

Advies over de risico's van de diervoederketen

Bijlagen
Februari 2019



Inhoudsopgave

Bijlage 1

Doel van de risicobeoordeling, definitie, focus en afbakening, beoordelingskader en huidig beheersingskader

Bijlage 2

Beschrijving van de diervoederketen: omvang en samenstelling

Bijlage 3

Fytosanitaire risico's in de diervoederketen

Bijlage 4

Chemische en fysieke risico's in de diervoederketen

Bijlage 5

Microbiële risico's in de diervoederketen

Bijlage 6

Risico's van antibioticaversleping in de diervoederketen

Literatuur

Bijlage 1

Doel van de risicobeoordeling, definitie, focus en afbakening, beoordelingskader en huidig beheersingskader

Doel

De risicobeoordeling van de plantaardige keten (dierlijk gebruik), hierna te noemen diervoederketen, heeft de volgende doelen:

- 1 in kaart brengen van de gevaren en risico's voor *plantgezondheid*, *diergezondheid* en *voedselveiligheid*, die kunnen optreden in alle fasen in de diervoederketen;
- 2 identificeren van factoren of handelingen die de bestaande risico's kunnen beïnvloeden;
- 3 onderbouwen van aanbevelingen om risico's (beter) te beheersen.

Diervoeders

Diervoeders zijn breed gedefinieerd als "alle stoffen en producten, inclusief additieven, verwerkt, gedeeltelijk verwerkt of onverwerkt, die bestemd zijn om te worden gebruikt voor orale vervoeding aan dieren" (Verordening (EG) Nr. 178/2002). Echter, diervoeders mogen alleen in de handel worden gebracht en worden gebruikt indien zij veilig zijn; niet rechtstreeks een nadelig effect op het milieu of het dierenwelzijn hebben; gezond, deugdelijk, zuiver, geschikt voor het beoogde doel en van goede handelskwaliteit zijn; en geëtiketteerd, verpakt en aangeboden wordt overeenkomstig de voorschriften van Europese Gemeenschapswetgeving (Verordening (EG) Nr. 767/2009). Diervoeders voor voedselproducerende landdieren bestaan vooral uit plantaardige voedermiddelen. Diervoeders worden in de handel gebracht in de vorm van enkelvoudige voedermiddelen, volledige mengvoeders of aanvullende mengvoeders.

Voedermiddelen, mengvoeders en voormengsels

Voedermiddelen zijn "producten van plantaardige of dierlijke oorsprong, waarvan het hoofddoel is te voldoen aan de voedingsbehoeften van dieren, in natuurlijke staat, vers of verduurzaamd, en de afgeleide producten van de industriële verwerking ervan, alsmede organische of anorganische stoffen, met of zonder toevoegingsmiddelen, bestemd om te worden gebruikt voor orale vervoeding, hetzij als zodanig rechtstreeks, hetzij na bewerking, hetzij bij de bereiding van mengvoeders of als draagstoffen in voormengsels" (Verordening (EG) Nr. 767/2009).

Een belangrijke categorie voedermiddelen wordt gevormd door bijproducten van de verwerking van plantaardige producten tot voedingsmiddelen of industriële producten. Droge bijproducten zoals sojaschroot en tarwegries worden gebruikt als ingrediënt voor mengvoeders. Vochtige bijproducten zoals bierbostel en aardappelstoomschillen worden gebruikt voor directe vervoeding.

Mengvoeders worden bereid door mengen van twee of meer voedermiddelen, al dan niet op basis van een voormengsel van diverse toevoegingsmiddelen en hun draagstoffen.

Toevoegingsmiddelen

Toevoegingsmiddelen (additieven) zijn stoffen, micro-organismen of preparaten die geen voedermiddelen zijn en die opzettelijk aan diervoeder worden toegevoegd, zoals conserveermiddelen, kleurstoffen, vitaminen, sporenelementen en verteringsbevorderaars. Het gebruik is gereguleerd volgens Verordening (EG) Nr. 1831/2003.

Gemedicineerde diervoeders en dieetvoeders

Bij de productie van mengvoeders kunnen onder wettelijk bepaalde voorwaarden (Richtlijn 90/176/EEG) diergeneesmiddelen aan het voer worden toegevoegd zodat medicinale of gemedicineerde diervoeders ontstaan. Dieetvoeders zijn diervoeders met een bijzonder voedingsdoel, namelijk 'te voldoen aan de specifieke voedingsbehoeften van bepaalde categorieën dieren waarvan het spijsverterings- of het absorptiemechanisme, dan wel het metabolisme, tijdelijk of onherstelbaar verstoord is of tijdelijk of onherstelbaar verstoord kan zijn, en die daarom baat kunnen hebben bij de inname van een aan hun toestand aangepast diervoeder' (Verordening (EG) 767/2009; Richtlijn 2008/38/EG). Dieetvoeders kunnen meer dan 100 keer de maximumgehalten van toevoegingsmiddelen bevatten zoals die gelden voor een volledig diervoeder (CBG-MEB, 2018b).

Ruwvoeders en krachtvoeders

Voer voor graasdieren wordt onderscheiden in ruwvoeders en krachtvoeders (FAO, 2000; Groen Kennisnet, 2018a). Ruwvoeders zijn voedermiddelen met een vezellengte van ca. 8 mm, zoals gras, hooi, luzerne en snijmais, die als zodanig, dus niet als grondstof voor mengvoeder, aan

voornamelijk graasdieren worden vervoederd. Ruwvoerders zijn noodzakelijk voor een gezonde werking van het maag-darmkanaal van graasdieren, maar bevatten onvoldoende nutriënten om aan de voederbehoefte van de dieren te voldoen. Ruwvoeder moet worden aangevuld met andere voedermiddelen om volledig in de voederbehoefte van dieren te voorzien. Krachtvoerders zijn voedermiddelen of mengvoerders met een hoge energiewaarde per kilogram drogestof, een kleine deeltjesgrootte en een laag ruwe celstofgehalte.

Afbakening diergroepen

De risicobeoordeling betreft diervoeder voor bedrijfsmatig gehouden voedselproducerende landdieren:

- Graasdieren:
 - rundvee (melk- en vleesvee)
 - schapen
 - geiten
 - paarden
- Hokdieren:
 - varkens
 - pluimvee (leghennen, vleeskuikens en ouderdieren)

De risicobeoordeling betreft niet de voeders voor:

- overige graasdieren en hokdieren
- aquacultuurdieren
- pelsdieren
- gezelschapsdieren
- laboratoriumdieren
- dierentuindieren
- insecten

Afbakening productieketen

Diervoeders worden samengesteld uit grondstoffen van plantaardige, dierlijke, anorganische en synthetische herkomst. Plantaardige grondstoffen zijn, gemeten naar gewicht, verreweg de belangrijkste component in diervoeder en worden voortgebracht in de plantaardige productieketen. Deze risicobeoordeling is afgebakend tot deze plantaardige productieketen voor dierlijk gebruik. De productieketen bestaat uit verschillende ketenschakels. De keten begint met primaire plantaardige productie in Nederland. Via diverse schakels waarin producten worden voortgebracht, ingevoerd, geïmporteerd, bewerkt en gemengd, eindigt de keten met de diervoeders zoals ontvangen op het bedrijf van de dierhouder in Nederland. In elke ketenschakel kunnen microbiologische, chemische, fysische en fytosanitaire gevaren worden geïntroduceerd, versterkt of beheerst. De feitelijke vervoeding en de daarvoor benodigde handelingen en omstandigheden op veehouderijbedrijven vallen buiten de scope van deze risicobeoordeling.

De risicobeoordeling van de plantaardige productieketen (dierlijk gebruik) is nader afgebakend ten aanzien van grondstoffen en producten, geografisch gebied, gevaren en maatschappelijke waarden.

Afbakening grondstoffen en producten

De risicobeoordeling betreft:

- de productieketen en het gebruik als diervoeder van plantaardige producten;
- het gebruik (dus niet de productieketen) van dierlijke bijproducten die op 1 januari 2018 wettelijk zijn toegestaan als diervoeder voor de diergroepen binnen de scope van de risicobeoordeling (o.a. bijproducten van zuivelbereiding, gesmolten dierlijke vetten);
- het gebruik (dus niet de productieketen) van anorganische en synthetische voedermiddelen en toevoegingsmiddelen die op 1 januari 2018 wettelijk zijn toegestaan als diervoeder voor de diergroepen binnen de scope van de risicobeoordeling.

De risicobeoordeling betreft niet:

- de productieketen van dierlijke (bij)producten;
- de productieketen van toevoegingsmiddelen;
- producten waar dieren mee in contact komen, maar die niet primair bedoeld zijn als diervoeder (o.a. stro, wroetmateriaal en bodemmateriaal);
- de feitelijke vervoeding van diervoeder aan de dieren, en de daarvoor benodigde activiteiten en omstandigheden op het dierhouderijbedrijf;
- de drinkwatervoorziening voor de dieren.

Afbakening van geografisch gebied

De risicobeoordeling betreft de diervoeders en activiteiten met diervoeders (verwerking, opslag, transport) op bedrijfslocaties in Nederland, inclusief de productie en transport tot de grens van

Nederland van diervoeder bestemd voor landen buiten de Europese Unie. Bij import (uit niet-EU-landen) en invoer (uit EU-landen) van diervoeders wordt de kwaliteit van het product op het moment van import/invoer, zoals vastgelegd als resultaat van een inspectie, als uitgangspunt genomen. In het buitenland uitgevoerde activiteiten worden niet beoordeeld.

Afbakening van gevaren en maatschappelijke waarden

De risicobeoordeling betreft risico's van chemische, fysische, microbiologische en fytosanitaire gevaren voor de plantgezondheid, diergezondheid en voedselveiligheid.

Beoordelingskader

BuRO heeft de risicobeoordeling plantaardige productieketen voor dierlijk gebruik uitgevoerd overeenkomstig de Wet Onafhankelijke Risicobeoordeling VWA. Hierbij zijn twee criteria, wetenschappelijke onderbouwing en onafhankelijkheid, van belang. Daarom heeft BuRO de risicobeoordeling zelfstandig opgezet en uitgevoerd. Betrokkenheid van andere onderdelen van de NVWA is niet toegelaten, tenzij dit was op initiatief van BuRO om aanvullende informatie te verkrijgen.

De adviezen zijn gericht op risicomanagement dat wordt uitgevoerd door NVWA-directies en het ministerie van LNV. Deze adviezen vloeien voort uit de beoordeling van risico's die zich voordoen. Hierbij is geen afweging gemaakt van bijvoorbeeld uitvoerbaarheid en kosten. Dit is expliciet een onderdeel van het risicomanagement dat deze risicobeoordeling daarvoor als basis gebruikt.

Deze rapportage is een risicobeoordeling. BuRO gebruikt als afbakening van het begrip 'risico' de definitie zoals deze is geformuleerd door Rosa (Rosa, 1988).

(A risk is:)

A situation or event in which something of human value (including humans themselves) has been put at stake and where the outcome is uncertain.

BuRO onderscheidt in het begrip risico dus de *kans* op een bedreiging van een waarde en het *effect* ervan. Bij de plantaardige productieketen voor dierlijk gebruik betreft het in hoofdzaak effecten op de waarden voedselveiligheid, diergezondheid en -welzijn en plantgezondheid.

Beheersing van risico's in de keten diervoeder

De risicobeoordeling van de diervoederketen is uitgevoerd tegen de achtergrond van, maar niet begrensd door, het bestaande kader voor de beheersing van risico's voor diervoederveiligheid. Potentieel grote gevaren in de keten zijn op basis van wettelijke maatregelen zodanig beheerst dat risico's voor diergezondheid, voedselveiligheid en plantgezondheid is verkleind. Risico's in de keten diervoeder worden beheerst op basis van regelgeving van de Europese Unie, kwaliteitsborging bij producenten en afnemers van diervoeders door private partijen en controlerende taken door de NVWA als bevoegde autoriteit van de overheid. De primaire verantwoordelijkheid voor de veiligheid van diervoeders ligt bij de diervoederproducenten.

Regelgeving

De belangrijkste regelgeving voor productie, handel en gebruik van diervoeder van de Europese Unie is vermeld in Tabel 1.1. Deze regelgeving is in Nederland geïmplementeerd in de Wet dieren, het Besluit diervoeders 2012, de Regeling diervoeders 2012 en het Besluit diergeneesmiddelen.

Tabel 1.1. Overzicht van de belangrijkste regelgeving van de Europese Unie voor de keten diervoeder.

Verordening (EG) 178/2002	'Algemene beginselen en voorschriften van de levensmiddelenwetgeving'. Hierin zijn de principes voor veilig diervoeder vastgelegd. Om de voedselveiligheid te waarborgen, moeten alle aspecten van de voedselproductieketen als één geheel worden beschouwd, vanaf de productie van diervoeders, met inbegrip van de primaire productie, tot en met het verkopen of verstrekken van voedsel aan de consument. Diervoeders mogen niet in de handel worden gebracht of aan voedselproducerende dieren worden vervoerd indien zij onveilig zijn. De primaire verantwoordelijkheid voor de veiligheid van diervoeders ligt bij de diervoederproducenten.
Verordening (EG) 767/2009	'Voorwaarden voor het in de handel brengen en het gebruik van diervoeders'

	Hier zijn de eisen voor veiligheid van diervoeders in meer detail beschreven. De verordening bevat gedetailleerde voorschriften voor etikettering, verpakking en aanbiedingsvorm van diervoeder om de veiligheid te borgen, bijvoorbeeld de vermelding van de diersoorten waarvoor het voeder is bestemd en de gehalten van inhoudsstoffen en ingrediënten van het voeder.
Richtlijn 2002/32/EG	Ongewenste stoffen in diervoeders. In aanvulling op de voorschriften van Verordening (EG) 767/2009 zijn maximale gehalten van ongewenste stoffen in diervoeders vastgesteld.
Verordening (EG) 183/2005	Voorschriften voor diervoederhygiëne. Deze verordening schrijft o.a. voor dat op HACCP-beginselen gebaseerde kwaliteitsbeheersingsystemen moeten worden toegepast en dat diervoederbedrijven moeten worden geregistreerd of erkend.
Verordening (EG) 1831/2003	Toevoegingsmiddelen en voormengsels voor diervoeding
Richtlijn 90/167/EG	Gemedicineerde diervoeders
Verordening (EG) 669/2009	Officiële controles op invoer van bepaalde diervoeders van niet-dierlijke oorsprong
Verordening (EG) 1829/2003 Verordening (EG) 1830/2003	GGOs in diervoeder en levensmiddelen, traceerbaarheid GGOs.
Richtlijn 2008/98/EG Gewijzigd bij Richtlijn 2018/851/EU	Basisregelgeving voor afvalstoffen Met de wijziging van Richtlijn 2018/851/EU zijn voedermiddelen die geen dierlijke producten bevatten buiten het toepassingsgebied van 2008/98/EG geplaatst. Bovendien is de overheid aangewezen om maatregelen nemen waarmee onderscheid wordt gemaakt tussen 'afval' en 'bijproduct', met inachtneming van criteria voor milieu en menselijke gezondheid.
Verordening (EG) 1069/2009	Basisverordening voor dierlijke bijproducten en afgeleide producten
Verordening (EG) 999/2001	Overdraagbare spongiforme encefalopathieën (TSE Verordening) Bij deze verordening is het gebruik van dierlijke eiwitten in diervoeders verboden en zijn uitzonderingen geformuleerd.
Verordening (EG) 142/2011	Uitvoeringsverordening voor Verordening (EG) 1069/2009
Verordening (EU) 294/2013	Wijziging van Verordening (EG) 142/2011, Afdeling 10 Bepaalde verwerkte dierlijke voormalige voedingsmiddelen (melk en melkproducten, eieren en eiproducten, honing, gesmolten vet, collageen en gelatine) mogen zonder verdere verwerking aan landbouwhuisdieren mag worden vervoerd. Daarmee is aangegeven dat deze verwerkte dierlijke producten een vergelijkbaar risico voor voederveiligheid vormen als plantaardige voormalige voedingsmiddelen.
Verordening (EU) 68/2013	Officiële catalogus van voedermiddelen Ter ondersteuning van de EU-regelgeving voor het in de handel brengen en het gebruik van diervoeders is een officiële catalogus van voedermiddel gepubliceerd. Het gebruik van deze catalogus is facultatief, maar als op het etiket van een diervoeder een voedermiddel wordt genoemd dat is vermeld in deze catalogus, moet dat voedermiddel voldoen aan de in de catalogus vermelde specificaties.
Richtlijn 2000/29/EG	Fytosanitaire richtlijn Beschermdende maatregelen tegen het binnenbrengen en de verspreiding in de Gemeenschap van voor planten en voor plantaardige producten schadelijke organismen.

Private kwaliteitsborging

Diervoederbedrijven

In de private sector zijn verschillende kwaliteitszorgsystemen ontwikkeld die de gehele productieketen diervoeder, inclusief het verbruik van diervoeders door veehouderijbedrijven, omvatten. Borging van de kwaliteit en voederveiligheid bij producenten van diervoeders vindt plaats via systemen als GMP+ FSA (omvat de gehele diervoedersector inclusief transport, op- en overslag), FAMI-QS (voor producenten van toevoegingsmiddelen) en EFISC-GTP (industriële productie van voedermiddelen). Borging bij verbruikers van diervoeders gebeurt via systemen

zoals IKB Nederland, IKB Ei en NZO. De aangesloten bedrijven geven daarmee invulling aan de eisen van Verordening (EG) 183/2005.

Een ander privaat kwaliteitssysteem is SecureFeed. SecureFeed ontwikkelt en beheert een borgingssysteem voor de voedselveiligheid van voedermiddelen, mengvoeders en toevoegingsmiddelen die haar deelnemers direct of indirect aan veehouders leveren en legt daarmee de nadruk op de diervoederveiligheid van diervoeders bij ingang in de laatste schakel van de keten diervoeder. De kern van het borgingssysteem is het Monitoringsplan diervoeders. Daar wordt de noodzakelijke frequentie van monitoring van mogelijke contaminanten in diverse diervoeders berekend op basis van de risicoclassificatie van de diervoeders en de te leveren hoeveelheden van elk diervoeder. Het Monitoringsplan wordt voortdurend aangepast aan wijzigingen in de risicoclassificatie en de volumes van leveringen van diervoeders. Op basis van de berekende monitoringsfrequentie wordt voor elke deelnemer aan SecureFeed een individueel monitoringsplan bepaald. De deelnemer voert bemonstering van partijen diervoeder uit op basis van dit individuele monitoringsplan. SecureFeed doet geen meldingen van overschrijdingen van actie- of afkeuringsgrenzen; indien in een partij de wettelijke afkeuringsgrens voor een contaminant wordt overschreden is de eigenaar van de partij zelf verantwoordelijk om de NVWA te informeren (Verordening (EG) 178/2002, Artikel 20).

Inzake plantgezondheid verricht de NAK (Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen) namens de NVWA inspecties in zaaizaad van voedergewassen en -granen met als doel deze te vrijwaren van gereguleerde ziekte- en plaagorganismen.

Veehouders

Aansluitend op deze kwaliteits- en veiligheidsborging bij producenten van diervoeders wordt de voederveiligheid bij de veehouders, als verbruikers van diervoeders, geborgd via bepalingen in kwaliteitssystemen van de dierlijke productiesector, zoals IKB Nederland en NZO. De borging van voederveiligheid bij veehouders is alleen administratief, er worden geen monsters van voedermiddelen onderzocht. Volgens de kwaliteitssystemen mogen diervoeders uitsluitend worden geleverd door bij SecureFeed gecertificeerde diervoederleveranciers (IKB Ei, 2018a; NZO, 2018) of door bedrijven met een GMP+ FSA of gelijkwaardig certificaat (IKB Varken, 2017). Bij gebruik van voedermiddelen van eigen teelt of buurmansteelt moet een VVAK (Voedsel- en Voederveiligheid Akkerbouw) certificaat aanwezig zijn (BO Akkerbouw, 2018). Bij IKB Varken moeten varkenshouders, die voor eigen gebruik mengvoeders met voormengsels of met toevoegingsmiddelen bereiden, daartoe geregistreerd zijn bij de NVWA, of hun varkens afwaarderen tot niet-IKB. Bij bereiding voor eigen gebruik moet de varkenshouder een aanvoeradministratie en een administratie van de samenstelling bijhouden.

Traceerbaarheid

De traceerbaarheid van partijen diervoeder is gebaseerd op registratie van leveranciers en afnemers per partij voeder door bedrijven in de keten, als onderdeel van kwaliteitssystemen zoals hiervoor beschreven. De relaties tussen leveranciers en afnemers per partij zijn daarmee inzichtelijk. Deze systemen bieden geen informatie over het samenvoegen of splitsen van partijen (De Jong et al, 2017). Juist deze handelingen kunnen bijdragen aan verspreiding van, en daarmee blootstelling aan, verontreinigingen met een risico voor diergezondheid. De afwezigheid van informatie hierover vergroot de onzekerheid bij de beoordeling van deze risico's.

Toezicht door de NVWA

De NVWA als 'bevoegde autoriteit' houdt toezicht op diervoederveiligheid, en verricht onder meer officiële controles op de naleving van de wetgeving inzake diervoeders en plantgezondheid (Verordening (EG) 882/2004). Deze controles zijn jaarlijks gespecificeerd op basis van het Meerjarig Nationaal Controleplan van de (NVWA, 2018a).

Bijlage 2

Beschrijving van de diervoederketen: omvang en samenstelling

In deze bijlage bij de Risicobeoordeling 'Plantaardige productieketen voor dierlijk gebruik' wordt beschreven via welke ketenschakels plantaardige voedermiddelen in Nederland beschikbaar komen voor vervoeding aan dieren, met bijzondere aandacht voor de processen, handelingen en situaties die verband houden met de introductie en beheersing van gevaren voor voedselveiligheid, diergezondheid en plantgezondheid. De keten eindigt bij de diervoeders zoals ontvangen op Nederlandse veehouderijbedrijven of, voor bedrijven die zelf diervoeder mengen of bijmengen, bij het geproduceerde voer op veehouderijbedrijven. De feitelijke vervoeding op veehouderijbedrijven valt buiten de scope; deze wordt besproken in een afzonderlijk gepubliceerde beoordeling van de risico's van diervoeder voor diergezondheid en -welzijn. Deze ketenbeschrijving heeft als doel om de risicobeoordeling te structureren en beoogt niet een economische analyse van de productieketen voor diervoeder te zijn. Kwantitatieve informatie over voor 2014-2016 is ontleend aan Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS, 2018), rapportages van bedrijven en koepelorganisaties en overige publicaties, en gebruikt om de orde van grootte van productstromen aan te geven.

In de plantaardige productieketen worden sommige gewassen geteeld waarvan het hoofdproduct bestemd is voor gebruik als diervoeder, zoals gras, snijmais, voedergranen en andere voedergewassen. Andere gewassen leveren hoofdproducten die bestemd zijn voor menselijke consumptie, tuinen, bossen en sierdoeleinden, grondstoffen in industriële productie of energieproductie. Bij de verwerking van deze producten ontstaan bijproducten die gebruikt kunnen worden voor diervoeder, maar ook voor co-vergisting en andere toepassingen. Slechts een klein deel van de plantaardige producten die in Nederland worden verwerkt tot diervoeders zijn ook in Nederland geteeld; ongeveer 90% is afkomstig van in het buitenland geteelde gewassen. Deze producten worden in verschillende ketenschakels en in verschillende stadia van bewerking ingevoerd uit lidstaten van de Europese Unie en geïmporteerd uit landen buiten de Europese Unie.

Bij de productie van mengvoeders door diervoederproducenten worden plantaardige voedermiddelen, mineralen, toevoegingsmiddelen (vitaminen, spoorelementen, enzymen, aminozuren, conserveermiddelen, etc.) dierlijke voedermiddelen, en technische hulpstoffen gemengd en gemalen. Ruim 95% van het volume van de grondstoffen voor mengvoeder wordt gevormd door de plantaardige voedermiddelen. De productieketens van de niet-plantaardige voedermiddelen, toevoegingsmiddelen en technische hulpstoffen worden hier niet besproken, maar wel de gevaren die mogelijk met het gebruik van deze producten zijn verbonden. De keten diervoeder is in dit rapport opgedeeld in deelketens, waarbij per deelketen de (bij)producten zijn benoemd die als diervoeder kunnen worden gebruikt. Bijna 600 (bij)producten worden onder veel benamingen in Nederland als diervoeder verhandeld (GMP+ International, 2018a; SecureFeed, 2018a), maar in deze ketenbeschrijving worden alleen de typen diervoeder per deelketen besproken. Afsluitend worden aandachtspunten die gezamenlijk zijn voor één of meerdere deelketens besproken.

- 1. Primaire plantaardige productie: voedergewassen**
- 2. Verwerking van granen**
- 3. Verwerking van oliehoudende zaden**
- 4. Verwerking van aardappelen**
- 5. Verwerking van suikerhoudende gewassen**
- 6. Verwerking van groenten en fruit**
- 7. Verwerking van voormalige voedingsmiddelen**
- 8. Toevoegingsmiddelen en voormengsels**
- 9. Mengvoeders**
- 10. Opslag en menging van diervoeders op veehouderijbedrijven**
- 11. Overstijgende aandachtspunten**

1 Primaire plantaardige productie: voedergewassen

Voedergewassen zijn gewassen waarvan het hoofdproduct bestemd is voor gebruik als diervoeder: gras, snijmais, 'Corn Cob Mix' (CCM), luzerne en voederbieten. Naast de typische voedergewassen worden ook de in Nederland geteelde granen vooral als diervoeder gebruikt: tarwe, gerst, haver, rogge, triticale en korrelmais. Granen worden daarom ook tot deze deelketen gerekend. De teelt

van gewassen, waarvan het hoofdproduct bestemd is voor andere doelen dan diervoeder, is geen onderdeel van deze deelketen. De verwerking van geogste producten, waarbij bijproducten ontstaan die voor diervoeder worden gebruikt, is besproken in hoofdstukken 2 – 6. Deze deelketen omvat verschillende ketenschakels voor de veredeling van nieuwe rassen, de productie, invoer en import van uitgangsmateriaal (zaaizaad), de teelt, invoer en import van geogste eindproducten, de bewaring van eindproducten en de verwerking van eindproducten. De verwerking van granen wordt besproken in hoofdstuk 2 (Verwerking van plantaardige producten: granen). Transport van producten treedt in elke ketenschakel op. Bij de handel is het onderscheid tussen invoer (uit EU Lidstaten) en import (uit staten buiten de EU) van belang vanwege verschillen in gevaren samenhangend met agrarische regelgeving en productieomstandigheden in de herkomstlanden. De verwerking betreft uitsluitend lichte processen, zoals drogen van hooi en verhakselen en inkuilen van snijmais. De vervoeding van voedergewassen door veehouders, inclusief de weidegang (directe consumptie van groeiend gras door graasdieren), valt buiten de scope.

1.1. Ketenschakel: Veredelingsbedrijven

Nieuwe cultivars voor voedergewassen worden ontwikkeld door veredelingsbedrijven. De belangrijkste doelen van verdeling zijn opbrengstverhoging, teelteigenschappen en verteerbaarheid (Van Zessen, 2011). Tijdens verschillende verdelingsfasen wordt veel plantmateriaal geproduceerd in laboratoria, kassen en op proefvelden. Slechts een klein deel van het plantmateriaal wordt uiteindelijk geregistreerd als cultivar. Het overige plantmateriaal wordt vernietigd of bewaard voor toekomstige kruisingen.

Veredeling gericht op resistentie tegen schadelijke organismen is bij voedergewassen van secundair belang en is vaak moeilijk te realiseren in combinatie met de andere verdelingsdoelen (Veronesi et al., 2006; Van Zessen, 2011). Daarom vindt risicovol experimenteel onderzoek, waarbij populaties van gereguleerde schadelijke organismen worden gebruikt om resistentie-eigenschappen van nieuwe cultivars te toetsen, slechts weinig plaats.

Er is slechts één genetisch gemodificeerde cultivar voor voedergewassen geregistreerd op de Nationale Rassenlijst: Mon810, een herbicide-tolerant ras van mais. Het ras wordt in Nederland echter niet geteeld.

1.1.1. Inputs in de keten

Er vindt invoer uit EU-lidstaten en import uit overige landen van plantmateriaal plaats omdat de meeste veredelingsbedrijven vestigingen hebben in meerdere landen, waarbij materiaal tussen de vestigingen wordt uitgewisseld. Deze uitwisseling onderscheidt zich van invoer en import in andere ketenschakels omdat de producten niet buiten het bedrijf worden verhandeld. Desondanks kunnen bij deze uitwisseling voor planten schadelijke organismen, met name zaad-overdraagbare virussen en bacteriën, in Nederland worden geïntroduceerd.

1.1.2. Outputs uit de keten

De hoofdproducten van veredeling zijn partijen zaad van cultivars, die volgens het kwekersrecht zijn geregistreerd en vermeld zijn in de nationale rassenverkeerslijst. De partijen zijn opgeslagen op het veredelingsbedrijf dat houder is van het kwekersrecht van de cultivar. Met dit oorspronkelijke materiaal wordt jaarlijks een kleine hoeveelheid hoogwaardig zaad vermeerderd, dat als uitgangsmateriaal dient voor de productie van zaaizaad, bestemd voor de teelt van eindproducten.

Er zijn geen bijproducten van verdelingsbedrijven die als grondstof voor diervoeder worden gebruikt.

1.2. Ketenschakel: bedrijven met productie van zaaizaad

Zaaizaad van geregistreerde cultivars voor voedergewassen wordt geproduceerd door de veredelingsbedrijven zelf of door akkerbouwbedrijven onder contract met het veredelingsbedrijf. De productie van zaaizaad in Nederland betreft voornamelijk grassen, tarwe en gerst (tabel 2.1, kolommen "NL areaal" en "NL productie"). Het zaad, dat uitgangsmateriaal is voor de productie van zaaizaad, wordt geleverd door het veredelingsbedrijf dat houder is van het kwekersrecht van de betreffende cultivar. Tijdens de teelt van zaaizaad worden gewasbeschermingsmiddelen toegepast door de teler. Tijdens de bewaring of direct voor levering, kunnen geogste partijen zaaizaad van granen en mais worden behandeld met gewasbeschermingsmiddelen of niet-chemische methoden om aantasting door kiem- en bodemschimmels en insecten en vraat door vogels na het zaaien te voorkomen. Voor, tijdens en na de teelt worden officiële controles uitgevoerd door de keuringsdienst voor zaaizaden (in Nederland: de NAK) conform de fytosanitaire richtlijn en de verkeersrichtlijnen van de EU (Richtlijn 2000/29/EU, Richtlijn 66/401/EEG) en normen en procedures van de International Seed Testing Association (ISTA). De kwaliteit en de identiteit van partijen zaaizaad wordt hiermee geborgd. Elke handelsverpakking van de partij wordt door de

keuringsdienst gecertificeerd en gesloten. Het geogste zaaizaad wordt opgeslagen in opslaglocaties van de veredelingsbedrijven die eigenaar zijn van het zaaizaad.

Tabel 2.1. Productie, internationale handel en verbruik (ton) in Nederland van zaaizaad voor voedergewassen en granen, gemiddeld over 2014-2016 (CBS, 2018; NAK, 2018).

Product	NL Areaal (ha)	NL Productie (ton)	Invoer (ton)	Import (ton)	NL Voorraad (ton)	Uitvoer en export (ton)	NL Verbruik (ton)
Zaaizaad grassen	12.472	17.220	18.454	9.732	45.406	30.531	14.874
Zaaizaad tarwe	3.216	18.735	327.554	69	346.358	27.617	318.741
Zaaizaad gerst	890	3.767	11.935	2	15.704	151	15.553
Zaaizaad rogge	56	182	5.140	0	1.422	69	5.253
Zaaizaad haver	53	190	1.020	213	5.323	693	730
Zaaizaad mais	13	59	17.080	4.525	21.664	13.115	8.549
Zaaizaad spelt	8	21	11.421	0	11.442	8.402	3.040

1.2.1. Inputs in de ketenschakel

Zaaizaad als uitgangsmateriaal voor de teelt van zaaizaad wordt geleverd door de veredelingsbedrijven die eigenaar zijn van de betreffende rassen. Tijdens de teelt worden kunstmeststoffen, gewasbeschermingsmiddelen en zaadbehandelingsmiddelen toegepast.

1.2.2. Outputs van de ketenschakel

De hoofdproducten van deze ketenschakel zijn partijen geogste zaaizaden voor de teelt van voedergewassen en granen. Bijproducten van de teelt van zaaizaad voor granen worden niet gebruikt voor diervoeder. Het bijproduct van de teelt van graszaad, graszaadhooi, wordt gebruikt als ruwvoeder voor graasdieren. Voor de productie van graszaad wordt het gras echter vaak besmet met endofytische schimmels om de planten sterker te maken. In dat geval is het stro ongeschikt voor diervoeder vanwege het door de endofyten geproduceerde mycotoxine lolitrem dat giftig is voor dieren (GD, 2018b).

De opslag van geogste partijen zaaizaad vindt plaats in opslaglocaties van de veredelingsbedrijven die eigenaar zijn van het zaaizaad. Een groot deel van de productie van zaaizaad voor gebruik in Nederland vindt plaats in het buitenland (tabel 2.1), gecoördineerd door de buitenlandse vestiging van het veredelingsbedrijf dat eigenaar is van de betreffende cultivar. In het buitenland geogste partijen zaaizaad worden door de Nederlandse eigenaar ingevoerd of geïmporteerd, en opgeslagen. Een deel van de voorraad wordt weer uitgevoerd naar andere Lidstaten en derde landen. In tabel 2.1 zijn de productie van zaaizaad in Nederland, de invoer en import uit respectievelijk EU-lidstaten en derde landen, de uitvoer uit Nederland en het verbruik van zaaizaad in Nederland weergegeven. Graszaad in Nederland is voor ruim 60% afkomstig uit het buitenland. Belangrijke herkomstlanden in de EU zijn Denemarken en Duitsland, en buiten de EU Nieuw-Zeeland, Canada, VS en Argentinië. Voor gerst en haver bedraagt de Nederlandse productie van zaaizaad respectievelijk 24% en 13% van het totale aanbod. Voor de overige voedergewassen bedraagt de Nederlandse productie van zaaizaad 5% of minder van het aanbod. De productie van zaaizaad voor granen vindt voornamelijk in Frankrijk en Duitsland plaats.

1.3. Ketenschakel: bedrijven met productie van eindproducten van voedergewassen

Gras

Gras wordt geproduceerd op ongeveer de helft van de totale oppervlakte cultuurgrond in Nederland. Circa 90% van de oppervlakte grasland behoort tot graasdierbedrijven. Ongeveer 75% is blijvend grasland dat voor een groot deel wordt benut voor weidegang. Weidegang wordt uitgevoerd op 76% van de bedrijven met melkvee (gemiddelde 2014-16; CBS, 2018). Op het overige, tijdelijke, wordt gedurende 1 – 3 jaar gras gemaaid, waarna een ander gewas wordt geteeld.

Grasland wordt bemest met kunstmest, drijfmest (is een mengsel van vaste mest en vloeibare mest (gier) van dierlijke oorsprong) en weidemest (mest die bij beweiding direct door grazende dieren op het grasland wordt uitgescheiden).

In grasland kunnen voor dieren giftige planten voorkomen. Andere ongewenste planten, maar ook schadelijke insecten, kunnen de grasgroei beperken waardoor opbrengstderving optreedt. Onkruiden en plagen in grasland worden bestreden met preventieve maatregelen, mechanische bestrijding en gewasbeschermingsmiddelen (herbiciden en insecticiden). Na toepassing van herbiciden of pesticiden moet een wachttijd worden aangehouden voordat gemaaid mag worden of het vee in de wei gebracht mag worden. De wachttijd is afhankelijk van het toegepaste middel.

Gemaaid gras wordt verwerkt tot graskuil, grasbalen of hooi. Bij graskuil en grasbalen vindt conservering van het product plaats door omzetting van suikers in melkzuur door melkzuurbacteriën. De kwaliteit van een graskuil wordt gekarakteriseerd door de conserveringsindex en de broeigevoeligheid (Eurofins Agro, 2018). Een goede kwaliteit kan wordend behaald door juiste uitvoering van het inkuilen. In de praktijk worden grote verschillen in kwaliteit van graskuilen geconstateerd (De Heus, 2018). Gras kan tot hooi worden gedroogd door droging in de buitenlucht of door kunstmatige droging.

Snijmais en Corn Cob Mix (CCM)

Bij de teelt van mais wordt op de meeste bedrijven geen vruchtwisseling toegepast. Voorafgaand aan het groeiseizoen wordt bemesting uitgevoerd met dierlijke mest en kunstmest en wordt mechanische en/of chemische onkruidbestrijding toegepast. Tijdens het groeiseizoen worden gewasbeschermingsmiddelen gebruikt ter bestrijding van ziekten en plagen. Snijmais wordt voornamelijk geproduceerd op graasdierbedrijven en is grotendeels bestemd voor eigen gebruik als ruwvoeder voor melkvee. Tijdens de oogst wordt de stengel van de plant kort boven de grond afgemaaid waarna deze geheel wordt verhakseld. Het product wordt opgeslagen in kuilen of slurven, waarbij het product door vorming van melkzuur wordt geconserveerd. CCM-mais wordt voornamelijk geproduceerd op hokdierbedrijven en is grotendeels bestemd voor eigen gebruik in varkensvoeder. Bij CCM-mais worden alleen de maiskorrels geoogst, gemalen en ingekuuld. Het product bevat minder ruwe celstof en vezels dan snijmais en heeft een hogere energiewaarde, en is daardoor geen ruwvoeder.

Luzerne

Luzerne is een meerjarig vlinderbloemig gewas dat vooral op akkerbouwbedrijven wordt geteeld. Gedurende de groeiperiode van 3-4 jaar nemen de populaties van voor luzerne schadelijke organismen (bodemschimmels, stengelaaltjes en virussen) toe. Een ruime rotatie, waarbij gedurende 4-6 jaar andere gewassen worden geteeld, is noodzakelijk om deze populaties tot niet-schadelijke dichtheden terug te brengen (Boxem et al., 1999). Ziekten en plagen worden met rassenkeuze en vruchtwisseling bestreden. Luzerne wordt geoogst door maaien, waarbij vier snedes per jaar mogelijk zijn. Het product wordt ingekuuld, in balen geperst of tot hooi gedroogd in de buitenlucht of door kunstmatige droging.

Tabel 2.2. Teelt van voedergewassen; arealen en opbrengsten gemiddeld over 2014-16. (CBS, 2018).

Product	NL productie		
	areaal (ha)	productie (ton)	Bedrijfstype(n)
Voedergewassen			
Gras	992.200	6.662.667	GRAAS
Snijmais	219.078	8.993.848	GRAAS, AKK
Corn Cob Mix (CCM-mais)	4.492	55.116	HOK
Luzerne	7.132	106.980	AKK, GRAAS
Voederbieten	470	47.000	GRAAS, AKK
TOTAAL voedergewassen	1.223.371	15.865.611	
Granen			
Tarwe	137.581	1.206.873	AKK
Gerst	31.744	220.796	AKK
Korrelmais	10.968	126.274	AKK, HOK
Haver	1.587	8.389	AKK
Rogge	1.653	6.223	GRAAS, AKK
Triticale	1.309	7.238	AKK, GRAAS
TOTAAL Granen	184.842	1.575.793	
Totaal	1.408.213	17.441.404	

1.3.1. Inputs in de ketenschakel

Zaaizaad, mogelijk behandeld met zaadbehandelingsmiddelen, wordt geleverd door de veredelingsbedrijven die eigenaar zijn van de betreffende rassen of door zaadhandelaren. Tijdens de teelt worden dierlijke mest, kunstmeststoffen en gewasbeschermingsmiddelen toegepast.

Er worden in Nederland geen genetisch gemodificeerde gewassen geteeld (Reidsen, 2018).

1.3.2. Outputs uit de ketenschakel

In deze ketenschakel worden hoofdproducten geproduceerd die bestemd zijn voor vervoeding van dieren: vers gras, grasbaal, hooi, luzernehooi, kuilvoer van gras, snijmais, CCM en luzerne, voederbieten en granen. Er zijn geen bijproducten bestemd voor diervoeder. Het belangrijkste gebruik van stro in de veehouderij is als bodemmateriaal.

De producten, met uitzondering van granen, worden voornamelijk opgeslagen op de bedrijven waar ze geproduceerd zijn. Ze worden door de bedrijven zelf gebruikt. Circa 98% van het ruwvoer is geconserveerd als kuilvoer, grasbaal of wordt via beweiding gevreten. Grashooi en luzernehooi worden na drogen door groenvoederdrogerijen opgeslagen bij de veehouder of doorverkocht aan fouragebedrijven of mengvoederproducenten. In Nederland zijn zes groenvoederdrogerijen en ca 100 fouragebedrijven. De meeste bedrijven verhandelen alleen binnenlands hooi, stro en luzerne, maar sommige bedrijven hebben invoer van fourage uit EU-lidstaten (o.a. wikke uit Spanje, luzerne en hooi uit Frankrijk, België en Duitsland). Nederland verbruikt jaarlijks circa 16 miljoen ton groenvoedergewassen, waarvan 15,8 miljoen ton (99%) in de vorm van gras en snijmais, die nagenoeg geheel in Nederland zijn geproduceerd. Invoer en import van voedergewassen is zeer beperkt. Er is in 2014-16 gemiddeld bijna 100.000 ton hooi, luzerne, klover, etc. en ruim 30.000 ton luzerne (in de vorm van meel en pellets) ingevoerd.

Granen van Nederlandse akkerbouwbedrijven worden, soms na een korte periode van opslag op het akkerbouwbedrijf, ingenomen door graancollecteurs (graanhandelaren). Graancollecteurs zijn boerencoöperaties of onafhankelijke bedrijven. De meeste collecterende bedrijven beperken zich tot een bepaalde regio in Nederland (Bunte et al., 2009). Het graan wordt opgeslagen en verkocht aan mengvoederproducenten, veehouders, meelfabrieken en mouterijen. Graancollecteurs hebben eigen opslagcapaciteit, maar sommige huren (een deel van) de benodigde capaciteit in bij op- en overslagbedrijven. De partijen worden bewaard in silo's onder geconditioneerde omstandigheden. De verwerking van granen wordt in meer detail besproken in Sectie 2, Verwerking van granen.

2 Verwerking van granen

2.1. Afbakening

De deelketen begint met graancollecteurs, die in Nederland geproduceerde partijen graan leveren aan diverse afnemers: mengvoederproducenten, veehouders, brouwerijen, maalderijen, andere verwerkende bedrijven en handelaren. Tarwe, gerst en korrelmais zijn de belangrijkste granen die in Nederland worden verwerkt. Tarwe wordt op basis van eiwitsamenstelling en -gehalte onderscheiden in voertarwe, bestemd voor zetmeelwinning of diervoeder, en baktarwe bestemd voor verwerking tot meel voor brood en bakkerijproducten. De meeste in Nederland geteelde tarwecultivars zijn niet geschikt als baktarwe (Groen kennisnet, 2018b). Gerst wordt onderscheiden in brouwgerst, bestemd voor de mouterij, en voergerst, bestemd voor diervoeder. Ook deze eigenschappen zijn genetisch bepaald. Korrelmais is bestemd voor diervoeder, zetmeelwinning en bio-ethanol. Rijst wordt niet in Nederland geteeld, maar bijproducten van in Nederland verwerkte rijst worden in diervoeder verwerkt.

De bijdrage van in Nederland geproduceerde granen aan de totale hoeveelheid in Nederland beschikbare granen bedraagt slechts 12%. Het overige deel van de Nederlandse graanvoorraad wordt door graanhandelaren en door verwerkende bedrijven zelf ingevoerd uit andere lidstaten van de EU of geïmporteerd uit landen buiten de EU. Voor verwerking worden partijen graan opgeslagen in silo's van de graancollecteurs, handelsbedrijven en verwerkende bedrijven, maar ook, in opdracht van de eigenaar van de partij, op gespecialiseerde opslag- en overslagbedrijven. Tijdens opslag en overslag kunnen Nederlandse en buitenlandse partijen in één silo worden opgeslagen of worden gemengd, gesplitst of samengevoegd, waarbij informatie over de herkomst verloren kan. De partijen worden opgeslagen onder geconditioneerde omstandigheden.

