & van Leeuwen, S.P.J. (2019). Occurrence of perfluoroalkyl substances (PFASs) in a large number of wild and farmed aquatic animals collected in the Netherlands. *Chemosphere* 232, 415-423. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.200>

Voorstelling van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het FAVV

Het Wetenschappelijk Comité (SciCom) is een adviesorgaan ingesteld bij het Belgisch Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) dat **onafhankelijk wetenschappelijk advies** verschaft met betrekking tot risicobeoordeling en risicobeheer in de voedselketen en dit op vraag van de gedelegeerd bestuurder van het FAVV, de Minister die bevoegd is voor de voedselveiligheid of op eigen initiatief. Het Wetenschappelijk Comité wordt administratief en wetenschappelijk ondersteund door de Stafdirectie voor Risicobeoordeling van het Agentschap.

Het Wetenschappelijk Comité bestaat uit 22 leden die benoemd zijn bij koninklijk besluit op basis van hun wetenschappelijke expertise in domeinen die te maken hebben met de veiligheid van de voedselketen. Het Wetenschappelijk Comité kan bij de voorbereiding van een advies beroep doen op externe deskundigen die geen lid zijn van het Wetenschappelijk Comité. Net als de leden van het Wetenschappelijk Comité dienen zij in staat te zijn om onafhankelijk en onpartijdig te kunnen werken. Om de onafhankelijkheid van de adviezen te waarborgen worden potentiële belangenconflicten transparant beheerd.

De adviezen zijn gebaseerd op een wetenschappelijke beoordeling van de vraagstelling. Zij vertolken het standpunt van het Wetenschappelijk Comité dat in consensus is genomen op basis van risicobeoordeling en de bestaande kennis over het onderwerp.

De adviezen van het Wetenschappelijk Comité kunnen **aanbevelingen** bevatten voor het controlebeleid van de voedselketen of voor de belanghebbende partijen. De opvolging van de aanbevelingen voor het beleid behoort tot de verantwoordelijkheid van de risicomangers.

Vragen over een advies kunnen gericht worden aan het secretariaat van het Wetenschappelijk Comité: Secretariaat.SciCom@favv.be.

Leden van het Wetenschappelijk Comité

Het Wetenschappelijk Comité is samengesteld uit de volgende leden:

S. Bertrand ¹, M. Buntinx, A. Clinquart, P. Delahaut, B. De Meulenaer, N. De Regge, S. De Saeger, J. Dewulf, L. De Zutter, M. Eeckhout, A. Geeraerd, L. Herman, P. Hoet, J. Mahillon, C. Saegerman, M.-L. Scippo, P. Spanoghe, N. Speybroeck, E. Thiry, T. van den Berg, F. Verheggen, P. Wattiau ²

¹ lid tot maart 2018; ² lid tot juni 2018

Belangenconflict

Er werden geen belangenconflicten vastgesteld.

Dankbetuiging

Het Wetenschappelijk Comité dankt de Stafdirectie voor Risicobeoordeling en de leden van de werkgroep voor de voorbereiding van het ontwerpadvies.

Samenstelling van de werkgroep

De werkgroep “exogene contaminanten” was samengesteld uit:

Leden van het Wetenschappelijk Comité:	P. Hoet (verslaggever), M. Buntinx, M. Eeckhout, M.-L. Scippo, N. Speybroeck
Externe experts:	G. Biermans (FANC), B. Devleesschauwer (Sciensano), G. Eppe (ULg), A. Rajkovic (UGent), I. Sampers (UGent), N. Waegeneers (Sciensano)
Dossierbeheerder:	W. Claeys

De activiteiten van de werkgroep “exogene contaminanten” werden opgevolgd door volgende leden van de administratie (als waarnemers): V. Cantaert, V. De Bie, A. De Keuckelaere, J.-P. Maudoux, L. Rasschaert, J. Van Autreve, D. Van Oystaeyen, V. Vromman (DG Controlebeleid, FAVV)

Wettelijk kader

Wet van 4 februari 2000 houdende oprichting van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, inzonderheid artikel 8;

Koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen;

Huishoudelijk reglement, bedoeld in artikel 3 van het koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, goedgekeurd door de Minister op 8 juni 2017.

Disclaimer

Het Wetenschappelijk Comité behoudt zich, te allen tijde, het recht voor dit advies te wijzigen indien nieuwe informatie en gegevens ter beschikking komen na de publicatie van deze versie.