Op bedrijven met opslag en overslag van onbewerkt graan kunnen diverse andere activiteiten plaatsvinden, zoals de productie van mengvoerders, het drogen, schonen en pletten van graan, de opslag van andere producten dan granen (andere geoogste of ingevoerde producten en bijproducten van verwerking van plantaardige producten) en diensten die niet zijn gerelateerd aan graanhandel (o.a. logistiek en transport van overige producten, loonwerkzaamheden, opslag en overslag en verkoop van gewasbeschermingsmiddelen, meststoffen en zaaizaden, en opslag van restproducten voor vergisting of afvalverwerking).

De deeltketen eindigt met de levering van bijproducten van de verwerking van granen aan diervoederproducenten, handelaren en dierhouders. Deze levering kan direct gebeuren of via diverse stadia van collectie, opslag, overslag en transport. De jaarlijks verwerkte hoeveelheid en belangrijkste herkomst van de granen is weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3. Jaarlijks verbruik en herkomst van in Nederland verwerkte tarwe, korrelmais en gerst, gemiddelden van 2014-2016 (CBS, 2018).

Product	NL Productie (ton)	Invoer (ton)	Import (ton)	NL Voorraad (ton)	Uitvoer en export (ton)	NL Verbruik (ton)
Tarwe	1.206.873	4.494.922	111.256	5.813.050	488.257	5.324.793
Gerst	220.796	1.777.966	4.172	2.002.934	79.453	1.923.481
Korrelmais	126.274	2.170.939	2.753.761	5.050.974	556.663	4.494.311
Haver	8.389	88.884	10	97.284	11.631	85.653
Rogge	6.223	130.655	113	136.991	5.977	131.014
Rijst padie	0	4.834	26	4.860	2.356	2.504
Rijst gedopt	0	25.284	98.228	123.512	4.819	118.694
Rijst halfwit/volwit	0	33.980	65.727	99.707	133.785	-34.078
Rijst breukrijst	0	31.713	26.711	58.424	40.999	17.425
TOTAAL Granen	1.568.555	8.759.179	3.060.005	13.387.736	1.323.940	12.063.796

De verschillende granen worden in Nederland verwerkt door verschillende type bedrijven:

- mengvoederproducenten (8.000.000 ton/jaar)
- maalderijen en bakkerijen (2.700.000 ton/jaar)
- mouterijen en brouwerijen (361.000 ton/jaar)
- rijstverwerkende bedrijven (87.000 ton/jaar)
- producenten van zetmeel en bio-ethanol (1.00.000 ton/jaar)
- veehouders

Afhankelijk van de wijze van verwerking ontstaan verschillende bijproducten die als grondstof worden verwerkt door diervoederproducenten en veehouders.

2.2. Proces: maalderij en bakkerij

Voornamelijk Frans en Duits graan wordt na ontvangst op de maalderij gereinigd van grove verontreinigingen zoals zand, steentjes, zaden en ijzerdeeltjes. Na melangeren wordt het graan opgeslagen bij een vochtpercentage < 16% om insectenvraat te voorkomen. Direct voor het malen wordt het graan nogmaals gezeefd. Tijdens het malen ontstaan droge bijproducten voor gebruik als diervoeder zoals zemelen (20% van het bruto graangewicht), slijpsel (gerstepelmeel, rijstevoermeel), nameel (tarwevoerbloem), voerhaverhout en griespellets (gepelleteerd mengsel van alle organische bijproducten afkomstig van de vermalen van graan).

De hoofdproducten (diverse typen meel) worden geleverd aan industriële bakkers, grootambachtelijke bakkers en kleinambachtelijke bakkers. Bij de verwerking van meel door bakkerijen worden broodverbetermiddelen toegevoegd, waarvan sommige zuivelproducten of eieren bevatten. Bij de bakkerijen ontstaan bijproducten zoals onverkoopbaar (niet geleverd) brood en restdeeg.

Bijproducten van maalderijen worden niet alleen in Nederland geproduceerd, maar ook ingevoerd of geïmporteerd (tabel 2.4).

Tabel 2.4. Productie, handel en voorraad van bijproducten van maalderijen en bakkerijen in Nederland, gemiddelden van 2014-2016 (CBS, 2018).

Product	NL Productie (ton)	Invoer (ton)	Import (ton)	NL Voorraad (ton)	Uitvoer en export (ton)	NL Verbruik (ton)
Bijproducten maalderij tarwe	666.667	353.825	8	1.020.500	116.563	903.937
Bijproducten maalderij mais	p.m.	82.220	3	82.223	7.244	74.980
Bijproducten maalderij overig	p.m.	20.303	7	20.310	43.845	-23.535
Bijproducten rijstverwerking)	21.780	8.680	581	31.041	4.200	26.841

2.3. Proces: mouterij en brouwerij

In Nederland zijn er drie mouterijen (Euromalt, 2018) en ca 370 brouwerijen (CBS, 2017). In mouterijen wordt van brouwergerst het hoofdproduct moutschroot geproduceerd, voornamelijk bestemd voor bierbrouwerijen. Daarbij ontstaat het droge bijproduct moutkiemmeel (gedroogde, gemalen kiemwortels van gekiemde gerst in de vorm van meel of pellets). Moutkiemmeel is 20% van het oorspronkelijke graangewicht. Er worden geen vochtige bijproducten geproduceerd. Brouwerijen produceren bier van gemoute en ongemoute granen. Daarbij ontstaan de vochtige bijproducten bierbostel (waaraan meestal het bijproduct eiwitcoagulaat is toegevoegd), biergist en voerbier.

De productie, handel en voorraad van bijproducten van mouterijen en brouwerijen zijn weergegeven in tabel 2.5.

Tabel 2.5. Productie, handel en voorraad van bijproducten van mouterijen en brouwerijen in Nederland, gemiddelden van 2014-2016 (Euromalt, 2018; OPNV, 2018a).

Product	NL Productie (ton)	Invoer (ton)	Import (ton)	NL Voorraad (ton)	Uitvoer en export (ton)	NL Verbruik (ton)
Mouterij: moutkiemmeel	90.250	0	0	90.250	0	90.250
Brouwerij (bierbostel)	620.000	p.m.	p.m.	620.000	p.m.	620.000

2.4. Proces: productie zetmeel en -derivaten en bio-ethanol

In Nederland is één bedrijf met twee locaties waar tarwe en mais worden verwerkt tot zetmeel, zetmeelderivaten, gluten en ethanol en één bedrijf waar mais (voornamelijk afkomstig uit het gebied rond de Zwarte Zee) wordt verwerkt tot bio-ethanol.

Voor de productie van zetmeel wordt het graan wordt geschoond en gemalen, waarbij de bijproducten zemelen en kiemen worden gescheiden van het zetmeelhoudende meel. Het meel wordt samengevoegd met water, waarna het hoofdproduct (de zetmeelhoudende componenten) wordt gescheiden van de bijproducten (vezels, gluten) en een suikerrijk watermengsel overblijft. Dit watermengsel wordt gefermenteerd waarbij suikers worden omgezet in ethanol en het bijproduct tarwegistconcentraat wordt gevormd. Bij mais wordt aanvullend uit de maiskiemen olie gewonnen, waarbij maiskiemschroot als bijproduct wordt gevormd. De verschillende bijproducten kunnen worden samengevoegd en kunstmatig gedroogd. In het proces wordt gebruikt gemaakt van enzymen, gisten en proces-chemicaliën (antioxidanten, micro-organismenremmers) en smeer- en onderhoudsmiddelen voor de machines, die mogelijk een gevaar vormen voor contaminatie van bijproducten. Ongunstige condities tijdens opslag van granen en bijproducten kunnen gevaren bevorderen, zoals groei van micro-organismen en productie van mycotoxinen.

Tijdens het verwerkingsproces worden als bijproducten gevormd: maisgluten, maisglutenvoer, maiskiemschroot, tarwegistconcentraat, tarwevoer, tarweglutenvoer, vitaal tarwegluten.

Voor de productie van bio-ethanol wordt de mais gemalen en gereed gemaakt voor fermentatie. Na toevoeging van gist worden de suikers omgezet in ethanol, waarna de ethanol door destillatie uit het mengsel wordt geïsoleerd. Het residu wordt in een aantal processtappen ingedampt en gedroogd tot 'Dried Distillers Grains and Solubles (DDGS)' met een drogestof gehalte van 92%.

Tabel 2.6. Productie, handel en voorraad van bijproducten van zetmeelwinning en ethanol uit granen in Nederland, gemiddelden van 2014-2016 (CBS, 2018).

Product	NL Productie (ton)	Invoer (ton)	Import (ton)	NL Voorraad (ton)	Uitvoer en export (ton)	NL Verbruik (ton)
Bijproducten zetmeelwinning						
Tarwezetmeel (bijproduct)	898.333		301.683	1.201.014	77.506	1.123.508
Maisglutenvoer	161.667		155.131	316.800	64.128	252.672
Bijproducten maisverwerking aantekening (GN) 5 op hoofdstuk 23 (maiszetmeel)			645.871	652.253	202.908	449.345
Tarwegist Concentraat	715.000			715.000		715.000
Bijproducten ethanolproductie:						
DDGS	p.m.	264.820	837	265.657	77.506	188.151

3 Verwerking van oliehoudende zaden

De hoeveelheid in Nederland geproduceerde oliehoudende zaden is zeer klein in vergelijking met de geïmporteerde en ingevoerde hoeveelheid. Oliehoudende zaden worden verwerkt ('gecrusht') tot ruwe plantaardige olie, waarbij eiwitrijke bijproducten ('schroot') ontstaan die geschikt zijn als grondstof voor diervoeder. De ruwe plantaardige olie wordt vervolgens geraffineerd tot zuivere plantaardige olie en diverse afgeleide producten, waarbij eveneens bijproducten worden gevormd die in diervoeder worden verwerkt. Behalve oliehoudende zaden worden ook de bijproducten van in het buitenland verwerkte oliezaden geïmporteerd. De belangrijkste oliehoudende zaden die in Nederland worden verwerkt (op basis van hoeveelheid verwerkt product) zijn sojaboon, koolzaad/raapzaad en zonnebloemzaad. Aardnoot (pinda), hennep, katoenzaad, lijnzaad, meloenzaad, papaverzaad, saffloerzaad en sesamzaad worden in kleinere volumes verwerkt (tabel 2.7).

Cultivars van koolzaad kunnen worden onderscheiden op basis van het gehalte erucazuur en op het gehalte aan glucosinolaten. Erucazuur is een component van koolzaadolie en komt na persing niet in het schroot voor. Glucosinolaten zijn glucose-stikstof-zwavelverbindingen die na persing van koolzaad achterblijven in het schroot, waardoor cultivars met glucosinolaten niet geschikt zijn voor verwerking in diervoeder. Er zijn cultivars ontwikkeld met lage gehalten van zowel erucazuur als glucosinolaten ('dubbelnulrassen') die geschikt zijn voor consumptie door mensen en dieren. Schroot van koolzaad voor biodieselproductie met een hoog gehalte aan glucosinolaten is niet geschikt voor gebruik in diervoeder (Ingels et al., 2013) maar kan wel worden vergist. Een zorgvuldige etikettering is hier noodzakelijk.

Tabel 2.7. Productie en handel van oliehoudende zaden en van bijproducten van verwerking van oliehoudende zaden ('schroot'), gemiddelden van 2014-16 (CBS, 2018).

Product	NL Productie (ton)	Invoer (ton)	Import (ton)	NL Voorraad (ton)	Uitvoer en export (ton)	NL Verbruik (ton)
Oliehoudende zaden						
Sojabonen	444	91.421	4.138.772	4.230.637	1.129.905	3.100.732
Grondnoten	0	22.913	298.046	320.958	147.921	173.037
Kool-/raapzaad laag eruca	8.117	615.309	620.795	1.244.221	855.673	388.548
Kool-/raapzaad hoog eruca	-	8.962	1.369	10.331	8.215	2.116
Zonnebloemzaad	0	607.487	57.935	665.422	56.658	608.764
Lijnzaad	27	49.544	9.793	59.364	26.702	32.662
Sesamzaad	0	1.549	21.412	22.961	15.798	7.163
Mosterdzaad	0	5.169	9.170	14.339	8.886	5.453
Hennepzaad	0	5.320	6.035	11.354	6.546	4.808
Papaverzaad	930	2.412	6.232	9.573	8.101	1.473
Saffloerzaad	0	798	3.123	3.921	2.764	1.157
Meloenzaad	0	1	133	134	102	32
Palmnoten en palmpitten	0	0	3	3	1.784	-1.780
Katoenzaad	0	0	5	5	0	5
TOTAAL oliehoudende zaden	9.518	1.410.883	5.172.823	6.593.224	2.269.055	4.324.168
Bijproducten van oliehoudende zaden						
Sojaschroot	2.170.512	192.106	3.541.641	5.904.259	3.738.037	2.166.221
Grondnotenschroot	0	59	0	59	7.321	-7.262
Koolzaadschroot laag eruca	194.274	991.058	3	1.185.336	327.705	857.631
Koolzaadschroot hoog eruca	1.058	196.291	86	197.436	18.452	178.984
Zonnebloemzaad-schroot	365.258	126.491	388.426	880.175	335.090	545.085
Lijnzaadschroot	19.597	13.749	1	33.347	3.697	29.650
Katoenzaadschroot	0	0	12	12	7	5
Kokosschroot, kopra	0	190	77	268	14	253
Palmnoten en palmpitten schroot	0	325.740	978.714	1.304.453	425.121	879.332
Maiskiemschroot	0	18.819	16	18.835	78	18.757
TOTAAL schroot	2.750.700	1.864.503	4.908.976	9.524.179	4.855.524	4.668.655

In Nederland zijn twee bedrijven die oliehoudende zaden verwerken ('crushen') (Kasper & Rijgersberg, 2018). De ruwe olie wordt in Nederland deels door de crusher geraffineerd en deels door gespecialiseerde raffinaderijen (Port of Rotterdam, 2018b). Deze raffinaderijen betrekken ook ruwe oliën uit het buitenland.

Bij het persen van oliezaden worden ongewenste voorwerpen uit de partij, en zaadhullen van sojabonen of zonnebloemzaden verwijderd. Zaden met een hoog oliegehalte (zoals koolzaad/raapzaad en zonnebloemzaad) worden verhit waarna de olie er wordt uitgeperst. Daarna volgt een tweede persing waarbij het oliegehalte daalt tot onder 10%. Zaden met relatief laag oliegehalte (zoals sojabonen) worden verhit en vermalen. Met behulp van hexaan of een ander oplosmiddel wordt nagenoeg alle olie uit de gemalen zaden geëxtraheerd. De olie en het oplosmiddel worden vervolgens gescheiden door destillatie. Het bijproduct ('expellers', 'cake' of 'schilfers' bij het persen van zaden; 'schroot' of 'meal' bij vermaling) wordt verhit om hexaan en andere ongewenste stoffen te verwijderen en besmetting met micro-organismen te elimineren, gedroogd met hete lucht en opgeslagen onder toevoeging van kleimineralen als antiklontermiddel (EFISC, 2013).

De ruwe plantaardige oliën, verkregen uit oliehoudende zaden, worden geraffineerd en bewerkt. Raffinage van ruwe olie is gericht op verhoging van de zuiverheid en daarmee verbetering van de smaak, kwaliteit en stabiliteit van de olie, bijvoorbeeld door gommen en vrije vetzuren te verwijderen (EFISC, 2013). Gommen worden aan de olie onttrokken met water en enzymen bij verhoogde temperatuur. De verkregen gommen worden gebruikt voor fabricage van lecithine. Vrije vetzuren kunnen worden verwijderd door destillatie of door behandeling van de olie met natronloog. De natronloog reageert met vrije vetzuren waarbij 'soap stock' wordt gevormd. De 'soap stock' wordt verwijderd via centrifugering. Het bestaat uit water (40%) en vette producten (vrije vetzuren en triglyceriden, 60%). Het kan gebruikt worden voor verdere isolatie van afzonderlijke vetzuren of als zodanig worden geleverd aan diervoederproducenten. Bij sommige fabrieken wordt de 'soap stock' toegevoegd aan het schroot of de schilfers voor gebruik in diervoeder.

Met behulp van bleekarde (geactiveerde klei of silica) worden pigmenten, eiwitten en restanten van zepen, mineralen, etc. uit de olie verwijderd. De gebruikte bleekarde wordt toegevoegd aan het schroot of de schilfers of geleverd aan diervoederproducenten, tenzij de bleekarde nikkel bevat of wanneer actieve kool is gebruikt voor verwijdering van polycyclische koolwaterstoffen. Om de olie ook bij lage temperatuur helder te houden worden wassen bij lage temperatuur uit de olie gefilterd door middel van frigelisatie. Het bijproduct bestaande uit was, olie en hulpstoffen en kan als zodanig worden geleverd aan diervoederproducenten of worden toegevoegd aan het schroot of de schilfers.

Resumerend ontstaan bij raffinage van plantaardige oliën de bijproducten 'soap stock', vrije vetzuren, gebruikte bleekarde en filterresiduen van frigelisatie (wassen, oliën en hulpstoffen).

De bewerking van gezuiverde oliën is gericht op het maken van nieuwe hoofdproducten zoals geraffineerde plantaardige oliën, plantaardige vetzuren, vetzuurdestillaten. Een deel daarvan wordt gebruikt in diervoeder, zoals glycerine (product van hydrolyse van geraffineerde olie) en pensbestendige vetten (product van fractionering van geraffineerde olie).

De opslag van oliën en vetten vindt plaats bij tankopslagbedrijven voor "gespecialiseerde opslag- en overslagfaciliteiten voor eetbare oliën en vetten. Deels slaan zij oliën en vetten over voor de olieraffinaderijen, maar ze worden ook gebruikt door handelaren en producenten in de voedingsmiddelen- en veevoederindustrie" (Port of Rotterdam, 2018a).

4 Verwerking van aardappelen

4.1. Proces: verwerking van consumptieaardappelen

Geoogste consumptieaardappelen worden opgeslagen op het akkerbouwbedrijf, bij gespecialiseerde opslaghuizen of direct bij het verwerkende bedrijf. Consumptieaardappelen kunnen worden afgezet als verse tafelaardappelen of worden verwerkt. In alle gevallen worden ze vanuit de opslag gesorteerd op grootte, gecontroleerd op kwaliteit, geborsteld en/of gewassen. Aardappels die niet aan de eisen voldoen vormen een bijproduct dat als diervoeder wordt geleverd aan handelaren of direct aan veehouders.

Bij de verwerking (OPNV, 2018b) tot koelvers product, friet, aardappelvlokken en aardappelgranulaat worden aardappelen gewassen en met stoom behandeld, waarbij de schillen loskomen van de aardappelen en worden verwijderd. Deze 'aardappelstoomschillen' worden als vochtig bijproduct geleverd aan veehouders.

Bij de verwerking tot friet worden de geschilde aardappelen onder toevoeging van water gesneden tot aardappelstaafjes, waarbij te korte stukjes en snippers worden verwijderd. Hierbij ontstaan de vochtige bijproducten 'aardappelsnippers' en 'vloeibaar aardappelvoerzetmeel' (het gebruikte proceswater) voor de diervoederproductie. De aardappelstaafjes worden geblancheerd en gebakken in olie. Als co-product ontstaat bij de start en afdraai van de productielijnen, maar ook bij de sortering nadat friet gebakken is, 'voorgebakken aardappelproduct'.

Voor de productie van chips wordt de schil van de aardappelen niet met stoom verwijderd maar door koud schrapen, waarbij als vochtig bijproduct 'aardappelschraapsel' ontstaat. De aardappels worden vervolgens dun gesneden, gezouten en gekruid, gebakken in olie, gesorteerd en verpakt. Bij het sorteren en bij het opstarten en afdraaien van een productielijn komen 'gezouten en gekruide aardappelchips' als droog bijproduct beschikbaar voor diervoeder.

Bij de productie van aardappelvlokken en aardappelgranulaat worden geschilde aardappelen in kleine stukjes gesneden, geblancheerd en gedroogd met hete lucht, waarbij het product als granulaat wordt verpakt. Aardappelvlokken worden gemaakt door aardappelstukjes te koken tot

puree en deze te drogen op een walsdroger. Bij het opstarten en afdraaien van een productielijn wordt het geproduceerde granulaat of de vlokken als droog bijproduct voor diervoeder afgezet.

4.2. Proces: verwerking zetmeelaardappelen

Zetmeelaardappelen (fabrieksaardappelen) worden vanaf het land direct geleverd aan de zetmeelfabriek voor verwerking tot zetmeel (bestemd als bindmiddel in voedselbereiding en verdere industriële toepassingen). De aardappels worden gewassen en gemalen tot een aardappelbrij, waarbij zetmeel uit de aardappelcellen vrijkomt. Deze brij wordt gescheiden in het hoofdproduct aardappelzetmeel en de bijproducten aardappelvezel en aardappelvruchtwater (OPNV, 2018b). Aardappelvezel bestaan uit fijngemalen schil, celwanden en resterende zetmeeldelen. Na samenpersen wordt aardappelpersvezel als vochtig bijproduct afgezet als diervoeder. Uit het aardappelvruchtwater wordt aardappeleiwit gewonnen, dat wordt afgezet als voedermiddel voor productie van mengvoeders.

5 Verwerking van suikerhoudende gewassen

Uit suikerbieten en cichoreiwortels worden respectievelijk kristalsuiker en inuline gewonnen. Het verwerkingsproces is grotendeels gelijk voor beide producten. De bieten of de cichoreiwortels worden van het land naar de fabrieken vervoerd, waar ze direct het productieproces ingaan (Suiker Unie, 2018). De wortels worden gewassen, waarbij de bijproducten bietenpuntjes en bladresten ontstaan. Deze worden vergist of gecomposteerd. De schone bieten of cichoreiwortels worden in dunne reepjes gesneden en in warm water geweekt, waarbij de suiker of inuline in het water oplost en ruwsap ontstaat. De niet oplosbare delen worden verwijderd en vormen het bijproduct bietenpulp. Het ruwsap wordt gezuiverd, waarbij mineralen, zouten en eiwitten worden verwijderd en als Betacal, een kalkmeststof voor de landbouw, worden afgezet. Het overgebleven sap (dunsap) wordt door verdamping ingedikt tot diksap met een hoog suiker- of inulinegehalte. Het bietendiksap wordt gekookt tot een dikke kristalbrij die door centrifugering wordt gescheiden in suikerkristallen en melasse. Het cichoreidiksap wordt door 'spray-drying' gedroogd tot inulinepoeder. De vochtige bijproducten 'suikerbietmelasse' en 'cichoreimelasse' worden als diervoeder afgezet.

6 Verwerking van groenten en fruit

In Nederland worden groenten en vruchten verwerkt en verpakt tot sap, koelvers product, diepgevroren product of geconserveerd product in blik of glazen pot. Om logistieke redenen zijn de bijproducten van verwerking van de meeste soorten groenten en fruit niet bestemd voor diervoeder, maar voor vergisting of afvalverwerking. Bijproducten die wel als diervoeder worden gebruikt en deels uit het buitenland worden geïmporteerd of ingevoerd, zijn wortelstoomschillen, uienpulp, appelpulp en citruspulp.

Bij een groot aanbod van groenten of fruit kunnen producten van de markt worden gehaald om de prijs te beschermen. Deze doorgedraaide producten worden voor een deel als diervoeder verkocht. Partijen groenten en fruit die aan het einde van het bewaarstadium nog niet zijn verkocht (uien, winterpeen, appels, etc.) kunnen als diervoeder worden afgezet. De kwaliteit is door de lange bewaring achteruitgegaan, waardoor mogelijk microbiologische en toxische problemen zijn ontstaan.

7 Verwerking van voormalige voedingsmiddelen

Voormalige voedingsmiddelen zijn "levensmiddelen, met uitzondering van cateringresten, die met volledige inachtneming van de EU-levensmiddelenwetgeving voor menselijke consumptie zijn geproduceerd, maar niet langer voor menselijke consumptie zijn bestemd, om praktische of logistieke redenen of wegens productieproblemen, verpakingsgebreken of andere problemen en die, indien gebruikt als diervoeder, geen risico's voor de gezondheid inhouden" (Verordening (EU) 68/2013).

Sinds mei 2018 is de Richtlijn 2008/98/EG betreffende afvalstoffen niet meer van toepassing op levensmiddelen van niet-dierlijke oorsprong, die niet langer bestemd zijn voor menselijke consumptie en die bestemd zijn voor vervoeding.

7.1. Proces: verwerking plantaardige voormalige voedingsmiddelen

De deelketen begint met de levering van plantaardige voormalige voedingsmiddelen zoals brood, chips, koek, zoetwaren, dranken en sauzen, door detaillisten aan bedrijven die zijn gespecialiseerd in het uitpakken en verwerken van deze producten. De verpakkingen worden machinaal verwijderd waarna de verschillende producten worden gemengd en gemalen. Het verwerkte product wordt als zodanig, of gemengd met andere bijproducten, direct geleverd aan veehouders. Jaarlijks wordt in NL ca 150.000 ton plantaardige voormalige voedingsmiddelen verwerkt tot diervoeder (Platzer, 2016).

7.2. Proces: verwerking dierlijke voormalige voedingsmiddelen

Voormalige voedingsmiddelen die geheel of gedeeltelijk bestaan uit melk, melkproducten of melkderivaten, eieren of eierproducten, honing, gesmolten vet, of gelatine/collageen afkomstig van niet-herkauwers, die zijn verwerkt volgens levensmiddelenwetgeving, mogen zonder verdere verwerking worden gebruikt voor diervoeder voor alle dieren. Overige voormalige voedingsmiddelen die producten van dierlijke oorsprong bevatten moeten worden verwerkt conform bepalingen van Verordening (EG) 1069/2009.

8 Toevoegingsmiddelen en voormengsels

Toevoegingsmiddelen zijn "stoffen, micro-organismen of preparaten die geen voedermiddelen noch voormengsels zijn en die opzettelijk aan diervoeder of water worden toegevoegd" (Verordening (EG) Nr. 1831/2003). Toevoegingsmiddelen mogen alleen in de handel worden gebracht, gebruikt of verwerkt als daarvoor een vergunning is verleend. De Europese Commissie onderhoudt een Repertorium van toegelaten toevoegingsmiddelen. Technische hulpstoffen en diergeneesmiddelen vallen niet onder de definitie van toevoegingsmiddelen. De volgende categorieën toevoegingsmiddelen worden onderscheiden:

- technologische toevoegingsmiddelen (conserveermiddelen, antioxidanten, emulgatoren, etc.)
- sensorische toevoegingsmiddelen (kleurstoffen en aromatische stoffen)
- nutritionele toevoegingsmiddelen (vitaminen, verbindingen van sporenelementen, aminozuren, ureum)
- zoötechnische toevoegingsmiddelen (verteringsbevorderaars, darmflorastabilisatoren, etc.)
- coccidiostatica en histomonostatica.

De meeste toevoegingsmiddelen worden chemisch gesynthetiseerd, maar met name vitamine B2 (riboflavine), vitamine C (ascorbinezuur), xanthaan, citroenzuur en enzymen worden in toenemende mate geproduceerd door fermentatie met genetisch gemodificeerde micro-organismen.

Voormengsels zijn 'mengsels van toevoegingsmiddelen of mengsels van een of meer toevoegingsmiddelen met als drager voedermiddelen of water, die niet bedoeld zijn voor rechtstreekse vervoeding aan dieren' (Verordening (EG) Nr. 1831/2003). Op basis van deze definitie zijn voormengsels onderscheiden van mengvoerders, want mengvoerders zijn wel bestemd voor vervoeding.

Toevoegingsmiddelen en voormengsels mogen alleen worden geproduceerd of in de handel gebracht door erkende gespecialiseerde bedrijven. Voormengsels mogen alleen in de handel worden gebracht met een etiket, waarop alle gebruikte toevoegingsmiddelen zijn gespecificeerd en de vereiste informatie per gebruikt toevoegingsmiddel is vermeld (Verordening (EG) Nr. 1831/2003). Toevoegingsmiddelen voor gebruik in Nederland worden uit vanuit de hele wereld geïmporteerd. Voormengsels worden voornamelijk in Nederland samengesteld (NEVEDI, 2016).

9 Industriële productie van mengvoerders

Mengvoerders zijn "mengsels van ten minste twee voedermiddelen, met of zonder toevoegingsmiddelen, bestemd voor orale vervoeding in de vorm van *volledige diervoeders* of *aanvullende diervoeders*". Volledige diervoeders zijn "mengvoerders die door hun samenstelling toereikend zijn als dagrantsoen". Aanvullende voeders zijn "mengvoerders met een hoog gehalte aan bepaalde stoffen, die echter, wegens hun samenstelling, slechts toereikend zijn als dagrantsoen indien zij samen met andere diervoeders worden gebruikt" (Verordening (EG) Nr. 767/2009).

Mengvoerders worden gemaakt door *diervoederbedrijven*, gedefinieerd als een "onderneming, zowel publiek- als privaatrechtelijk, die, al dan niet met winstoogmerk, actief is in productie, vervaardiging, verwerking, opslag, vervoer of distributie van diervoeders, met inbegrip van producenten die diervoeders produceren, verwerken of opslaan met het oog op vervoeding aan dieren op het eigen bedrijf" (Verordening (EG) Nr. 178/2002). De exploitant van het diervoederbedrijf is "verantwoordelijk voor de naleving van de in de levensmiddelenwetgeving vastgestelde voorschriften in het diervoederbedrijf waarover hij de leiding heeft". Diervoederbedrijven moeten erkend zijn door de NVWA als ze toevoegingsmiddelen maken of in de handel brengen, voormengsels maken of in de handel brengen, of als ze mengvoerders maken die in de handel worden gebracht of die worden gebruikt op het eigen bedrijf en waarbij toevoegingsmiddelen of voormengsels worden gebruikt.

9.1. Proces

Voor de productie van mengvoeders is een groot scala van voedermiddelen beschikbaar. 95% van de grondstoffen bestaat uit granen en andere zaden, droge bijproducten van de verwerking van plantaardige producten en plantaardige voormalige levensmiddelen (NEVEDI, 2016), zoals beschreven in hoofdstukken 2 – 7. De overige grondstoffen kunnen bestaan uit mineralen, toevoegingsmiddelen, voormengsels, plantaardige vetten en oliën, overige plantaardige producten zoals algen, en dierlijke producten. Het gebruik van dierlijke eiwitten is verboden, tenzij dit volgens Verordening (EG) 999/2001 is toegestaan. De belangrijkste toegestane dierlijke producten zijn gesmolten vetten, visolie, melk en melkproducten, eieren en eiproducten. Voor andere producten zoals gehydrolyseerde eiwitten, collageen, gelatine, di- en tricalciumfosfaat en bloedproducten gelden restricties voor bepaalde diergroepen. De mengvoederindustrie in Nederland omvat in 2016 ongeveer 120 mengvoederbedrijven. De productiecapaciteit per vestiging varieert van enkele duizenden tot vele honderdduizenden tonnen per jaar. Ca. 90% van de totale mengvoederproductie in Nederland is afkomstig van ongeveer 20 grote vestigingen. De productie is hoofdzakelijk bestemd voor varkensbedrijven (ca. 40%), rundveebedrijven (ca. 30%) en pluimveebedrijven (ca. 25%) (Kenniscentrum InfoMil, 2018). Het productieproces varieert weinig tussen bedrijven. De aangevoerde voedermiddelen worden afgewogen, gemalen en gemengd. Ca. 70% van de totale mengvoederproductie wordt onder hoge temperatuur (tot 100 C) tot pellets geperst. Voor varkens- en pluimveevoeder kunnen de pellets na afkoelen worden verkruid. Het overige deel wordt zonder verdere behandeling aan afnemers geleverd. Ongeveer 97% van de productie wordt in bulk afgeleverd, de rest in zakken.

10 Opslag en mengen van diervoeders op veehouderijbedrijven

Deze ketenbeoordeling eindigt met de opslag van diervoeders op diervoederbedrijven en het mengen van diervoeders door zelfmengende en bijmengende bedrijven. Veehouderijbedrijven variëren in de wijze waarop diervoeders worden opgeslagen en gebruikt. Bij alle werkwijzen zijn de herkomst van op het bedrijf aangevoerde voedermiddelen, de hygiëne van opslaglocaties (silo's en opslagplaatsen voor kuilvoer, hooi en bijproducten) en de werkwijze bij opslag en gebruik van voedermiddelen van invloed op diervoederveiligheid. In het bijzonder geldt dit voor bedrijven met een vergistingsinstallatie. Producten voor vergisting zijn vaak moeilijk te onderscheiden van voedermiddelen maar vormen een risico voor gezondheid van dieren en voedselveiligheid wanneer deze in de opslagplaatsen van diervoeder terechtkomen.

Op melkveebedrijven worden dieren gevoederd met ca 92% ruwvoeder en 8% krachtvoeder (Duurzame Zuivelketen, 2016). Ruwvoeders zijn voedermiddelen met een vezellengte van ca. 8 mm, zoals gras, hooi, luzerne en snijmais, die als zodanig, dus niet als grondstof voor industrieel geproduceerd mengvoeder, worden vervoerd. Krachtvoeders zijn voedermiddelen of mengvoeders met een hoge energiewaarde per kilogram drogestof, een kleine deeltjesgrootte en een laag ruwe celstofgehalte (FAO, 2000; Groen Kennisnet, 2018a). Ruwvoeder voor melkvee bestaat gemiddeld uit 75% gras (eiwitrijk) en 25% snijmais (koolhydratenrijk), waarbij de verhouding wordt aangepast aan de samenstelling van het krachtvoeder. Ruwvoeder wordt door het melkveebedrijf grotendeels zelf geproduceerd en opgeslagen als kuilvoer, geperst in balen of gedroogd tot hooi. Krachtvoeder kan als een compleet mengvoeder (aanvullend op het ruwvoeder, zoals standaard brok, eiwitrijk brok, etc.) worden gekocht van mengvoederproducenten of als enkelvoudige grondstoffen (zoals bijproducten van de verwerking van plantaardige producten, mais en tarwe) worden gekocht of geproduceerd (Remmelink et al., 2016). Krachtvoeder wordt opgeslagen in silo's of zakken.

Ruwvoeder en krachtvoeder kunnen apart of als 'gemengd rantsoen' aan de dieren worden verstrekt. Bij gemengd rantsoen bestaat onderscheid tussen 'Totaal gemengd voederen (Total Mixed Ration, TMR), en 'Compact voederen'. Bij TMR worden alle voedermiddelen (ruwvoeder en krachtvoeder) met een voermengwagen gemengd en aan het voerhek verstrekt (Hollander et al., 2005). 'Compact voederen' is een TMR-methode waarbij intensieve menging mogelijk is door toevoeging van water aan het voeder (Van Zessen, 2014). Het water in het gemengde voeder bevordert echter broei en bederf. Dit kan worden voorkomen door water deels te vervangen door vloeibare bijproducten (Sleurink, 2016).

Kalverhouderijbedrijven wordt onderscheiden naar productie van witvlees-kalveren (ca. 60% van de bedrijven) en rosévlees-kalveren (40% van de bedrijven). Het grootste deel van de witvlees-kalveren wordt in integratieverband gehouden, waarbij het diervoeder door de contractgever wordt geleverd (ABN AMRO, 2017). Bedrijven met rosévleeskalveren zijn zelfstandig en kopen zelf diervoeder aan.

Het voederen van vleeskalveren bestaat uit een aantal fasen, waarbij gedurende drie maanden biest en kunstmelk stapsgewijs worden vervangen door compleet mengvoeder van een mengvoederproducent. Vanaf drie maanden wordt compleet mengvoeder aangevuld met ruwvoeder, gevoederd.

Op varkensbedrijven zijn er twee voedermethoden; voederen van droogvoer of voeren van brijvoer. In 2016 werkte 36% van de vleesvarkensbedrijven (vooral de grotere bedrijven) met een brijvoersysteem (Waninge, 2017). Bij beide methoden is het mogelijk om volledig mengvoeder van een mengvoederproducent te vervoederen, eigen grondstoffen bij te mengen bij een aanvullend mengvoeder van de mengvoederproducent, of zelf (met een erkenning door de NVWA op grond van Verordening (EG) 183/2005) een compleet mengvoeder te maken op basis van een voormengsel. De meeste soorten bijproducten zijn vloeibaar en kunnen alleen met brijvoersystemen worden gevoerd. Veehouders die zelf voedermiddelen mengen zijn verantwoordelijk voor de veiligheid van de aangekochte voedermiddelen en de wijze waarop deze worden verwerkt. Goedkopere partijen graan kunnen bijvoorbeeld verontreinigd zijn met mycotoxinen en bij aankoop van gemalen graan is er een groter risico op enterobacteriën dan bij hele granen (Van Ginneken, 2011). Bij de bewaring en verwerking zijn er extra risicofactoren zoals verschillende bewaarperiodes per voedermiddel en benodigde zorg voor hygiëne van silo's, maal- en menginstallaties.

Op pluimveebedrijven worden dieren gevoerd met compleet mengvoeder. Het mengvoeder is meestal droog, maar recent is ook een vochtig compleet mengvoeder voor pluimvee ontwikkeld. Evenals bij varkensbedrijven kan het mengvoeder zijn geproduceerd door een mengvoederproducent of door de pluimveehouder door menging van eigen voedermiddelen bij een aanvullend kernvoeder van een mengvoederproducent, of (indien in bezit van een erkenning door de NVWA op grond van Verordening (EG) 183/2005) door de pluimveehouder door menging van voedermiddelen op basis van een voormengsel of toevoegingsmiddelen. Bij pluimveebedrijven gelden dezelfde overwegingen over de verantwoordelijkheid voor diervoederveiligheid als bij varkensbedrijven.

Schapen en geiten worden gevoerd met ruwvoeder en mengvoeder, vergelijkbaar met (rund)melkvee.

Paarden worden gevoerd met ruwvoeder en mengvoeders (Konieczek, 2006).

11 Overstijgende aandachtspunten

Producten van genetisch gemodificeerde organismen (GMO)

Momenteel is één GMO-cultivar (mais MON810) toegelaten voor de teelt in de EU. De cultivar wordt vooral geproduceerd in Spanje (EC, 2015). In het register van genetisch gemodificeerde levensmiddelen en diervoeders die zijn toegelaten conform Verordening (EG) 1829/2003, zijn producten toegelaten van 25 mais cultivars, 5 koolzaad/raapzaad cultivars, 19 soja cultivars, en 1 suikerbiet cultivar (EC, 2018e). Het betreft genen voor herbicidenresistentie of voor bescherming tegen insecten.

Deze cultivars hebben geen toelating voor teelt in de EU, maar de producten mogen in de EU worden verhandeld.

Opslag, overslag en transport van diervoeders

Granen, droge bijproducten van verwerking van granen en oliezaden en oliën en afgeleide producten bestemd voor diervoeder worden voor het grootste deel door mengvoederproducenten verwerkt. De levering van deze producten aan mengvoederproducenten gebeurt rechtstreeks vanaf de haven of het verwerkende bedrijf, maar kan ook via verschillende handelaren, op- en overslagbedrijven plaatsvinden. Partijen diervoeder van verschillende herkomst en kwaliteit kunnen hier worden gesplitst of samengevoegd tot nieuwe partijen. Bij deze bedrijven kunnen ook verschillende typen producten, zoals diervoeders, producten bestemd voor co-vergisting en producten voor afvalverwerking op één locatie aanwezig zijn. Omdat partijen voor verschillende verwerkingsdoelen vaak moeilijk van elkaar zijn te onderscheiden bestaat het risico dat partijen die niet geschikt zijn of afgekeurd zijn voor diervoeder toch in de diervoederketen terechtkomen.

Vochtige bijproducten worden veelal door distributeurs met eigen transportmiddelen rechtstreeks van de voedings-, genotmiddelen en fermentatie-industrie geleverd aan rundvee- en varkenshouderijen. Sommige distributeurs hebben faciliteiten voor opslag en menging van meerdere vochtrijke producten en leveren gestandaardiseerde mengsels voor specifieke diergroepen (OPNV, 2018c).

Diervoeders in de biobased economy.

De groeiende aandacht voor 'biobased economy' kan gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van bijproducten voor gebruik in diervoederproductie en daarmee voor de veiligheid van diervoeder voor voedselveiligheid en diergezondheid. Enerzijds kan de beschikbaarheid van nu gebruikte bijproducten verdwijnen omdat ze een andere bestemming met een hogere benutting van inhoudsstoffen of energieproductie krijgen. Een voorbeeld is de energiewinning door aardappelverwerkende bedrijven door vergisting van bijproducten zoals aardappelstoomschillen, die dan niet meer beschikbaar zijn voor diervoeder. Daardoor ontstaat een toenemende vraag naar andere energierijke grondstoffen voor diervoederproductie zoals bietenpulp uit landen buiten de Europese Unie, met onbekende gevolgen voor diervoederveiligheid.

Anderzijds worden nieuwe processen in de 'biobased economy' ontwikkeld, waarbij mogelijk nieuwe typen (bij)producten voor gebruik als diervoeder ontstaan met mogelijk nieuwe gevaren voor diergezondheid en voedselveiligheid ontstaan. Voorbeelden zijn de verwerking van biotisch afval door kweek van insecten, waarbij insecten(meel) en insectenolie als diervoeder kunnen worden gebruikt, en de raffinage van gras, waarbij het eiwitrijke sap mogelijk voor diervoeder wordt gebruikt maar ook gecontamineerd kan zijn met planttoxinen en in het geval van bermgras roet, rubber en andere chemische gevaren van het wegverkeer.

Bijlage 3

Fytosanitaire risico's in de diervoederketen

Inleiding

Dit document richt zich op de, voor de diervoedergewassen, relevante schadelijke organismen¹ die gereguleerd zijn middels fytosanitaire wetgeving in de Europese Unie (EU). Hieronder vallen de organismen die met name staan genoemd in de wetgeving, de quarantaineorganismen (Q's), maar ook potentiële quarantaineorganismen. Potentiële Q's zijn schadelijke organismen die (nog) niet met name staan genoemd in de fytosanitaire wetgeving, niet of slechts in beperkte mate in de EU voorkomen, en waartegen lidstaten bij een vondst officiële maatregelen nemen volgens de Europese Richtlijn 2000/29/EG. Potentiële Q's zijn dus schadelijke organismen die mogelijk in de toekomst een Europese quarantainestatus krijgen. Hieronder vallen o.a. de door Nederland als 'quarantainewaardig' benoemde organismen (Q-waardigen). Organismen die alleen in bepaalde landen of gebieden in de EU zijn gereguleerd, de zogenaamde 'Beschermd gebieden' vallen buiten de afbakening (Nederland heeft zelf geen 'Beschermd gebieden'). Meer achtergrondinformatie over de verschillende organismengroepen (Q's, Q-waardigen etc.) en de fytosanitaire wetgeving staat in (NVWA, 2018c). In dat document wordt ook aandacht besteed aan de wijzigingen in de Europese fytosanitaire wetgeving per 14 december 2019.

In dit document worden de risico's van de in Nederland gevestigde en niet-gevestigde Q-organismen kort besproken. Ook wordt aandacht besteed aan het risico van potentiële Q-organismen. Het gaat hierbij om organismen die relevant zijn voor de volgende diervoedergewassen:

- gras (grasland en graszadenteelt)
- mais (snijmais, korrelmais en Corn Cob Mix)
- tarwe
- gerst
- luzerne
- rogge
- haver
- triticale
- voederbieten

Details over de Q-(waardige)organismen, die in Nederland gevestigd zijn, staan in een apart document (NVWA, 2018d). Voor de als meest risicovol beoordeelde niet-gevestigde Q-(waardige)organismen staan korte risicobeoordelingen op de website van de NVWA. In die korte risicobeoordelingen is de kans geschat dat het organisme binnenkomt met import of invoer van planten en producten (P1), de kans dat het organismen vervolgens op een plek komt waar het zich kan vestigen (P2) en de kans dat het organisme zich vervolgens vestigt (P3) op een schaal van 1 tot 5. Ook is de kans geschat dat het organisme na een vondst nog kan worden uitgeroeid middels officiële maatregelen (P4) op een schaal van 1 tot 4. Combinaties van deze scores geven een score voor de kans op een besmetting in de teelt of groene ruimte (P1-P2), de kans op een uitbraak (P1-P3) en de kans dat het organisme zich vestigt ondanks officiële uitroeimaatregelen (P1-P4). Schadelijke organismen zijn een gevaar doordat ze kunnen leiden tot opbrengstderving (incl. kwaliteitsvermindering) en extra gewasbeschermingskosten, maar ook doordat ze kunnen leiden tot belemmeringen voor de handel en export van planten en plantaardige producten. Voor elk organisme is dan ook de potentiële impact beoordeeld voor de teelt (schade door opbrengstderving en toegenomen gewasbeschermingskosten) en de handel en export (schade door verlies aan afzetmarkten en/of extra kosten voor het kunnen garanderen dat het organisme afwezig is op de te verhandelen planten of producten). Ook is een schatting gemaakt van de potentiële impact van het organisme voor de groene ruimte². Een uitgebreide beschrijving van de methodiek staat in NVWA (2017a).

¹ Voor planten schadelijke viroïden, virussen, bacteriën, (pseudo)schimmels, insecten, mijten, nematoden en slakken en planten.

² Groene ruimte: alle open ruimte, particulier en publiek, in Nederland waarop geen commerciële teelt plaats vindt.

Quarantaineorganismen, gevestigd in Nederland

Er zijn drie Q-organismen geïdentificeerd die relevant zijn voor gras, mais, tarwe, gerst, luzerne, rogge, haver, triticale en/of voederbieten en in Nederland voorkomen. Dit zijn de nematoden *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* en *Ditylenchus dipsaci*.

De wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* hebben een brede waardplantenreeks, maar zijn vooral bekend als schadelijk in aardappel, peen en schorseneer (Van der Gaag et al., 2011a;2011b). Voor veel waardplantgewassen zijn er geen of weinig wetenschappelijke publicaties bekend over schade door *M. chitwoodi* en *M. fallax* (Van der Gaag et al., 2011a;2011b). In de hierboven genoemde diervoedergewassen is geen grote schade bekend in praktijksituaties. WUR (2013) geeft aan dat *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* weinig of geen schade geven in Engels raaigras, Italiaans raaigras, mais, tarwe, gerst, rogge en triticale; voor haver zijn geen gegevens bekend en voor luzerne alleen voor *M. chitwoodi* (geen of een slechte waardplant). Voor suikerbieten (dezelfde soort als voederbieten: *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*) wordt aangegeven dat de nematoden bij hoge dichtheden opbrengstverliezen kunnen veroorzaken. Er is echter geen informatie gevonden of dergelijke schade ook kan optreden bij voederbietenrassen. Op basis van de beschikbare informatie is de conclusie dat in zijn algemeenheid *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* weinig schade geven in diervoedergewassen. De aanwezigheid van *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* kan echter, ook zonder zichtbare schade, een risico vormen voor de handel in en export van planten en plantproducten en dan met name van teeltmateriaal. Dit vanwege de Q-status van deze organismen in de EU en veel derde landen. Voor de teelt van diervoedergewassen is dit niet of weinig relevant, omdat deze gewassen meestal uit zaad worden opgekweekt en de nematoden niet via zaad worden verspreid. Meer informatie over beide nematodensoorten staat in NVWA (2018d).

Het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* heeft net als *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* een brede waardplantenreeks, waaronder bloembollen en ui-achtigen. Bij diervoedergewassen is de nematode vooral schadelijk voor luzerne en voederbieten. Matige schade wordt gemeld voor mais, rogge en haver (WUR, 2013). Het organisme is in de EU alleen gereguleerd voor zaden en/of plantmateriaal van diverse ui-achtigen (*Allium*-soorten) en bloembolsoorten en voor zaden van luzerne. Voor zaden van luzerne gelden specifieke vereisten, die ervoor moeten zorgen dat de nematode niet via het zaad kan worden verspreid. Mede doordat de nematode vele jaren in de bodem kan overleven en de beperkte bestrijdingsmogelijkheden wanneer de grond eenmaal besmet is, wordt *D. dipsaci* als een toenemend probleem gezien in meerdere teelten (NVWA, 2017d).

Quarantaineorganismen, niet-gevestigd in Nederland

Er zijn ten minste vijftien Q-organismen die gras, mais, tarwe, gerst, luzerne, rogge, haver, triticale en/of voederbieten kunnen aantasten en niet bekend zijn voor te komen in Nederland (Tabel 3.1). Korte risicobeoordelingen met een inschatting van de belangrijkste introductieroutes van de meeste van deze organismen staan op de website van de NVWA (NVWA, 2018e). Van de vijftien organismen lijken de keversoorten *Popillia japonica* en *Listronotus bonariensis* de grootste risico's te vormen voor diervoedergewassen in Nederland en beide soorten worden hieronder kort besproken.

De keversoort *Popillia japonica* zet bij voorkeur eitjes af in natte grasvegetaties. De larven die vervolgens uit de eieren komen vreten aan de wortels van het gras. Vooral bij droog weer kan schade optreden en kan het gras afsterven. Als de larven volgroeid zijn verpoppen ze in de grond. De kevers die uit de poppen komen, vreten van bovengrondse plantendelen van diverse (fruit)bomen en struiken. In de Verenigde Staten vreten de kevers ook van bovengrondse delen van mais en dan met name van de kolfkwasten wat kan leiden tot verminderde zaadzetting (Steckel et al., 2013). In Nederland zijn al keversoorten aanwezig (uit dezelfde familie waartoe ook *P. japonica* behoort), waarvan de larven, de engelingen, schade veroorzaken aan grasland. Het gaat dan vooral om de larven van de meikever (*Melolontha melolontha*) en de rozenkever (*Phyllopertha horticola*). De verwachting is dat problemen met engelingen in grasland niet of beperkt zullen toenemen bij vestiging van *P. japonica* in Nederland. Het Nederlandse klimaat lijkt namelijk niet optimaal voor de ontwikkeling van *P. japonica* (Korycinska, 2015). Door opwarming van het klimaat kunnen de omstandigheden echter wel gunstiger worden voor *P. japonica* en daarmee ook de potentiële schade. Vooralsnog is de inschatting dat bij vestiging van *P. japonica* in Nederland schade aan grasland (door engelingen) weinig zal toenemen. De verwachting is ook dat schade aan mais beperkt zal zijn onder Nederlandse omstandigheden. Het organisme lijkt vooral een risico voor de sierteelt en fruitteelt in Nederland omdat reeds bij geringe vraatschade vruchten en sierplanten onverkoopbaar kunnen zijn en vestiging tot verminderde afzetmogelijkheden van sierteeltplanten kan leiden. Graslandeigenaren en maaiers (en andere telers en grondeigenaren) kunnen bij een uitbraak wel te maken krijgen met officiële bestrijdingsmaatregelen. De kans op een uitbraak is als vrij groot beoordeeld en de kans op uitroeiing als zeer klein (tabel 3.1). Het

organisme is aanwezig op het vaste land van Europa en kan o.a. via luchtvrachtverkeer worden verspreid.

De keversoort *L. bonariensis* kan, net als *P. japonica*, schade veroorzaken aan grasland. De kans op introductie van deze soort lijkt echter veel minder groot. *L. bonariensis* is, voor zover bekend, aanwezig in Zuid-Amerika, Australië en Nieuw-Zeeland en dus niet op het Euraziatische continent. Bij een eventuele uitbraak in Nederland of elders in de EU lijkt de kans echter zeer klein dat het organisme nog kan worden uitgeroeid (tabel 3.1).

Potentiële quarantaineorganismen

In Nederland hebben 15 - 20 organismen(groepen) de status 'quarantainewaardig' en ten minste zeven daarvan kunnen de genoemde diervoedergewassen (zie Inleiding) aantasten. Dit zijn:

- *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis* (bacterie)
- *Bipolaris maydis* (niet-Europese populaties); synoniem: *Cochliobolus heterostrophus* (niet-Europese populaties) (schimmel)
- *Peronosclerospora sorghi* (schijnschimmel)
- *Puccinia sorghi* Schweinitz (niet-Europese populaties) (schimmel)
- *Heterodera elachista* (nematode)
- *Heterodera oryzae* (nematode)
- *Heterodera sacchari* (nematode)

Deze zeven organismen kunnen mais aantasten. De schimmelsoorten *B. maydis* en *P. sorghi* komen reeds voor in de EU. Binnen deze soorten bestaat echter aanzienlijke genetische variatie en niet-Europese populaties geven mogelijk meer schade op de in Europa geteelde maisrassen dan de reeds aanwezige populaties. Zie voor meer informatie de korte risicobeoordelingen van deze organismen op de website van de NVWA. De nematode *H. elachista* is bekend als een pathogeen op rijst in Azië. In 2012 werd de nematode gevonden in het noorden van Italië in mais (Luca et al., 2013). Italië neemt officiële maatregelen om het organisme uit te roeien (EPPO, 2018). Er is geen informatie gevonden over de schadelijkheid van *H. oryzae* in mais. *H. sacchari* ontwikkelde zich slecht op mais in potproeven (Coyne & Plowright, 1999) en dit organisme lijkt vooral een gevaar voor rijst en suikerriet (The Society of Nematologists, 2018). In 2002 is in de EU een andere nematode, *H. zea* voor het eerst gerapporteerd, in Portugal, en later, in 2009, in Griekenland (EPPO, 2015)). Deze nematodensoort is wel bekend als behoorlijk schadelijk in mais. Portugal en Griekenland nemen, zover bekend, geen officiële maatregelen en *H. zea* heeft geen quarantaine(waardige)status. Er is geen informatie gevonden over de (vermoedelijke) wijzen waarop *H. elachista* en *H. zea* in de EU zijn geïntroduceerd. De organismen kunnen meeliften met waardplanten en grond (EPPO, 2015;2018), maar import daarvan is verboden uit de meeste derde landen. Een mogelijkheid is dat de nematoden zijn meegekomen met aanhangende grond van niet-waardplanten. Aanhangende grond (wortelkluit) is namelijk niet verboden; wel gelden er fytosanitaire eisen voor de aanhangende grond. Deze eisen lijken echter onvoldoende effectief of worden onvoldoende geïmplementeerd. In een survey werden namelijk meerdere schadelijke nematoden gevonden in aanhangende grond van geïmporteerde planten (Nijs et al., 2016). De genoemde *Heterodera* soorten zijn vooral bekend uit warme gebieden en hun schadelijkheid voor de maisteelt in Nederland lijkt daarom beperkt. Voor alle de zeven quarantainewaardige organismen lijkt de kans op introductie via reguliere handel klein en het risico van deze organismen (kans x impact) is mede daarom voor Nederland als klein beoordeeld.

Nieuwe schadelijke organismen kunnen op verschillende wijzen en dan met name via de import van planten bestemd voor opplant³ (hier ook aangeduid als 'planten en zaden') en plantaardige producten in Nederland en andere EU-lidstaten worden geïntroduceerd. Zo zijn er meerdere voorbeelden bekend van organismen die in de EU zijn geïntroduceerd via (meest waarschijnlijk) de import van sierplanten, vruchten en houten verpakkingsmateriaal. Voor diervoedergewassen lijkt de kans op introducties via reguliere handel relatief klein omdat er, zover bekend, weinig of geen import is van planten van de hierboven genoemde diervoedergewassen (gras, mais, tarwe, gerst, luzerne, rogge, haver, triticale en suikerbieten). De meeste van deze diervoedergewassen, behoren tot de grassenfamilie (gras, granen en mais). Voor planten uit de grassenfamilie (met uitzondering van overblijvende siergrassen uit bepaalde onderfamilies), geldt ook een importverbod uit niet-

³ 'Planten bestemd voor opplant' zoals gedefinieerd in Richtlijn 2000/29/EG van de Raad van 8 mei 2000 betreffende de beschermende maatregelen tegen het binnenbrengen en de verspreiding in de Gemeenschap van voor planten en voor plantaardige producten schadelijke organismen. PB L 169, 10.7.2000, p. 1-112.; hieronder vallen weefselkweekplanten, enthout, onbeworteld stek, beworteld stek, wortelstekken, wortelstokken, bollen en knollen, planten met wortels, planten met een kluit en planten in een pot.

Europese landen met uitzondering van landen in het Middellandse Zeegebied⁴. Voor plantendelen van gras, granen en mais, die niet worden geplant of voor vermeerdering worden gebruikt, geldt een dergelijk importverbod echter niet. Op plantendelen zoals bladeren, kunnen echter ook ziekten en plagen zitten, zoals de drie hierboven genoemde quarantainewaardige (schijn)schimmels. Blad zou bijvoorbeeld ten behoeve van onderzoek kunnen worden geïmporteerd of kunnen meekomen met de import van maiskolven. Maiskolven worden met en zonder blad geïmporteerd. Sinds 1 juni 2018 zijn maiskolven uit Afrika, Noord- en Zuid-Amerika fyto-sanitair inspectieplichtig in de EU vanwege het risico van de mot *Spodoptera frugiperda*⁵. Schadelijke organismen die in de EU zijn onderschept op maiskolven zijn voornamelijk motjes die ook veel op andere producten zijn onderschept (*Helicoverpa armigera*, *Thaumatoxia leuctotreta*) (Europhyt, bezocht op 21 november 2018) en voor Nederland voornamelijk een risico vormen voor kasgewassen. Schadelijke organismen kunnen ook meeliften (in aanhangende grond) met niet-voedergewassen en zelfs met niet-plantaardige producten. Zo zijn zowel de maiswortelkever (*Diabrotica virgifera virgifera*) als de Japanse kever (*Popillia japonica*) mogelijk via luchtvrachtverkeer op het vaste land in Europa geïntroduceerd (Kiss et al., 2005; USDA, 2016). Ook het quarantaineorganisme *Naupactus leucoloma* is mogelijk via luchtvrachtverkeer (militaire transporten) op de Azoren geïntroduceerd (het organisme komt zover bekend (nog) niet voor op het vaste land van Europa). Dergelijke introductieroutes (meeliften met niet-plantaardige producten) zijn lastig te controleren en te reguleren vanwege het grote aantal zendingen en de diversiteit aan producten en herkomsten.

⁴ Artikel 19 Bijlage IIIA in Richtlijn 2000/29/EG: verboden zijn planten van de familie *Gramineae*, met uitzondering van planten van overblijvende siergrassen van de onderfamilies Bambusoideae, Panicoideae en de geslachten *Buchloe*, *Bouteloua* Lag., *Calamagrostis*, *Cortaderia* Stapf., *Glyceria* R. Br., *Hakonechloa* Mak. ex Honda, *Hystrix*, *Molinia*, *Phalaris* L., *Shibataea*, *Spartina* Schreb., *Stipa* L. en *Uniola* L. bestemd voor opplant, met uitzondering van zaden.

⁵ Uitvoeringsbesluit (EU) 2018/638 van de Commissie van 23 april 2018 tot vaststelling van noodmaatregelen om het binnenbrengen en de verspreiding in de Unie van het schadelijke organisme *Spodoptera frugiperda* (Smith) te voorkomen PB L 105, 25.4.2018, p. 31-34.

Tabel 3.1. Risicobeoordeling van EU-quarantaineorganismen die (nog) niet aanwezig zijn in Nederland en diervoedergewassen kunnen aantasten

Organisme	Belangrijkste gewas(sen) ²	Risicoscore ¹					Opmerkingen
		P1-P3	P4	P1-P4	Effect	Impact	
BACTERIEN							
<i>Clavibacter michiganensis</i> spp. <i>insidiosus</i>	Luzerne	1	3	2	4	2	
<i>Pantoea stewartii</i>	Mais	2	2	2	4	5	
INSECTEN EN MIJTEN							
<i>Diabrotica barberi</i>	Mais	2	3	3	2	5	
<i>Diabrotica undecimpunctata howardi</i>	Mais	2	3	3	2	5	
<i>Diabrotica undecimpunctata undecimpunctata</i>	Mais	2	3	3	2	5	
<i>Diabrotica virgifera zea</i>	Mais	NB ³	NB	NB	NB	NB	De inschatting is dat dit organisme onder Nederlandse omstandigheden weinig schade zal veroorzaken.
<i>Exomala orientalis</i>	Grasland	2	3	3	2	5	
<i>Helicoverpa zea</i>	Mais	2	3	3	3	6	
<i>Listronotus bonariensis</i>	Grasland en granen	2	4	4	3	6	
<i>Naupactus leucoloma</i>	Mais, luzerne	2	4	4	2	5	
<i>Popillia japonica</i>	Grasland	3	4	5	2	5	
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Mais	NB	NB	NB	NB	NB	Niet beoordeeld voor mais en andere buitenteelten omdat het onwaarschijnlijk is dat dit organisme zich in Nederland buiten kassen kan vestigen.
SCHIMMELS							
<i>Tilletia indica</i>	Tarwe	2	4	4	2	4	
VIRUSSEN EN VIROIDEN							
<i>Beet curly top virus</i> (niet-Europese isolaten)	Voederbiet	NB	NB	NB	NB	NB	Het virus is niet zaadoverdraagbaar en bietenplanten worden, zover bekend, niet geïmporteerd uit derde landen.
<i>Beet leaf curl virus</i>	Voederbiet	NB	NB	NB	NB	NB	Identiteit virus onduidelijk; het virus lijkt weinig impact te hebben (EFSA PLH Panel, 2014).

¹ P1-P3 geeft de kans op binnenkomen van het organisme ('entry') gevolgd door vestiging bij het huidige niveau aan fytosanitaire maatregelen, maar in afwezigheid van officiële uitroeiemaatregelen op een schaal van 1 tot 5. P4 (schaal 1-4) is de kans dat na vondst van een besmetting of populatie (uitbraak) het organisme officiële uitroeiemaatregelen overleeft. De combinatie van P1-P3 en P4 (P1-P4; schaal 1-6) geeft de kans op introductie (binnenkomen gevolgd door vestiging) ondanks officiële uitroeiemaatregelen. Het 'Effect' (schaal 1-5) geeft een score voor de verwachte schade op perceelsniveau en de 'Impact' (schaal 1-9) geeft een nationale score rekening houdend met de mate waarin het organisme zich verspreidt en de economische waarde van het gewas (zie voor details: (NVWA, 2017a)).

² Diervoedergewas(sen) waarvoor het organisme met name een gevaar is.

³ NB: niet beoordeeld.

Bijlage 4

Chemische en fysieke risico's in de diervoederketen

Inleiding

Diervoederveiligheid heeft een effect op dieiergezondheid en dierenwelzijn, die op hun beurt weer de productiviteit van de dieren kunnen beïnvloeden. De veiligheid van diervoeders heeft ook een effect op de volksgezondheid want diervoeders spelen een belangrijke rol in het produceren van veilige voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong (dierlijke producten), zoals vlees, melk en eieren. Schadelijke stoffen kunnen uit het diervoeder worden opgenomen en ophopen in het vlees en organen van dieren en worden uitgescheiden in melk en eieren (NVWA, 2017e).

In de diervoederindustrie worden meer dan driehonderd verschillende grondstoffen gebruikt. De grondstoffenhandel is een belangrijke schakel in de diervoederketen. De grondstoffen zijn onder te verdelen naar herkomst en gebruik in bijproducten, primaire grondstoffen, mineralen, toevoegingsmiddelen en voormengsels, vetten en oliën, en overige grondstoffen. Verreweg de grootste volumes bestaan uit bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie (bijvoorbeeld bierborstel, aardappelstoomschillen en gries) en primaire grondstoffen (peulen, granen en zaden) (NVWA, 2017e).

Voederproducenten zijn verantwoordelijk voor de veiligheid van de geleverde voeders. Voeder voor landbouwhuisdieren wordt in Nederland door 95 bedrijven geproduceerd. Hiervan hebben drie bedrijven ongeveer 55% van de totale hoeveelheid in handen. In Nederland was in 2016 de productie van de leden van de branchevereniging NEVEDI (Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie) grofweg 12,4 miljoen ton (NEVEDI, 2018a). De handel in diervoeders en grondstoffen voor diervoeders is een levendige wereldwijde handel. Grote hoeveelheden grondstoffen komen uit Zuidoost-Azië, Zuid-Amerika en Noord-Amerika. Ook binnen de Europese Unie en binnen Nederland vindt een levendige handel in grondstoffen plaats. Verreweg de meeste toevoegingsmiddelen in Nederland worden geïmporteerd uit derde landen en andere lidstaten van de Europese Unie (EU). Voor oliën en vetten is de positie van Nederland prominent: in de EU is Nederland de grootste exporteur (6 miljoen ton; 4,8 miljard euro) en de op twee na grootste importeur van oliën en vetten (11,8 miljoen ton; 7.1 miljard euro). De binnenlandse productie is 198.000 ton. Granen en oliehoudende zaden worden voornamelijk uit derde landen ingevoerd maar ook uit andere Europese lidstaten. De productie in Nederland betreft tarwe, gerst, mais, rogge en haver (NVWA, 2018b).

Diervoeder vormt één van de belangrijkste kostenposten voor veehouderijbedrijven. De invloed van bijvoorbeeld een productiefout kan in de hele keten groot zijn als er schadelijke stoffen in het diervoeder terecht komen. Voorbeelden hiervan zijn de vervuiling van diervoeder met MPA (medroxyprogesteronacetaat, een verboden groeihormoon) in 2002, de vervuiling van diervoeder met dioxine in Duitsland in 2011 en het aantreffen van furazolidon (een niet toegelaten antibacterieel geneesmiddel) in vleeskalveren door besmetting van mengvoeders in 2014.

Soorten diervoeder

Swillvoeding

Dierlijke bijproducten zijn restmaterialen van dierlijke oorsprong die in de keten vrijkomen en niet mogen worden bestemd voor consumptie door de mens. Voorbeelden zijn kadavers, mest, slachtafval, keukenafval en producten waarvan de uiterste houdbaarheidsdatum is overschreden. Het vervoederen van keukenafval, de zogenaamde swillvoeding, is in Nederland verboden sinds de uitbraak van Afrikaanse varkenspest in de jaren '80, die werd veroorzaakt door swillvoeding. Het vervoederen van dierlijke bijproducten die verboden zijn als diervoeder voor landbouwhuisdieren kan echter een goedkope eiwitbron zijn.

Mengvoeders

Mengvoeders bestaan uit een mengsel van allerlei ingrediënten, waaronder bijproducten uit de levensmiddelenindustrie, zoals sojaschroot of bierbostel. Het mengen van de verschillende ingrediënten gaat in zulke grote hoeveelheden dat het vrij eenvoudig is om een kwalitatief minder goede partij 'weg te mengen'. Dit is niet toegestaan want alle gebruikte grondstoffen moeten voldoen aan de wettelijke normen en verdunning is niet toegestaan.

Mengvoeders zijn gedefinieerd in Verordening (EG) nr. 767/2009 over het in de handel brengen en het gebruik van diervoeders, als "mengsels van ten minste twee voedermiddelen, met of zonder toevoegingsmiddelen, bestemd voor orale vervoeding in de vorm van volledige diervoeders of

aanvullende diervoeders". Onder de term mengvoeders vallen aanvullende voeders, volledige voeders, dieetvoeders, gemedicineerde diervoeders en kunstmelkvoeders. Voor een goede verwerking en gelijkmatige verdeling van additieven in mengvoeders kan gebruik worden gemaakt van voormengsels. Voor voedermiddelen en mengvoeders (en ook voor voormengsels, aanvullende diervoeders etc.) zijn maximum limieten (ML's) en actiedrempels (AD's) voor ongewenste stoffen vastgelegd in de bijlagen van Richtlijn 2002/32/EG. In een mengvoederfabriek komen verschillende stromen van grondstoffen en additieven bij elkaar. De juiste verhouding van grondstoffen en additieven is belangrijk en verschilt per diersoort.

Samenstelling diervoeder

Herkauwers worden gevoederd met ruwvoeder, krachtvoeder en eventueel voedermiddelen. Ruwvoeder zijn gewassen als gras, stro, knollen en snijmais die direct van het land of na een eenvoudige bewerking aan de dieren worden gevoederd. In de mengvoederwagen wordt ruwvoeder vaak vermengd met voedermiddelen of aanvullende diervoeders. Voedermiddelen bestaan uit granen en peulvruchten of uit bijproducten uit de levensmiddelenindustrie, zoals sojaschroot, die niet geschikt zijn voor consumptie door de mens (Van der Fels-Klerx et al., 2016). Varkens en pluimvee worden vaak gevoerd met volledige voeders (mengvoeder) en brijvoeders. De samenstelling van diervoeder varieert afhankelijk van prijs en beschikbaarheid. Granen zoals tarwe, gerst, haver en mais zijn vanwege hun voedingswaarde zeer geschikt voor landbouwhuisdieren en iets meer dan de helft van het mengvoeder bestaat vaak uit granen (NEVEDI, 2018c). Verder bevat mengvoeder oliehoudende zaden, sojaproducten en bijproducten van de aardappel- en suikerindustrie, peulvruchten, retourproducten en voormengsels (NEVEDI, 2018b).

Gemedicineerd diervoeder

In de intensieve veehouderij is het gangbaar om aan het mengvoeder medicijnen toe te voegen. Een diervoederfabrikant moet een speciale vergunning hebben om gemedicineerd voeder te mogen maken.

Voormengsels

Voormengsels zijn mengsels van toevoegingsmiddelen zoals vitamines, mineralen en sporenelementen. De gebruikte vetten en oliën zijn van plantaardige (bijvoorbeeld palmolie) of dierlijke oorsprong (bijvoorbeeld visolie). Dierlijke vetten en oliën worden verdeeld in vijf productcategorieën: dierlijke vetten bestemd voor consumptie door de mens, categorie 3-materiaal vetten (laag risico), categorie 2-materiaal vetten, categorie 1-materiaal vetten (hoog risico) en gebruikte bak- en frituurvetten en oliën (UCO's, used cooking oils).

Additieven

Additieven of toevoegingsmiddelen zijn stoffen, micro-organismen of preparaten, niet zijnde voedermiddelen of voormengsels, die aan diervoeder of water worden toegevoegd (Verordening (EG) nr. 1831/2003) onder andere met het oog op het gunstig beïnvloeden van het diervoeder en/of het dierlijke product. Voorbeelden van diervoederadditieven zijn sporenelementen, enzymen, aminozuren en vitamines. Veel van de in Nederland gebruikte additieven worden geproduceerd in EU-lidstaten of derde landen. Additieven worden vaak chemisch geproduceerd maar kunnen ook worden geproduceerd met behulp van (genetisch gemodificeerde) micro-organismen. Voorbeelden hiervan zijn vitamines en enzymen (Van der Fels-Klerx et al., 2016).

Biologisch diervoeder

Een landbouwproduct of voedingsmiddel mag alleen biologisch heten als het productieproces aan wettelijke voorschriften voldoet, vastgelegd in de EU-Verordeningen (EG) nr. 834/2007 en (EG) nr. 889/2008. Er zijn maar weinig voederleveranciers in Nederland die biologische voeders voor alle diersoorten produceren. Skal Biocontrole zet zich als onafhankelijk toezichthouder in voor aantoonbare betrouwbaarheid van biologische producten in Nederland (Skal, 2018). De Europese overheid bepaalt de regels, de gecertificeerde bio-ondernemers leven deze na en Skal controleert, in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Elk bedrijf dat biologische producten wil produceren, verwerken, verpakken, importeren, verhandelen, exporteren of opslaan moet hiervoor door Skal zijn gecertificeerd.

Inleiding en aanpak

Om de chemische en fysische risico's in de diervoederketen te evalueren, worden de introductieroutes van chemische en fysische gevaren bestudeerd. Vervolgens wordt gekeken of deze gevaren tot daadwerkelijke risico's voor het dier of de consument in Nederland (kunnen) leiden. Chemische stoffen en fysische agentia kunnen op verschillende momenten in de diervoederketen worden geïntroduceerd. De diervoederketen bestaat uit veel schakels, waarbij voortdurend sprake is van samenvoeging of splitsing van grondstoffen, halffabricaten en eindproducten. Risico's kunnen ontstaan voor landbouwhuisdieren, aangezien diergezondheid en dierenwelzijn kunnen worden bedreigd door de aanwezigheid van chemische stoffen en fysische agentia. Daarnaast kan er ook sprake zijn van risico's voor de mens als consument van dierlijke producten. Deze risico's zijn tot op zekere hoogte al besproken in eerdere ketenbeoordelingen, zoals de roodvlees-, zuivel-, pluimveevlees- en de eierketen en zullen in deze ketenbeoordeling worden meegenomen. Ook relevante informatie uit nog te publiceren conceptketenbeoordelingen (aardappel- en visketen) is meegenomen.

Er is voor het in kaart brengen van chemische en fysische gevaren vooral gebruik gemaakt van het rapport 'Chemische en Fysische gevaren in de diervoederketen' van RIKILT (Van der Fels-Klerx et al., 2016). Uit dit rapport zijn sommige stukken tekst integraal overgenomen. Daarnaast is ook andere literatuur gebruikt, waaronder opinies van EFSA.

Beoordeling van chemische risico's

De risicobeoordeling van stoffen wordt gebaseerd op een veilige dosis voor de mens, die meestal is berekend op basis van extrapolatie van proefdiergegevens met behulp van veiligheidsfactoren. De veilige dosis is de hoeveelheid van een stof die iemand dagelijks kan innemen gedurende het hele leven zonder noemenswaardig gezondheidsrisico. Hiervoor wordt meestal de Acceptable Daily Intake (ADI) of de Tolerable Daily Intake (TDI) gebruikt. De ADI wordt gebruikt voor toegelaten stoffen zoals voederadditieven, diergeneesmiddelen en bestrijdingsmiddelen. De TDI wordt gebruikt voor stoffen die niet bewust aan het voedsel worden toegevoegd, zoals milieucontaminanten (RIVM, 2018e). Voor de beoordeling van acute gezondheidseffecten, na kortdurende consumptie, wordt de ARfD (Acute Referentie Dosis) gebruikt. Dit is de maximale hoeveelheid van een stof die iemand gedurende korte tijd, meestal 24 uur, veilig kan innemen.

De Europese wetgeving berust op het principe dat de blootstelling van consumenten aan ongewenste chemische stoffen zo laag mogelijk moet zijn. Voor een groot aantal stoffen is een maximaal toegestane concentratie vastgesteld, de MRL (Maximale Residu Limiet) of ML (Maximale Limiet). MRL's horen bij stoffen die als residu in een voedingsmiddel aangetroffen kunnen worden, zoals bestrijdingsmiddelen. ML's worden gebruikt voor stoffen die onbedoeld in voedsel aanwezig kunnen zijn, zoals milieucontaminanten. Voor additieven (E-nummers) zijn maximale gebruikconcentraties vastgesteld. MRL's, ML's en maximale gebruikconcentraties zijn alle drie wettelijke normen die worden vastgesteld per stof-levensmiddel-combinatie. Bij het vaststellen van de limieten voor residuen van bestrijdingsmiddelen (MRL's) in voedsel wordt uitgegaan van Goede Landbouwpraktijk (GLP), waarbij het gebruik van bestrijdingsmiddelen zo beperkt is, zonder de werking ervan te beïnvloeden. Normen voor contaminanten (ML-waarden) zijn gebaseerd op het ALARA-beginsel (As Low As Reasonably Achievable).

Bij een overschrijding van de ADI of TDI neemt de kans op een gezondheidseffect toe maar dit betekent niet dat er ook daadwerkelijk altijd een effect zal optreden. Bij kleine of incidentele overschrijdingen van de ADI of TDI wordt meestal geoordeeld dat er geen significant verhoogd risico is voor de volksgezondheid, omdat de ADI en TDI zijn afgeleid op basis van levenslange blootstelling. Bij ernstige of langdurige overschrijding neemt de kans op een gezondheidseffect toe. Als er geen TDI- of ADI-waarde is, of als er geen bruikbare gegevens zijn om een ADI of TDI af te leiden, wordt door EFSA (European Food Safety Authority) aanbevolen om de Margin of Exposure (MoE) te gebruiken voor de risicobeoordeling. Er wordt dan gekeken of de blootstelling klein genoeg is ten opzichte van een blootstelling met een heel klein gezondheidseffect.

Regelgeving

De uitgangsprincipes voor veilig diervoeder zijn vastgelegd in de Europese Verordening (EG) nr. 178/2002. Hierin wordt gesteld dat om de voedselveiligheid te waarborgen, alle aspecten van de voedselproductieketen als één geheel moeten worden beschouwd, vanaf de productie van diervoeders, met inbegrip van de primaire productie, tot en met het verkopen of verstrekken van voedsel aan de consument. In artikel 3 worden diervoeders gedefinieerd als: "alle stoffen en producten, inclusief additieven, verwerkt, gedeeltelijk verwerkt of onverwerkt, die bestemd zijn om te worden gebruikt voor orale voeding aan dieren". Om de veiligheid van diervoeders te

garanderen, moeten bedrijven HACCP-procedures implementeren. HACCP staat voor Hazard Analysis and Critical Control Points. Verschillende verordeningen en richtlijnen zijn van toepassing voor diervoeders (tabel 4.1) en dierlijke bijproducten (tabel 4.2).

Tabel 4.1. Overzicht van de belangrijkste regelgeving voor diervoeders (NVWA, 2018a; NVWA, 2018f)

EU-regelgeving	Omschrijving
Verordening (EG) nr. 178/2002	Algemene Levensmiddelenverordening: algemene beginselen van levensmiddelenwetgeving en vastleggen van procedures tot vaststelling van voedsel- en voederveiligheidsaangelegenheden
Verordening (EG) nr. 183/2005	Diervoederhygiëne: algemene voorschriften diervoederhygiëne
Verordening (EG) nr. 767/2009	Marktverordening: regels betreffende het in de handel brengen en het gebruik van diervoeders (verboden materialen)
Verordening (EG) nr. 999/2001	TSE-verordening: verbod gebruik dierlijke eiwitten in voeders (met uitzondering van vismeel in bepaalde voeders)
Verordening (EG) nr. 1831/2003	Toevoegingsmiddelen voor diervoeders: voorwaarden voor toelating en gebruik van toevoegingsmiddelen
Verordening (EG) nr. 396/2005	Normen bestrijdingsmiddelen residuen: maximale gehalten
Verordening (EG) nr. 669/2009	Importcontroles hoogrisicoproducten: betreft regels voor officiële controles op de invoer van bepaalde diervoeders en levensmiddelen van niet-dierlijke oorsprong
Verordening (EG) nr. 1829/2003 en Verordening (EG) nr. 1830/2003	GGO's in diervoeder en levensmiddelen
Verordening (EG) nr. 1069/2009	Dierlijke bijproducten: basisverordening
Verordening (EG) nr. 142/2011	Dierlijke bijproducten: uitvoederingsverordening
Richtlijn 2002/32/EG	Ongewenste stoffen in diervoeders: de toegestane gehalten van ongewenste stoffen in diervoeders
Richtlijn 90/167/EG	Gemedicineerde diervoeders
Richtlijn 2008/38/EG	Voedingsrichtlijn
Richtlijn 82/475/EG	Categorieën (hoofdgroepen) voor etikettering

Nationale wetgeving

- Wet dieren
- Besluit diervoeders 2012
- Regeling diervoeders 2012
- Besluit diergeneesmiddelen

Tabel 4.2. Overzicht van de belangrijkste regelgeving voor dierlijke bijproducten (NVWA, 2018a; NVWA, 2018f)

EU-regelgeving	Omschrijving
Verordening (EG) nr. 1069/2009	Basisverordening
Verordening (EG) nr. 142/2011	Uitvoederingsverordening
Verordening (EG) nr. 999/2001	TSE-verordening

Nationale wetgeving

- Wet dieren
- Besluit dierlijke producten
- Regeling dierlijke producten

Verordening (EG) nr. 999/2001 is de TSE/BSE-wetgeving over preventie, bestrijding en uitroeiing van bepaalde overdraagbare (transmissibele) spongiforme encefalopathieën (TSE's) en wordt continu herzien als gevolg van de afname van de incidentie van BSE (boviene spongiforme encefalopathie) bij herkauwers in de Europese Unie. BSE kan de ziekte vCJD (variant Creutzfeldt-Jakob Disease) bij mensen veroorzaken door consumptie van met BSE-prionen besmet vlees van herkauwers.

Een directe relatie met de voedselveiligheid heeft bijvoorbeeld het weer toestaan van het vervoederen van bepaalde verwerkte dierlijke eiwitten aan bepaalde landbouwhuisdieren, bijvoorbeeld pluimvee-eiwitten aan varkens. Dit wordt alleen toegestaan onder een strikt regime om uit te sluiten dat deze eiwitten in voeders van herkauwers terecht komen.

Toezicht

Het toezicht op het naleven van de wetgeving over diervoeders ligt bij de NVWA. Europese Verordening (EG) nr. 396/2005 bepaalt de maximumgehalten aan bestrijdingsmiddelenresiduen in of op levensmiddelen en diervoeders van plantaardige en dierlijke oorsprong en schrijft voor dat de lidstaten twee controleprogramma's uitvoeren: het EU coordinated control programme (EUCP) en een National Control Plan. Het EUCP dient steekproefsgewijs en representatief voor een product(groep) te zijn om een beeld te krijgen van residuen van bestrijdingsmiddelen in de producten. Ieder jaar schrijft het EUCP een tiental producten voor die moeten worden bemonsterd. Het National Control Plan dient risicogericht te worden ingevuld. Hierbij wordt uitgegaan van de meldingen uit het RASFF-systeem, en land-product-combinaties waar eerder regelmatig overschrijdingen zijn aangetroffen. Daarnaast moet elke lidstaat van de EU een verplichte controle uitvoeren op de invoer van diervoeders en levensmiddelen van niet-dierlijke oorsprong aan de buitengrens van de EU (Verordening (EG) nr. 669/2009). Hiervoor wordt halfjaarlijks een lijst van landen en producten vastgesteld op basis van eerdere resultaten. Bij niet voldoen aan de wettelijke eisen, worden de producten niet toegelaten in de EU.

Het Multi Annual National Control Plan (MANCP)-jaarverslag is een rapport dat Nederland opstelt over de organisatie en uitvoering van de officiële controles op het gebied van diergezondheid, dierenwelzijn, voedselveiligheid, plantgezondheid en veiligheid van diervoeder. Met dit rapport voldoet Nederland aan de wettelijke verplichting om een jaarverslag op te stellen, ex artikel 44 van de Controleverordening (EG) nr. 882/2004.

Private kwaliteitssystemen

In Nederland is meer dan 95% van de diervoederbedrijven aangesloten bij het private kwaliteitssysteem GMP+-international. Dit komt voort uit de bepaling dat alleen producten van GMP+-gecertificeerde bedrijven mogen worden gekocht.

Er zijn twee private kwaliteitssystemen erkend en opgenomen in ketenborging.nl. Dit betekent dat deze twee systemen voldoen aan de criteria die zijn opgesteld voor de private borging van de voederkwaliteit en voederveiligheid. De NVWA voert controles uit middels tweedelijns toezicht op de certificerende instellingen van deze kwaliteitssystemen. Het betreft:

- Feed Chain Alliance (GMP Dierenvoeders): specifieke voederveiligheidsaspecten ná de primaire fase bij de productie, verhandelen, op- en/of overslaan of vervoeren over de weg van diervoeders (voedermiddelen, toevoegingsmiddelen, voormengsels en mengvoeders), en
- GMP+ Feed Certification scheme: productie van mengvoeders; voormengsels; toevoegingsmiddelen; voedermiddelen; huisdiervoeders.

Verwerkers van oliehoudende zaden zoals sojabonen, zijn aangesloten bij het kwaliteitssysteem EFISC (European Feed and Food Ingredient Safety Certification). Dit zijn ongeveer vijftien bedrijven die bijna 100% van de markt vertegenwoordigen. De acceptatie van dit kwaliteitssysteem is door de NVWA in behandeling genomen.

Nationaal Plan Diervoeders

Het Nationaal Plan Diervoeders is een uitwerking van Verordening (EG) nr. 882/2004. In de verordening zijn regels opgesteld voor de organisatie van de controles op het gebied van diervoeders. In het Nationaal Plan Diervoeders worden monsters van diervoeders geanalyseerd op

een serie chemische stoffen. In het Nationaal Plan 2017 is door de NVWA ook rekening gehouden met onderzoek van monsters die door de NVWA in het kader van andere projecten, inspecties, meldingen en incidenten worden genomen (NVWA, 2017c). Het Nationaal Plan 2017 is risicogebaseerd opgesteld door gebruik te maken van een risicomodel (Riskfeed) dat door RIKILT is ontwikkeld (Van der Fels-Klerx et al., 2017a).

De factoren waarmee in het model rekening wordt gehouden voor de prioritering van risico's zijn:

- Omvang van de markt (hoeveelheid voedermiddelen).
- Aandeel van de voedermiddelen in mengvoeder (voedersamenstelling).
- Oorsprong van de voedermiddelen.
- Effect van de ongewenste stoffen op dieren en mensen (toxiciteit en overdracht naar voedingsmiddelen).
- Prevalentie van de ongewenste stoffen in diervoeders.

De voedingrediënten met de hoogste score waren palmolie, andere vetten en oliën, droge producten zoals bakkerijwaren, zonnebloemkoek, mais en vismeel. De gebruikte gegevens waren afkomstig van een database van het voormalig Productschap Diervoeders en de Eurostat-database (Eurostat, 2018).

Uit een trendanalyse met gegevens van 2007–2013 volgde de aanbeveling om monitoring te focussen op voedermiddelen van minerale oorsprong, voedermiddelen van mariene oorsprong (vooral vismeel, wier en algen) en voederadditieven behorend tot de functionele groepen van sporenelementen (vooral kopersulfaat, zinkoxide, mangaanoxide en arseen), binders en antiklontermiddelen (Adamse, 2017).

In 2017 waren de belangrijkste wijzigingen in het Nationaal Plan Diervoeders ten opzichte van 2016 in relatie tot chemische stoffen:

- Inspectieprojecten: meer monsteranalyses in het kader van het project dioxinemonitoring.
- Nieuwe productgroepen: tarwegistconcentraat, Dried Distillers Grain with Solubles (DDGS), melasse, vinasse, bietenpulp en rijstproducten.
- Aanduiding productgroepen: mengvetten en mengvoeders zijn uitgesplitst.
- Geen analyses meer op ijzer en nieuwe analyses op zink.
- Nieuwe bemonsteringsplaatsen: retail- en internetbedrijven, crushers en producenten van insecten voor vervoeding.

Het accent bij het Nationaal Plan ligt sinds 2011 op voeders voor risicodiersoorten: herkauwvoeders en, in mindere mate, vismeel en mengvoeders voor andere diersoorten.

RASFF-meldingen over diervoeder (feed)

Voor grensoverschrijdende incidenten is in de EU het Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) in het leven geroepen, waarmee autoriteiten van de aangesloten landen melding doen van geconstateerde problemen en elkaar informeren. Van 1 januari 2012 tot 1 oktober 2018 waren er in de categorie 'feed' 1782 meldingen. Van deze meldingen hadden er 838 betrekking op een chemisch of fysisch risico of gevaar.

Productcategorie	Totaal aantal meldingen	Meldingen over chemie
Animal by-products	17	4
Compound feeds	117	108
Fats and oils	1	
Feed additives	68	63
Feed materials	1285	560
Feed premixtures	35	31
Nuts, nut products and seeds	4	4
Pet food	255	73
Totaal	1782	838

Zonder de categorie 'pet food' waren er 765 meldingen over chemische en fysische stoffen in diervoeder. Het aantal meldingen per stof(groep) staat in onderstaande tabel. Dertig meldingen betroffen fysische gevaren.

Stofgroep	Stof	Aantal meldingen
Mycotoxinen	Aflatoxinen (247); ergot-alkaloïden (4); andere (4)	255
Eiwit	Dierlijk (4); vis (1)	5
Ruminant DNA		72
Metalen	Arseen	20
	Cadmium	19
	Koper	4
	Lood	16
	Selenium	10
	Kwik	16
	IJzer	1
	Zink	3
	Chroom	1
		<i>Totaal</i>
Antibiotica	Antibiotica (30); coccidiostatica (8)	38
Gewasbeschermingsmiddelen	Toegelaten (10); niet toegelaten (17)	27
Dioxinen en PCB's	Dioxinen en PCB's (78); non- dioxin-like PCB's (5)	83
Conserveermiddel	Ethoxyquin	1
Planten en planttoxinen	<i>Colchicum autumnale</i> (4); <i>Crotolaria</i> (1); <i>Ambrosia</i> spp. (41); <i>Datura stramonium</i> L. (1); gossypol in katoenzaden	59
Zaden		3
Genetische modificaties	Bacteriën in vitamine B2 (3); choline/rijst (24); katoenzaden (9); lijnzaad (1)	37
Overig	Chloroform	1
	Cyanide	5
	Fosfine	1
	Histamine	1
	Melamine	2
	Dieselolie	1
	Verpakking	2
	Ondeugdelijk health certificate	6
	Onduidelijke afkomst	1
	Ongeëtiketteerd (ureum)	19
	Fluoride	5
	Hydroxymethylfurfural (HMF)	6
	Vitamine D3	1
	Dierlijk ingrediënt in melkvervanger	1
	Fermentatie bijproduct	1
	Vismeel	5
	Supplement	1
	Stropelletts	1
	Ondeugdelijk veevoeder	3
	Abnormale geur	2
	<i>Totaal</i>	67
Totaal		735
Fysisch gevaar		Aantal meldingen
Delen van bot		14
Vreemde lichamen		11
	Haar	1
	Glas	2
	Metaal	1
	Plastic	1
Totaal		30

Uit de RASFF-meldingen kan worden geconcludeerd dat er wordt gecontroleerd op veel aspecten van diervoeders en dat vooral afwijkingen worden gevonden voor mycotoxinen (voornamelijk aflatoxine), metalen (arsenen, cadmium, kwik, en lood), dioxinen en PCB's, DNA van herkauwers, giftige planten en zaden, antibiotica (inclusief coccidiostatica⁶), genetische modificaties en gewasbeschermingsmiddelen in diervoeder.

In de meldingen wordt soms aangegeven voor welke dieren het voeder was bestemd maar dat is niet altijd duidelijk.

Chemische gevaren in de diervoederketen

In eerdere ketenbeoordelingen van BuRO zijn al gevaren geïdentificeerd van diervoeders. De algemene bevindingen van de eerdere ketenbeoordelingen over diervoeder kunnen als volgt worden samengevat.

Roodvleesketen (BuRO, 2015)

- Het optimaliseren van het voederen van dieren komt de diergezondheid ten goede, waardoor niet alleen dierenwelzijnsrisico's worden verminderd, maar ook de natuurlijke weerstand van de dieren tegen ziekten kan worden verhoogd. Dit kan eveneens bijdragen aan een verminderd antibioticumgebruik.

Pluimveevlees (BuRO, 2018a)

- De kwaliteit van het diervoeder is een belangrijke risicofactor voor diergezondheid. Een minder goede kwaliteit diervoeder, onder andere als gevolg van inferieure grondstoffen, uit zich vaak in slechte verteerbaarheid voor het dier met als gevolg niet-infectieuze maagdarfstoornissen zoals diarree.
- Specifiek voor vleeskuikens geldt dat gezondheidsproblemen in de eerste levensweek (belangrijke oorzaak: antibioticumverstrekking) samenhangen met een goede en tijdige voeding van de kuikens, zowel in de laatste fase van het broedproces als in de eerste levensdagen. Ook zijn er aanwijzingen dat als gevolg van het fokbeleid van de laatste decennia de voeding in het broedei niet meer toereikend is voor een optimale gezondheid van de eindagskuikens.

Tabel 4.3 bevat een overzicht van de chemische gevaren in de diervoederketen.

Tabel 4.3. Chemische gevaren in de diervoederketen

Gevaar	Stoffen	Bron/route
Dioxinen en PCB's	gechloreerde dibenzo-p-dioxinen (PCDD) en dibenzofuranen (PCDF)	- milieu (gras, bodem) - verontreiniging in chloor bevattende stoffen - verbranding chloorhoudend afval - opname uit visolie
Gebromeerde brandvertragers (BFR's)	- polybroomdifenylethers (PBDE's) - hexabroomcyclododecanen (HBCDD's)	- milieu (gras, bodem) - verontreinigd akkerland (emissie van deze stoffen vanuit plastics, textiel, elektronica, printplaten naar milieu/ophoping in de bodem)
Perfluorverbindingen (peren polyfluoralkylverbindingen PFAS)	- perfluorooctaansulfonzuur (PFOS) - perfluorooctaan zuur (PFOA)	milieu, verontreinigd akkerland (emissie van deze stoffen vanuit textiel, tapijten, teflon, brandblusmiddelen) naar milieu/ophoping in de bodem)
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)	- benz(a)pyreen - omzettingsproducten van PAK's	- milieu, verontreinigde bodem/grasland - drogen, roken, verbranding
Metalen	- cadmium - lood - arseen	via gewassen geteeld op verontreinigde bodem (gebruik meststoffen, waaronder rioolslib)

⁶ Coccidiose is een parasitaire ziekte. De veroorzakers van de ziekte, protozoa van het geslacht *Eimeria*, worden door toevoeging van coccidiostatica aan het voeder van pluimvee en konijnen onder controle gehouden.

	<ul style="list-style-type: none"> - kwik - koper - zink - nikkel 	en kunstmest; atmosferische regionale depositie); via toegevoegde mineralen aan voeder en via voedermiddelen van mariene oorsprong
Mycotoxinen	<ul style="list-style-type: none"> - aflatoxinen - ergot-alkaloïden - trichothecenen - zearalenon - fuminisinen 	<ul style="list-style-type: none"> - geproduceerd door schimmels aanwezig op gewas op het veld of tijdens opslag - (ingekuild) voeder zoals hooi en mais
Planttoxinen	<ul style="list-style-type: none"> - pyrrolizidine-alkaloïden - glycoalkaloïden (o.a. solanine, chaconine) - tropaanalkaloïden (o.a. calystegines) - cyanide 	ruwvoeder, zowel vers als kuilvoeder; hooi; restmaterialen; kruiden
Diergeneesmiddelen en coccidiostatica	<ul style="list-style-type: none"> - antibiotica (zoals beta-lactam, tetracyclines, sulfonamiden) - non-steroïde ontstekingsremmers/pijnstillers (NSAID's) (zoals diclofenac, ketoprofen) - anthelmintica (ontwormingsmiddelen, zoals albendazol, thiabendazol) 	gemedicineerd halffabricaat of voormengsel in gemedicineerde voeders
Gewasbeschermingsmiddelen	<ul style="list-style-type: none"> - fungiciden - herbiciden (zoals glyfosaat) - insecticiden (zoals DDT, drins, pyrethroiden) - nematiciden 	<ul style="list-style-type: none"> - persistente stoffen die nog in milieu aanwezig zijn (ophoping in de bodem) na eerder gebruik (DDT is verboden sinds 70er jaren) - gebruik van gewasbeschermingsmiddelen tijdens teelt van gewassen - irrigatie/besproeiing met verontreinigd oppervlaktewater - verontreinigd slootwater dat als drinkwater voor vee wordt gebruikt
Minerale oliën (minerale olie koolwaterstoffen)	<ul style="list-style-type: none"> - minerale oliën (paraffine) 	<ul style="list-style-type: none"> - lekkage uit hydraulische rooimachines - hulpmiddel bij de gewasbescherming van o.a. pootgoed aardappelen, appels en peren - drukinkten die kunnen migreren uit verpakking
Procescontaminanten	<p>Stoffen die ontstaan bij verhitting:</p> <ul style="list-style-type: none"> - acrylamide - MCPD (3-monochloorpropaan1,2-diol) - furanen - Advanced Glycation End products (AGE's) - glycidolesters 	ontstaan tijdens verhitting van bijvoorbeeld palmolie
Meststoffen	<ul style="list-style-type: none"> - nitraat 	bemesting van de bodem
Reinigingsmiddelen en biociden	<ul style="list-style-type: none"> - benzoëzuur - didecylmethylammoniumchloride (DDAC) - natrium-p-tolueensulfonchloramide - quarternaire 	ontsmetten van machines, gereedschappen (planten, oogsten, transporteren, sorteren, spuiten) en oppervlakken (vloeren, tafels, bewaarplaatsen, kisten)

	ammoniumverbindingen (QUAT's) - perazijnzuur/waterstofperoxide - natriumhypochloriet	
Voederadditieven	- conserveringsmiddelen - voedingszuren - antioxidantia	toevoegingen (E-nummers) tijdens productie van voeder
Stoffen uit verpakkingsmaterialen	- ftalaten - bisfenol A	migratie vanuit plastic verpakkingsmaterialen
Overige gevaren	- hormonen en groeibevorderaars - genetisch gemodificeerde organismen (GGO) - radioactieve stoffen (cesium en jodium) - gebruik van kruiden	- via voeder; opzettelijke toediening - veredeling van gewassen - uit milieu, verontreinigd grasland (na incident met radioactieve stoffen)

Vergiftigingen bij dieren

In 2017 ontving het NVIC (Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum) 6934 telefonische consulten van dierenartsen. Daarbij ging het om 7162 dieren, waarvan het merendeel honden (70%) en katten (23%), met in totaal 7583 blootstellingen aan potentieel toxische stoffen. Het NVIC is in 2017 geraadpleegd over 1624 blootstellingen van dieren aan planten. Dit betreft voornamelijk gezelschapsdieren, niet landbouwhuisdieren (NVIC, 2018).

Chemische risico's in de diervoederketen

Om de chemische risico's te onderzoeken, worden de hierboven genoemde chemische stoffen of stofgroepen als uitgangspunt genomen. Deze worden zoveel mogelijk volgens de volgende aanpak behandeld.

- Algemene beschrijving van de chemische stof(groep)
- Wetgeving
- Mogelijke introductieroutes in de diervoederketen
- Voorkomen en overdracht naar dierlijke voedingsmiddelen

Op basis van deze informatie wordt beoordeeld in hoeverre er sprake is van een risico voor dier- of volksgezondheid.

Dierlijke eiwitten

Naast de genoemde chemische gevaren, spelen dierlijke eiwitten een rol in de diervoederketen. Er wordt gecontroleerd op de aanwezigheid van dierlijke eiwitten en er zijn een relatief groot aantal RASFF-meldingen over de aanwezigheid van dierlijk eiwit en DNA van herkauwers.

Algemene beschrijving

Boviene Spongiforme Encefalopathy (BSE) is de belangrijkste aandoening binnen de groep van Transmissibele Spongiforme Encefalopathieën (TSE's). Deze aandoeningen worden veroorzaakt door prionen. Prionen zijn stabiele versies van diereigen eiwitten die niet door enzymen kunnen worden afgebroken en ze accumuleren met name in de hersenen en het cerebrale systeem van herkauwers en enkele andere diersoorten. Analyses toonden aan dat de meest waarschijnlijke route van infectie verloopt via gecontamineerd voeder, waarin besmette dierlijke bijproducten zijn verwerkt (Morley et al., 2003; Prince et al., 2003). Verschillende procedures zijn ontwikkeld voor het inactiveren van prionen in diervoeder en voedsel. Alleen extreme behandelingen (180° C gedurende drie uur) resulteren in volledige inactivatie (Yoshioka et al., 2013).

Chronic Wasting Disease (CWD) is een prionziekte die voorkomt bij een aantal hertachtigen, te weten elanden, rendieren, witstaartherten, muilidierherten en wapitis. CWD komt in toenemende mate voor bij herten in het mid-westen van de Verenigde Staten en Canada. In 2016 zijn er, voor het eerst in Europa, verschillende gevallen waargenomen in Noorwegen, twee in rendier en twee in eland (NVI, 2018). Er is vastgesteld dat besmetting met CWD kan plaatsvinden via planten die prionen afkomstig van urine of kadavereiwitten van besmette dieren, hebben opgenomen (Pritzkow et al., 2015). Om verdere verspreiding te voorkomen wordt door EFSA aanbevolen om

geen dode hertachtigen als aas te gebruiken en verplaatsing van ingekuuld voeder en diervoeders vanuit plaatsen waar CWD endemisch is, te beperken (EFSA, 2017a).

RASFF bevat 18 meldingen tussen 2005 en 2015 voor dierlijk eiwit in diervoeder. Het betrof hier voornamelijk de aanwezigheid van dierlijk eiwit (landdieren) in visvoeder, dierlijk eiwit in melkvervangers voor kalveren en in varkensvoeder. Gegevens uit het Nationaal Plan Diervoeder laten zien dat dierlijke eiwitten soms in herkauwersvoeder worden gevonden (tussen 0 en 0,55% van de monsters in de periode 2011-2016).

Wetgeving

Na de BSE-crisis is er een beperking gekomen op het voeren van dieren met de resten van andere dieren met als doel om TSE's te controleren en uit te roeien en nieuwe uitbraken met TSE's te voorkomen. Er worden drie klassen van dierlijke bijproducten onderscheiden op basis van de mogelijke schadelijke effecten. Categorie 1 materiaal heeft het hoogste risico en bevat materiaal zoals hele kadavers van dieren die vermoedelijk met een TSE zijn besmet (Verordening (EG) nr. 1069/2009, artikel 8). Categorie 2 materiaal omvat dierlijke bijproducten zoals mest en dierlijke bijproducten die residuen van toegelaten stoffen of contaminanten bevatten die toegelaten niveaus overschrijden (artikel 9). Categorie 3 materiaal omvat dierlijke bijproducten zoals karkassen en delen van dieren die geschikt zijn voor consumptie door de mens, maar die om commerciële redenen niet voor menselijke consumptie bestemd zijn en dieren die geen symptomen vertonen van op mens of dier overdraagbare ziekten (artikel 10). Het gebruik van categorie 1 en 2 materiaal is niet toegestaan in diervoeder, categorie 3 materiaal is alleen toegestaan om te gebruiken als diervoedingrediënt in visvoerders, maar nog niet voor pluimvee- en varkensvoerders en voeders voor herkauwers. Dierlijke eiwitten zijn in visvoeder grotendeels vervangen door sojameel. Door de verordening is ook het beginsel ingevoerd dat hoog-risicomateriaal niet aan landbouwhuisdieren mag worden vervoerd en dat materiaal afkomstig van dieren van een bepaalde soort niet aan dieren van dezelfde soort mag worden vervoerd (antikannibalisme).

Het is dus onder andere niet toegestaan om:

- Diermeel of vismeel te verwerken in diervoeders voor herkauwers;
- Materiaal van landdieren te verwerken in vismeel of verenmeel bestemd voor voedselproducerende dieren;
- Materiaal van herkauwers te verwerken in voeders bestemd voor aquacultuur.

De controle van BSE in Nederland verloopt volgens de Europese richtlijnen. Controle op de aanwezigheid van dierlijke bijproducten in diervoeders is jaarlijks onderdeel van het NVWA Nationaal Plan Diervoeders.

Dioxinen en PCB's

Algemene beschrijving

Dioxinen, hier gebruikt als verzamelnaam voor gechlorideerde dibenzo-p-dioxinen (PCDD) samen met dibenzofuranen (PCDF), en polychloorbifenylen (PCB's) vormen een verzameling gechlorideerde koolwaterstoffen die accumuleren in vet of vetrijke producten. Hoewel er veel meer congenere van dioxinen zijn, wordt in de praktijk gekeken naar de zeventien congenere met vier tot acht chlooratomen op tenminste de 2, 3, 7 en 8-posities vanwege hun toxiciteit en persistentie. Bij PCB's wordt onderscheid gemaakt tussen (twaalf) dioxineachtige PCB's en niet-dioxineachtige PCB's. Dioxinen ontstaan bij (suboptimale) verbranding van materiaal dat organische stoffen en chloor bevat. De rook en gassen kunnen dan dioxinen bevatten, waardoor de diervoedergrondstof besmet raakt. Ook bij de productie van PCB's kunnen dioxinen worden gevormd. Dioxinen en PCB's zijn persistente stoffen en in het milieu hechten ze aan bodemdeeltjes en stof en worden overal in het milieu teruggevonden. De laag gechlorideerde dioxinen blijken beter opneembaar dan de hoog gechlorideerde dioxinen en bepaalde congenere worden in bijvoorbeeld varkens en koeien relatief goed afgebroken. Niet-dioxineachtige PCB's kennen dezelfde bronnen als PCB's. De niet-dioxineachtige PCB's kennen echter niet de specifieke toxicologische effecten van dioxinen en zijn minder gevaarlijk. Om de totale concentratie van dioxinen en dioxineachtige PCB's te berekenen, worden de hoeveelheden individuele stoffen via toxische-equivalentiefactoren (TEF-waarde) omgerekend naar dioxine-equivalenten. De TDI is gebaseerd op totaal-equivalenten (TEQ) uitgedrukt als pg TEQ/kg lichaamsgewicht per dag.

Dioxinen en PCB's kennen zowel acute als chronische toxiciteit. Ze worden gemakkelijk opgenomen en verdeeld over de lever en lichaamsvetten. Effecten op de lever(functies), de voortplanting en ontwikkeling zijn de belangrijkste. Halfwaardetijden bedragen verschillende jaren (EFSA CONTAM Panel, 2018a).

Verontreiniging van diervoeder(grondstoffen) heeft in het verleden geleid tot grootschalige incidenten (Malisch, 2000; Bernard et al., 2002; Hoogenboom et al., 2007; Hoogenboom et al., 2010). De laatste vond plaats in 2008 toen in Ierland PCB-houdende olie, gebruikt voor het drogen van reststromen uit bakkerijen, is gebruikt als grondstof in varkensvoeder (Heres et al., 2010).

Wetgeving

In bijlage I van Richtlijn 2002/32/EG zijn de maximumgehalten van ongewenste stoffen in diervoeding beschreven en in bijlage II zijn actiedrempels opgenomen. Voor dioxinen en de som van dioxinen en PCB's zijn maximumgehalten gegeven in ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg (ppt) van diervoeder met een vochtgehalte van 12%⁷. De maximumgehalten zijn respectievelijk voor:

- voedermiddelen van plantaardige oorsprong: 0,75 en 1,25
- voedermiddelen van minerale oorsprong: 0,75 en 1,0
- voedermiddelen van dierlijke oorsprong (dierlijk vet): 1,50 en 2,0
- andere van landdieren afkomstige producten, inclusief melk en melkproducten en eieren en ei producten: 0,75 en 1,25
- visolie: 5,0 en 20,0
- vis, andere waterdieren en afgeleide producten: 1,25 en 4,0
- toevoegingsmiddelen voor diervoeders kaoliniethoudende klei, vermiculiet, natroliet-fonoliet, synthetische calciumaluminaten en clinoptiloliet van sedimentaire oorsprong, behorende tot de functionele groep „Bindmiddelen” en „Antiklontermiddelen”: 0,75 en 1,5
- toevoegingsmiddelen voor diervoeding, behorende tot de functionele groep „Verbindingen van sporenelementen”: 1,0 en 1,5
- voormengsels: 1,0 en 1,5
- mengvoeders: 0,75 en 1,5

Voor niet-dioxineachtige PCB's zijn ook maximumgehalten (in µg/kg) vastgelegd; deze liggen ongeveer een factor tien hoger dan die voor dioxine en dioxinen en PCB's.

De actiedrempels die zijn opgenomen in bijlage II zijn bedoeld voor het verrichten van onderzoek door de lidstaten zoals beschreven in Artikel 4, lid 2⁸. De actiedrempels liggen op 50-67% van de maximumgehalten van dioxinen.

In Verordening (EG) 1881/2006 zijn de maximumgehalten van dioxinen en PCB's in dierlijke producten opgenomen. De maximumgehalten dioxinen en dioxinen plus PCB's zijn respectievelijk voor:

- vlees en vleesproducten, met uitzondering van slachtafvallen, 2,5 pg TEQ/g vet voor dioxinen en 4,0 pg TEQ/g vet voor dioxinen plus dioxineachtige PCB's voor runderen en schapen en voor pluimvee en varkens respectievelijk 1,75 en 3,0 en 1,0 en 1,25 pg/g vet;
- levers van landdieren: 0,30 en 0,50 pg/g vers gewicht (voor schapenlevers: 1,25 en 2,00 pg/g vers gewicht);
- melk(producten): 2,5 en 5,5 pg/g vet;
- kippeneieren en ei producten: 2,5 en 5,0 pg/g vet;
- dierlijk vet: afhankelijk van diersoort: 1,0-2,5 en 1,25-4,0 pg/g vet.

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

⁷ In Richtlijn 2002/32/EG wordt onder dagrantsoen verstaan (Artikel 2): de totale hoeveelheid diervoeders, omgerekend op een vochtgehalte van 12%, die een dier van een bepaalde soort, leeftijdsklasse en prestatievermogen gemiddeld dagelijks nodig heeft om volledig in zijn voederbehoefte te voorzien.

⁸ "Teneinde de bronnen van ongewenste stoffen in producten die bedoeld zijn voor het voederen van dieren te beperken of weg te nemen, verrichten de lidstaten, wanneer de maximumgehalten zijn overschreden of wanneer verhoogde gehalten van dergelijke stoffen zijn geconstateerd, in samenwerking met de marktdeelnemers onderzoek om de bronnen van ongewenste stoffen te identificeren, daarbij rekening houdend met de achtergrondniveaus. Met het oog op een uniforme aanpak in gevallen van verhoogde gehalten kan het nodig zijn actiedrempels vast te stellen bij overschrijding waarvan een dergelijke onderzoek wordt ingesteld. Deze actiedrempels kunnen worden vastgesteld in bijlage II. De lidstaten doen de Commissie en de overige lidstaten alle nuttige informatie en bevindingen toekomen met betrekking tot de bron en stellen hen in kennis van de maatregelen die zijn getroffen om het gehalte aan ongewenste stoffen te beperken of deze weg te nemen. Deze informatie wordt toegezonden in het kader van het verslag dat jaarlijks aan de Commissie moet worden voorgelegd overeenkomstig artikel 22 van Richtlijn 95/53/EG, behalve wanneer de informatie voor de andere lidstaten van onmiddellijk belang is. In dit laatste geval dient de informatie onverwijld te worden toegezonden."

- Primaire plantaardige productie: Risicovolle gebieden zijn de uiterwaarden, waar hoge concentraties PCB's zijn aangetroffen en waar vleesrunderen en schapen kunnen grazen. In de winterperiode zijn de dioxinegehalten in het gras hoger.
- Invoer, import en verwerking plantaardige producten (niet voedergewassen), 1^e fase: De aanwezigheid van zware industrie of afvalverwerking leidt tot milieuvervuiling door dioxinen en PCB's.
- Verwerking van plantaardige producten, 2e fase: Door verwerking van plantaardige gewassen, bijvoorbeeld door actieve drogingsprocessen zoals de toevoeging van actief kalk of door middel van directe droging via verbranding van bewerkt hout, kunnen dioxinen en PCB's in de voedergewassen terecht komen. Verwerking van granen tot broodmeel (drogingsprocessen) kan leiden tot hoge concentraties dioxinen en PCB's. Bij de verwerking van citruspulp tot diervoeder wordt citruspulp met ongebluste kalk gemengd. Ook dit heeft in het verleden tot vervuiling met dioxinen en PCB's geleid. De gebruikte kalk was afkomstig van de industriële productie van PVC en bevatte hoge concentraties dioxinen.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Bij het drogen van retourstromen of andere bijproducten is het altijd van belang op te letten welke brandstof er wordt gebruikt.
- Verwerking dierlijke producten, 1^e en 2^e fase: Voedermiddelen van mariene oorsprong kunnen dioxinen en PCB's bevatten. In visproducten (vismeel en visolie) afkomstig uit de Baltische Zee zijn hogere concentraties dioxinen en PCB's aangetroffen dan in visproducten uit andere wateren.
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Bij de verwerking van vervuilde visproducten kan ook het afval dioxinen en PCB's bevatten. Schapenlevers bevatten vaak hoge concentraties dioxinen en PCB's (EFSA, 2011).
- Chemische productie van additieven: Gerecyclede sporenelementen, zoals koper, kunnen besmet zijn met dioxinen en PCB's. Het risico hierop is afhankelijk van het land van herkomst. In sommige landen worden koperkabels verhit om koper vrij te krijgen. Bij dit verhittingsproces kunnen dioxinen en PCB's worden gevormd. Daarnaast worden bepaalde kleisoorten gebruikt als antiklontermiddelen, mycotoxinebinders of voor inmenging van vitamines en mineralen. Sommige van deze kleisoorten bevatten hoge concentraties dioxinen en PCB's. Bij het gebruik van kelp (een zeewier) als bron van mineralen is er ook een hoger risico op vervuiling met dioxinen en PCB's. Ook vismeel en visolie kunnen dioxinen bevatten.
- Productie van mengvoeder: De productie van mengvoeder leidt naar verwachting niet tot vervuiling van diervoeder met dioxinen of PCB's.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

In de periode 2001-2011 zijn door RIKILT 4938 monsters diervoeder geanalyseerd op de aanwezigheid van dioxinen en dioxineachtige-PCB's. Veertig monsters overschreden de ML en 81 de actiedrempel. Het percentage monsters met een overschrijding van de wettelijke maximale gehalten voor dioxinen of dioxinen en dioxineachtige-PCB's was lager dan 1% voor de meeste categorieën diervoedergrondstoffen, behalve voor vismeel (tien monsters, 4,1%), kleimineralen (binders en antiklontermiddelen) (elf monsters, 3,4%) en plantaardige oliën en bijproducten (zeven monsters, 1,7%). De actiedrempel werd overschreden in monsters dierlijk vet, voormengsels en ingrediënten van plantaardige herkomst (zonder de groep niet-dierlijke oliën) (Adamse et al., 2015). In het Nationaal Plan Diervoeders werden voor de periode 2011-2016 incidenteel overschrijdingen gevonden in visproducten, kleimineralen, kokosolie en premix.

Een behandeling van grondstoffen met stoom of actieve kool kan de gehalten aan dioxinen en PCB's omlaag brengen.

Dioxinen en PCB's accumuleren in het vetweefsel en de lever van dieren en worden opgeslagen in vis en uitgescheiden in melk en eieren. Bij kippen leidt een verhoogde blootstelling tot effecten op het uitkomen van de eieren en tot 'chicken edema disease'. Bij langdurige blootstelling van het dier neemt de relatieve overdracht toe tot er een soort 'steady state' wordt bereikt. In die situatie kan circa 40% van de ingenomen dosis worden uitgescheiden naar melk of eieren. Voor koeien betekent dit dat voeder met een gehalte rond de norm kan leiden tot gehalten in melk rond de productnorm (2,5 pg TEQ/g vet, Verordening (EG) nr. 1881/2006). Wanneer de diervoedernorm voor diervoeder voor leghennen wordt overschreden, dan kunnen de concentraties in eieren ongeveer drie keer boven de norm zijn. Diervoederbedrijven houden hier wel rekening mee door een lagere actielimiet te hanteren. Diervoeder levert de belangrijkste bijdrage aan de aanwezigheid van PCB's en dioxinen in vleeskuikenvlees (BuRO, 2018b).

Uit een onderzoek van EFSA (2012b) over de periode 2000-2010 waarin 1154 eimonsters waren onderzocht, bleek dat 5% van de monsters boven de norm van 2,5 pg TEQ/g vet voor dioxinen lag. Ook de norm voor dioxinen plus dioxineachtige PCB's van 5,0 pg TEQ/g vet werd in ongeveer 5% van de monsters overschreden. Onderzoeken lieten zien dat concentraties van dioxinen en dioxineachtige PCB's in eieren van biologische en vrije uitloopkippen hoger waren dan in eieren van kippen uit kooisystemen. Eieren van vrije-uitloopkippen, die werden gehouden in grote koppels, hadden lagere dioxineconcentraties dan kippen uit kleine koppels. Dit wordt toegeschreven aan het feit dat kippen uit grotere koppels relatief minder tijd buiten doorbrengen (BuRO, 2018a). In Nederland zijn af en toe verhoogde concentraties aangetroffen in eieren van vrije-uitloopkippen. In 2015 werd door de NCAE (Nederlandse Controle Autoriteit Eieren) bij steekproefsgewijs onderzoek naar dioxinen in eieren van kippen met vrije uitloop op één van de 64 onderzochte bedrijven een overschrijding van de wettelijke norm voor dioxinen geconstateerd (BuRO, 2018a).

Uit verschillende onderzoeken bleek dat naast verontreinigd voeder, verontreinigde grond in de uitloop van de kippen de bron van dioxineverontreiniging kon zijn. De concentraties van dioxinen in eieren is de laatste jaren gedaald sinds een controlesysteem door de sector is ingevoerd. In dit controlesysteem worden IKB-gecertificeerde bedrijven verplicht na aankomst van nieuwe koppels een bemonsteringsplan voor dioxineverontreinigingen uit te voeren.

In aanvulling op het Nationaal Plan Residuen worden door het RIKILT jaarlijks een aantal vlees-, melk- en eimonsters geanalyseerd op de aanwezigheid van dioxinen en dioxineachtige PCB's. Metingen van het RIKILT van 2008 tot en met 2014 (n=352) resulteerden niet in een overschrijding van de maximumgehalten voor dioxinen of dioxinen plus dioxineachtige PCB's voor kippeneieren. Ook in 2015 (n=39) en 2016 (n=45) werden geen eimonsters aangetroffen boven de maximumgehalten (Gebink, 2018). In de periode 2012 tot en met 2016 werd alleen in 2014 een overschrijding gevonden voor hertenvlees (n=1), voor zeven van de acht monsters paardenvlees en voor drie van de zeventien monsters schapenvlees. In 2013 had van de onderzochte monster een van de vijf monsters hertenvlees en twee van de drie monsters paarden een te hoog gehalte aan dioxinen en/of dioxineachtige PCB's. Voor alle overige onderzochte monsters (vlees van andere landbouwhuisdieren, melk, eieren) werden geen overschrijdingen van de maximumgehalten voor dioxinen of dioxinen plus dioxineachtige PCB's waargenomen¹⁴.

Eind 2013 ontstond onrust in Noord-Nederland door berichtgeving over de aanwezigheid van dioxine en verwante stoffen in eieren van kippen van particuliere kippenhouders. Er zijn toen ongeveer zestig monsters genomen bij particuliere kippenhouders in diverse regio's van Nederland. De resultaten toonden aan dat de concentraties van dioxine en verwante stoffen hoger waren in eieren van particuliere kippenhouders dan in eieren van commerciële bedrijven. Er waren geen regionale verschillen. De TWI werd bij consumenten van zeven jaar en ouder niet overschreden; bij een klein deel van de kinderen tussen twee en zeven jaar was dit wel mogelijk. BuRO concludeerde dat gezien de geringe mate en korte tijd van overschrijding de concentraties van dioxine en verwante stoffen in eieren van particuliere kippenhouders geen risico vormden voor de gezondheid van de consument (BuRO, 2014; RIKILT, 2014).

Wanneer de blootstelling aan dioxinen van melkkoeien of leghennen wordt beëindigd, zal het gehalte in melk of eieren in eerste instantie snel dalen tot ongeveer 50% van het oorspronkelijke gehalte. Daarna treedt een veel langzamere fase op waarbij het lichaamsvet van de dieren langzaam dioxine gaat uitscheiden. De halfwaardetijd ligt dan al snel rond een maand. Inmiddels zijn er modellen ontwikkeld voor melkkoe, leghen en varkens om dit verloop te voorspellen (Van Eijkeren et al., 2006; Hoogenboom et al., 2007).

Op basis van de belangrijkste effecten heeft de Europese Commissie (Scientific Committee on Food, 2001) een Tolerable Weekly Intake (TWI) van 14 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per week voor dioxinen en PCB's met een vergelijkbare werking als dioxinen (dioxineachtige PCB's) afgeleid. In 2012 heeft de United States Environmental Protection Agency (US EPA) een Reference Dose (RfD) van 0,7 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per dag (US EPA, 2012) afgeleid, gebaseerd op twee epidemiologische onderzoeken gekoppeld aan het Seveso-incident.

Op basis van berekeningen van het RIVM (Boon et al., 2014) geeft de inname van dioxinen via de voeding in Nederland geen aanleiding tot zorg voor de volksgezondheid. In 2014 lag de berekende inname bij de Nederlandse bevolking als geheel namelijk voor het eerst niet boven de gezondheidslimiet (TDI van 2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per dag). De belangrijkste innamebronnen van dioxinen waren melk, rundvlees en plantaardige oliën en vetten (Boon et al., 2014).

Eind 2018 heeft EFSA een opinie gepubliceerd over de risico's voor de gezondheid van mens en dier van dioxinen en dioxineachtige PCB's in voedsel en voeder. De risicobeoordeling voor de mens werd gebaseerd op zaadkwaliteit (NOAEL: 7,0 pg WHO 2005-TEQ/g vet). De afgeleide TWI is maximaal 2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per week. De gemiddelde en hoge (P95) inname varieerde van 2,1 tot 30,4 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per week en overschreed de TWI. De blootstelling aan dioxinen was gemiddeld slechts een factor 2,4-2,7 lager dan voor totaal TEQ. Dioxinen en dioxineachtige PCB's worden overgedragen naar melk en eieren en accumuleren in vette weefsels en lever. EFSA identificeerde overdrachtsfactoren en bioconcentratiefactoren⁹; er bestaan congener- en diersoortspecifieke verschillen in de uitscheiding en accumulatie in vlees, vet en lever. Bijvoorbeeld bij langdurige blootstelling (steady state) kan de dagelijkse hoeveelheid TEQ in melk of eieren meer dan een derde deel bedragen van de ingenomen dagelijkse dosis en de levers van schapen bevatten tot een factor vijf meer dioxinen en dioxineachtige PCB's dan de levers van koeien. De grootste bijdrage aan de inname van volwassenen werd geleverd door vette vis (tot 56%), vlees (livestock meat, tot 33,8%) en kaas (tot 21,8%). Het EFSA CONTAM Panel kon geen referentiewaarden vaststellen voor landbouwhuisdieren met uitzondering van kippen, nertsen en enkele vissoorten. In diervoeder komen relatief hoge concentraties dioxinen en dioxineachtige PCB's voor in visolie (3,33-3,38 ng TEQ/kg). De geschatte blootstelling uit diervoeder van kippen (nertsen en enkele vissoorten) vormt geen risico voor hun gezondheid (EFSA CONTAM Panel, 2018a).

Conclusie

Er zijn voor dioxinen en dioxineachtige PCB's in diervoeder overschrijdingen gevonden in verwerkte producten (zoals vismeel, oliën en vetten, en bijproducten) en additieven (zoals binders en antiklontermiddelen). Er is overdracht van dioxinen en dioxineachtige PCB's van het dier naar dierlijke producten, zoals melk, eieren, vlees, vet en lever. Schattingen van de inname van de mens uit voeding leiden tot overschrijding van de recent door EFSA afgeleide TWI. Dierlijke producten dragen substantieel bij aan de totale inname. De geschatte blootstelling van kippen aan dioxinen en dioxineachtige PCB's vormt geen risico voor hun gezondheid; voor andere landbouwhuisdieren is geen uitspraak hierover mogelijk.

Gebromeerde brandvertragers

Algemene beschrijving

Gebromeerde brandvertragers zijn persistente milieucontaminanten. De twee meest bekende typen broomhoudende brandvertragers zijn polybroomdifenylethers (PBDE's) en hexabroomcyclododecanen (HBCDD's). Andere, niet gebromeerde, brandvertragers bestaan uit anorganische verbindingen zoals metaalhydroxiden en niet-halogen houdende stoffen zoals melamine en 1,3,5-triazine-2,4,6-triamine. Gebromeerde brandvertragers worden toegepast in diverse producten om te voorkomen dat het materiaal ontbrandt of om een brand te vertragen. Ze komen in het milieu terecht en kunnen zo voedsel en diervoeder contamineren. Gebromeerde brandvertragers zijn toxisch en tot de schadelijkste effecten behoren effecten op de neurologische ontwikkeling.

Wetgeving

Er zijn geen Europese maximum limieten voor gebromeerde brandvertragers in diervoeder. Gebromeerde brandvertragers zijn ook niet opgenomen in de lijst van 'specific feed safety limits' van GMP+.

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

- Primaire plantaardige productie: Planten kunnen in beperkte mate PBDE's opnemen uit de (vervuilde) bodem.
- Import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), 1^e fase: Er is geen informatie over een mogelijk risico op besmetting met gebromeerde brandvertragers bij import en invoer en verwerking van plantaardige producten gevonden. Hoewel het niet volledig kan worden uitgesloten, is het niet aannemelijk dat gebromeerde brandvertragers plantaardige producten contamineren.
- Verwerking van plantaardige producten, 2^e fase: Het is niet aannemelijk dat gebromeerde brandvertragers voederproducten contamineren bij de verwerking.

⁹ De kinetiek van contaminanten in een dier kan worden beschreven door de overdrachtsfactor, deze beschrijft het percentage van de dagelijkse dosis die wordt uitgescheiden in melk of eieren. Een alternatief is de bioconcentratiefactor, deze beschrijft de ratio tussen de concentratie in weefsels, melk of eieren en die in het voeder.

- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Het is niet aannemelijk dat gebromeerde brandvertragers voederproducten contamineren.
- Verwerking van dierlijke producten, 1^e en 2^e fase: Gebromeerde brandvertragers zijn vetoplosbaar en komen vooral voor in dierlijke producten afkomstig van aquatische organismen. PBDE's en HBCDD's kunnen aanwezig zijn in visolie die wordt gebruikt in diervoeder. In terrestrische dieren en bijvoorbeeld melkproducten, vetten en eiwitten komen ook gebromeerde brandvertragers voor, maar in lagere concentraties.
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Gebromeerde brandvertragers zullen bij verwerking van bijproducten tot voedermiddelen voornamelijk voorkomen in de vette fractie van het voedermiddel.
- Chemische productie van additieven: Traag et al. (2009) publiceerden over een casus waarbij cholinechloride besmet was met een gebromeerde brandvertrager, te weten FR-1808 (octabromotrimethylfenyllindaan). Ook werden in enkele monsters cholinechloride tribroomfenolen aangetroffen. Er heeft geen vervolgonderzoek plaatsgevonden en het is niet bekend of een dergelijke besmetting vaker voorkomt.
- Productie van mengvoeder: Ingrediënten van diervoeder kunnen gecontamineerd zijn.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

In het RASFF-systeem zijn sinds 2005 geen meldingen gevonden over gebromeerde brandvertragers in diervoeder. Het Nationaal Plan Diervoeders monitort niet op gebromeerde brandvertragers.

In de melk en levers van lacterende koeien zijn PBDE's aangetroffen afkomstig uit diervoeder. De overdracht naar melk bedroeg 15-35% voor een aantal BDE's (Kierkegaard et al., 2007; Kierkegaard et al., 2009).

Gebromeerde brandvertragers worden in diverse landen in Europa aangetroffen in eieren. Uit berekeningen blijkt dat eieren ongeveer 5% bijdragen aan de inname van gebromeerde brandvertragers via het voedsel (Van der Fels-Klerx et al., 2017a). Concentraties in eieren voor 22 gebromeerde brandvertragers, geanalyseerd door RIKILT in 2013 tot en met 2015 in aanvulling op het Nationaal Plan Residuen liggen voor de meeste individuele stoffen onder de detectielimiet van 0,01 ng/g vet.

In 2008 berekende RIVM dat de gemiddelde langetermijnblootstelling van de Nederlandse bevolking aan de vijf belangrijkste PBDE's (som PBDE's 47, 99, 100, 153 en 154) gelijk was aan 0,79 ng/kg lichaamsgewicht per dag (Bakker et al., 2008). Een latere risicobeoordeling door het RIVM voor drie gebromeerde difenylethers (BDE-47, -99 en -153) gaf aan dat er geen reden tot zorg was voor de aanwezigheid van deze stoffen in voedsel (Boon et al., 2016). RIVM vergeleek de geschatte innames met Guidance Values¹⁰. Guidance Values voor PBDE-47, PBDE-99 en PBDE-153 zijn respectievelijk 69, 1,7 en 3,8 ng/kg lichaamsgewicht per dag. Het percentage personen dat werd blootgesteld aan concentraties boven de Guidance Value was voor alle leeftijdsgroepen gering (<1%) (Boon et al., 2016).

EFSA kwam tot een vergelijkbare conclusie op basis van een risicoschatting van de inname in Europa van gebromeerde brandvertragers (HBCDD's). Er werden geen gezondheidseffecten verwacht, met uitzondering van BDE-99, waarvoor mogelijk een gezondheidsrisico zou kunnen zijn (EFSA CONTAM Panel, 2011b). Voor andere broomhoudende brandvertragers is nog geen risicobeoordeling te maken, omdat gegevens over voorkomen, blootstelling en toxiciteit ontbreken.

Conclusie

Er zijn geen wettelijke limieten voor gebromeerde brandvertragers in diervoeder en deze stoffen zijn niet opgenomen in de nationale monitoring. Overdracht van gebromeerde brandvertragers naar dierlijke producten is aangetoond maar lijkt geen reden tot zorg te zijn voor de gezondheid van de consument. Het is niet duidelijk of er een effect is op de gezondheid van het dier.

Perfluorverbindingen

Algemene beschrijving

Per- en polyfluoralkylverbindingen (PFAS's) vormen een groep van stoffen van (volledig) gefluoreerde verbindingen. Er zijn honderden verbindingen bekend met uiteenlopende chemische structuren. De twee bekendste PFAS's zijn perfluorooctaansulfonzuur (PFOS) en perfluorooctaanzuur (PFOA). Andere PFAS's hebben een vergelijkbare functionele groep maar een andere ketenlengte.

¹⁰ Guidance Value zoals gedefinieerd in het RIVM rapport: "[Q]uantify the amount of a compound to which a person may be exposed on average over a long period without detrimental consequences for health."

PFAS's zijn stabiel en bestand tegen hoge temperaturen. Ze zijn water-, vet-, en vuilafstotend en verlagen de oppervlaktespanning. Daarom zijn deze stoffen in het verleden toegepast bij oppervlakbehandelingen van bijvoorbeeld tapijten, textiel en leer, maar ook als surfactant in blusschuim en in de mijnbouw en olie-industrie.

PFOS is een Persistent Organic Pollutant (POP) vanwege de persistente, bioaccumulatieve en toxische eigenschappen (SC, 2018)¹¹. PFOA is toxisch en persistent, maar geen POP, omdat het beperkt bioaccumulatief is. PFOS en PFOA worden snel geabsorbeerd in het maagdarmlkanaal en ongewijzigd uitgescheiden in urine en feces. De geschatte halfwaardetijden bij de mens voor PFOS en PFOA zijn respectievelijk ongeveer vijf jaar en 2-4 jaar (EFSA CONTAM Panel, 2018b). PFAS's komen in ons voedsel voor (Noorlander et al., 2011). PFOS is de meest voorkomende PFAS in de mens (Krafft & Riess, 2015), gevolgd door PFOA. PFAS's migreren gemakkelijk en in aanmerkelijke hoeveelheden van voedselverpakkingen in voedingsmiddelen. Ook drinkwater kan PFAS's bevatten. Blootstelling van de mens wordt geassocieerd met effecten op het vet- en koolhydraatmetabolisme en een verhoogde serumcholesterolconcentratie. Epidemiologische onderzoeken bij de mens toonden effecten op lever en ontwikkeling; andere effecten waren twijfelachtig (Krafft & Riess, 2015). PFOS veroorzaakte tumoren in de lever van de rat en PFOA induceerde Leydig-celtumoren in de rat. Beide stoffen veroorzaken neurotoxische ontwikkelingseffecten en effecten op genexpressie die relevant is voor signaaloverdracht in de hersenen (EFSA CONTAM Panel, 2018b). PFOS en PFOA accumuleren in de lever; de bioaccumulatie van PFOA is lager dan die van PFOS (EFSA CONTAM Panel, 2018b)

GenX is de handelsnaam voor een technologie die wordt gebruikt om coatings (fluorpolymeren) te maken en wordt toegepast als vervanging van PFOA. Bij deze technologie worden twee fluorhoudende stoffen gebruikt, FRD-902 en FRD-903, en wordt de fluorverbinding E1 gevormd. Een deel van de stoffen wordt uitgestoten naar lucht en een deel afgevoerd naar afvalwater. De schadelijke effecten van GenX-stoffen zijn vergelijkbaar met die van PFOA: het is mogelijk kankerverwekkend voor de mens en heeft effecten op de lever. Echter GenX-stoffen zijn minder schadelijk voor de voortplanting dan PFOA. GenX staat op de lijst van RIVM met potentiële zeer zorgwekkende stoffen (RIVM, 2018c). Het Amerikaanse EPA (Environmental Protection Agency) heeft in november 2018 conceptnormen vastgesteld voor GenX-stoffen (EPA, 2018). De voorgestelde subchronische en chronische referentiedoses zijn respectievelijk 0,0002 en 0,00008 mg/kg lichaamsgewicht per dag.

Wetgeving

Vanwege hun persistentie, bioaccumulatie en toxiciteit, zijn PFOS en een aantal verwante verbindingen in 2008 verboden. Er zijn geen maximumgehalten vastgesteld voor PFAS's in veevoeder(ingrediënten).

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

- Primaire plantaardige productie: PFAS's kunnen worden opgenomen in plantaardige gewassen. Dit is aangetoond voor onder andere mais. Kowalczyk et al. (2013) beschreef een geval in Noordrijn-Westfalen, waar gras en hooi waren gecontamineerd met verschillende PFAS's (12-2845 ng/g droog gewicht), afkomstig van met PFAS's gecontamineerde meststof. Zafeiraki et al. (2016b) heeft PFOS gemeten in gras uit de uiterwaarden van de IJssel. De gehalten lagen rond de 0,5 ng/g. PFOS was waarschijnlijk opgenomen door het gras uit gecontamineerd rivierslib en/of gecontamineerd rivierwater.
- Invoer, import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), 1^e fase: PFAS's kunnen worden opgenomen in plantaardige producten.
- Verwerking van plantaardige producten, 2^e fase: PFAS's kunnen worden opgenomen in plantaardige producten.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): PFAS's kunnen voorkomen in plantaardige voedingsmiddelen; echter de concentraties zijn laag (<0,2-18 pg/g product; Noorlander et al., 2011). Het is niet uit te sluiten dat plantaardige reststromen bijdragen aan de besmetting in de diervoederketen. Indien retourstromen zijn verpakt in met

¹¹ Persistente organische verontreinigende stoffen (POP's) zijn chemische stoffen. Ze bezitten een bepaalde combinatie van fysische en chemische eigenschappen zodanig dat, eenmaal in het milieu terechtgekomen, ze:

- intact blijven voor uitzonderlijk lange perioden (vele jaren);
- op grote schaal verspreid worden in het milieu (bodem, water en met name lucht) als gevolg van natuurlijke processen;
- accumuleren in het vetweefsel van levende organismen, inclusief de mens, en zijn te vinden in hogere concentraties op een hoger niveau in de voedselketen; en
- zijn giftig voor mens en dier.

- PFAS's behandelde vet- en vochtvasthoudende verpakkingen, dan is het aannemelijk dat deze bijdragen aan de besmetting van diervoeders.
- Verwerking van dierlijke producten, 1^e en 2^e fase: PFAS's, vooral de stoffen met de langere ketens (PFOS, PFDA tot en met PFTA), hopen zich op in alle delen van het lichaam. Er zijn veel onderzoeken waarin het voorkomen van PFAS's in (in het wild gevangen) vis wordt aangetoond. Suominen et al. (2011) onderzochten een klein aantal vismeelmonsters en vonden daarin met name PFOS, PFDA, PFUnA en PFDoA in concentraties van 1,5-20 ng/g (12% vocht). Dit betekent dat slachtafval en vis(afval) als bron voor diervoeder kan leiden tot besmetting met PFAS's.
 - Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Hierover is niets bekend.
 - Chemische productie van additieven: Hierover is niets bekend.
 - Productie van mengvoeder: Ingrediënten zoals vismeel kunnen gecontamineerd zijn en zo mengvoeder besmetten. Het is niet aannemelijk dat het productieproces bijdraagt aan besmetting met PFAS's.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

De laatste tijd vindt er een verschuiving plaats naar het gebruik van perfluorsulfonaten en perfluorcarbonsuren met kortere ketens en perfluoralkylethercarbonsuren (onder andere GenX). Deze stoffen zijn aangetoond in Nederlands oppervlaktewater (Gebink et al., 2017). Indien meer toxicologische informatie beschikbaar komt, kan de relevantie van deze andere perfluorkoolstoffen voor de volksgezondheid worden geschat.

PFAS's komen voor in kweekvis. Ze worden overgedragen vanuit het diervoeder, zoals aangetoond door Goeritz et al. (2013) in een overdrachtsonderzoek in forel. De biomagnificatiefactoren (BMF's; concentratie in vis in steady state gedeeld door de concentratie in het voeder) bedroegen 0,42 voor PFOS, 0,23 voor PFNA, 0,18 voor PFHxS, 0,04 voor PFOA en 0,02 voor PFBS. Hieruit blijkt dat de langere ketens efficiënter worden opgenomen in de vis dan de kortere ketens. Ophoping gebeurt met name in de organen (lever) en in mindere mate in de filet. Kortere ketens worden na opname sneller uitgescheiden. Zafeiraki et al. (2016c) hebben de opname van PFAS's in schapelevers vanuit gecontamineerd gras afkomstig van de uiterwaarden van de IJssel bestudeerd. Na 112 dagen was het gehalte in de lever opgelopen tot 10,9 ng/g; dit komt overeen met ongeveer 12% van de hoeveelheid die via voeding was ingenomen. PFOS werd met name in de levers van paarden en schapen gevonden, mogelijk omdat deze dieren veel buiten grazen.

De overdracht van PFAS's uit voeder naar runderen is onderzocht door Kowalczyk et al. (2013). PFOS en PFHxS hoopten voornamelijk op in lever en nieren van de dieren maar een aanzienlijk deel werd ook opgeslagen in de spiermassa van de dieren. Ongeveer 14% van de opgenomen PFOS werd via de melk uitgescheiden. De kortere ketens hoopten niet op maar werden via de urine uitgescheiden. Van Asselt et al. (2013) hebben op basis van deze dataset een PBPK (physiologically based pharmacokinetic)-model ontwikkeld, waaruit een halfwaardetijd van 56 dagen werd afgeleid voor afname van PFOS-gehalten in melk. Zafeiraki et al. (2016a) onderzochten PFAS's-concentraties in commerciële eieren en in eieren van hobbyboeren. Met name in de laatste categorie zijn PFAS's aangetroffen, naar verwachting als gevolg van fouragegedrag (het oppikken van gecontamineerde grond samen met het voeder) (Van der Fels-Klerx et al., 2016). In eieren van particuliere kippenhouders in Nederland liggen de concentraties van perfluorverbindingen een factor tien hoger dan in commerciële eieren (scharrel, vrije uitloop en biologisch, n=73). Deze concentraties zijn echter nog steeds zo laag dat de blootstelling vanuit deze eieren niet zal leiden tot overschrijdingen van de TDI's (Van der Fels-Klerx et al., 2017b; BuRO, 2018a).

Voor PFOS en PFOA heeft EFSA in 2012 TDI's vastgesteld van respectievelijk 150 en 1500 ng/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA, 2012a). In een risicobeoordeling concludeerde EFSA dat de blootstellingen aan PFOS en PFOA via voedsel ver onder de TDI's bleven (EFSA, 2012a). Een onderzoek naar de inname van PFOS en PFOA gebaseerd op Nederlandse gegevens in voedsel liet zien dat ook voor Nederland de blootstelling ruim onder de TDI's bleef (Noorlander et al., 2011). Domingo & Nadal (2017) hebben de innameschattingen van PFAS van verschillende landen gereviewd en concludeerden dat, op basis van de door EFSA voorgestelde maximale inname van PFOS en PFOA via de voeding, er geen gezondheidsrisico's te verwachten zijn voor de consument. Echter, ze adviseren een vinger aan de pols te houden omdat de inname niet exact bekend zijn.

In een recente (concept)opinie (EFSA CONTAM Panel, 2018b) heeft EFSA de risico's geëvalueerd van de aanwezigheid van PFOS en PFOA in voeding. Het EFSA Panel identificeerde de toename in serumcholesterolconcentratie voor volwassenen en de afname van antilichaamrespons bij

vaccinatie van kinderen als kritische effecten voor PFOS. Dit resulteerde in een TWI van 13 ng/kg lichaamsgewicht per week voor alle leeftijdsgroepen. Voor PFOA was de toename in serumcholesterolconcentratie het kritische effect en bepaalde een TWI van 6 ng/kg lichaamsgewicht per week. De inname van PFOS varieerde van 1,3 tot 20,9 ng/kg lichaamsgewicht per week in Europa (P95: 3,5-165,9 ng/kg lichaamsgewicht per week). De inname van PFOA varieerde van 1,5 tot 18,3 ng/kg lichaamsgewicht per week in Europa (P95: 3,4-37,6 ng/kg lichaamsgewicht per week). Dit betekent dat een aanzienlijk deel van de populatie de TWI's van PFOS en PFOA overschrijdt en dat geeft reden tot zorg voor de gezondheid van de consument. Voor de schatting van de innamen waren ongeveer 10.000 analyseresultaten (geen van Nederland) voor elk van de twee stoffen beschikbaar. Er waren grote verschillen in de berekende blootstellingsscenario's. Bijdragen aan de gemiddelde chronische inname werden geleverd voor PFOS door vis en zeevruchten (86% voor volwassenen), vlees en vleesproducten, en eieren en eierproducten. Voor PFOA waren dat melk en zuivelproducten, drinkwater en vis en zeevruchten. Hierbij moet worden opgemerkt dat de hoogste gemiddelde PFOS-concentratie in vlees (rund, pluimvee, orgaanvlees) 28,6 µg/kg was maar exclusief orgaanvlees 0,55 µg/kg. In de categorie 'melk en zuivelproducten' slechts zes van de 476 monsters een PFOA-concentratie boven de LOD/LOQ hadden (koemelk en Goudse kaas, gemiddelde concentratie van 0,02 µg/kg). PFOA werd gevonden in 8% van de onderzochte eiermonsters (gemiddeld 0,11 µg/kg).

De inname van GenX-stoffen is niet bekend.

Conclusie

Er zijn geen wettelijke limieten voor perfluorverbindingen in diervoeder en deze stoffen zijn niet opgenomen in nationale monitoring. Overdracht naar dierlijke producten is mogelijk, met name naar lever en nieren maar ook naar vlees, melk en eieren. Besmetting van diervoeder speelt een rol in gevallen waarin dieren worden gevoederd met gewas (mais, gras) dat van gecontamineerde plaatsen afkomstig is. Ook vismeel in het mengvoeder kan een bijdrage leveren aan de blootstelling.

De innamen van PFOS en PFOA overschrijden de recent afgeleide TWI's en er is dus reden tot zorg voor de gezondheid van de consument en, gezien de toxische effecten van de stoffen, mogelijk ook voor de gezondheid van het dier.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

Algemene beschrijving

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) bestaan uit een groot aantal verschillende verbindingen, waarin het aantal aromatische ketens varieert. De meest bekende PAK-verbinding is benzo(a)pyreen. PAK's komen voor in het milieu en zijn veelal afkomstig van verbrandingsprocessen. PAK's zijn schadelijke stoffen en de meeste PAK's zijn kankerverwekkend (carcinogeen). De meest onderzochte PAK is benzo(a)pyreen. Deze stof is een genotoxisch carcinogeen.

Het CONTAM-Panel van EFSA concludeerde in 2008 dat benzo(a)pyreen geen geschikte merkerstof is voor het voorkomen en het effect van carcinogene PAK's in voedingsmiddelen (EFSA CONTAM Panel, 2008). Het gebruik van vier of acht PAK's, respectievelijk PAK4 en PAK8, levert een betere indicator voor PAK's in voedingsmiddelen. EFSA concludeerde ook dat een systeem met acht stoffen (PAK8) niet veel toegevoegde waarde zou bieden ten opzichte van een systeem met vier stoffen (PAK4) (EFSA CONTAM Panel, 2008). PAK4 bestaat uit de som van chryseen, benzo(a)pyreen, benz(a)antraceen en benzo(b)fluorantheen.

Wetgeving

Voor diervoeders zijn geen maximumgehalten van benzo(a)pyreen of PAK4 vastgelegd. Er zijn wel maximumgehalten in levensmiddelen vastgelegd (Verordening (EG) nr. 1881/2006) voor benzo(a)pyreen en voor de som van vier polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK4). Maximumgehalten voor respectievelijk benzo(a)pyreen en PAK4 zijn voor onder andere oliën en vetten (respectievelijk 2,0 en 10,0 µg/kg), cacaobonen (respectievelijk 5,0 en 30,0 µg/kg vet), kokosolie, gerookt vlees en gerookte vleesproducten, voedingsmiddelen voor zuigelingen en peuters, cacaozels en hiervan afgeleide producten, bananenchips, supplementen (respectievelijk 10,0 en 50,0 µg/kg) en gedroogde kruiden met uitzondering van kardemon en gerookt *Capsicum* spp. (respectievelijk 10,0 en 50,0 µg/kg).

Introductieroute

PAK's kunnen via vetten en vetzuren in diervoeder terecht komen, maar kunnen ook ontstaan tijdens de productie van diervoeder, bijvoorbeeld wanneer gras kunstmatig wordt gedroogd (Kan et al., 2003; Bulder et al., 2006).

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

EFSA leidde een BMDL₁₀ af van 0,070 mg/kg lichaamsgewicht per dag af voor benzo(a)pyreen en 0,34 mg/kg lichaamsgewicht per dag voor PAK4 (EFSA CONTAM Panel, 2008). Een MOE van 10.000 of meer wordt door EFSA gebruikt om te concluderen dat er weinig of geen zorg is voor de gezondheid van de consument. EFSA heeft vervolgens de dagelijkse opname van PAK's in Europa geschat (EFSA CONTAM Panel, 2008). De gemiddelde opname uit voedsel in Europa voor een gemiddeld en hoog consumptiepatroon varieerde tussen 235 ng/dag (3,9 ng/kg lichaamsgewicht per dag) en 389 ng/dag (6,5 ng/kg lichaamsgewicht per dag) voor benzo(a)pyreen en 1168 ng/dag (19,5 ng/kg lichaamsgewicht per dag) en 2068 ng/dag (34,5 ng/kg lichaamsgewicht per dag) voor PAK4. Granen en graanproducten en zeevruchten vormden de belangrijkste bronnen. Voor Nederland werd bij een gemiddelde voedselconsumptie een BMDL₁₀ (Benchmark dose lower confidence limit) berekend van 0,34 mg/kg lichaamsgewicht per dag en een bijbehorende MOE (margin of exposure, de verhouding tussen de BMDL en de blootstelling) van 17,900 voor benzo(a)pyreen en 17,500 voor PAK4 (EFSA CONTAM Panel, 2008). Voor personen met een hoge consumptie resulteerden deze schattingen in een MOE van 10,800 (benzo(a)pyreen) en 9,900 (PAK4). EFSA gaf aan dat voor consumenten met een hoge inname van PAK's, de MOE's dicht bij of onder de 10.000 lagen en er dus reden tot zorg is (EFSA CONTAM Panel, 2008).

Concentraties van PAK's in zuivelproducten in de EU zijn laag en blijven onder de vastgestelde maximale gehalten. Dierexperimenten laten zien dat PAK's worden gemetaboliseerd in koeien, waardoor de uiteindelijke concentraties PAK's in melk laag zijn. Wel worden de metabolieten teruggevonden in melk. De toxicologische eigenschappen van deze metabolieten zijn echter grotendeels onbekend (Bulder et al., 2006). In Nederland zijn alle gerapporteerde concentraties voor PAK's in melk (KAP-database) lager dan de detectielimiet (BuRO, 2017). Melk draagt slechts voor een klein deel bij aan de opname van PAK's via voedsel (BuRO, 2017).

Conclusie

Voor PAK's zijn er geen wettelijke limieten in diervoeder. Overdracht naar dierlijke producten (melk) is mogelijk maar vormt geen gezondheidsrisico voor de consument.

Metalen

Algemene beschrijving

Diervoeder kan zware metalen bevatten, zoals lood, cadmium, kwik, nikkel, chroom, koper, zink en arseen. Zware metalen komen in het diervoeder via gewassen die zijn geteeld op verontreinigde bodems, door mineralen die worden toegevoegd aan het diervoeder of via voedermiddelen van mariene oorsprong (vismeel, zeewier). Zware metalen komen van nature voor in de bodem maar kunnen ook in de bodem terecht komen door gebruik van kunstmest en dierlijke mest en uit rioolslib dat in het verleden als bemesting over het land werd uitgereden. Koper, zink, chroom en nikkel zijn essentiële elementen voor dieren en worden als additief toegevoegd aan diervoeder.

Chronische blootstelling aan lood kan neurotoxische effecten veroorzaken en een verhoging van de bloeddruk tot gevolg hebben. Langdurige blootstelling aan cadmium kan nierschade veroorzaken. Anorganisch arseen is zeer giftig. Langdurige blootstelling aan lagere concentraties heeft als belangrijkste toxische effecten: (huid)kanker, hart- en vaatziekten, diabetes en neurotoxische effecten. Voor kwik is de meest voorkomende vorm in voedsel methyلكwik (vooral in vis). Langdurige blootstelling aan methyلكwik kan leiden tot schadelijke effecten op de neurologische ontwikkeling. Zware metalen accumuleren vooral in de lever en nieren.

Wetgeving

Richtlijn 2002/32/EG geeft de maximale gehalten voor de zware metalen arseen, lood, kwik, en cadmium in diervoeders met een vochtgehalte van 12%. Voor de toevoegingsmiddelen (sporenelementen) ijzer, kobalt, koper, mangaan en zink in diervoeder zijn er wettelijke limieten (Verordening (EG) nr. 1334/2003 en Richtlijn 86/300/EG). Voor nikkel is er geen maximumgehalte in diervoeder, wel zijn er GMP+-limieten vastgesteld. Voor het gebruik van mest en compost op het land zijn maximale waarden vastgesteld voor zware metalen in het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet. Dit is bedoeld om verontreiniging van de bodem en vervolgens opname door gewassen te voorkomen.

Voor dierlijke producten zijn er alleen wettelijke limieten voor cadmium, lood en kwik (Verordening (EG) nr. 1881/2006). Het gaat voor cadmium om vlees van runderen, schapen, varkens en pluimvee (0,050 mg/kg vers gewicht), paardenvlees (0,20 mg/kg), lever van runderen, schapen, varkens, pluimvee en paarden (0,50 mg/kg) en nieren van de runderen, schapen, varkens, pluimvee en paarden (1,0 mg/kg). Voor lood zijn er maximumgehalten voor melk (0,020 mg/kg vers gewicht), vlees van runderen, schapen, varkens en pluimvee (0,10 mg/kg), slachtafval (0,50 mg/kg) en vetten en oliën waaronder melkvet (0,10 mg/kg).

Kwik heeft betrekking op vis en blijft hier buiten beschouwing. Voor tin en arseen zijn er geen maximumgehalten voor dierlijke producten.

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

Primaire plantaardige productie: Cadmium, lood en arseen kunnen via de bodem en de lucht worden opgenomen in planten. Voor diervoeder is suikerbiet het meest gevoelige gewas voor ophoping van zware metalen. Analyse van de KAP-gegevens liet zien dat voedermiddelen van plantaardige oorsprong een medium prioritering krijgen voor cadmium (Adamse et al., 2017).

- Invoer, import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), eerste fase: Vervuiling met zware metalen is vooral een probleem in dichtbevolkte en sterk geïndustrialiseerde gebieden. Door verwerking van plantaardige producten en voedergewassen kan het gehalte aan zware metalen worden verlaagd of verhoogd. Zo zijn concentraties in de schil van de aardappel hoger dan in de aardappel zelf. Eindconcentraties in mengvoeders zijn dus afhankelijk van het gedeelte van de plant dat wordt gebruikt voor de bereiding van diervoeder. Nikkel wordt soms als katalysator gebruikt voor het harden van vetten en kan zo via toevoegen van deze vetten in de diervoederketen terecht komen.
- Verwerking van plantaardige producten, tweede fase: De kans op aanwezigheid van zware metalen in plantaardige producten wordt laag geschat. Zware metalen worden voornamelijk gevonden in bladgroenten en knol- en wortelgewassen en, in veel lagere concentraties, in granen en zaden. Verwerking van deze grondstoffen tot bakkerijproducten of oliën zal dan ook niet tot hoge concentraties zware metalen leiden. Suikerbieten kunnen wel zware metalen bevatten en de bijproducten bij de verwerking van deze grondstoffen (bietenpulp) dus ook.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Retourstromen van de brood- en banketindustrie of de alcoholindustrie bevatten naar verwachting weinig tot geen (zware) metalen.
- Verwerking van dierlijke producten, eerste en tweede fase: Voedermiddelen van mariene oorsprong kunnen zware metalen bevatten. Na analyse van de KAP-gegevens, werd deze categorie als 'hoog risico' geprioriteerd voor de aanwezigheid van cadmium en arseen. Arseen werd vooral gevonden in zeewier en algen (Adamse et al., 2017). Analyse van de RASFF-data in de periode 2005-2016 laat zien dat het merendeel van de 34 meldingen voor kwik visproducten betrof. In visproducten, waaronder vismeel, is kwik voornamelijk aanwezig in de vorm van het toxische methykwik.
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Wanneer visproducten worden verwerkt, kunnen bijproducten hiervan zware metalen bevatten. Ook dierlijke vetten en organen, zoals lever en nieren, kunnen verhoogde concentraties zware metalen bevatten. Orgaanvlees mag niet worden verwerkt in diervoeder voor landdieren (Verordening (EG) nr. 999/2001).
- Chemische productie van additieven: Kleimineralen zijn een belangrijke bron van lood en sporenelementen zoals kopersulfaat, kopercarbonaat en ijzercarbonaat. Sinds 2012 mogen mycotoxinebinders worden gebruikt als diervoederadditief. Deze binders bevatten vaak kleicomponenten. Gebruik van deze binders kan leiden tot verhoogde loodconcentraties in diervoeder.
- Productie van mengvoeder: Naar verwachting ontstaan er geen additionele gevaren door het mengen van ingrediënten, verpakken en bewaren van mengvoeder.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Resultaten van het Nationaal Plan Diervoeders laten vanaf 2014 lage percentages overschrijdingen zien (0-2,3%) voor zware metalen in diervoeders. Overschrijdingen werden gevonden voor lood in kleimineralen en voor arseen in algen en zeewier. De RASFF-databank bevat 173 meldingen voor zware metalen in de periode 2005-2015, waarvan 46 voor arseen, 45 voor cadmium, 34 voor kwik, en 30 voor lood. Zware metalen werden voornamelijk aangetroffen in sporenelementen, visproducten en palmpitschilfers.

Adamse et al. (2017) hebben op basis van monitoringsresultaten van 2007-2013 opgeslagen in de KAP-databank (Nationaal Plan Diervoeders, SecureFeed) een prioritering gemaakt voor monitoring van cadmium, lood, kwik en arseen. Hierbij zijn diervoeders per element ingedeeld met een lage,

middel en hoge prioriteit voor monitoring, gebaseerd op het aantal RASFF-meldingen, de gemiddelde concentratie, het percentage monsters boven de wettelijke limiet en de uitkomst van de trendanalyse. Trendanalyses zijn uitgevoerd op de gemiddelde concentraties van de zware metalen in diervoeders tussen 2007 en 2013. In deze analyse van Adamse et al. (2017) werd geconcludeerd dat voor cadmium voedermiddelen van mariene oorsprong, inclusief de subset vismeel, voor lood diervoederadditieven die tot de functionele groep van binders en antiklontermiddelen behoren (subset sepioliet en subset kleimineralen), voor arseen diervoeder materiaal afkomstig van zeewier en diervoederadditieven, een hoge prioriteit voor monitoring zouden moeten krijgen.

Zowel lood, cadmium, arseen als kwik zijn aangetoond in eieren in Europese onderzoeken in de g/kg-range. Er zijn geen gegevens bekend voor Nederland. In de KAP-database staat slechts één monster (mayonaise) dat geanalyseerd is op cadmium, lood, arseen en kwik; alle analyseresultaten lagen onder de detectielimiet (Van der Fels-Klerx et al., 2017b).

In Nederland zijn de concentraties in zuivelproducten over het algemeen laag, zoals de metingen van het COKZ (Centraal Orgaan voor Kwaliteitsaangelegenheden in de Zuivel; 2013-2014; alles onder de norm), van de NVWA (2014-2015; alles onder de norm) en KAP-databank (2009-2010; alles onder de detectielimiet) laten zien (BuRO, 2017). In kaas (n=176) en melk (n=98) zijn cadmiumconcentraties van minder dan 7 µg/kg gemeten. Metingen voor lood door de NVWA geven vergelijkbare resultaten: in een aantal gevallen (vijf van de 176 monsters) is er een overschrijding van de norm in zuivelproducten (20 µg/kg, Verordening (EG) nr. 1881/2006) met concentraties tussen de 2 en 70 µg/kg in kaas.

Overschrijding van normen voor zware metalen in vlees komen in Nederland zelden voor (BuRO, 2015). Landbouwhuisdieren zullen, naarmate zij langer leven, zware metalen accumuleren. Uit de resultaten van het beschikbare onderzoek naar de aanwezigheid van deze stoffen in de dieren in Nederland blijkt dat de nieren af en toe verhoogde gehalten cadmium bevatten. Lood wordt vrijwel nooit in vlees gevonden. De verhoogde gehalten cadmium in de nieren kunnen deels worden verklaard door de leeftijd van de slachtdieren, omdat cadmium accumuleert en de concentratie dus met de leeftijd toeneemt. In Nederland wordt orgaanvlees van Nederlandse runderen van twee jaar en ouder standaard preventief geweerd uit de voedselketen van de mens (NVWA toezichtsprotocol RA 86), (BuRO, 2015).

Kwik. EFSA (EFSA CONTAM Panel, 2012b) leidde een tolerable weekly intake (TWI) af van 1,3 µg/kg lichaamsgewicht voor methylkwik en 4 µg/kg lichaamsgewicht voor anorganisch kwik. EFSA rapporteerde dat de gemiddelde blootstelling van verschillende leeftijdsgroepen in Europa aan methylkwik de TWI niet overschreed, met uitzondering van kleuters en andere kinderen (EFSA CONTAM Panel, 2012b). De grootste bijdrage aan de inname van methylkwik in Europa werd geleverd door vis(producten). In een (oud) onderzoek in Nederland werd geconcludeerd dat de bijdragen aan de inname van kwik van de populatie werd geleverd door vis en schaal- en schelpdieren (59%), melk (30%) en vlees (11%) (De Winter-Sorkina et al., 2003).

Cadmium. EFSA concludeerde in 2011 (EFSA CONTAM Panel, 2011c) dat de tolerabele weekly intake (TWI) voor cadmium van 2,5 µg/kg lichaamsgewicht, zoals vastgesteld in 2009, moest worden gehandhaafd om consumenten te beschermen, inclusief subgroepen zoals kinderen, vegetariërs en personen die in een sterk verontreinigd gebied leven. De gemiddelde blootstelling in Europa lag dicht in de buurt van, of overschreed in lichte mate, de TWI voor cadmium (EFSA CONTAM Panel, 2009b). Vooral graanproducten, groenten, fruit, noten en peulvruchten, zetmeelrijke wortels, aardappelen en vlees leverden een bijdrage aan de inname van cadmium (EFSA CONTAM Panel, 2011c). Een onderzoek van RIVM liet zien dat de gemiddelde cadmiuminname in Nederland varieerde van 0,20 µg/kg lichaamsgewicht voor volwassenen tot 0,57 µg/kg lichaamsgewicht voor 2-jarigen. Hoewel de hoogste concentraties cadmium in orgaanvlees en bepaalde typen vis werden gevonden, droegen deze voedingsmiddelen weinig bij aan de totale inname omdat ze niet vaak of in kleine hoeveelheden werden geconsumeerd (Sprong & Boon, 2015).

Lood. De BMDL voor neurotoxiciteit in de ontwikkelingsfase (BMDL₀₁) komt overeen met een dosis van 0,50 µg/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA CONTAM Panel, 2010). De gemiddelde blootstelling voor volwassenen varieerde tussen 0,36 en 1,24 µg/kg lichaamsgewicht per dag (2,43 voor grote eters). Voor baby's en kinderen lag de blootstelling tussen 0,21-0,94 en 0,80-3,10 µg/kg lichaamsgewicht per dag (5,51 voor grote eters). Vooral brood en fruit droegen bij aan inname via voedsel, terwijl stof en bodemdeeltjes van belang kunnen zijn bij de inname door kinderen (EFSA

CONTAM Panel, 2010; Boon et al., 2017). Zowel EFSA als RIVM concludeerden dat effecten van lood bij sommige consumenten niet zijn uit te sluiten en specifiek geldt dit voor kinderen van 1-7 jaar (EFSA CONTAM Panel, 2010; Boon et al., 2017). De voedselgroepen granen, melk, fruit, non-alcoholische dranken (waaronder thee en vruchtendranken) en groenten dragen het meeste bij aan de totale loodname (circa 70 procent) (Boon et al., 2017). Dierlijke producten dragen dus relatief weinig bij aan de totale loodname.

Arseen. EFSA heeft voor anorganisch arseen een onderste betrouwbaarheids grens van de benchmark dosis (BMDL₀₁) vastgesteld tussen 0,3 en 8 µg/kg lichaamsgewicht per dag op basis van long-, urineblaas- en huidkanker en huidletsels (EFSA CONTAM Panel, 2009a). EFSA concludeerde dat de geschatte inname via voedsel van anorganisch arseen voor gemiddelde consumenten en consumenten met een hoge consumptie in Europa binnen het bereik van de vastgestelde BMDL₀₁-waarden lag en dat er dus weinig of geen blootstellingsmarge was. Een risico voor sommige consumenten kan dan niet worden uitgesloten (EFSA CONTAM Panel, 2009a). De grootste bijdrage aan de inname van anorganisch arseen werd geleverd door granen (uitgezonderd rijst), gevolgd door een aantal andere producten (rijst, zuivelproducten en drinkwater) (EFSA, 2014a). RIVM gebruikt een BMDL_{0,5} van 3 µg/kg lichaamsgewicht per dag voor anorganisch arseen voor de risicobeoordeling (Boon et al., 2017). De inname uit een voeding volgens de Schijf van Vijf werd geschat met gegevens uit de KAP-database 2009-2014 en concentratiegegevens van EFSA en liet zien dat de grootste bijdragen aan de inname van arseen kwamen van graan en graanproducten, groenten en niet alcoholische dranken (Boon et al., 2017).

Tin. EFSA heeft een (groeps)TDI vastgesteld van 0,25 µg/kg lichaamsgewicht voor tributyl-, dibutyl-, trifenyl- en di-n-octyltin (organische tinverbindingen) en berekende een mediane en gemiddelde inname van de consument in Europa van 0,018 en 0,083 µg/kg lichaamsgewicht per dag. Voor consumenten met een hoge inname waren de geschatte inname 0,037 en 0,17 µg/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA CONTAM Panel, 2004a). Het EFSA ANS Panel (2018) heeft de veiligheid van tinchloride en tinchloride-dihydraat (E512) als voedseladditief (toegestaan alleen in groente- en fruitconserven in blik of in glas, maximumgehalte van 25 mg/kg) opnieuw geëvalueerd en veilig bevonden.

Anorganisch tin is niet erg giftig en daarom is er geen TDI voor afgeleid. De absorptie van anorganisch tin uit het maag-darmkanaal van mens en dier is laag en 98% wordt direct uitgescheiden in de feces (EFSA NDA Panel, 2005). Er is geen reden tot zorg over de inname van tin in Nederland.

Koper. Koper wordt vaak aan diervoeder toegevoegd om een tekort te voorkomen. Koper is een belangrijk sporenelement dat is betrokken bij de bloedvorming, de opname van ijzer uit de darm, de weerstand en de botontwikkeling. Echter een te hoge koperinname kan leiden tot kopervergiftiging. Dit is schadelijk voor de lever van de koe. Kopervergiftiging is waarschijnlijk een van de meest voorkomende vergiftigingen bij het schaap. Bij een (acute) kopervergiftiging hebben de dieren buikpijn en ernstige diarree; ze sterven snel of lammeren worden dood geboren. Tussen schapenrassen, en waarschijnlijk ook bij geiten, komen verschillen voor in gevoeligheid voor kopervergiftiging en koperbenutting. Stoffen die de koperbenutting verminderen (koperantagonisten) zijn molybdeen, zwavel, ijzer, zink en cadmium. De maximumgehalten koper in volledig diervoeder zijn het laagst voor schapen (15 mg/kg, Verordening (EG) nr. 1334/2003). Het EFSA FEEDAP Panel (2016b)) heeft de maximale gehalten voor koper in diervoeder bekeken. De inname van koper door het dier leidt niet tot zorg voor de veiligheid van de consument.

Zink. Zink is het sleutelement in de vorming van klauwhoorn (GD, 2018a 279). De vorming van gezond klauwhoorn vereist een voldoende aanbod van bepaalde voedingsstoffen, zoals calcium, fosfor, biotine, zink, koper, mangaan en de vitamines A, D en E. De hardheid van het hoorn bepaalt de sterkte van de klauw. De zinkbehoefte is afhankelijk van het lactatiestadium en een onvoldoende voorziening kan leiden tot een verminderde klauwhoornkwaliteit met als gevolg een verhoogde kans op kreupelheid. Het EFSA FEEDAP Panel (2015) heeft een aantal zinkverbindingen bekeken en concludeerde dat tot het maximumgehalte zoals vastgelegd in wetgeving (Verordening (EG) nr. 1334/2003, 150 mg/kg volledig diervoeder) er geen zorgen zijn voor de veiligheid van de consument. Deze hoeveelheid voldoet aan de behoefte van het dier (EFSA FEEDAP Panel, 2015).

Conclusie

Diervoeder is een bron van (zware) metalen. Dat kunnen bewust toegevoegde metalen zijn (bijvoorbeeld koper en zink) of ongewenste zware metalen. De gehalten aan cadmium, arseen, kwik en lood in diervoeder zijn wettelijk gereguleerd. Er zijn sporadisch overschrijdingen van de maximumgehalten gevonden voor de gereguleerde zware metalen in diervoeders. Zware metalen werden voornamelijk aangetroffen in sporenelementen, visproducten en palmpitschilfers. Overdracht van zware metalen naar dierlijke producten is mogelijk (met name naar lever en nier). Organen van (oudere) dieren worden echter niet gegeten in Nederland. De hoeveelheden koper en zink in diervoeder zijn belangrijk voor een goede diergezondheid. Maximale hoeveelheden van deze sporenelementen zijn vastgelegd in een verordening en leiden niet tot zorg voor de consument.

Mycotoxinen

Algemene beschrijving

Mycotoxinen zijn vaak toxische, secundaire metabolieten van schimmels, die voorkomen op een gewas of worden geproduceerd tijdens de opslag. Het weer, met name vocht en temperatuur heeft een belangrijke invloed op de ernst van de schimmelinfectie en toxineproductie van een gewas. In de literatuur zijn meer dan driehonderd verschillende mycotoxinen beschreven. Bepaalde schimmelsoorten kunnen meer dan één mycotoxine produceren en een mycotoxine kan door verschillende schimmels worden gevormd. Er komt, mede door de ontwikkelingen in analytische methoden, steeds meer aandacht voor gemodificeerde vormen van mycotoxinen, namelijk mycotoxinen gekoppeld aan een suiker of een sulfaatgroep. In de darm van het dier wordt het mycotoxine gedeconjugerd en draagt zo bij aan de blootstelling van het dier. Mycotoxinen die in de bloedbaan van het dier zijn opgenomen, kunnen worden uitgescheiden via urine en melk. Maar ze kunnen ook eerst worden gemetaboliseerd en vervolgens uitgescheiden. Een voorbeeld van dit laatste is aflatoxine M₁ in koemelk.

In diervoeder kunnen veel verschillende mycotoxinen (tegelijkertijd) voorkomen. Dit heeft te maken met de variëteit aan diervoedergrondstoffen, de vele herkomstlanden en de aanwezigheid van verschillende soorten schimmels in bepaalde regio's. De belangrijkste mycotoxinen die kunnen voorkomen in diervoedergrondstoffen en hun effecten op diergezondheid zijn samengevat in tabel 4.4 (FND, 2018).

Tabel 4.4. De belangrijkste mycotoxinen die voor kunnen komen in diervoedergrondstoffen en hun effecten op de diergezondheid

Mycotoxine	Schimmel	Komt voor in	Effect op diergezondheid
Aflatoxine en sterigmatocystine	<i>Aspergillus</i> spp.	Mais, zaden	Leveraandoeningen, kankerverwekkend
Ergot-alkaloïden	<i>Claviceps purpurea</i>	Rogge, tarwe	Zenuwafwijkingen
Fumonisin (FB1, FB2)	<i>Fusarium</i>	Mais, tarwe, gerst, haver	Long- en leverproblemen
Ochratoxine (OTA)	<i>Aspergillus</i> en <i>Penicillium</i> spp.	Granen, rijst, bonen	Nierbeschadiging, verzwakte afweer
Trichothecenen (T-2, HT-2, DON, zearalenon, nivalenol, beauvericine, enniatinen, moniliformine, diacetoxyscirpenol (DAS))	<i>Fusarium</i> spp.	Mais, tarwe, gerst, haver	Verzwakte afweer, darmstoornissen, verandering bloedcellen, vruchtbaarheidsproblemen, gewichtsafname, braken, diarree
Citrinine	<i>Penicillium</i> spp.	Opgeslagen granen	Niertoxiciteit, groeiachterstand, gewichtsverlies, leverschade

Het voorkomen van mycotoxinen is sterk afhankelijk van klimatologische omstandigheden en kan daarom sterk variëren tussen regio's en jaren. Door de keuze van minder gevoelige rassen, het telen van wisselende gewassen op dezelfde percelen (rotatieteelt) en een goede grondbewerking kan het risico van mycotoxinen worden verkleind. De opslag en het transport van geogste gewassen moet koel en droog zijn. In mais en tarwe komen DON en zearalenon vaak samen voor.

Er zijn stoffen die mycotoxinen binden zodat ze niet door het dier worden opgenomen en daardoor niet in melk en vlees terecht komen. Ook kunnen enzymen aan het voeder worden toegevoegd die de mycotoxinen afbreken.

Mycotoxinen zijn vaak geconcentreerd in de buitenste laag van de graankorrels. Ze komen daarom vaak voor in bijproducten van graan, zoals schillen, schroten en buitenlagen zoals zemelen, die vaak verder worden verwerkt tot diervoeders. In bijproducten van verwerking van granen worden gehalten gevonden van mycotoxinen van anderhalf tot meer dan drie keer het gehalte in het oorspronkelijke product. In bijproducten van bio-ethanol, Dried Distillers Grain with Solubles (DDGS), vindt een ongeveer drievoudige concentratie plaats van de mycotoxinegehalten ten opzichte van het uitgangsmateriaal (Khatibi et al., 2014). Hierdoor is de kans dat de gezondheid van het dier in gevaar komt groter dan mogelijke gezondheidseffecten voor de mens. Een klein effect op de diergezondheid heeft een nadelig effect op de productiviteit en daardoor op het inkomen van de veehouder. De diervoedersector is daarom alert op mycotoxinen.

Bij herkauwers worden veel mycotoxinen in de pens afgebroken en vormen dan geen risico voor de diergezondheid. Een kleine hoeveelheid mycotoxinen hoeft dus niet schadelijk te zijn voor de gezondheid van het dier. Voor sommige mycotoxinen, zoals aflatoxinen, bestaan strenge eisen voor diervoeders om de kwaliteit van dierlijke producten die door de mens worden geconsumeerd, te waarborgen. Aflatoxine B₁ is carcinogeen en cytotoxisch voor mens en dier. Herkauwers zijn in staat aflatoxine B₁ vanuit diervoeder om te zetten in aflatoxine M₁, dat ongeveer tien keer minder toxisch is en actief via de melk wordt uitgescheiden (FAO & WHO, 2001). Aflatoxinen omvat de vier aflatoxinen B₁, B₂, G₁ en G₂. Van deze aflatoxinen is aflatoxine B₁ het meest toxisch en meest voorkomend. Aflatoxinen komen vooral voor in producten die uit (sub)tropische landen worden geïmporteerd, zoals korrelmais, rijst, zonnebloemen en pinda's. De laatste twee decennia worden aflatoxinen steeds vaker aangetroffen in granen die zijn geteeld in de zuidelijke landen van Europa, zoals in korrelmais in Italië in 2003 en 2008, en in korrelmais uit de Balkan in 2013 (Camardo Leggieri et al., 2015; De Rijk et al., 2015; Mauro et al., 2015).

De grootste concentratie van ergot-alkaloïden bevindt zich in de sclerotiën. Dit zijn zwamvlokpakketten van schimmels; te beschouwen als rustfase van het mycelium (zwamvlok). Als sclerotiën van moederkoorn (*Claviceps purpurea*) samen met graan worden geoogst en vermalen tot bloem, kan dat na inname vergiftiging van het dier tot gevolg hebben. In de EU wordt het vaakst rogge genoemd als besmet met ergot-sclerotia en ergot-alkaloïden.

Mycotoxinen die na het inkuilen worden gevormd, zijn vooral afkomstig van *Penicillium roqueforti*, *Penicillium paeum* en *Aspergillus fumigatus* (Driehuis et al., 2008). In Nederland worden gras en snijmais vaak geteeld voor het maken van kuilvoeder voor melkkoeien. Gras en mais worden dan gedroogd en ingekuild in plastic balen of in een afgedekte kuil bewaard. Mycotoxinen in kuilvoeder kunnen ontstaan door schimmelinfecties tijdens de teelt en/of tijdens de opslag wanneer de kuil of de balen niet goed luchtdicht zijn afgesloten of wanneer de voedersnelheid te laag is na het openen van de kuil.

Wetgeving

In de Europese Unie gelden voor de meeste mycotoxinen maximumgehalten voor de aanwezigheid in diervoeders. De normen verschillen vaak per diersoort, omdat niet alle landbouwhuisdieren even gevoelig zijn voor een bepaald mycotoxine. De maximale aanwezigheid van aflatoxine B₁ en moederkoren in diervoeder en diervoedingrediënten is geregeld in Richtlijn 2002/32/EG. Dit vanwege de hoge toxiciteit van aflatoxine B₁ voor mens en dier, en de metabolisatie van aflatoxine B₁ naar aflatoxine M₁ in de lever en vervolgens de (gedeeltelijke) uitscheiding van aflatoxine M₁ in de melk van melkgevende dieren (runderen, schapen en geiten). Het maximale gehalte varieert van 0,005 mg/kg (bij een vochtgehalte van 12%) voor mengvoeders voor melkkoeien en kalveren, melkschapen en lammeren, melkgeiten en geitenlammeren, biggen en jong pluimvee tot 0,02 mg/kg voor voedermiddelen en mengvoeders voor runderen, geiten, varkens en pluimvee met uitzondering van de hiervoor genoemde dieren.

De Nederlandse diervoederindustrie hanteert in verband met effecten op de dierlijke productie vaak eigen, strengere normen en controleert op de aanwezigheid van mycotoxinen. Voor aflatoxine B₁ heeft SecureFeed een afkeurgrens van 0,0025 mg/kg en een actiegrens van 0,002 mg/kg voor melkveevoeder (mengvoeders en enkelvoudige aflevering aan veehouders). Daarnaast hanteert SecureFeed een actiegrens van 0,0025 mg/kg voor aflatoxine B₁ in overige diervoeders; de afkeurgrens voor overige diervoeders ligt op de ML (SecureFeed, 2018b).

Voor diervoeder is er dus wel een norm voor moederkoren maar niet voor ergot-alkaloïden. Er zijn binnen de EU nog geen maximumgehalten voor ergot-alkaloïden in voedingsmiddelen vastgesteld.

Voor een aantal andere mycotoxinen zijn aanbevelingen vastgelegd voor diervoeders voor verschillende diersoorten in Aanbeveling 2006/576/EG. Dit betreft deoxynivalenol, zearalenon, ochratoxine A en de som van fumonisine B₁ en B₂. Deze adviesgehalten worden als wettelijke limieten in diervoeders gehanteerd.

Voor mycotoxinebinders zijn (nog) geen maximumgehalten (ML's) vastgelegd. Soms worden mycotoxinebinders (verkeerd) geclassificeerd als aanvullend diervoeder (ML=10 mg/kg) of als minerale mix (ML=15 mg/kg) (Adamse et al., 2017).

In Verordening (EG) nr. 1881/2006 zijn de maximaal toegestane gehalten voor verschillende mycotoxinen in voedingsmiddelen vastgelegd. Voor dierlijke producten is er alleen een maximumgehalte voor rauwe melk, warmtebehandelde melk en melk voor producten op basis van melk van 0,050 µg aflatoxine M₁ per kg.

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

- Primaire plantaardige productie: De aanwezigheid en het type mycotoxine varieert per primair plantaardig product (vooral graan) en de regio waarin het gewas wordt verbouwd. Zo komen in korrelmais geteeld in gebieden met een (sub)tropisch klimaat met name aflatoxinen voor. Granen die in gebieden met een gematigd klimaat, zoals Noordoost Europa en Canada, worden verbouwd, zijn regelmatig besmet met *Fusarium*-mycotoxinen. In grassen en snijmais komen mycotoxinen in mindere mate voor tijdens de teelt. In voederbieten, erwten, bonen en lupinen is de aanwezigheid van mycotoxinen verwaarloosbaar. Bedorven zoete aardappel (bataat) kan *Fusarium solani* bevatten, een schimmel die furanen, zoals 4-ipomeanol produceert. Dat kan fataal zijn voor koeien.
- Invoer, import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), eerste fase: De buitenste fracties van de graankorrel kan veel mycotoxinen bevatten. Bierbostel, een bijproduct van mouterijen, wordt als (onderdeel van) brijvoeder gevoerd aan dieren. In de productie van bio-ethanol ontstaat DDGS als bijproduct, dat vaak wordt afgezet in de diervoederindustrie. Door de concentratie van de mycotoxinen in DDGS kan het hoge gehalten aan mycotoxinen, zoals DON, bevatten. Patuline komt voor in appels maar appels worden vrijwel niet gebruikt in diervoeders. Het voorkomen van mycotoxinen in andere groenten of fruit is minimaal. Diacetoxyscirpenol kan voorkomen in aardappelen.
- Verwerking van plantaardige producten, tweede fase: In de verwerking van plantaardige producten in brood- en banketbakkerijen, zoetwarenindustrie en alcoholindustrie ontstaan zijstromen. Deze zijstromen kunnen mycotoxinen bevatten. Als de opslagomstandigheden gunstig zijn voor de productie van mycotoxinen of tijdens de productie, kunnen reststromen besmet raken met mycotoxinen.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Aangenomen mag worden dat mycotoxinen niet vaak voorkomen in voormalige levensmiddelen van plantaardige aard, gezien de strenge wettelijke eisen die worden gesteld aan de aanwezigheid van mycotoxinen in voedingsmiddelen.
- Verwerking van dierlijke producten, eerste en tweede fase: Mycotoxinen hopen in het algemeen niet op in dierlijke producten, met uitzondering van het vetoplosbare ochratoxine A.
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Als schimmelbesmetting optreedt bij de productie van reststromen en als de opslagomstandigheden gunstig zijn voor mycotoxineproductie, kunnen reststromen besmet raken met mycotoxinen.
- Chemische productie van additieven: Van de besmetting van additieven met mycotoxinen is weinig bekend.
- Productie van mengvoeder: Tijdens de productie van mengvoeder zal het gehalte aan mycotoxinen in de individuele grondstoffen niet afnemen. Thermische behandelingen hebben geen invloed op de mycotoxineconcentraties. Wel kan door het mengen van ingrediënten het gehalte in het mengvoeder lager worden.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Ongeveer de helft van alle RASFF-meldingen voor diervoeder tussen 2005 en 2015 (740 meldingen) betrof aflatoxinen. Dit mycotoxine werd gevonden in grondnoten (563 meldingen), mais (88 meldingen), en rijst, zonnebloem, sorghum etc. (89 meldingen). In de periode 2012-1 oktober 2018 waren er 255 RASFF-meldingen over mycotoxinen, waarvan 247 over aflatoxinen. Het betrof 165 meldingen over grondnoten, 45 over mais, 10 over zonnebloemzaden, 9 over pinda, 5 over katoenzaden, 4 over rijst en 9 over overige voedermiddelen. In Nederland worden grondnoten (groundnut kernels), pinda's en arachideolie niet verwerkt in diervoeder voor landbouwhuisdieren. Geïmporteerde grondnoten(schilfers) worden gebruikt voor vogelvoeder.

In de monitoringsgegevens van het Nationaal Plan Diervoeders tussen 2012 en 2016 zijn bijna geen overschrijdingen van de limiet voor aflatoxine of DON in DDGS (geen in twee metingen) of in brijvoeder voor varkens (0 van 21 metingen voor aflatoxine, 1 van 56 metingen voor DON) gevonden. Trendanalyses van de gegevens in de KAP-databank over de periode 2001-2009 lieten zien dat er overschrijdingen van de ML zijn gevonden voor aflatoxine in kokos(producten), aardnoten en zonnebloemzaad (Adamse et al. 2012). In de periode 2010-2016 werden in de KAP-gegevens alleen overschrijdingen voor aflatoxine gerapporteerd in mais (19 van 6848) en maisglutenvoedermeel (1 van 227). Ook waren er overschrijdingen voor DON in mais (10 van 2107), maisglutenvoedermeel (13 van 253), tarwe (3 van 1782) en triticale (1 van 211).

Veldonderzoeken in Nederland tussen 2001 en 2016 lieten zien dat de mediaanwaarde voor DON in tarwe varieerde van 100 µg/kg tot 1250 µg/kg. In een onderzoek naar mycotoxinen in voeder voor melkveekoeien in Nederland werd met name DON en zearalenon aangetroffen (Van der Fels-Klerx et al., 2016). De prevalentie van respectievelijk DON en zearalenon in kuilvoeder (gras en mais), krachtvoeder en grondstoffen lag tussen 38-54% en 17-38%. Daarnaast werd in kuilvoeder en ingekuilde bijproducten roquefortine C en mycofenolzuur gevonden, met een prevalentie van 7-19%. De gemiddelde en maximale concentraties in volledige voeders voor melkvee lagen op respectievelijk 273 en 969 µg/kg voor DON en op 28 en 203 µg/kg voor zearalenon. Voor elk van de vier mycotoxinen, droeg maiskuilvoeder het meeste bij aan de blootstelling van melkkoeien. Aangezien de overdracht van deze vier mycotoxinen naar melk laag is, werd geconcludeerd dat het risico voor de mens laag was (Van der Fels-Klerx et al., 2016). In een EFSA-opinie wordt melding gemaakt van de mogelijke aanwezigheid van zearalenon en metabolieten in melk (EFSA, 2016d).

Overdracht van *Fusarium*-mycotoxinen, zoals DON en zearalenon, van voeder via dier naar dierlijke producten, zoals vlees, lever en melk, lijkt zeer beperkt. Zearalenon wordt door het dier snel omgezet in metabolieten en uitgescheiden. Van de geteste weefsels, werd zearalenon het vaakst gevonden in de lever (varkens en kippen) en melk en vlees (koeien), maar de overdrachtsfactor was laag (<0,03) (EFSA, 2016d). Varkens zijn gevoelig voor zearalenon en DON. Het EFSA CONTAM-Panel (EFSA, 2016d) kon geen NOAEL's vaststellen voor varken, pluimvee, schape en vis. De blootstelling werd geschat op basis van 17.706 meetresultaten van monsters zearalenon verzameld tussen 2001 en 2015 in 25 verschillende Europese landen. Monsters van de gemodificeerde vormen werden verzameld tussen 2013 en 2015 door drie lidstaten. Gebaseerd op de schattingen van de blootstelling, werd het risico voor nadelige gezondheidseffecten van voeder dat zearalenon bevat, extreem laag geschat voor pluimvee en laag voor schaap, hond, varken en vis. Dezelfde conclusie werd getrokken voor de som van zearalenon en de gemodificeerde vormen (EFSA CONTAM Panel, 2017b).

Mycotoxinen en planttoxinen komen vrijwel niet in de eieren terecht omdat er nauwelijks overdracht is van de kip naar de eieren. Het grootste risico van deze toxinen is het risico voor de gezondheid van de dieren. De aanwezigheid van deoxynivalenol (DON) in graan kan bijvoorbeeld de productiviteit van leghennen verlagen (Van der Fels-Klerx et al., 2017b). De beperkte gegevens in dierlijke voedingsmiddelen lieten zien dat concentraties van zearalenon en metabolieten erg laag waren. EFSA concludeerde dat de mogelijke bijdrage van zearalenon via dierlijke voedingsmiddelen verwaarloosbaar is ten opzichte van de totale blootstelling via de voedselconsumptie (EFSA, 2016d).

Metabolieten van DON, 3-Ac-DON, 15-Ac-DON en DON-3-glucoside, hebben dezelfde toxische effecten als DON. Voor DON, concludeerde EFSA (EFSA CONTAM Panel, 2017c) dat de TDI van 1 µg/kg lichaamsgewicht per dag kon worden gebruikt als groeps-TDI voor de som van DON, 3-Ac-DON, 15-Ac-DON en DON-3-glucoside. Voor acute effecten bij de mens werd een groep-ARfD van 8 µg/kg lichaamsgewicht per eetmoment berekend. Gegevens over deze stoffen van 2007-2014 lieten zien dat voor blootstelling van de mens, graan en graanproducten de belangrijkste bronnen waren, terwijl voor landbouwhuisdieren en gezelschapsdieren granen, graanbijproducten en mais het meest bijdroegen aan de inname. Schattingen van acute blootstellingen bleven onder deze dosis. De geschatte gemiddelde chronische blootstelling lag boven de groeps-TDI voor kinderen en bij hoge inname ook voor adolescenten en volwassenen. Dit werd gezien als een indicatie van een potentiële zorg voor de gezondheid. Gebaseerd op de geschatte, gemiddelde inname van herkauwers, pluimvee, konijnen en paarden, werden geen nadelige gezondheidseffecten voor de dieren verwacht. Bij hoge voederconcentraties was er een potentieel risico voor chronische gezondheidseffecten in varkens en voor acute nadelige effecten in gefokte nerts (EFSA CONTAM Panel, 2017c).

De overdracht van aflatoxine B₁ uit het diervoeder in de vorm van aflatoxine M₁ in melk van melkgevend runderen ligt tussen 2-6% (Van der Fels-Klerx & Camenzuli, 2016). De overdracht van aflatoxine B₁ naar overige dierlijke voedingsmiddelen, zoals eieren en melk, is laag. De verdeling van aflatoxine B₁ en aflatoxine M₁ tussen de weefsels verschilt. Voor aflatoxine M₁ zijn hogere concentraties te vinden in organen, met name de nieren, dan in vlees. De concentraties aflatoxine M₁ in vlees, lever en nieren zijn lager dan de concentraties aflatoxine B₁. Resultaten van analyses van koemelk en melkproducten lieten zien dat aflatoxine zelden wordt aangetroffen in melk en melkproducten. Gezien de resultaten van de metingen van aflatoxine in koemelk en melkproducten is het risico van te hoge concentraties van aflatoxine in melk(producten) die op de markt worden gebracht voor Nederland zeer klein. Wanneer de MRL van aflatoxine in melk meer dan tien keer wordt overschreden, zijn acute risico's voor de consument niet uit te sluiten (BuRO, 2017). Na een calamiteit heeft COKZ gericht monsters van zuivel genomen en vond toen aflatoxineconcentraties tot bijna tien keer de norm in kaas. Aflatoxine bindt aan caseïne en zal daarom in het geval van een besmetting van melk vooral in wrongel of kaas worden aangetroffen (Van Asselt et al., 2015). Het risico van te hoge concentraties aflatoxine in melk(producten) bij boeren die zelf hooi en/of mais inkuilen is onbekend. Er zijn geen gegevens over het voorkomen van aflatoxinen in geitenmelk en schapenmelk in Nederland. Uit de literatuur blijkt echter dat er relatief meer aflatoxine vanuit het voeder in geiten- en schapenmelk terecht komt dan in koemelk (Van Asselt et al., 2015). Er zijn overdrachtsratio's bekend bij melkkoeien van 1-6,2% naar melk en 0,02% bij pluimvee naar eieren (EFSA CONTAM Panel, 2004b).

Het CONTAM-Panel van EFSA concludeerde dat het kritische effect van aflatoxine voor een risicobeoordeling carcinogeniteit is (EFSA CONTAM Panel, 2007). Een aantal epidemiologische onderzoeken hebben een duidelijke relatie laten zien tussen inname van aflatoxine en de incidentie van levercarcinomen bij de mens. Deze onderzoeken zijn uitgevoerd in gebieden met een hoge incidentie van chronische hepatitis B, een risicofactor voor levercarcinomen. Het EFSA-Panel leidde een BMDL₁₀ van 870 ng/kg lichaamsgewicht per dag af uit een onderzoek in China bij mannen en een BMDL₁¹² van 78 ng/kg lichaamsgewicht per dag uit drie onderzoeken in Afrika. Alle onderzoeken waren uitgevoerd bij gevoelige groepen mensen met een hoge prevalentie van chronische hepatitis B (EFSA CONTAM Panel, 2007).

Ochratoxine A is goed oplosbaar in vet en kan worden opgeslagen in dierlijk vet en in de lever (Battacone et al., 2010). In diervoeder ingrediënten van dierlijke oorsprong, zoals varkenslever, nieren en vlees, en kippenlever, zijn gehalten tussen 0,1-1 ng/g gevonden (Malir et al., 2016). Ochratoxine A kan ook worden aangetroffen in bloed en overdracht naar melk is mogelijk (Flores-Flores et al., 2015).

De mycotoxine 4,15-Diacetoxyscirpenol (DAS) wordt geproduceerd door *Fusarium*-schimmels en komt vooral voor op granen. Acute en chronische health-based guidance values (HBGV) zijn door EFSA bepaald op basis van klinische gegevens van DAS als behandeling (intraveneus) bij kankerpatiënten. De belangrijkste nadelige gezondheidseffecten is braken met een NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) van 32 µg DAS/kg lichaamsgewicht per dag en hematotoxiciteit met een NOAEL van 65 µg DAS/kg lichaamsgewicht per dag. Een acute referentiedosis (ARfD) van 3,2 µg DAS/kg lichaamsgewicht en een TDI van 0,65 µg DAS/kg lichaamsgewicht per dag werden bepaald. De hoogste acute en chronische inname werden geschat op 0,8 en 0,49 µg DAS/kg lichaamsgewicht per dag en vormden geen reden tot zorg voor de mens. De beperkte informatie voor pluimvee en varkens gaven een laag risico voor deze dieren bij de geschatte DAS-blootstellingen met een mogelijke uitzondering voor vet te mesten kippen. Echter uitgaande van een gelijke of lagere gevoeligheid van varkens dan pluimvee, werd het risico geschat als laag voor andere landbouwhuisdieren (EFSA CONTAM Panel, 2018c).

Fumonisine B1 (FB1), FB2 en FB3 zijn de meest voorkomende vormen van fumonisinen in diervoeders. FB1, FB2 en FB3 hebben dezelfde werkingswijze en worden gedacht hetzelfde toxicologische profiel en potentie (sterkte) te hebben. EFSA bepaalde NOAEL's voor runderen, varken, pluimvee (kippen, eenden en kalkoenen) en een LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) voor konijnen. Er konden geen effectniveaus voor schapen, geiten en nertsen worden afgeleid. De geschatte blootstelling werd gebaseerd op 18.140 voedermonsters, verzameld tussen 2003 en 2016 van negentien Europese landen, voornamelijk van vier lidstaten. Om het mogelijk voorkomen van verborgen vormen mee te nemen in de innameberekening, is een factor 1,6 toegepast. Gemodificeerde vormen van fumonisinen zijn niet meegenomen omdat gegevens over

¹² De 95%-onderste betrouwbaarheidsgrens van de bench mark-dosis voor een 1% toename in kankerincidentie.

voorkomen en toxiciteit ontbraken. Gebaseerd op gemiddelde blootstellingen werd het risico van voedermiddelen met FB1-3 door EFSA beoordeeld als zeer laag voor herkauwers, laag voor pluimvee, paarden, konijnen, en een potentiële zorg voor varkens. Dezelfde conclusies waren van toepassing op de som van FB1-3 en hun verborgen vormen, behalve voor varkens. Voor varkens was er reden tot zorg (EFSA CONTAM Panel, 2018d).

Beauvericine (BEA) en enniatinen (ENN) zijn structureel gerelateerde mycotoxinen. De acute blootstellingsberekeningen van dieren aan beauvericine en de som van de enniatines gaven aan dat nadelige gezondheidseffecten van deze stoffen voor landbouwhuisdieren en gezelschapsdieren, onwaarschijnlijk is. Dat geldt ook voor de chronische blootstelling van pluimvee (EFSA CONTAM Panel, 2014b).

De laagste NOAEL's voor enniatine B (ENNB) zijn 1 mg/kg lichaamsgewicht per dag voor vrouwelijke muizen en 0,1 mg/kg lichaamsgewicht per dag voor mannelijke muizen. De NOAEL voor moedermuizen is 0,1 mg/kg lichaamsgewicht per dag en de ontwikkelings-NOAEL is 10 mg/kg lichaamsgewicht per dag. BEA en ENN zijn gevonden in een groot deel van geanalyseerde voedingsmiddelen zoals brood en pasta, en in voedermiddelen. EFSA kon geen TDI of ARfD voor BEA of de som van ENN afleiden. Het EFSA-Panel concludeerde dat acute blootstelling van BEA en ENN geen reden geeft tot zorg. Zorgen zijn er mogelijk wel voor de chronische blootstelling van de mens. De doelorganen zijn schildklier en bijniere, onderdelen van het endocriene systeem. Het lijkt dat de twee mycotoxinen verschillende effecten induceren. Een mogelijke verklaring voor de verschillende effecten van BEA en ENNB kan zijn gerelateerd aan het verschillende metabolisme van de twee mycotoxinen. Voor BEA zijn geen metabolieten gevonden terwijl voor ENNB metabolieten zijn gevonden in lever en darm (Maranghi et al., 2018).

De beperkte informatie over toxiciteit en toxicokinetiek van moniliformine (MON) in dieren wijst op hematotoxiciteit en cardiotoxiciteit. De NOAEL voor cardiotoxiciteit is 6,0 mg/kg lichaamsgewicht per dag; de margin of exposure (MOE) varieerde tussen 4000 en 73.000. De MOE tussen de BMDL₀₅ van 0,20 mg MON/kg lichaamsgewicht per dag en de chronische blootstelling van de mens varieerde tussen 370 en 5.000.000 voor chronische blootstelling. De MOE's laten een laag risico voor de gezondheid van de consument zien. De toxiciteitsgegevens voor pluimvee, varkens en nertsen geven een laag of verwaarloosbaar risico voor deze dieren voor blootstelling uit diervoeder. Het EFSA-Panel vond dit ook van toepassing op andere diersoorten (EFSA CONTAM Panel, 2018e).

De gemiddelde chronische inname van de som van T2- en HT2-toxinen in de EU was het hoogst voor peuters en baby's met maximale schattingen van 64,8 en 62,9 ng/kg lichaamsgewicht per dag. De P95 (het 95^{ste} percentiel van de innameverdeling) van de inname was het hoogst voor baby's met een maximale schatting van 146 ng/kg lichaamsgewicht per dag. UB-schattingen waren ongeveer vier keer hoger dan lower bound (LB) schattingen. De gemiddelde acute blootstelling varieerde van 13,4 ng/kg lichaamsgewicht per dag in ouderen tot 64,7 ng/kg lichaamsgewicht per dag voor peuters. De hoogste P95 van acute blootstelling werd geschat voor baby's (170 ng/kg lichaamsgewicht per dag). De belangrijkste bijdrage van de bewerkte voedingsmiddelen kwam van graanvlokken, fijne bakkersproducten en voor acute blootstelling ook van brood en broodjes (EFSA, 2017b). EFSA (EFSA CONTAM Panel, 2011d) stelde een groeps-ARfD vast van 1 µg/kg lichaamsgewicht en een groeps-TDI van 0,6 µg/kg lichaamsgewicht per dag en concludeerde dat op basis van de beschikbare gegevens er geen zorg bestond voor de verschillende leeftijdsgroepen in de populatie.

Blootstelling aan de som van T2- en HT2-toxinen van landbouw- en gezelschapsdieren varieerde per diersoort; gemiddeld tussen 0,03 en 0,08 (LB-UB) µg/kg lichaamsgewicht per dag voor runderen en 1,13-1,47 µg/kg lichaamsgewicht per dag voor melkgevende geiten. Blootstellingen in een hoog concentratie scenario varieerde tussen 0,12-0,16 µg/kg lichaamsgewicht per dag. Gemodificeerde vormen zijn niet meegenomen vanwege het ontbreken van gegevens (EFSA, 2017b). EFSA concludeerde dat voor vee onder normale omstandigheden het risico van vergiftiging laag is (EFSA CONTAM Panel, 2011d).

EFSA heeft gekeken naar gemodificeerde vormen van zearalenon, nivalenol, T2, HT2 en fumonisines en rekende respectievelijk een bijdrage van 100%, 30%, 10% en 60% voor de relatieve bijdrage van gemodificeerde vormen. Eenzelfde toxiciteit als de ouderstoffen werd aangenomen voor de gemodificeerde vormen. Voor de mens lagen alle blootstellingsscenario's onder de respectievelijke provisional maximum tolerable daily intakes (PMTDI's) en tolerable daily intakes (TDI's), behalve voor zearalenon en gemodificeerd zearalenon (UB 95ste percentiel van

blootstelling was meer dan 2,2 keer de TDI). Voor fumonisines overschreed de blootstelling van peuters en andere kinderen de PMTDI; dit gaf reden tot zorg. Voor landbouwhuisdieren leidde de blootstellingen niet tot zorg (EFSA CONTAM Panel, 2014a).

Fomopsines worden geproduceerd door de schimmel *Diaporthe toxica*, die vooral voorkomt op lupines. Over de inname door dieren van deze levertoxische schimmel is niets bekend (EFSA CONTAM Panel, 2012c).

EFSA heeft voorgesteld 'group health based guidance values' (HBGV) voor mycotoxinen en hun gemodificeerde vormen vast te stellen (EFSA, 2014b). HBGV geven de maximaal aanvaardbare orale inname aan voor de mens voor groepen van stoffen. De basis hiervoor is de aanname dat gemodificeerde vormen in het maagdarmkanaal weer kunnen worden omgezet in het oorspronkelijke mycotoxine. EFSA heeft voor zearalenon, T-2 toxine, HT-2 toxine en DON en hun gemodificeerde vormen een opinie uitgebracht met een voorstel voor een groeps-HBGV (EFSA, 2016d;2017b).

EFSA heeft gegevens van voedsel- en voedermonsters gebruikt om de inname van mens en dier van de twaalf belangrijkste ergot-alkaloïden te schatten. Het ging om ergometrine, ergosine, ergocornine, ergotamine, ergocristine, ergocryptine (beide isomeren) en hun -inine (S)-epimeren. De hoogste concentraties ergot-alkaloïden werden gevonden in rogge en rogge bevattende producten. De gemiddelde chronische inname van de mens was het hoogst in peuters en andere kinderen met maximale schattingen van respectievelijk 0,47 (P95: 0,86) en 0,46 µg/kg lichaamsgewicht per dag. Gemiddelde acute innamen varieerden van 0,02 (baby's) tot 0,32 µg/kg lichaamsgewicht per dag in andere kinderen. De gemiddelde blootstelling van dieren varieerde van 0,31 tot 0,46 µg/kg lichaamsgewicht per dag in runderen en 6,82 tot 8,07 (LB-UB) µg/kg lichaamsgewicht per dag in varkens (EFSA, 2017d).

In 2013 is een TDS (Total Diet Study) uitgevoerd in Nederland waarin de inname en risico's van 48 mycotoxinen zijn onderzocht. De inname werd berekend door voedselconsumptiegegevens te combineren met de analyseresultaten van de voedingsmiddelen(groepen). Inname op het 95-ste percentiel van inname leidde tot een overschrijding van de health-based guidance value voor OTA in de bevolkingsgroep van 7-70 jaar, voor de som van T2- en HT2-toxinen in kinderen (2-7 jaar) en voor alternariol en alternariolmonomethylether in beide bevolkingsgroepen. De margin of exposure was te klein voor aflatoxine B₁. Voor de overige 23 mycotoxinen met een health-based guidance value, was de geschatte inname onder de health-based guidance value. De bijdragen van dierlijke producten aan de totale inname was klein; alleen zuivelproducten vormden een hoge bijdrage aan de inname van aflatoxine M₁ (Sprong et al., 2016).

Conclusie

Mycotoxinen worden geproduceerd door schimmels en kunnen voorkomen op vele landbouwgewassen maar vooral op granen en mais en ook in kuilvoer. Ze kunnen een risico vormen voor de diergezondheid. De aanwezigheid van deoxynivalenol (DON) in graan kan bijvoorbeeld de productiviteit van leghennen verlagen. Vooral varkens zijn gevoelig en worden mogelijk het meest blootgesteld aan mycotoxinen. Mycotoxinen in diervoeder worden via het dier overgedragen naar dierlijke producten. Voor aflatoxine is met name de overdracht naar melk een aandachtspunt.

Het risico voor de mens van blootstelling aan mycotoxinen via dierlijke producten is laag; de aanwezigheid van mycotoxinen in voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong draagt weinig bij aan de totale inname van de mens aan deze toxinen.

Planttoxinen

Algemene beschrijving

Planten produceren een groot aantal metabolieten waarvan sommige niet essentieel zijn voor het overleven van het organisme, de zogenaamde secundaire metabolieten. Secundaire metabolieten met negatieve effecten op de gezondheid van mens en/of dier worden planttoxinen genoemd. Planttoxinen kunnen van nature aanwezig zijn in voedsel (aardappelen, kruiden en specerijen) of als contaminant, bijvoorbeeld wanneer (on)kruiden die planttoxinen bevatten, gelijktijdig worden geoogst. De Nijs et al. (2017b) concludeerden dat de wetgeving op dit punt voor diervoeder beperkt is, verspreid over meerdere verordeningen en vaak alleen van toepassing op een specifiek product.

Planten uit de familie van de *Fabaceae* (soja, lupine, peulvruchten) bevatten anti-nutritionele factoren (ANF). ANF zijn stoffen die een negatief effect hebben op de vertering in het maag-darmstelsel. Soja en lupine worden vaak gebruikt in mengvoeders voor landbouwhuisdieren en vissen nadat ze een behandeling hebben ondergaan om het ANF-gehalte te verlagen. Restmaterialen van de biobrandstofproductie, zoals perskoeken of meel uit bijvoorbeeld koolzaad bevatten meestal ook ANF en moeten voor gebruik worden bewerkt om het ANF-gehalte te verlagen (Panda & Sastry, 2007; FAO, 2012)

Er zijn honderden planten met toxinen gerapporteerd die relevant voor de diergezondheid zouden kunnen zijn. Planttoxinen kunnen bij landbouwhuisdieren leiden tot acute sterfte, maar in het algemeen beïnvloeden ze de productie negatief door effecten zoals verminderde vruchtbaarheid, geboortefwijkingen, gereduceerd gewicht en immunomodulatie (Devanaboyina et al., 2007; Fink-Gremmels, 2012; Gatta et al., 2013; Veldman, 2013; Woclawek-Potocka et al., 2013; Chenchen et al., 2014; Diaz et al., 2014; Welch et al., 2014). In Nederland is de belangrijkste route van de blootstelling van dieren aan ongewenste planten via ruwvoeder, vers zowel als kuilvoeder (Van Raamsdonk et al., 2015). Via deze route worden met name grazers als rundvee, schapen en geiten blootgesteld. Hooi afkomstig van ruig, nat grasland heeft in 2013 in België geleid tot sterfte van dertig oaien door de aanwezigheid van *Galaga officinalis* in het hooi (DGZ, 2013). Ook is bekend dat de pyrrolizidine-alkaloïden uit Jacobskruid en andere kruiskruiden giftig zijn voor diverse landbouwhuisdieren (onder andere paarden). In de weide grazen de dieren om het Jacobskruid heen maar in de gedroogde vorm (hooi) wordt het niet herkend door de dieren. Pyrrolizidine-alkaloïden zijn erg giftig en veroorzaken leverschade; een aantal pyrrolizidine-alkaloïden is kankerverwekkend (EFSA CONTAM Panel, 2011a).

Blootstelling aan planttoxinen kan ook plaatsvinden via mengvoeder waaraan kruiden zijn toegevoegd om de smaak te verbeteren (sensoriële additieven) en via kruiden(mengsels) die worden gebruikt om de gezondheid van de dieren te bevorderen. Een vrijwel theoretische blootstellingsroute is via residuen van gewasbeschermingsmiddelen op basis van plantenstoffen zoals azadirachtine, karvon, pyrethrine en nicotine.

Cyanogene glycosiden komen voor in onder andere lijnzaad. Het dier kan de cyanogene glycosiden omzetten in cyanide.

Het beheersen van planttoxinen in de voeding van landbouwhuisdieren komt neer op goed graslandmanagement. Daarbij moet rekening worden gehouden met hooi of gedroogd gras dat afkomstig is uit gebieden of plaatsen die niet in eerste instantie bedoeld zijn voor grazers, zoals wegbermen (Mulder et al., 2009a). Van belang is ook dat sommige dieren niet gevoelig zijn voor bepaalde planttoxinen maar wel metaboliëten kunnen overdragen naar voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong.

Wetgeving

Maximumgehalten voor ongewenste stoffen zijn vastgelegd in de Richtlijn ongewenste stoffen in diervoeder (Richtlijn 2002/32/EG). De genoemde ongewenste stoffen (inherente plantentoxinen) zijn vrij gossypol, waterstofcyanide (blauwzuur), theobromine, vinylthiooxazolidon (5-vinylloxazolidine-2-thion) en vluchtige mosterdolie. Onder schadelijke botanische verontreinigingen worden genoemd met een maximumgehalte: onkruidzaden en niet gemalen of verpulverde vruchten die alkaloiden, glucosiden of andere giftige stoffen bevatten, *Crotalaria* spp., zaden en doppen van *Ricinus communis* L., *Croton tiglium* L. en *Abrus precatorius* L. en hun bijproducten, ongeschilde zaden van de beuk, purgeernoot, zaden van *Ambrosia* spp. en zaden van Indische bruine mosterd, sareptamosterd, Chinese mosterd, zwarte mosterd en Ethiopische mosterd. Actieve stoffen uit planten bedoeld voor gewasbescherming zijn ook gereguleerd (Verordening (EG) nr. 1107/2009). Voor pyrrolizidine-alkaloïden in diervoeders zijn geen normen vastgesteld.

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

- Primaire plantaardige productie: De gereguleerde planttoxinen zijn aanwezig in planten die kunnen worden gebruikt als diervoeder. De meeste van deze planten zijn uitheems voor Nederland en zullen niet direct worden gegeten door grazende dieren. De zaden van onder andere *Datura*, *Crotalaria*, *Ricinus communis* en *Ambrosia* en *Brassica* kunnen als onkruiden door grazende dieren worden geconsumeerd. Daarnaast kunnen ze als botanische besmetting mee worden geoogst of als reststroom tot diervoeders zijn verwerkt. Ook planttoxinen uit niet-gereguleerde planten of de niet-gereguleerde planttoxinen, zoals pyrrolizidine-alkaloïden, kunnen voorkomen in diervoeder. Meestal is dit het gevolg van het voorkomen van de planten in de graslanden of van het gelijktijdig oogsten van onkruiden.

- Invoer, import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), 1^e fase: Door verwerking van plantaardige producten en voedergewassen kan het gehalte aan planttoxinen worden verlaagd (verdunding met andere grondstoffen). Planttoxinen kunnen ook aanwezig zijn in kruiden zoals oregano en tijm die, meestal na droging, als voedermiddel worden gebruikt.
- Verwerking van plantaardige producten, 2^e fase: Ricine dat nog aanwezig is in de perskoek van de *Ricinus communis* (voor biobrandstof) kan grotendeels worden geïnactiveerd door een hittebehandeling. Hetzelfde geldt voor de anti-nutritionele factoren die aanwezig zijn in peulvruchten. Pyrrolizidine-alkaloïden zijn erg stabiel en zullen bij verwerking, zoals het drogen van hooi, niet in concentratie afnemen. Mogelijk wordt een deel afgebroken tijdens het inkuilen.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Retourstromen van de brood- en banketindustrie of de alcoholindustrie zullen naar verwachting weinig tot geen planttoxinen bevatten.
- Verwerking van dierlijke producten, 1^e en 2^e fase: Een incident in Afghanistan heeft aangetoond dat pyrrolizidine-alkaloïden die aanwezig waren in zuivel, stabiel waren bij verwerking (Kakar et al., 2010). Onderzoek liet zien dat melkzuurbacteriën bij het maken van yoghurt en kaas de concentratie pyrrolizidine-alkaloïden kunnen verlagen in het eindproduct (De Nijs et al., 2017a).
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Planttoxinen, met uitzondering van de vluchtige stoffen zoals alkenylbenzenen en cyanogene glycosiden (waaruit blauwzuur ontstaat), zijn stabiel en zullen tijdens verwerking niet of nauwelijks afbreken. Fermentatie met melkzuurbacteriën lijkt wel te leiden tot een afname. Indien bermgras wordt gebruikt voor grasraffinage, kunnen de bijproducten pyrrolizidine-alkaloïden bevatten.
- Chemische productie van additieven: Bij de chemische productie van additieven worden geen planten of kruiden gebruikt. In kruidenextracten kunnen wel planttoxinen voorkomen.
- Productie van mengvoeder: Naar verwachting ontstaan er geen additionele gevaren door het mengen van ingrediënten of het verpakken en bewaren van mengvoeder.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Meldingen in het RASFF-systeem (2005-2015) laten zien dat *Ambrosia* in diervoeder relatief vaak werd gemeld. In het RASFF-systeem wordt alleen melding gemaakt van die stoffen of zaden waarvoor een maximumgehalte is bepaald in de Richtlijn ongewenste stoffen in diervoeder (Richtlijn 2002/32/EG). RASFF geeft twintig meldingen voor planttoxinen tussen 2005 en 2015: dertien voor gossypol, zeventien voor *Ambrosia*-zaden en vier voor cyanide. De meldingen betroffen gossypol in katoenzaad, *Ambrosia*-zaden in vogelvoeder (meer dan de helft van de meldingen), granen zoals mais en sorghum en zaden van zonnebloemen, en cyanide in lijnzaad. Dit komt overeen met de resultaten van het Nationaal Plan Diervoeders in de periode 2011-2016: cyanide werd in lijnzaad gevonden tussen de 0 en 14% van de monsters in de periode 2011-2016. In de periode 2012 tot oktober 2018 waren er 59 meldingen over planttoxinen: *Colchicum autumnale* (n=4); *Crotolaria* (n=1); *Ambrosia* spp. (n=41); *Datura stramonium* L. (n=1); gossypol in katoenzaden (n=12).

Melkvee kan via kuilvoeder (hooi) pyrrolizidine-alkaloïden opnemen en ze uitscheiden in de melk. Tijdens het grazen in het weiland vermijden de grazers deze onkruiden maar ze herkennen ze niet meer goed als ze in hooi aanwezig zijn. Planttoxinen kunnen worden overgedragen naar voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong. Bijvoorbeeld pyrrolizidine-alkaloïden kunnen voorkomen in melk en eieren (Dickinson et al., 1976; Hoogenboom et al., 2011; Diaz et al., 2014; Mulder et al., 2015). De geschatte overdracht van pyrrolizidine-alkaloïden uit Jacobskruid naar melk in runderen is 0,1%. Dit kan een onderschatting zijn omdat er aanwijzingen zijn dat de pyrrolizidine-alkaloïden worden gemetaboliseerd en vervolgens worden de metaboliëten ook uitgescheiden in de melk. Bij een incident in Afghanistan waarbij mensen overleden zijn aan pyrrolizidine-alkaloïdenvergiftiging, met name na eten van besmet brood, bleek dat pyrrolizidine-alkaloïden ook werden aangetroffen in een lokaal geproduceerde kaas (Kakar et al., 2010). Pyrrolizidine-alkaloïden zijn stabiel in zuivel tijdens een hittebehandeling maar kunnen afnemen in het eindproduct als zuivel wordt gefermenteerd.

Er zijn geen wettelijke normen voor pyrrolizidine-alkaloïden in diervoeder maar ze worden wel regelmatig gevonden in diervoeder. Volgens het Nationaal Plan Diervoeders bevatte 4-18% van de monsters diervoeder in de periode 2011-2016 pyrrolizidine-alkaloïden in concentraties van meer dan 1 mg/kg. In een Nederlands onderzoek naar de aanwezigheid van pyrrolizidine-alkaloïden in ruwvoerders (kuilvoeder, hooi, gedroogd gras en luzerne) werden in 21% (n=147) van de monsters sporen van pyrrolizidine-alkaloïden gevonden (Limit of Detection, LOD: 10 µg/kg) (Mulder et al., 2009b). Circa 5% van de 56 monsters kuilvoeder bevatte lage concentraties pyrrolizidine-alkaloïden, één monster hooi afkomstig uit een natuurgebied bevatte 549 µg/kg pyrrolizidine-alkaloïden en één monster gedroogd gras 288 µg/kg pyrrolizidine-alkaloïden. Van de 31

luzernemonsters bleek 74% (sporen van) pyrrolizidine-alkaloïden te bevatten; 10% van de monsters bevatte hoge concentraties pyrrolizidine-alkaloïden (3,5, 3,8 en 5,4 mg/kg). In de periode tussen januari 2014 en april 2015 werden pyrrolizidine-alkaloïden aangetroffen in 6% van de 183 monsters melk en 1% van de 205 monsters van eieren afkomstig uit Europese winkels (Mulder et al., 2015). In melkproducten, yoghurt, kaas en flesvoeding en vlees afkomstig van rund, varken, pluimvee of lever werden geen pyrrolizidine-alkaloïden in concentraties boven de detectielimiet aangetroffen.

EFSA (EFSA CONTAM Panel, 2011a) bepaalde een BMDL₁₀ van 70 µg/kg lichaamsgewicht per dag. Het CONTAM Panel concludeerde dat er een mogelijk gezondheidsrisico was voor kinderen met een hoge inname van honing. Over het algemeen werd een laag risico verondersteld bij landbouwhuisdieren van vergiftiging met pyrrolizidine-alkaloïden omdat de gemelde vergiftigingsgevallen waren veroorzaakt door accidentele blootstelling. Het EFSA CONTAM Panel (2017a) stelde een nieuw referentiepunt vast in 2017 van 237 µg/kg lichaamsgewicht per dag. Het EFSA Panel identificeerde zeventien pyrrolizidine-alkaloïden die relevant zijn voor monitoring in voedsel en diervoeder. Het betreft: intermedine/lycopsamine, intermedine-N-oxide/lycopsamine-N-oxide, senecionine/senecivernine, senecionine-N-oxide/senecivernine-N-oxide, senecifylline, senecifylline-N-oxide, retrorsine, retrorsine-N-oxide, echimidine, echimidine-N-oxide, lasiocarpine, lasiocarpine-N-oxide en senkirkine.

Planttoxinen die in melk terecht kunnen komen zijn naast pyrrolizidine-alkaloïden, piperidine-alkaloïden, quinolizidine-alkaloïden, sesquiterpeenlactonen en glucosinolaten. De excretie van tremetol in melk, afkomstig van de witte kruisdistel (*Eupatorium rugosum*) en guldenroede, is verantwoordelijk voor vergiftiging van kalveren maar ook van mensen (Panter & James, 1990).

Van gossypol (een polyfenol dat voorkomt in de stengels, bladeren en zaden van planten uit het geslacht *Gossypium*, waartoe de katoenplant behoort) is bekend dat het na opname door het dier in kleine hoeveelheden kan worden overgedragen naar bloed en melk. Overdracht van indospicine (een arginine-analoog uit de *Indigofera*-plant) naar vlees is gemeld in Australië. Het is onbekend of deze planttoxine ook in Nederlandse weideplanten voorkomt en of geïmporteerd vlees deze planttoxine bevat. Gezien de effecten van indospicine op de lever in dieren die zijn blootgesteld, zijn bij overdracht naar dierlijke producten ook effecten op de gezondheid van de consument te verwachten (Van der Fels-Klerx et al., 2016).

Er zijn kruidenmengsels te koop als diervoeder en ook deze kunnen planttoxinen bevatten. Planttoxinen kunnen waarschijnlijk uit het diervoeder na inname door leghennen in eieren terecht komen maar de overdracht naar eieren is erg laag (BuRO, 2018a). Hierop is de veronderstelling gebaseerd dat eieren geen belangrijke bijdrage leveren aan de blootstelling aan planttoxinen uit voedsel.

Conclusie

Er zijn vele planten met toxinen gerapporteerd die relevant voor diergezondheid kunnen zijn. Planttoxinen kunnen bij landbouwhuisdieren leiden tot acute sterfte, maar in het algemeen beïnvloeden ze de productie negatief door effecten zoals verminderde vruchtbaarheid, geboortefwijkingen, gereduceerd gewicht en immunomodulatie. In Nederland is de belangrijkste route van de blootstelling van dieren aan ongewenste planten via ruwvoeder, vers zowel als kuilvoeder. Via deze route worden met name grazers als rundvee, schapen en geiten blootgesteld.

Pyrrolizidine-alkaloïden zijn carcinogene stoffen en worden regelmatig aangetroffen in diervoeder en kunnen worden overgedragen naar melk, eieren en vlees. Echter de overdracht is laag en waarschijnlijk is het gezondheidsrisico voor de mens klein. Er zijn geen maximumgehalten voor pyrrolizidine-alkaloïden in diervoeder vastgesteld.

Diergeneesmiddelen en coccidiostatica

Algemene beschrijving

Diergeneesmiddelen mogen slechts in de vorm van een gemedicineerd halffabricaat of voormengsel in gemedicineerde voeders worden verwerkt. Onder een voormengsel voor diervoeder met medicinale werking wordt verstaan: "elk geneesmiddel voor diergeneeskundig gebruik dat van tevoren is bereid om later te worden verwerkt in diervoeder met medicinale werking" (Richtlijn 2001/82/EG). Een halffabricaat met medicinale werking is een voormengsel met medicinale werking met daarbij één of meer veevoedergrondstoffen, dat als zodanig is

bestemd voor rechtstreekse verwerking in diervoeder. Premixen worden alleen op medisch attest gemaakt en voorgeschreven door de dierenarts.

In Nederland zijn de volgende diergeneesmiddelen geregistreerd (CTBG, 2018).

- Antibiotica: een aantal verschillende soorten.
- Coccidiostatica: amprolium.
- Anthelmintica: flubendazol en ivermectine.

Er is een kans op versleping wanneer gemedicineerde diervoeders op dezelfde productielijn worden bereid als gewone diervoeders. Na het bereiden van een gemedicineerd voeder kunnen restanten van diergeneesmiddelen in de installatie achterblijven die in volgende partijen diervoeders terecht kunnen komen. Als 'spoelvoeders' wordt vaak biggen- en zeugenvoeder gebruikt omdat deze dieren geen 'einddieren' zijn (ze worden niet geslacht voor vleesproductie) en hierdoor de kans op residuen in het vlees gering is. Nadeel is dat de dieren onbedoeld worden blootgesteld aan diergeneesmiddelen.

Met het oog op antibioticaresistentie, heeft de Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie (NEVEDI), verantwoordelijk voor circa 95% van de totale diervoederproductie in Nederland, per 2012 besloten geen diervoeder met antibiotica meer te produceren voor de Nederlandse markt. Op attest van de dierenarts wordt nog wel mengvoeder met coccidiostatica of ontwormingsmiddelen geproduceerd. Ook vindt nog productie van gemedicineerde diervoeders voor exportdoeleinden plaats. De producent die hiervoor is gecertificeerd, moet een strikte scheiding hanteren tussen de productielijnen waarop wel en niet antibiotica wordt verwerkt (GMP+, 2018a). Voor invoer van in België en Duitsland geproduceerde gemedicineerde voeders is toestemming van een dierenarts nodig.

Coccidiostatica zijn middelen die worden toegepast ter voorkoming en genezing van infecties met eencellige darmparasieten (*Eimeria* spp.) die leiden tot coccidiose. Coccidiose is een ziekte bij vleeskuikens en konijnen die leidt tot verminderde groei, een slechtere voederconversie en sterfte. In tegenstelling tot antibiotica mogen coccidiostatica zonder tussenkomst van een dierenarts worden gebruikt, omdat ze worden gezien als diervoederadditieven.

In Nederland mogen alleen de anthelmintica (ontwormingsmiddelen) flubendazole en ivermectine via het voeder worden toegediend. Voor beide geldt dat dit slechts op voorschrift van een dierenarts is toegestaan.

Wetgeving

In het verleden werden antibiotica op grote schaal gebruikt als groeibevorderaar, waarbij sub-therapeutische hoeveelheden aan diervoeder werden toegevoegd. Binnen de EU is het gebruik van deze antibiotica als groeibevorderaar niet meer toegestaan (Verordening (EG) nr. 1831/2003). Het toevoegen van antibiotica aan diervoeders voor therapeutische toepassing is wel toegestaan. Om te mogen worden toegepast, dienen de antibiotica een formele registratie te hebben en ze mogen alleen op voorschrift van een dierenarts worden toegepast. Een aantal antimicrobiële stoffen zijn in de EU (en veel andere landen) expliciet verboden voor gebruik in voedselproducerende dieren. Deze stoffen staan vermeld in tabel 2 van de bijlage van Verordening (EU) nr. 37/2010.

Richtlijn 90/176/EEG bevat voorwaarden voor de bereiding, het in de handel brengen en het gebruik van diervoeders met medicinale werking. Deze richtlijn is in Nederland geïmplementeerd in de Wet dieren en daarbij horende besluiten en regelingen. Gemedicineerde voeders mogen uitsluitend worden gemaakt door producenten die hiervoor een vergunning hebben. Daarbij mag alleen gebruik gemaakt worden van voormengsels waarvoor een handelsvergunning is afgegeven. Voordat een handelsvergunning kan worden afgegeven voor voormengsels bedoeld voor het maken van gemedicineerde voeders voor voedselproducerende dieren dient de werkzame stof in het voormengsel op EU-niveau te zijn goedgekeurd en opgenomen te zijn in tabel 1 van de bijlage van Verordening (EU) nr. 37/2010. Bij de goedkeuring worden, indien nodig, MRL's vastgesteld voor gehalten aan residuen van de werkzame stof in dierlijke producten. Voor het op nationaal niveau verlenen van handelsvergunningen zijn voorschriften opgesteld voor gebruik van de gemedicineerde voeders (onder andere gehalte werkzame stof in voeders, maximale toedieningsduur en aan te houden wachttermijn). Om te voorkomen dat residuen van diergeneesmiddelen worden teruggevonden in dierlijke producten zijn wachttermijnen ingesteld waarbinnen dieren niet mogen worden geslacht en dierlijke producten niet mogen worden verkocht.

Cocciostatica dienen te zijn geregistreerd in het register voor additieven voor diervoeder (Verordening (EG) nr. 1831/2003). Voeders die cocciostatica bevatten worden op grote schaal geproduceerd voor toepassing bij pluimvee (vleeskuikens, legkippen en kalkoenen) en konijnen. In Richtlijn 2002/32/EG zijn toegestane toevoegingsmiddelen in niet-doeldiervoeders als gevolg van niet te voorkomen versleping, opgenomen. Het betreft maximumgehalten van diervoeder (12%) voor de cocciostatica decoquinaat, diclazuril, halofuginone-hydrobromide, lasalocide A natrium, maduramicineammonium alfa, monensin-natrium, narasin, nicarbazine, robenidinehydrochloride, salinomycine-natrium en semduramicine-natrium in voedermiddelen en mengvoeders voor verschillende dieren. Deze normstelling heeft als doel het voorkomen van residuen in dierlijke producten en toxische effecten in bepaalde niet-doeldieren.

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

- Primaire plantaardige productie: Een therapeutische behandeling met diergeneesmiddelen resulteert doorgaans in het uitscheiden van hoge concentraties residuen via urine en feces. Theoretisch kunnen via deze route residuen van diergeneesmiddelen in plantaardige producten terecht komen. Een onderzoek met mais en tarwe heeft aangetoond dat in de bodem aanwezig chlooramfenicol door planten wordt opgenomen. Ook van tetracycline en amoxicilline is bekend dat deze stoffen door planten kunnen worden opgenomen. Voor een beperkt aantal antibiotica kan daarnaast de mogelijkheid dat deze via natuurlijke productie door bodembacteriën in planten terecht komen, niet worden uitgesloten.
- Invoer, import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), 1^e fase: In sommige landen buiten de EU worden verschillende toelatingen voor diergeneesmiddelen gehanteerd voor exportproducten en producten voor de eigen markt. Als deze producten niet goed worden gescheiden, kunnen in de EU niet toegelaten middelen met diervoeder en eierproducten worden geïmporteerd. Voorbeelden zijn de cocciostatica zoalene en enramycine die in de USA en Azië worden gebruikt. Omdat deze middelen binnen de EU niet zijn toegestaan, horen ze niet automatisch bij het pakket diergeneesmiddelen waarop controle wordt uitgeoefend (BuRO, 2018a).
- Verwerking van plantaardige producten, 2^e fase: Het is niet aannemelijk dat in dit stadium van het productieproces additionele besmetting met diergeneesmiddelen optreedt. Het is mogelijk dat residuen uit de primaire productie worden afgebroken door bijvoorbeeld verhitting.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Niet relevant.
- Verwerking van dierlijke producten, 1^e en 2^e fase: De aanwezigheid van residuen van diergeneesmiddelen in veren, beendermeel en eierschalen vormt een potentiële bron van herintroductie in de diervoederketen. Met name wanneer deze grondstoffen afkomstig zijn uit gebieden waar het gebruik van groeibevorderaars is toegestaan of een bovenmatig gebruik van therapeutische antibiotica gangbaar is.
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Een potentieel gevaar vormt het gebruik van reststromen uit de bio-ethanolproductie (Dried Distiller Grain Solubles, DDGS). Het is niet ongebruikelijk dit fermentatieproces te optimaliseren door stoffen die de bacteriegroei remmen (antibiotica) toe te voegen. De kans op aanwezigheid van residuen in deze reststroom is onder andere afhankelijk van de stabiliteit van het gebruikte antibioticum en verdere verwerking van het product.
- Chemische productie van additieven: Net als de eerder genoemde bio-ethanolproductie, is ook de productie van enzymen en sommige vitamines gebaseerd op een fermentatieproces waarbij mogelijk antibiotica worden gebruikt. De enzymen worden aan diervoeder voor pluimvee en varkens toegevoegd om de voederconversie te optimaliseren.
- Productie van mengvoeder: Door de veehouder wordt antibiotica gedoseerd via drinkwater, brijvoeder of topdressing. Homogeniteit en juiste dosering kunnen dan een reden tot zorg zijn.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

De RASFF-databank geeft 62 meldingen voor (residuen van) diergeneesmiddelen in producten bestemd om te vervoeren tussen 2005 en 2015. Iets meer dan een derde deel van de meldingen ging over chlooramfenicol (23 meldingen). Chlooramfenicol werd vooral gevonden in vitamines en enzympreparaten. Een ander relatief groot deel van de RASFF-meldingen (achttien meldingen) betrof cocciostatica (salinomycine, narasin, lasalocide en amprolium). Amprolium valt onder de diergeneesmiddelenwetgeving. Daarnaast waren er nog meldingen voor tetracyclines (vijf meldingen voor oxytetracycline en vijf voor tetracycline). Tetracyclines werden vooral in visvoeder gevonden. In de periode 2012-oktober 2018 waren er 38 meldingen, dertig over antibiotica en acht over cocciostatica. In 2014 kende Nederland een incident met diervoeder besmet met furazolidon, een niet toegelaten geneesmiddel.

Gegevens uit het Nationaal Plan Diervoeders lieten zien dat versleping van coccidiostatica in doeldiervoeders veelvuldig optreedt (50% van de monsters in 2014, 49% in 2015) maar dat het aantal niet-conforme bevindingen beperkt is (2% in 2014, 3% in 2015) (NVWA, 2014;2015a).

Het anthelminticum flubendazole is opgenomen in het Nationaal Plan Diervoeders en voor deze stof hanteert de NVWA een verslepingnorm van 2,5% (doeldieren) of 1% (niet-doeldieren). Monitoringresultaten tonen aan dat besmetting met deze residuen minimaal was: in 2014 werd in geen enkel van de 114 onderzochte diervoedermonsters flubendazole aangetroffen, en in 2015 werd in één van de 137 monsters 0,3 mg/kg flubendazole gevonden (NVWA, 2014;2015a).

Een uitgebreid onderzoek naar versleping toonde aan dat veel van deze 'spiegelcharges' antibiotica bevatten in concentraties boven de door de NVWA gehanteerde maximale overdrachtslimiet van 2,5% van het laagste therapeutische niveau (Zuidema et al., 2010; Stolker et al., 2013a). Een inspectie door de NVWA liet zien dat een groot deel van het voeder van de bedrijven die ook gemedicineerd voeder produceren meer dan 2,5% versleping bevatte (NVWA, 2017b).

In 2015 werden er in zeven van 147 bemonsterde mengvoeders voor varkens antibiotica aangetroffen in de volgende concentraties: oxytetracycline 14, 21 en 82 mg/kg, doxycycline 0,31 en 0,26 mg/kg, sulfamethoxazole <0,5 mg/kg en amoxicilline 0,1 mg/kg (NVWA, 2015). Gezien deze lage concentraties lijkt aanwezigheid van de gevonden antimicrobiële stoffen een gevolg te zijn van versleping. Therapeutische doseringen van deze stoffen in voeder zijn namelijk vele malen hoger. Onduidelijk is of dit in Nederland geproduceerde voeders betrof. Ook in monsters van brijvoeders (voeders op basis van vochtige bijproducten uit onder andere de voedingsmiddelenindustrie), genomen bij veehouderijbedrijven, werden met enige regelmaat antibiotica aangetroffen. In 2015 werd in twee van de 81 geanalyseerde varkensvoeders sulfadiazine (<0,5 mg/kg) en een combinatie van doxycycline (0,47 mg/kg) en amoxicilline (<0,1 mg/kg) aangetroffen (NVWA, 2015).

In opgeloste (aangelengde) kunstmelkpoeders uit de vleeskalversector zijn in 2015 een aantal keer antibiotica (vrijwel uitsluitend tetracyclines) aangetroffen, waarvan mag worden aangenomen dat deze afkomstig zijn van toevoeging of versleping van een diergeneesmiddel. Het vervoederen van zogenaamde 'waste milk', melk en biest afkomstig van met diergeneesmiddelen behandeld melkvee, kan zorgen voor een onbedoelde blootstelling aan diergeneesmiddelen. De melk die wordt geproduceerd binnen de wachtermijn mag niet worden aangeboden voor consumptie door de mens en wordt vaak uit economische overwegingen aan jongvee vervoederd. Een in het Verenigd Koninkrijk uitgevoerd onderzoek liet zien dat in 'waste milk' hoge gehalten beta-lactam (antibiotica) kunnen worden aangetroffen (Randall et al., 2014).

Een nog beperkt onderzochte bron van introductie van antibiotica in de diervoederketen is die afkomstig van gehydrolyseerde eiwitten, zoals verenmeel. Onderzoek in de Verenigde Staten toonde de aanwezigheid aan van onder andere antibiotica in uit China afkomstige producten van maximaal 1050 µg/kg enrofloxacin (Love et al., 2012). Er werd een aantal antibiotica aangetroffen die in de EU niet zijn toegelaten (ofloxacin, azitromycine, ormetoprim en virginiamycin) maar ook relatief hoge concentraties van het in de EU wel toegelaten thiabendazole (een fungicide). In 2015 zijn binnen het Nationaal Plan Diervoeders tien monsters verenmeel onderzocht, waarvan er zeven antibiotica bleken te bevatten: enrofloxacin (45 µg/kg), tiamulin (26 µg/kg), sulfadiazine (gehalten variërend tussen 10- 130 µg/kg) en sulfadimethoxine (36 µg/kg). Chlooramfenicol en coccidiostatica zijn in deze monsters niet aangetroffen (NVWA, 2015).

Chlooramfenicol wordt geproduceerd door bodembacteriën (onder andere door *Streptomyces venezuela*) en komt daardoor mogelijk ook via een natuurlijke route in de diervoederketen. Een onderzoek met mais en tarwe heeft aangetoond dat chlooramfenicol door planten wordt opgenomen. Dit verklaart dat chlooramfenicol vaak in stro wordt aangetroffen. Echter, de concentraties zijn erg laag, met uitschieters tot 32 µg/kg (Nordkvist et al., 2016). Het is onduidelijk in welke mate er vanuit deze voedermatrix overdracht naar dieren plaatsvindt. Lage concentraties (tot 50 µg/kg chlooramfenicol) in kippenvoeder leiden niet tot residuen in het vlees (Rejtharova et al., 2017). Echter, een dagelijkse orale dosis van 40 µg chlooramfenicol per varken gedurende veertien dagen, leidde tot residuen boven de MRL in weefsels (uitgezonderd de spieren) van varkens (Aspenström-Fagerlund et al., 2016). Natuurlijke concentraties in stro kunnen dus leiden tot een overschrijding van de MRPL in dierlijke producten. Gezien het voorkomen in stro, zou chlooramfenicol ook van nature kunnen voorkomen in gras.

De meest gebruikte groepen diergeneesmiddelen bij leghennen zijn antibiotica en coccidiostatica. Voor leghennen is een beperkt aantal middelen toegestaan en dat zijn vaak andere middelen dan zijn toegelaten voor (vlees)kuikens. In EU zijn tussen 2007-2014, 23 verschillende diergeneesmiddelen (elf coccidiostatica, tien antibiotica en de verboden middelen metronidazole en chlooramfenicol) boven de norm aangetroffen in eieren. Coccidiostatica worden het vaakst aangetroffen (nicarbazine 88 keer; lasalocide 53 keer; maduramicine 32 keer; salinomycine 33 keer) de laatste drie zijn diervoederadditieven. Het antibioticum enrofloxacin is 23 keer aangetroffen. Andere antibiotica (quinolonen, sulfonamides en tetracyclines) werden enkele malen aangetroffen (EFSA, 2016b). Sommige antibiotica die niet zijn toegelaten voor het gebruik bij leghennen (bijvoorbeeld enrofloxacin en doxycycline) zijn toch aangetroffen in eieren. Dit kan het gevolg zijn van de zogenaamde cascaderегeling. Die houdt in dat, wanneer er voor een aandoening bij een diersoort geen geregistreerd middel is, de dierenarts de mogelijkheid heeft om de dieren te behandelen met een diergeneesmiddel dat is bestemd voor toepassing bij andere diersoorten of dat is bestemd voor een andere aandoening bij dezelfde diersoort. Als middelen worden voorgeschreven via de cascaderегeling, dan geldt in Nederland een wachttijd van zeven dagen. Deze wachttijd kan echter te kort zijn. Uit experimenten blijkt dat tot vijftien dagen na toediening het antibioticum enrofloxacin bijvoorbeeld nog kan worden aangetroffen in eieren. Het aantreffen van een aantal coccidiostatica in eieren kan het gevolg zijn van kruisbesmetting: het voeren van leghennen met diervoeder bestemd voor (vlees)kuikens. In Nederland zijn in de periode 2005 tot en met 2014 zeven middelen één of meerdere keren aangetroffen in eieren. Daarvan waren er zes niet toegestaan voor gebruik bij leghennen. Het gaat om de antibiotica doxycycline en enrofloxacin en de coccidiostatica narasin, nicarbazine, salinomycine en toltrazuril. Het zevende middel, het coccidiostaticum lasalocide, is wel toegestaan voor gebruik bij leghennen maar is daarvoor niet geregistreerd (BuRO, 2018b).

Een risicobeoordeling van de blootstelling van consumenten geeft aan dat voor zes van deze middelen de inname uit kipproducten onder de ADI blijft. Voor één (toltrazuril) is geen informatie beschikbaar. Een schatting voor de opname van de antibiotica enrofloxacin en doxycycline uit levensmiddelen van dierlijke oorsprong komt op respectievelijk 74% en 58% van de ADI (respectievelijk 6,2 µg/kg lichaamsgewicht en 0-3 µg/kg lichaamsgewicht). Voor de coccidiostatica wordt voor de opname van lasalocide 85% van de ADI (5 µg/kg lichaamsgewicht) berekend, uitgaande van concentraties op MRL-niveau in alle kipproducten. Voor salinomycine wordt 20% van de ADI (500 µg/kg lichaamsgewicht) berekend en voor nicarbazine 12% van de ADI (770 µg/kg lichaamsgewicht voor de belangrijkste component DNC (4,4'-dinitrocarbanilide). Hierbij wordt uitgegaan van één dag wachttijd in plaats van de voorgeschreven zeven dagen na toediening van de middelen. Voor narasin wordt berekend dat slechts 0,05% van de ADI (5 µg/kg lichaamsgewicht) uit eieren wordt opgenomen (BuRO, 2018a).

In de periode 2009-2014 zijn er 780 RASFF-meldingen over pluimveevleesproducten geweest. Het merendeel (63%) van de meldingen ging over diergeneesmiddelen, met name over nitrofurantoin, clodol en chlooramfenicol, vooral in kippenvlees (BuRO, 2018b). Specifiek voor vleeskuikens geldt dat gezondheidsproblemen in de eerste levensweek (belangrijke oorzaak: antibioticumverstrekking) samenhangen met een onvoldoende en ontijdige voeding van de kuikens, zowel in de laatste fase van het broedproces als in de eerste levensdagen (BuRO, 2018b).

EFSA verzamelt jaarlijks alle monitoringsgegevens van residuen diergeneesmiddelen en bepaalde stoffen in levende dieren en dierlijke producten in de EU. In totaal werden voor 2016 710.839 monsters gerapporteerd aan de EC door 27 (van de 28) lidstaten. Het betrof 369.262 gericht genomen monsters, 21.350 verdachte monsters, 4075 monsters verzameld bij import en 316.152 monsters uit programma's onder nationale wetgeving. Het percentage niet-conforme gerichte monsters (0,31%) was in 2016 vergelijkbaar met de vorige negen jaar (0,25%-0,37%). Overschrijdingen werden gezien voor chemische stoffen, voornamelijk metalen en niet-steroïdale ontstekingsremmende medicijnen (EFSA, 2018b).

EFSA (Dorne et al., 2013b) beoordeelde het gezondheidsrisico voor niet-doeldieren van het eten van voeder gecontamineerd met coccidiostatica met concentraties van 2, 5 of 10% als verwaarloosbaar voor de meeste diersoorten met uitzondering van salinomycine en monensin in paarden vanwege de specifieke gevoeligheid van paarden bij versleping van respectievelijk meer dan 2% en 5%. Residuen van coccidiostatica kunnen voorkomen in de lever en eieren. Echter, de concentratie van elk coccidiostaticum in eetbaar vleesweefsel bleef laag en de totale blootstelling bleef onder de ADI van elk coccidiostaticum. Dorne et al. (2013b) concludeerden dat de technische kruisbesmetting van diervoeders waarschijnlijk de gezondheid van de consument niet nadelig beïnvloedt.

Conclusie

Er zijn overschrijdingen van diergeneesmiddelen in diervoeder gevonden, met name voor chlooramfenicol in vitamine- en enzympreparaten en coccidiostatica. Residuen van diergeneesmiddelen kunnen in diervoeder terecht komen via verwerking van plantaardige en dierlijke producten of door versleping. Inzicht in beheersing van versleping en homogeniteit van voeders door zelfmengers, ontbreekt. Over het algemeen zijn gevonden concentraties laag en vormen residuen geen gevaar voor de volksgezondheid.

Om te voorkomen dat residuen van bewust toegevoegde diergeneesmiddelen worden teruggevonden in dierlijke producten zijn wachttermijnen ingesteld waarbinnen dieren niet mogen worden geslacht en dierlijke producten niet mogen worden verkocht. Het is onvoldoende bekend in welke mate vrij toe te dienen geneesmiddelen zoals ontwormingsmiddelen, coccidiostatica en andere toevoegingsmiddelen worden toegepast.

Gewasbeschermingsmiddelen

Algemene beschrijving

Gewasbeschermingsmiddelen of hun residuen (waaronder ook metaboliëten en onzuiverheden) kunnen in diervoeder en vervolgens in dierlijke producten terecht komen.

Gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt in de akker- en tuinbouw ter bestrijding van onkruid (herbiciden), plantenziekten en plagen (schimmels: fungiciden, insecten: insecticiden, mijten: acariciden, nematoden: nematiciden) en plaagdieren (rodenticiden). Landbouwhuisdieren kunnen worden blootgesteld aan (residuen van) gewasbeschermingsmiddelen via diervoeder(ingrediënten). Een aantal gewasbeschermingsmiddelen heeft ook een toepassing als biocide (bijvoorbeeld ongediertebestrijding in en rond de diervverblijven) en diergeneesmiddel. Voorbeelden van de laatste zijn pyrethroïden, organofosforverbindingen en carbamaten. Pyrethroïden, waaronder deltamethrin en cypermethrin, en de organofosforverbinding foxim hebben in Nederland een toelating als diergeneesmiddel voor gebruik in landbouwhuisdieren.

In Nederland zijn 1001 gewasbeschermingsmiddelen toegelaten (Ctgb, 2018). In diervoeder kunnen niet alleen residuen van toegelaten gewasbeschermingsmiddelen worden aangetroffen maar ook residuen van niet toegelaten gewasbeschermingsmiddelen. Bijvoorbeeld in Zuid-Amerikaan is paraquat toegelaten voor soja maar in Europa niet. Soja uit Zuid-Amerika, bestemd als diervoeder in Nederland, bevat daadwerkelijk soms paraquat. Ook kunnen inmiddels verboden, persistente gewasbeschermingsmiddelen nog in het milieu aanwezig zijn en dus nog in de diervoederketen voorkomen. Het gaat hierbij vooral om organochloorverbindingen zoals DDT en dieldrin.

Wetgeving

Specifiek voor diervoeder(ingrediënten) is voor een aantal organische chloorverbindingen het maximumgehalte van diervoeder vastgelegd (Richtlijn 2002/32/EG). Dit betreft: aldrin, dieldrin, chloorkamfeen, chloordaan, DDT, endosulfan, endrin, heptachloor, hexachloorbenzeen en hexachloorcyclohexaan. Voor de overige gewasbeschermingsmiddelen zijn MRL's vastgesteld voor agrarische producten, waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen voedingsmiddel of diervoeder (Verordening (EG) nr. 396/2005). Er worden nog geen MRL's voor gewasbeschermingsmiddelen op diervoeders vastgesteld in Verordening (EG) nr. 396/2005. Deze verordening biedt wel de mogelijkheid om deze in de toekomst op te nemen. Bij de toelating voor een gewasbeschermingsmiddel wordt bekeken of het betreffende behandelde gewas¹³ een wezenlijk aandeel in heeft in de totale inname via het diervoeder. Indien dat het geval is, dan wordt bepaald of de residuen in de dierlijke producten worden aangetroffen. Wanneer de residuen in dierlijke producten worden terug gevonden, worden er MRL's voor deze dierlijke producten vastgesteld.

Er zijn MRL's voor residuen van farmacologisch werkzame stoffen vastgelegd voor dierlijke producten (melk, kippeneieren, vlees, lever en nier van runderen, varkens, schapen en kippen) in Verordening (EU) nr. 37/2010. Indien er geen gebruik is op voedergewassen of er geen residuen (<0,1 mg/kg) op gewassen, die worden gebruikt als diervoeder, zijn geconstateerd of er geen overdracht plaats vindt, is de MRL gelijk aan de bepalingsgrens (limit of quantification, LOQ of limit of detection, LOD). Deze is meestal 0,01 of 0,05 mg/kg. Specifieke diervoedermatrices zoals ruwvoerders (hooi, stro, voedermais, etc.), bijproducten uit de productie van biodiesel (glycerol) of bio-ethanol (tarwegistconcentraat, DDGS) ontbreken in de verordeningen. Hiervoor zijn geen MRL's vastgesteld. MRL's voor residuen van actieve stoffen van gewasbeschermingsmiddelen op

¹³ Het betreft behandelde diervoedergewassen zoals mais maar ook reststromen van consumptiegewassen, zoals bijvoorbeeld aardappelschillen, appelpulp en boerenkoolresten.

gewassen zijn gebaseerd op GAP (goede agrarische praktijk) en zijn in de meeste gevallen geen toxicologische grenswaarden. MRL-overschrijdingen in diervoeder(grondstoffen) of in producten van dierlijke oorsprong betekenen dus niet automatisch een gezondheidsrisico voor het dier of consument. MRL-overschrijdingen duiden echter wel op strijdigheid met GAP en een onnodig hogere blootstelling van dier of consument aan gewasbeschermingsmiddelen.

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

- Primaire plantaardige productie: Gewasbeschermingsmiddelen worden in vrijwel alle akker- en tuinbouwteelten toegepast, met uitzondering van de biologische teelt, alhoewel die ook niet altijd vrij is van residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Welke residugehalten van gewasbeschermingsmiddelen in plantaardige grondstoffen kunnen worden aangetroffen, verschilt per grondstof, land van herkomst en in de tijd.
- Invoer, import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), 1^e fase: Gewasbeschermingsmiddelen die geen toelating hebben binnen de EU kunnen via import van grondstoffen uit derde landen in diervoeder terecht komen. Paraquat op soja uit Zuid-Amerika is hiervan een voorbeeld.
- Verwerking van plantaardige producten, 2^e fase: Bij de verwerking van plantaardige producten tot levensmiddelen (bijvoorbeeld olie uit oliehoudende zaden) ontstaan bijproducten die vaak als diervoedergrondstof worden gebruikt. Stro is een voorbeeld van een bijproduct van de graanteelt dat als bodembedekking en voeder wordt gebruikt.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Levensmiddelen kunnen residuen bevatten van gewasbeschermingsmiddelen. Problemen kunnen optreden als reststromen worden bewerkt of geconcentreerd waardoor een verhoging van concentraties optreedt.
- Verwerking van dierlijke producten, 1^e en 2^e fase: Dierlijke producten kunnen residuen van gewasbeschermingsmiddelen bevatten, met name organochloorverbindingen.
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Bij de verwerking van visproducten tot diervoeder kan het bijproducten hiervan organochloorverbindingen bevatten.
- Chemische productie van additieven: Het is onbekend of gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt bij de productie van additieven; dit lijkt onwaarschijnlijk.
- Productie van mengvoeder: Naar verwachting ontstaan er geen extra gevaren door het mengen van ingrediënten, verpakken en bewaren van mengvoeders. Sterk met gewasbeschermingsmiddelen vervuilde ingrediënten kunnen worden verdund door het mengen met niet besmette ingrediënten.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Met het diervoeder kunnen landbouwhuisdieren gewasbeschermingsmiddelen binnen krijgen. Deze worden, al dan niet gemetaboliseerd, verdeeld over de diverse organen en weefsels en uitgescheiden via urine, feces, melk en eieren. Het is sterk stofafhankelijk of en in welke mate residuen in voeder leiden tot residuen in dierlijke producten. Er is met name informatie beschikbaar over persistente lipofiele gewasbeschermingsmiddelen (de organochloorverbindingen, zoals DDT en dieldrin) die accumuleren in melk, eieren en vet, en in mindere mate over bijvoorbeeld organofosforverbindingen en pyrethroiden. Hoewel de organochloorverbindingen al lang verboden zijn, zijn deze stoffen nog steeds aanwezig in het milieu. Sinds 2012 waren er drie RASFF-meldingen over deze stoffen. Een te hoge concentratie DDT zat in diervoeder uit India en dieldrin werd gevonden in citruspulp uit Spanje.

In het kader van het Nationaal Plan Diervoeders zijn in de periode 2011-juni 2016 circa zestienhonderd monsters diervoeder of -ingrediënten geanalyseerd op gewasbeschermingsmiddelen, voornamelijk met multi-residumethoden op basis van LC-MS/MS en GC-MS/MS. In 2017 werden 455 diervoeders gescreend op gewasbeschermingsmiddelen (NVWA, 2017c). Naast deze monitoring door de overheid worden ook door de diervoedersector monsters genomen en geanalyseerd, waarvan de resultaten deels worden gedeeld met de NVWA. Via SecureFeed zijn analysegegevens beschikbaar van ongeveer 675 monsters uit de periode 2010-2014. In de monitoringsprogramma's van de overheid en de diervoedersector zijn 103 verschillende gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen, waarvan 73 stoffen in minder dan tien monsters. De vaakst gevonden gewasbeschermingsmiddelen waren pirimifos-methyl, chloorpyrifos(-methyl), epoxiconazol en tebuconazol.

De aanwezigheid van dichloorvos en didecyldimethylammoniumchloride (DDAC) heeft geleid tot meldingen in RASFF. Dichloorvos is ook een enkele maal door RIKILT aangetroffen in diervoederproducten. DDAC is niet onderzocht in het kader van de Nederlandse programma's.

RIKILT onderzoekt jaarlijks circa vijfhonderd monsters vet (melkvet en vetweefsel) op de aanwezigheid van residuen van twintig organochloorverbindingen, circa honderd monsters vet (melkvet en vetweefsel) op negen pyrethroiden en circa 260 monsters spier (vlees) en lever op organofosforverbindingen en carbamaten. Sinds 2011 worden nog ongeveer honderd andere gewasbeschermingsmiddelen geanalyseerd. Alle frequent aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen in diervoeder worden ook in de dierlijke producten onderzocht, met uitzondering van difenoconazol. Er worden vrijwel geen gewasbeschermingsmiddelen in dierlijke producten meer aangetoond, met uitzondering van de incidentele detectie van organochloorverbindingen en pyrethroiden. Een aantal relevante metabolieten valt echter buiten de scope van de multi-residumethoden. Hetzelfde geldt voor gewasbeschermingsmiddelen die niet met de multi-methoden kunnen worden gemeten, de zogenaamde SRM¹⁴-gewasbeschermingsmiddelen, zoals chloormequat, paraquat, diquat. De aanwezigheid van SRM-gewasbeschermingsmiddelen is in 2015-2016 bevestigd; glyfosaat en paraquat zijn onder andere aangetroffen in sojaproducten. Op basis van deze bevindingen heeft de NVWA besloten de controle op paraquat in soja per 1 april 2017 te verscherpen. De aanbeveling van EFSA is om monitoring van gewasbeschermingsmiddelenresiduen uit te voeren in diervoeder in plaats van in dierlijke producten, om hiermee informatie te genereren voor de blootstelling van het dier, mogelijke overdracht naar dierlijke producten en de relevantie voor de mens (EFSA, 2016c).

Hoewel het insecticide DDT sinds de jaren 70 van de vorige eeuw is verboden in Nederland, en sinds 1986 volledig verboden in de EU, wordt het gevonden in eieren. Metingen in de EU in 2012 lieten zien dat ongeveer 5% van de eiermonsters die werden geanalyseerd (n=727) residuen van gewasbeschermingsmiddelen bevatten; vooral DDT/DDE¹⁵ werd gevonden. Metingen uit de EU in 2014 gaven een vergelijkbaar beeld: in een paar procent van de eieren (van ruim vierhonderd eiermonsters) werden persistente organochloorverbindingen (HCH, lindaan, endosulfan en DDT) aangetroffen (EFSA, 2016c). Ook in Nederland zijn de laatste jaren residuen van persistente bestrijdingsmiddelen aangetroffen in eiermonsters (ongeveer 2% van ruim vijfhonderd eiermonsters (KAP-databank 2005 tot en met 2014), met vooral DDT/DDE. De concentraties DDT/DDE die in Nederland zijn aangetroffen (11-20 ng/g ei; KAP-databank) liggen, omgerekend naar vetpercentage (ongeveer 10%), boven de MRL voor DDT in eieren (50 ng/g vet). Het is onduidelijk wat de herkomst van deze eiermonsters is. Ondanks overschrijding van de MRL wordt het risico voor de voedselveiligheid als gering beoordeeld, omdat het bij de consumptie van één ei met verhoogde concentratie DDT slechts om een incidentele blootstelling gaat (BuRO, 2018a).

Residuen van gewasbeschermingsmiddelen kunnen in melk terecht komen via verontreinigd diervoeder. Met name in landen waar het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen intensiever is dan in de EU, worden residuen van gewasbeschermingsmiddelen regelmatig aangetroffen in diervoeders en melk. Daarnaast kan oppervlaktewater (sloten langs het weiland) zijn verontreinigd met gewasbeschermingsmiddelen. Als het water uit de sloot als drinkwater voor het melkvee wordt gebruikt, kunnen ook via deze weg gewasbeschermingsmiddelen in de melk terecht komen (BuRO, 2017). In Nederland zijn de laatste jaren geen residuen van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen in melk(producten) (KAP-databank, ca. 100 analyses, 2009-2010, COKZ-toezicht, ruim 10.000 analyses, 2013-2014).

De NVWA heeft in 2015/2016, naar aanleiding van eerdere positieve monsters, enkele partijen citruspulp pellets (hierna citruspulp genoemd) geanalyseerd op de aanwezigheid van residuen van gewasbeschermingsmiddelen. De citruspulp was afkomstig uit Brazilië en de Verenigde Staten. De aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen waren: antrachinon, bifenthrin, cyflutrin (I, II & III), propargiet, carbaryl en fluazifop-P-butyl. Voor citruspulp zijn geen MRL's bepaald en de NVWA hanteerde de MRL voor sinaasappels¹⁶. Anthrachinon kan ook ontstaan bij het drogen van een product. Bij droging met minerale oliën en waarbij door onvolledige verbranding rookgassen vrijkomen, kunnen residuen van de rookgassen achterblijven in het gedroogde product. De aanwezige PAK's geven dan een vals positieve uitslag voor anthrachinon. BuRO heeft de overdracht van deze gewasbeschermingsmiddelen (antrachinon, bifenthrin, cyfluthrin, carbaryl, propargiet en fluazifop-P-butyl) naar dierlijke producten bekeken. De conclusie was dat metabolismeonderzoeken lieten zien dat de opgenomen gewasbeschermingsmiddelen werden uitgescheiden in melk, vet of ei of werden opgeslagen in weefsels van het dier¹⁷. Er is weinig informatie over het voorkomen van residuen van gewasbeschermingsmiddelen in vet of vlees.

¹⁴ SRM-gewasbeschermingsmiddelen zijn gewasbeschermingsmiddelen die 'Single Residue Methods' vereisen.

¹⁵ Dichloordifenyldichloorethyleen (DDE) wordt gevormd door het verlies van waterstofchloride van DDT.

¹⁶ Citrus valt niet onder de productgroepen waarvan delen die uitsluitend als ingrediënt in diervoeder worden gebruikt zijn genoemd in Verordening (EG) nr. 396/2005 maar onder Richtlijn 2002/32/EG.

¹⁷ Citruspulp pellets met residuen van gewasbestrijdingsmiddelen, 31 maart 2016.

Voor een aantal organochloorhoudende gewasbeschermingsmiddelen zijn TDI- en ARfD-waarden vastgesteld, namelijk voor DDT: 0,01, dieldrin: 0,0001, chloordaan: 0,0005 en heptachloor plus heptachloorepoxide: 0,0001 mg/kg lichaamsgewicht per dag (EC, 2018d).

Conclusie

Er zijn normoverschrijdingen gevonden voor residuen van gewasbeschermingsmiddelen in diervoeders. Residuen van gewasbeschermingsmiddelen kunnen voorkomen in dierlijke producten maar worden zelden aangetroffen in concentraties boven de LOQ of LOD. Uitzondering vormde de incidentele detectie van organochloorverbindingen en pyrethroiden in diervoeder.

Er is geen reden tot zorg voor de gezondheid van mens of dier.

Een aantal relevante metabolieten valt buiten de scope van de multi-residumethoden en een aantal gewasbeschermingsmiddelen kunnen niet met de multi-methoden worden gemeten. Dit zijn de zogenaamde SRM-gewasbeschermingsmiddelen, zoals chloormequat, paraquat en diquat.

Minerale oliën

Algemene beschrijving

Minerale olie is een algemene naam voor minerale olie koolwaterstoffen (MOH), olie van minerale oorsprong (aardolie). Er bestaan twee typen minerale olie koolwaterstoffen, namelijk 'Mineral oil saturated hydrocarbons' (MOSH) en 'mineral oil aromatic hydrocarbons' (MOAH). MOSH is aanwezig in verschillende voedingsmiddelen en de hoogste concentraties werden gevonden in brood en granen en in suikerwerk (niet-chocolade), plantaardige olie en visproducten (ingeblikt) in concentraties van 38-46 mg MOSH/kg (EFSA CONTAM Panel, 2012a). MOH zijn voornamelijk afkomstig uit ruwe olie maar kunnen ook uit bijvoorbeeld gas en kolen worden verkregen. MOH-mengsels bevatten alifatische koolwaterstoffen, zowel lineaire als vertakte ketens ('paraffine'). Ketenlengten variëren in het algemeen van C10 tot C50. Het is voor diervoeder niet bekend óf en in welke mate migratie van MOH uit verpakking in het voeder ook daadwerkelijk voorkomt.

Wetgeving

De NVWA hanteert een actiegrens van 0,15% w/w voor de aanwezigheid van verpakkingsmaterialen (NVWA, 2015). Voor het maximale gehalte aan minerale olie in diervoeders of -grondstoffen is geen EU- of Nederlandse norm vastgesteld. GMP+ hanteert een norm van 400 mg/kg voor oliën en vetten (NVWA, 2015).

Introductieroute (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

- Primaire plantaardige productie: Besmetting van primaire plantaardige producten kan voorkomen. Fediol (de Europese federatie van plantaardige oliën- en eiwittenindustrie) heeft een code of practice opgesteld met betrekking tot minerale olie (FEDIOL, 2018). Besmetting kan optreden door het gebruik van minerale olieproducten (bijvoorbeeld smeermiddelen) in machines en onderdelen die met de producten in aanraking komen. Ook lekkage van diesel kan tot besmetting leiden. Opslag kan leiden tot besmetting, onder andere door migratie van drukinkten uit verpakkingen in verpakte bonen en zaden. Minerale olie kan worden gebruikt als antistofmiddel bij overslag van producten³⁸. De mate waarin besmetting optreedt in elk van deze stappen is niet bekend. Minerale olie is toegestaan als hulpmiddel in de gewasbescherming van pootgoedaardappelen, bloembollen, appels, peren en pruimen (Ctgb, 2018).
- Invoer, import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), 1^e fase: In 2008 werd in Oekraïne een partij zonnebloemolie ontdekt die was verontreinigd met minerale olie. Het betrof hier weliswaar meldingen voor voedsel maar het is aannemelijk dat ook plantaardige olie voor diervoeder was besmet met minerale olie. Minerale olie kan aanwezig zijn in mengvetten. Besmetting kan optreden uit smeermiddelen.
- Verwerking van plantaardige producten, 2^e fase: Bij de verwerking van plantaardige producten kan besmetting optreden tijdens verwerking, zoals besmetting van condensaten van fysische raffinage van plantaardige oliën of andere afvalstromen.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Plantaardige retourstromen kunnen gecontamineerd zijn, bijvoorbeeld door drukinkten die uit verpakkingen in voedingsmiddelen migreren. Wanneer deze voedingsmiddelen via retourstromen in de diervoederketen terecht komen, kan dat bijdragen aan de besmetting van diervoeder met minerale olie.
- Verwerking van dierlijke producten, 1^e en 2^e fase: Het is niet bekend in welke mate besmetting plaatsvindt bij de verwerking van dierlijke producten.
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Bij de verwaarding van gebruikte oliën en vetten kan door frauduleus handelen minerale olie in de reststromen terecht komen.

- Chemische productie van additieven: Er zijn geen gevallen bekend van de besmetting van additieven.
- Productie van mengvoeder: Bij de productie van mengvoeder kan besmetting optreden uit de ingrediënten of door smeermiddelen die minerale olie bevatten.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Er is beperkte informatie over het voorkomen van MOH in diervoeders. Mediane MOSH-gehalten gebaseerd op 141 monsters van voedervet, diervoeder voor pluimvee en niet-gespecificeerde voeders waren respectievelijk 20, 80 en 25 mg/kg (P95-concentraties van respectievelijk 1800, 400 en 80 mg/kg) (EFSA CONTAM Panel, 2012a). In het Nationaal Plan Diervoeders wordt sinds 2013 MOH gemonitord in verschillende dierlijke vetten, plantaardige oliën en destillaten. In 2013, 2014, 2015 zijn respectievelijk 36, 14 en 14 monsters gecontroleerd met mediane waarden van respectievelijk 176, 93 en 115 mg/kg (maximale concentraties van respectievelijk 5570, 360 en 280 mg/kg) (niet gepubliceerde resultaten). In 2013, heeft dit geleid tot een RASFF-melding (5570 mg/kg minerale olie in kippenvet voor pet food). In de overige jaren werd geen overschrijding van de GMP+-norm gevonden.

Minerale olie kan worden overgedragen naar dierlijke producten. Indicatieve resultaten in kippen die gecontamineerd diervoeder kregen, lieten een overdracht van 1,5 tot 3% naar de eieren zien (Grob et al., 2001). Ook van koeien en geiten is bekend dat minerale oliën worden opgenomen en dus aanwezig kunnen zijn in melk en vlees van deze dieren. De mate van overdracht is echter niet bekend (Bulder, 2008).

Conclusie

Minerale oliën kunnen in diervoeder terecht komen door het gebruik van smeermiddelen en mogelijk via verpakkingsmaterialen. Er zijn geen wettelijke limieten voor minerale oliën maar er is wel een GMP+-norm. Er is weinig bekend over de overdracht naar dierlijke producten.

Procescontaminanten

Algemene beschrijving

Procescontaminanten zijn contaminanten die tijdens het productieproces ontstaan en in diervoeder terecht kunnen komen. Procescontaminanten kunnen ontstaan door verschillende behandelingen maar de laatste jaren is er steeds meer aandacht voor het ontstaan van door hitte geïnduceerde procescontaminanten, de zogenaamde HIPC's (heat-induced process contaminants). HIPC's ontstaan bij het verhitten van voedsel om de kwaliteit en smaak te verbeteren, het product beter te verwerken of te conserveren (bijvoorbeeld pasteuriseren en steriliseren van zuivelproducten). Voorbeelden van HIPC's zijn acrylamide, (esters van) 2- en 3-monochloorpropanediol (2-MCPD en 3-MCPD) glycidylvetzuuresters (GE), 5-hydroxymethylfurfural (HMF), furan, fructoselysine en carboxymethyllysine.

2- en 3-MCPD esters worden gegenereerd uit monoglyceriden en diglyceriden in de aanwezigheid van chloor. Deze stoffen worden gevormd tijdens de raffinage van plantaardige olie. In de deodorisatiestap wordt de olie gedurende langere tijd bij hoge temperaturen (>200°C) verhit. Ook glycidylvetzuuresters worden gevormd tijdens de deodorisatie (stoomdestillatie) van plantaardige olie. Van met name palmolie is bekend dat glycidylvetzuuresters worden gevormd tijdens de verhitting maar ook bij andere plantaardige oliën komt de vorming van glycidylvetzuuresters voor (EFSA CONTAM Panel, 2016)). De door EFSA vastgestelde TDI van 2 µg/kg lichaamsgewicht per dag werd niet overschreden in de volwassen (Europese) populatie (EFSA CONTAM Panel, 2018f). Acrylamide en HMF worden gegenereerd in een Maillardreactie van reducerende suikers en aminozuren, in het bijzonder asparagine, onder hoge temperaturen (>120°), vooral in zetmeelrijke producten en bij een lage vochtigheid. Asparagine is aanwezig in veel diervoederingredienten (Li et al., 2011).

Er is weinig bekend over het voorkomen van HIPC's in diervoeder. Recente opinies van EFSA geven alleen informatie over HIPC's in voedingsmiddelen maar niet in diervoeder (EFSA, 2016a). In de wetenschappelijke literatuur is geen informatie over het voorkomen in diervoeder gevonden. HIPC's maken geen onderdeel uit van het Nationaal Plan Diervoeders en er zijn, voor zover bekend, geen onderzoeken uitgevoerd in Nederland naar het voorkomen van HIPC's in diervoeder. Het voorkomen van deze contaminanten in diervoeder is echter niet uit te sluiten, bijvoorbeeld als gevolg van het gebruik van retourstromen vanuit de supermarkt in varkensvoeding.

Wetgeving

Er zijn geen maximumgehalten vastgesteld voor procescontaminanten in diervoeder.

Introductieroutes (Van der Fels-Klerx et al., 2016)

- Primaire plantaardige productie: Er is geen reden om aan te nemen dan 2-, 3-MCPD, glycidylvetzuuresters of acrylamide ontstaan in de fase van primaire plantaardige productie.
- Invoer, import en verwerking van plantaardige producten (niet voedergewassen), 1^e fase: Het is mogelijk dat procescontaminanten voorkomen als de producten een hittebehandeling hebben ondergaan.
- Verwerking van plantaardige producten, 2^e fase: 2-, 3-MCPD-esters en glycidylvetzuuresters kunnen voorkomen in lage concentraties in ruwe plantaardige olie. Tijdens het raffineren van de ruwe olie kunnen de concentraties toenemen, afhankelijk van de procescondities. De mate waarin deze contaminanten daadwerkelijk in diervoederingredienten voorkomen, is onbekend. Hetzelfde geldt voor acrylamide.
- Verwerking van plantaardige reststromen (voormalige levensmiddelen): Omdat 2-,3-MCPD-esters en glycidylvetzuuresters kunnen voorkomen in voedingsmiddelen is het aannemelijk dat reststromen bijdragen aan de besmetting in de diervoederketen.
- Verwerking van dierlijke producten, 1^e en 2^e fase: Het is onbekend in welke mate procescontaminanten voorkomen in dierlijke (bij)producten die worden gebruikt als diervoeder.
- Verwerking van bijproducten tot voedermiddelen: Tijdens het raffinageproces van plantaardige oliën kunnen 2-,3-MCPD-esters en glycidylvetzuuresters ontstaan. Deze contaminanten kunnen in de destillaten voorkomen of achterblijven in de geraffineerde olie. Het is niet bekend of deze contaminanten ook voorkomen in de destillaten die in de diervoederketen terecht komen.
- Chemische productie van additieven: Hier is niets over bekend.
- Productie van mengvoeder: Een hittebehandeling tijdens de productie van mengvoeder kan leiden tot het ontstaan van procescontaminanten. Er is geen informatie over het voorkomen van 2-,3-MCPD-esters en glycidylvetzuuresters in diervoeder. Mengvoederpellets bevatten in een onderzoek van Pabst et al. (2005) 180, 145 en 140 µg/kg acrylamide.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Gebaseerd op een beperkt aantal toxicokinetische onderzoeken is vastgesteld dat 3-MCPD en glycidol snel worden uitgescheiden na toediening. De aan esters gebonden vormen worden langzamer uitgescheiden (EFSA, 2016a). Snelle uitscheiding kan erop wijzen dat ophoping van 3-MCPD-esters en glycidylvetzuuresters in dierlijk weefsel beperkt is. Het is onbekend of 2- en 3-MCPD en glycidylvetzuuresters kunnen worden overgedragen naar dierlijke producten zoals melk en eieren.

In een overdrachtsexperiment met acrylamide werd melkvee gevoerd met 1,5 g acrylamide per koe per dag. Dit resulteerde in een overdracht naar melk van circa 0,24% (170 µg/l) (Pabst et al., 2005). In een overdrachtsexperiment met leghennen die gedurende vier weken werden gevoerd met voeder dat was besmet met acrylamide (671 µg acrylamide/kg voeder) bedroeg de overdracht naar eieren 1%. In de groep kippen gevoerd met voeder met een lagere concentratie acrylamide (125 µg acrylamide/kg voeder) werd een overdracht van 2% geconstateerd. De acrylamidegehalten in de eieren van de hoogst gedoseerde groep namen in vier weken toe van 7,9 µg/kg ei tot een concentratie van 17 µg/kg. Behalve in de eieren werd acrylamide ook gevonden in de organen van de kippen: in de lever (9,9 µg/kg), borstspierweefsel (16,6 µg/kg) en in de nieren (27,7 µg/kg) (Halle et al., 2006).

De belangrijkste voedselgroepen die bijdragen aan de inname van acrylamide door de mens zijn gefrituurde en gebakken aardappel(producten), koffie, koekjes, crackers en knapperige en zachte broden (EFSA, 2015). Producten van dierlijke oorsprong leveren dus geen belangrijke bijdrage aan de inname van acrylamide.

RASFF bevat sinds 2012 zes meldingen voor HMF in diervoeder. Het betrof alleen meldingen over diervoeder voor honingbijen. Er zijn geen meldingen voor de overige procescontaminanten.

Conclusie

Er zijn geen wettelijke maximumgehalten en weinig gegevens over het voorkomen van procescontaminanten in diervoeder. Er zijn beperkt gegevens over de overdracht van acrylamide naar eieren en organen van de kip maar weinig tot geen gegevens voor andere dieren en andere procescontaminanten.

Meststoffen

Algemene beschrijving

Organische meststoffen zijn samengesteld uit 100% natuureigen, organische grondstoffen van plantaardige of dierlijke oorsprong. De organische grondstoffen worden in de bodem omgezet in voeding voor de plant. Meststoffen zorgen voor een optimale plantengroei waardoor de kans op ziekten en plagen afneemt. Minerale of anorganische meststoffen worden ook wel kunstmest genoemd en worden op kunstmatige wijze geproduceerd. Kunstmest bevat een hoge concentratie aan zouten.

Wetgeving

Nitriet kan leiden tot de vorming van methemoglobine en is gereguleerd in diervoeder (Richtlijn 2002/32/EG).

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Zowel runderen als varkens zijn gevoelig voor nitriet en methemoglobine. Bij varkens wordt dit veroorzaakt door een lage concentratie bacteriële nitrietreductase en een gereduceerde capaciteit om methemoglobine te metaboliseren tot hemoglobine door lage concentraties methemoglobinereductase. De gevoeligheid van runderen wordt veroorzaakt door de hoge inname en hoge omzetting van nitraat in nitriet in de pens (Cockburn et al., 2013). De lage concentraties nitriet in dierlijke producten vormen 2,9% van de dagelijkse inname van de mens en geeft dus geen reden tot zorg (Cockburn et al., 2013).

Conclusie

Nitraat kan door mens of dier worden omgezet in nitriet en zowel runderen als varkens zijn gevoelig voor nitriet en methemoglobinemie. De nitraatinname van dieren vormt geen risico voor de gezondheid van de consument.

Reinigingsmiddelen en biociden

Algemene beschrijving

In alle onderdelen van een keten wordt op verschillende plekken gebruik gemaakt van reinigingsmiddelen en biociden (stoffen die organismen doden) om besmetting met ziekte of bederf veroorzakende micro-organismen (bacteriën en virussen) tegen te gaan of te voorkomen. Reiniging en ontsmetting zijn onderdeel van het HACCP-systeem. Biociden worden ingezet in bijvoorbeeld de behuizing van pluimvee, zoals arachniden tegen onder andere mijten, teken en spinnen. Ook moeten drinkwatersystemen op boerderijen regelmatig worden gereinigd om schimmel- en bacteriegroei tegen te gaan.

In Annex V van Verordening (EU) nr. 528/2012) over het op de markt brengen en gebruiken van biociden worden de soorten biociden ingedeeld in vier hoofdgroepen:

1. Desinfectiemiddelen. Schoonmaakmiddelen die geen biocidale werking beogen, met inbegrip van vloeibare wasmiddelen, waspoeders en soortgelijke producten, vallen niet onder deze productsoorten. Er zijn vijf productsoorten:
 - a. Menselijke hygiëne; producten in deze groep zijn biociden voor menselijke hygiëne, aangebracht op of in contact gebracht met de huid met als hoofddoel deze te desinfecteren.
 - b. Desinfectiemiddelen en algiciden die niet rechtstreeks op mens of dier worden gebruikt; producten voor desinfectie van oppervlakken, materialen, uitrusting en meubilair die niet worden gebruikt voor rechtstreekse aanraking met voedingsmiddelen of diervoeders.
 - c. Dierhygiëne; producten van deze groep zijn biociden voor veterinaire hygiënedoeleinden, zoals desinfectiemiddelen, desinfecterende zeep, producten voor mond- en lichaamshygiëne of met een antimicrobiële werking of producten voor het desinfecteren van materialen en oppervlakken in verband met de huisvesting of het vervoer van dieren.
 - d. Voeding en diervoeders; producten voor desinfectie van uitrusting, houders, eet- en drinkgerei, oppervlakken of pijpleidingen voor de productie, het vervoer, de opslag of consumptie van voedingsmiddelen of diervoeders (met inbegrip van drinkwater) voor mens en dier en producten voor het impregneren van materialen die in contact kunnen komen met voedsel.
 - e. Drinkwater; producten voor het desinfecteren van drinkwater (voor mens en dier).
2. Conserveermiddelen
3. Plagbestrijdingsmiddelen
4. Andere biociden

Tijdens een recente fact finding-missie (juni 2018) van de Europese Commissie heeft Nederland aangegeven dat het realiseren van een circulaire economie een strategisch doel is voor 2050 (EC, 2018c)

. In 2030 moet het gebruik van grondstoffen met 50% zijn gereduceerd en voor 2050 moet het gebruik van grondstoffen minimaal zijn en de recycling maximaal. Veilige biociden spelen hierbij een belangrijke rol. Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) geeft aan dat er 1425 biociden (november 2018) zijn toegelaten in Nederland. Gegevens over welke biociden worden verhandeld en gebruikt en in welke hoeveelheden zijn niet beschikbaar.

Wetgeving

Desinfectiemiddelen mogen alleen op de markt worden gebracht na toetsing van veiligheid en werkzaamheid (Verordening (EG) nr. 1107/2009 en Verordening (EU) nr. 528/2012). Toelating van biociden voor de Nederlandse markt wordt uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van het Ctgb. Voor de toelating van biociden wordt gekeken naar de werkzaamheid, effecten op het milieu en effecten op mens en dier. Toelating van een biocide geldt voor een gedefinieerde toepassing. Eén middel kan verschillende toelatingen voor meerdere toepassingen hebben.

In de Warenwetregeling residuen van bestrijdingsmiddelen is vastgelegd dat residuen van quaternaire ammoniumverbindingen, toegepast als biocide, maximaal 0,5 mg/kg product mag zijn.

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Controle op residuen in de voedselketen op basis van het Nationaal Plan Residuen is alleen gericht op residuen van diergeneesmiddelen, niet op residuen van schoonmaakmiddelen of biociden. Mogelijke voedselveiligheids- en gezondheidsrisico's van desinfectiemiddelen kunnen niet worden beoordeeld door het ontbreken van inzicht in gebruik van specifieke middelen en het voorkomen van residuen in diervoeder en eventueel in dierlijke producten.

In de procesapparatuur en de buizen en leidingen tussen de verschillende processtappen kunnen resten van producten achterblijven waarmee kruisbesmetting (versleping) tussen producten kan ontstaan. Wanneer de reiniging droog wordt uitgevoerd (blazen), worden er geen specifieke reinigingsmiddelen gebruikt die in diervoeder terecht kunnen komen.

In alle schakels van de pluimvee- en eierketen wordt op verschillende plekken gebruik gemaakt van schoonmaak- en desinfectiemiddelen (biociden): desinfectiebakken voor het betreden van een stal, verplichte reiniging en desinfectie van de stallen, transportwagens en kratten waarin levend pluimvee wordt vervoerd. Er is geen inzicht in het gebruik van reinigingsmiddelen en biociden vanwege het ontbreken van registraties van het gebruik in de keten en het ontbreken van inzicht in omzetcijfers van reinigingsmiddelen en biociden.

De norm voor quaternaire ammoniumverbindingen (quats, uitgedrukt in cetyltrimethylammoniumchloride) in de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden is maximaal 0,50 mg quats per kilogram product. De toenmalige Keuringsdienst van Waren heeft in 2003 en 2004 onderzoek gedaan naar het voorkomen van residuen van bepaalde biociden in voedingsmiddelen en toonde in ruim dertig procent van de 7851 monsters quats aan, terwijl in ruim acht procent van de monsters de norm van 0,5 mg/kg werd overschreden. Overschrijdingen van meer dan tien keer de norm werden gevonden in garnalen (10,2%), geslagen room (4,8%) en ijs (0,3%). In tien procent van 23588 monsters werd p-TSA (p-tolueensulfonamide, een omzettingproduct van chlooramine-T, een biocide) aangetoond, terwijl in bijna twee procent van de monsters de norm van 0,1 mg/kg werd overschreden. Overschrijdingen van meer dan tien keer de norm werden gevonden in vlees (0,1%), geslagen room (0,6%), slagroomgebak (0,3%) en ijs (0,3%) (VWA 2005). Via het gebruik van voormalige voedingsmiddelen zouden deze stoffen in diervoeder terecht kunnen komen.

Conclusie

Over het voorkomen van residuen van reinigingsmiddelen en biociden in diervoeders is weinig bekend. De voedselveiligheidsrisico's van deze residuen zijn niet te beoordelen vanwege het ontbreken van inzicht in zowel het gebruik als de aanwezigheid van residuen in diervoeders en dierlijke producten.

Diervoederadditieven

Algemene beschrijving

Diervoederadditieven zijn stoffen, micro-organismen of preparaten die vanwege een specifieke functie opzettelijk aan diervoeder of water worden toegevoegd. Ze hebben bijvoorbeeld als doel het verbeteren van de opbrengst van de dierlijke productie of het dierenwelzijn. Voorbeelden van diervoederadditieven zijn sporenelementen en vitamines. Risico's kunnen ontstaan wanneer te grote hoeveelheden van een additief in het diervoeder terecht komen.

Wetgeving

De Europese Commissie houdt op grond van artikel 17 van de Verordening (EC) nr. 1831/2003 van een voor het gebruik in diervoeding toegelaten additieven een Repertorium van toevoegingsmiddelen bij (EC, 2018b). In het repertorium kan worden doorgelinkt naar de Engelstalige (lijsten van) toelatingen en vergunningen. Volgens deze verordening mogen diervoederadditieven alleen worden gebruikt nadat ze zijn beoordeeld op werkzaamheid en veiligheid door EFSA. Tijdens de productie van additieven kunnen proceshulpstoffen worden gebruikt. In het aanvraagdossier voor goedkeuring van additieven moeten de proceshulpstoffen worden vermeld en deze worden tijdens de evaluatie van het dossier door EFSA mede geëvalueerd. Autorisaties zijn geldig voor een periode van tien jaar en moeten dan worden vernieuwd.

Minimale en maximale hoeveelheden van diervoederadditieven zijn vaak niet vastgelegd.

In Europa kunnen bedrijven zich vrijwillig verbinden aan aanvullende GMP (good manufacturing practice) eisen. GMP is een kwaliteitsborgingsysteem voor de farmaceutische en de voedingsmiddelenindustrie. GMP+ International beheert het internationale GMP+ Feed Safety Assurance (GMP+, 2018b), waaronder een lijst met productnormen voor stoffen in diervoeder (RIVM, 2018a).

Voorkomen en overdracht naar dierlijke producten

Koper en zink zijn noodzakelijk voor een optimale gezondheid en productie van landbouwhuisdieren. Vanuit de grondstoffen is ongeveer 5 mg/kg koper en 30 mg/kg zink aanwezig in mengvoerders. Dit is onvoldoende voor de behoefte van de dieren. Daarom worden koper- en zinkverbindingen toegevoegd aan het mengvoeder via premixen of als aanvullend diervoeder via het drinkwater verstrekt (NWWA, 2017c).

Om de kleur van de eidooier te beïnvloeden, worden additieven aan het voeder van leghennen toegevoegd. Het enige middel dat voor de kleuring van eidooiers is toegelaten, is canthaxantine. EFSA heeft geconcludeerd dat er voor canthaxanthine onder de voorgeschreven voorwaarden voor gebruik in diervoeder geen nadelige gevolgen zijn voor de diergezondheid, de gezondheid van de mens of het milieu. Specifieke voorschriften voor toezicht acht EFSA ook niet nodig. Er is wel een maximum residuegehalte vastgesteld (30 mg canthaxanthine/kg eigeel in nat weefsel, Uitvoeringsverordening (EU) 2015/1486).

Bentoniet is een voederadditief dat dient om de reductie van contaminatie van voeder door mycotoxinen te reduceren. De aanvrager gaf aan dat bentoniet tot maximaal 20.000 mg/kg volledig voeder kan worden toegepast. Het additief was in 2012 door EFSA veilig bevonden voor alle diersoorten en consumenten. EFSA kon geen conclusies trekken met betrekking tot de doelmatigheid (EFSA FEEDAP Panel, 2017).

FUMzyme is een op een enzym gebaseerd voederadditief dat is bedoeld om fumonisinen (mycotoxinen) in het voeder van pluimvee af te breken. Het wordt geproduceerd door een genetische gemodificeerde stam van de gist *Komagataella pastoris* en is goedgekeurd voor gebruik bij varkens en veilig voor pluimvee in de voorgestelde dosis van 15–300 units/kg voeder. Onderzoek liet zien dat het enzym de concentratie fumonisine in feces en op verschillende punten in het verteringskanaal significant verlaagde (EFSA FEEDAP Panel, 2016a).

Conclusie

Alleen toegelaten voederadditieven mogen worden toegepast in diervoeders. Deze stoffen zijn opgenomen in een Europees register. Minimale en maximale hoeveelheden van diervoederadditieven zijn meestal niet vastgelegd.

Stoffen uit verpakkingsmaterialen

Restanten van verpakkingsmaterialen kunnen via het gebruik van voormalige voedingsmiddelen als diervoedingrediënt in de diervoederketen terecht komen. Deze restanten kunnen stoffen bevatten zoals weekmakers (ftalaten), bisphenol A, minerale oliën, melamine en drukinkten. Wanneer landbouwhuisdieren deze stoffen innemen, kan dit niet alleen een gezondheidsrisico voor het dier zelf vormen, maar ook voor de mens als deze stoffen in dierlijke producten terecht komen.

Ftalaten zijn een groep stoffen die als weekmaker worden toegevoegd aan plastics. Vanuit plastic in verpakkingsmaterialen maar ook vanuit de slangen die gebruikt worden bij het melken of bij de overslag naar opslagtanks, kunnen deze stoffen in melk terechtkomen (BuRO, 2017).

Bisfenol A (BPA) wordt onder andere gebruikt als monomeer bij de productie van polycarbonaat-epoxyharsen die worden toegepast als coating in allerlei producten, onder andere als oppervlaktecoating in voedselverpakkingsmaterialen. BPA heeft een hormoonverstorende werking. De belangrijkste bron voor blootstelling van mens en dier is via migratie van BPA uit verpakkingsmaterialen. EFSA heeft een 'temporary tolerable daily intake' (t-TDI) van 4 µg/kg lichaamsgewicht per dag vastgesteld en concludeerde dat er geen reden tot zorg is voor de gezondheid van de mens (EFSA CEF Panel, 2015).

Melamine kan voorkomen in voedsel en diervoeder in lage concentraties door het (legale) gebruik als voedselcontactmateriaal (in laminaten en plastics), als spoor in stikstofsupplementen voor diervoeders en als een metaboliet van het pesticide cyromazine (Dorne & Fink-Gremmels, 2013). Melamine en structurele analogen uit voedselcontactmateriaal kunnen kristallen vormen met urinezuur in de nier en dit kan leiden tot acuut nierfalen. Fraude met melk waaraan melamine was toegevoegd, leidde in China tot de dood van baby's in 2008 (Dorne et al., 2013a). Dit was aanleiding voor EFSA om de TDI opnieuw te evalueren. EFSA (EFSA CONTAM Panel & EFSA CEF Panel, 2010) stelde een TDI van 0,2 mg/kg lichaamsgewicht vast en concludeerde dat blootstelling van achtergrondconcentraties van melamine en cyanuraat, die kunnen voorkomen in voedsel en diervoeder, geen risico zijn voor mens of dier. EFSA tekende wel aan dat de vorming van kristallen door melamine wordt vergroot in de aanwezigheid van cyanuurzuur en dat de TDI niet geschikt is om te gebruiken bij een gelijktijdige blootstelling aan deze stoffen. Melamine heeft een halfwaardetijd van enkele uren en accumuleert niet in dierlijk weefsel. Inname van melamine leidt tot acute niertoxiciteit bij het dier en vormt een gevaar voor diergezondheid maar wordt dus niet overgedragen naar dierlijke producten. Deze route zal geen gezondheidsproblemen voor de mens vormen, in tegenstelling tot inname van bijvoorbeeld melk waaraan melamine is toegevoegd (EFSA, 2007).

Verordening (EG) 2014/217 geeft een nultolerantie voor de aanwezigheid van (resten van) verpakkingsmateriaal in diervoeder en diervoedergrondstoffen. Gelet op de bestaande (gevalideerde) onderzoeksmethode met een 'MRPL'¹⁸ van 0,15% (w/w), en op basis van risicobeoordelingen, wordt 0,15% (w/w) als een Reference Point of Action (RPA) gehanteerd door de NVWA. De NVWA treft maatregelen als het verpakkingsmateriaal in voedermiddelen meer dan 0,15% (gewichtspersent) bedraagt (IB02-SPEC 35 regel 7.14). Een risicobeoordeling gaf aan dat er bij deze concentratie geen risico voor de volksgezondheid optreedt (NVWA 2017).

Conclusie

De NVWA treft maatregelen als het verpakkingsmateriaal in voedermiddelen meer dan 0,15% (gewichtspersent) bedraagt. Er worden dan geen gezondheidsrisico's voor mens of dier verwacht.

Overige gevaren: hormonen en groeibevorderaars, GGO, radioactieve stoffen, gebruik van kruiden, fluor

Hormonen en groeibevorderaars

Hormonen en groeibevorderaars kunnen in diervoeder terechtkomen door illegaal gebruik of als er reststromen van de farmaceutische industrie zijn gebruikt. In het Nationaal Plan Diervoeders worden hormonen niet geanalyseerd maar in het kader van het Nationaal Plan Residuen worden hormonen wel geanalyseerd in monsters van dierlijke producten (bijvoorbeeld niervet of urine). In 2002 is er een incident geweest met medroxyprogesteronacetaat (MPA) in varkens. Dit kwam aan

¹⁸ In de Beschikking van de Commissie 2002/657/EG worden de geleidelijk vast te stellen minimaal vereiste prestatielimieten (MRPL's) genoemd voor analysemethoden die moeten worden gebruikt voor stoffen waarvoor geen toelaatbaar gehalte is vastgesteld.

het licht omdat de Faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht onderzoek deed bij zeugen die niet drachtig werden. Het onderzoek wees uit dat een afvalstroom (melassestroop) van farmaceutische bedrijven gebruikt was als ingrediënt in de diervoedersector. Deze melassestroop werd als coatingmateriaal voor anticonceptiepillen gebruikt en bevatte daardoor MPA. Sinds dit incident is MPA niet meer aangetroffen in melassestroop. Een aan MPA verwante stof, MLA, mag in de Verenigde Staten nog wel worden gebruikt als diervoederadditief.

Het gebruik van (delen van) melk in diervoeding kan leiden tot een verhoogde blootstelling van dieren aan hormonen. Visvoeder waarin kuit is verwerkt, kan verhoogde concentraties oestradiol bevatten. Aangezien het hier gaat om een van nature aanwezig hormoon is er een actiegrens opgesteld voor de aanwezigheid van oestradiol in visvoeder van 100 µg/kg.

Verboden stoffen, zoals de β-agonisten, bijvoorbeeld clenbuterol, kunnen worden toegediend via diervoeder. De problematiek met deze groep van stoffen bleek toen oraal toe te dienen diergeneesmiddelen ter bestrijding van luchtwegaandoeningen bewust in hogere dosering werden toegediend in verband met hun groeibevorderende werking. Vervolgens bleek dat ook een aantal nauw verwante verbindingen aan diervoeders werden toegediend via, bijvoorbeeld, vitamine- of mineralenmengsels. Onderzoek op residuen van β-agonisten vindt plaats in een veelheid aan materialen, waaronder ogen (retina) en haren.

Dieren kunnen ook worden blootgesteld aan uit planten afkomstige stoffen met een hormoonwerking (fyto-oestrogenen).

Genetisch Gemodificeerde Organismen (GGO)

Verordeningen (EG) nr. 1829/2003 en 1830/2003 regelen respectievelijk genetisch gemodificeerde levensmiddelen en diervoeders en de traceerbaarheid en etikettering van genetisch gemodificeerde organismen en de traceerbaarheid van met genetisch gemodificeerde organismen geproduceerde levensmiddelen en diervoeders. Bijna alle diervoeders bevatten in meer of mindere mate grondstoffen afkomstig van GGO. De NVWA richt zich daarom vooral op de controle van de juiste etikettering van GGO-bevattende diervoeders en op de detectie van niet-toegelaten GGO's (NVWA, 2017c). Een voedermiddel dat maximaal 0,9% van een in de EU toegelaten GGO bevat, hoeft niet als GGO te worden geëtiketteerd. Een complicerende factor is dat verontreinigingen met andere voedermiddelen niet hoeven te worden vermeld op het etiket wanneer het percentage verontreiniging lager is dan 5% (Verordening (EG) nr. 767/2009). Een batch mais zou volgens deze wetgeving dan meer dan 0,9% maar minder dan 5% GGO-soja kunnen bevatten zonder dat dit geëtiketteerd hoeft te worden (Laurense, 2010). Niet in de EU toegelaten GGO mogen niet als diervoeder worden gebruikt. Hiervoor geldt een nultolerantie. Veel additieven, zoals vitamines en enzymen, worden geproduceerd met behulp van gemodificeerde organismen. Restanten van deze GGO-organismen kunnen achterblijven in de additieven (FEFAC, 2015). Bij de productie van diervoeders treedt daarnaast versleping op tussen de verschillende partijen diervoeder; dit is de oorzaak dat in bijna alle diervoeders GGO's worden teruggevonden.

In Nederland worden jaarlijks ongeveer tweehonderd diervoedermonsters geanalyseerd op de aanwezigheid van GGO's; de meerderheid van deze monsters waren oliezaden (met name soja) en oliezaadproducten, mengvoeder en granen (met name mais). In bijna alle monsters werden GGO-elementen aangetroffen. In de periode 2010-2014 zijn twee niet-toegelaten GGO's gevonden, één in mais en één in rijst. Dit aantal is laag ten opzichte van het aantal meldingen in deze periode in RASFF. RASFF bevat 32 meldingen over GGO's in diervoeders in de periode 2010-2014, waarvan de meeste in cholinechloride (uit China in 2014), katoenzaad en lijnzaad. In de periode 2012-oktober 2018 waren er 37 meldingen: over bacteriën in vitamine B2 (n=3), choline/rijst (n=24), katoenzaad (n=9) en lijnzaad (n=1). Het aantreffen van GGO's betekent niet perse dat er een risico is voor de gezondheid van mens of dier. Echter, EFSA (EFSA FEEDAP Panel, 2018) concludeerde dat het additief riboflavine (vitamine B2) dat wordt geproduceerd door fermentatie van een genetisch gemodificeerde bacteriestam (*Bacillus subtilis* KCCM-10445), genen bevatte van de bacteriestam die coderen voor antimicrobiële resistentie. Restanten van deze genen en levende cellen waren (onbedoeld) achtergebleven in de vitamine.

Radioactieve stoffen

Er is weinig bekend over radioactieve stoffen in diervoeder. Blootstelling van consumenten aan radioactieve stoffen via melk vormt alleen een mogelijk risico als er door bijvoorbeeld een ongeluk (zoals met de kerncentrale van Tsjernobyl in 1986) grasland is besmet met radioactieve stoffen en wordt gebruikt als voeder voor melkvee. Consumptie van de melk is dan de belangrijkste route waarlangs radioactieve stoffen zoals jood en cesium vanuit voedsel worden opgenomen. Radioactieve stoffen worden op het moment in Nederland niet aangetroffen in melk. Bij de import

van melk en melkproducten uit landen met relatief hoge verontreinigingsniveaus van radioactieve stoffen is controle hierop noodzakelijk (BuRO, 2017).

Gebruik van kruiden

Via internet worden aanvullende diervoeders aangeboden op basis van kruiden. Voorbeelden zijn: driekleurig viooltjeskruid voor paard en pony "ter ondersteuning van het natuurlijk herstellend vermogen van huid, gewrichten en luchtwegen", een aanvullend diervoeder op basis van kruidenazijn, melkzuur en plant(extracten), die toegevoegd aan het dagrantsoen van paarden, honden en katten zorgt "voor een gezonde darmwerking en een optimale vertering", duivelsklauw (*Harpagophytum procumbens*) voor gewrichten, botten en spieren voor paarden, honden en katten, een aanvullend diervoeder voor paarden met fenegriek, koenjit, gember en eikenbast "ter ondersteuning van het herstellend vermogen van de huid bij paardenbenen en ondersteuning van de bloedsomloop en afvoer van vocht en afvalstoffen", etc.

Het CBG Bureau Diergeneesmiddelen heeft in 2015 een Informatiebulletin Kruiden gepubliceerd over het gebruik van kruiden bij dieren (CBG-MEB, 2018a). Hierin wordt aangegeven dat de volgende wetgevingsgebieden van toepassing kunnen zijn:

- Diervoederwetgeving;
- Diergeneesmiddelenwetgeving;
- Homeopathische diergeneesmiddelenwetgeving;
- Biocidewetgeving;
- Warenwetgeving.

RIKILT heeft in 2007 een rapport uitgebracht (Groot M.J., 2007) over de wettelijke regelingen voor het gebruik van kruiden bij landbouwhuisdieren. Er wordt onderscheid gemaakt tussen gebruik van kruiden als onderdeel van diervoeder, als aanvullend diervoeder, als (aromatisch) diervoederadditief en als diergeneesmiddel. Zonder medische claim kunnen kruiden worden gebruikt als diervoeder, mits ze veilig zijn en niet zijn opgenomen in de lijst van ongewenste stoffen van Richtlijn 2002/32/EG. Zodra een genezende of preventieve werking wordt geclaimd, valt een product onder de diergeneesmiddelenwet. Een land van de EU mag een diergeneesmiddel pas toelaten op haar markt als de werkzame stof(fen)/product(en) in het middel voorkomen op Bijlage I, II of III van Verordening EEG/2377/90. Er bestaat een positieve lijst voor kruiden als diervoederadditief die in diervoeder mogen worden gebruikt, het Europees Register (EU, 2018).

Plantenextracten, distillaten en concentraten (waarbij bepaalde specifieke actieve componenten worden geëxtraheerd uit een plant of delen van een plant) vallen onder de Additievenverordening. Kruiden(producten) kunnen eventueel ook onder de homeopathische diergeneesmiddelwetgeving vallen. De definitie van een homeopathisch diergeneesmiddel is (artikel 1, Wet dieren): "Diergeneesmiddel dat volgens een Europese Farmacopee of, bij ontstentenis daarvan, volgens een in een staat die partij is bij de Overeenkomst betreffende de Europese Economische Ruimte officieel gebruikte farmacopee beschreven homeopathisch fabricageprocédé wordt verkregen uit een uit homeopathische grondstof bestaande substantie." Ook kruidenproducten kunnen in principe een toelating als homeopathisch diergeneesmiddel verkrijgen. Het product dient dan conform een in een officiële farmacopee beschreven homeopathisch fabricageprocédé te worden vervaardigd.

Kruiden(producten) kunnen eventueel ook onder de biocidewetgeving vallen (Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden verwijzend naar Verordening 528/2012/EG). De werkzame stof in een biocide kan een natuurlijke olie of extract zijn. Dus ook kruidenproducten kunnen, als ze met een biocideclaim op de markt worden gebracht, een toelating als biocide nodig hebben.

Kruiden(producten) kunnen onder de Warenwet vallen. Het gaat dan om producten voor uitwendig gebruik. Te denken valt bijvoorbeeld aan een hondenshampoo met lavendel zonder medische claims.

De huidige reguliere veehouderijsystemen staan onder zware (maatschappelijke) druk om het antibioticumgebruik te reduceren en zijn op zoek naar alternatieve middelen. RIKILT heeft zes 'stalboekjes' gepubliceerd. Dit zijn handboeken voor natuurlijke pluimvee-, varkens-, vleeskalveren-, melkvee-, kalkoenen- en konijnengezondheidszorg met kruiden en andere natuurproducten, samengesteld ten behoeve van kennisverspreiding en bewustwording van mogelijkheden voor het verminderen van het gebruik van antibiotica in de pluimveehouderij (Groot, 2018).

De kruidenmengsels die te koop worden aangeboden als diervoeder kunnen planttoxinen bevatten. Het is onbekend hoeveel controle er op de receptuur van de kruidenmengsels wordt uitgeoefend en welke actieve stoffen ze bevatten.

Fluor

Sinds 2012 zijn er via RASFF vijf overschrijdingen voor fluor gemeld. Fluor behoort tot de verontreinigende (ongewenste) stoffen in diervoeders. De maximale concentratie fluor in diervoeder is 150 mg/kg voor voedermiddelen en volledige diervoeders (met enkele uitzonderingen); dit is geregeld in Richtlijn 2002/32/EG. Te veel fluor leidt (bij vleeskuikens) tot groeiachterstand, lage voederconversie, hoge sterfte, afwijkingen in botvorming en lagere gewichten en afwijkingen van de organen (Abdelhamid & Dorra, 1992). De groeiremming bij vleeskuikens door te veel fluor kan leiden tot oxidatieve schade aan weefsels. Dit kan mogelijk worden verminderd door seleniumpoppletie (Wang et al., 2018). Te veel fluor in het voeder van leghennen (tot 1300 mg/kg) leidde ook tot een afgenomen productie van eieren en kwaliteit van de eierschaal. De effecten waren minder ernstig als aluminium aanwezig was in het voeder (Guenther & Hahn, 1986).

Experimenten met varkens die verschillende concentraties fluor (als NaF) kregen, lieten zien dat er bij concentraties boven 7 mg/kg effecten op bot waren (Burnell et al., 1986). Tao et al. (2005) lieten zien dat een overmaat aan fluor (hoogste geteste dosis was 150 mg/kg) een effect kon hebben op de groei en retentie van koper, zink en mangaan in varkens.

Conclusie

Hormonen kunnen een probleem opleveren in diervoeder indien er reststromen van de farmaceutische industrie zijn gebruikt of door illegaal gebruik.

GGO's kunnen via versleping in diervoeder terechtkomen of via restanten van GGO-organismen in additieven. Incidenteel worden ook niet-toegelaten GGO's aangetroffen; dit vormt geen voeder- of voedselveiligheidsrisico.

Er is weinig bekend over radioactieve stoffen in diervoeder.

Er is interesse in het gebruik van kruiden, met name om het antibioticagebruik terug te dringen. Echter, het gebruik van medische claims voor het gebruik van kruiden(mengsels) is, zonder autorisatie, niet toegestaan.

Fluor is een giftige stof en heeft effect op onder andere botvorming en groei van vooral pluimvee en varkens.

Fysische gevaren en risico's in de diervoederketen

Materialen die tot fysische gevaren in de diervoederketen kunnen leiden, variëren van zand, glas en beton (stadsafval) tot bijproducten van de voedselbereiding die non-food materialen kunnen bevatten (Papargyropoulou et al., 2014). Om aan de kwaliteitseisen te voldoen tijdens transport en opslag wordt voedsel bijna altijd verpakt. Ondanks dat voor verpakkingsmaterialen een nultolerantie geldt (Verordening (EG) 767/2009), is het haast niet te vermijden dat er resten van verpakkingen in diervoeder terecht komen.

In de RASFF-databank (2005-2015) zijn twintig meldingen aangetroffen voor fysische gevaren. In de periode 2012-oktober 2018 waren dit er dertig. Het betrof hier objecten zoals dode dieren, haren van dieren, plastic, glas en metaalfragmenten. De aanwezigheid van dergelijke objecten betekent een gevaar voor diergezondheid maar niet direct voor de gezondheid van de mens. Onderzoek aan verenmelen toonde aan dat deze bijna altijd bot- en spierfragmenten bevatten. Bij het ontveren van pluimvee lijkt het onvermijdelijk dat stukjes bot, huid, en spier meekomen met de veren.

Plastic

Plastic is overal in het milieu, wereldwijd, aanwezig. De totale plasticproductie laat een constante groei zien, van ongeveer 1,9 miljoen ton in 1950 tot ongeveer 330 miljoen ton in 2013 (Seltnerich, 2015). Plastic wordt langzaam afgebroken tot kleinere deeltjes door de zon, golven, wind en microbiële activiteit. Microplastics zijn plasticdeeltjes kleiner dan 5 mm. Nanoplasticdeeltjes zijn ongeveer 1 tot 100 nm. Via milieuverontreiniging kunnen micro- en nanodeeltjes (waaronder plastics) in de voedselketen terecht komen (Bouwmeester et al., 2015). Er is geen wetgeving over de maximale hoeveelheid plasticdeeltjes als verontreiniging in diervoeder of voedingsmiddelen.

Gevaren van zwerfafval voor diergezondheid

Weidedieren kunnen allerlei mogelijk op weilanden aanwezige voorwerpen, zoals zwerfvuil (blikjes, flesjes, plastic), draad of spijkers tijdens het grazen opnemen. Daarnaast wordt gras geogst en machinaal verhakseld om na drogen of inkuilen aan dieren op stal te voeren. Hierdoor kunnen scherpe of puntige onderdelen in het voer terecht komen. In het spijsverteringskanaal kunnen puntige voorwerpen slijmvliezen beschadigen. Dit kan leiden tot ontstekingen en andere complicaties, zoals perforatie van de maag. Dit verschijnsel wordt in de veehouderij als 'scherp-in' aangeduid.

Opname van vreemde voorwerpen komt vooral bij runderen voor. De reden hiervoor is hun weinig kieskeurig eetgedrag. In tegenstelling tot kleine herkauwers, gebruiken runderen hun lippen niet bij het grazen en het onderscheidend vermogen van de smaakwaarneming in lippen en tong is niet groot. Ook slikken herkauwers opgenomen voeder gewoonlijk zonder kauwen door waardoor vreemde voorwerpen niet worden opgemerkt. Verder bestaat het rantsoen bij runderen uit verhakseld voer, zoals kuilvoer en hooi, met daarin mogelijk aanwezige scherpe delen (Van Raamsdonk et al., 2011; Ravindra et al., 2014). De meeste ingeslikte vreemde voorwerpen komen in de netmaag terecht die onderin in het voorste gedeelte van buikholte, tegen het middenrif aan, zit. Het oppervlak van het slijmvlies van de netmaag heeft een honingraatachtige structuur die makkelijk metaalfragmenten vast kan houden. Door de samentrekking van de netmaag kunnen scherpe of puntige metaaldelen de wand van de netmaag doorboren. De mogelijke gevolgen zijn lokale abcesvorming in de lebmaag en bij migratie van het voorwerp ook in organen zoals lever en milt en buikvliesontsteking. Voorwerpen die naar voren migreren kunnen aanleiding geven tot perforatie van het middenrif en het hartzakje. Het laatste kan tot een ernstige infectie leiden: traumatische pericarditis. Als een van de kransaders van het hart wordt geraakt, is een snelle dodelijke bloeding (harttamponnade) het gevolg (Orpin & Harwoord, 2012). Uit post mortem-onderzoek van 1400 gevallen bleek metaaldraad in 59% van de gevallen, een spijker in 36% van de gevallen en verschillende vreemde voorwerpen van uiteenlopende aard in 6% van de gevallen de oorzaak van scherp-in (Braun et al., 2009).

Afval en zwerfafval kunnen leiden tot economische schade in de veehouderij. Dit is onderzocht door Van der Bles (2018). Het onderzoek werd ingegeven door berichten van boeren op sociale media over sterfte en ziekte bij vee door scherpe onderdelen die door de dieren worden opgenomen en afkomstig zijn van verpakkingsafval (plastic, blikjes en glas) dat door mensen in het buitengebied wordt achtergelaten. Van der Bles (2018) vond dat veehouders gemiddeld een uur per maand bezig zijn om zwerfvuil op te ruimen. Een schatting van de jaarlijkse kosten van zwerfafval voor de Nederlandse en Vlaamse veehouderij kwam uit op 10,3 tot 16,0 miljoen euro in Nederland en 4,5 tot 6,8 miljoen euro in Vlaanderen.

De Nederlandse veehouders schatten de gemiddelde kans dat scherp-in-letsel door zwerfvuil wordt veroorzaakt op 73%; hun Vlaamse collega's schatten de kans dat scherp-in door zwerfafval wordt veroorzaakt op 79%. Volgens de auteur lopen in Nederland jaarlijks gemiddeld tussen de 11.448 en 13.110 koeien scherp-in-letsel op als gevolg van zwerfafval (0,3%). De totale landelijke populatie runderen is 4,29 miljoen. In Vlaanderen lopen jaarlijks naar schatting 5.152 tot 6.227 van de 1,3 miljoen koeien scherp-in-letsel op door zwerfafval. Van de dieren met scherp-in letsel zouden in Nederland jaarlijks tussen de 3.813 en 4.244 runderen overlijden en in Vlaanderen tussen de 2.051 en 2.474 runderen (Van der Bles, 2018).

Voor de introductie van pensmagneten in de jaren 60 werden bij slachtrunderen scherp-in-incidenties tot 80% gezien. Daarna lag de gepubliceerde incidentie van scherp-in bij runderen tussen de 2 en 12%. In het onderzoek van Braun et al. (2018) werd bij runderen die voor interne aandoeningen werden behandeld een jaarlijkse scherp-in-incidentie van 7,1% gezien. Scherp-in kwam vaker voor in de maanden van december tot april en nam af gedurende de zomermaanden, verband houdend met een lager risico op opname van vreemde voorwerpen tijdens de weidegang dan bij het vervoederen van bewerkt, verhakseld voer. Bij runderen die het jaar rond worden geweid is scherp-in extreem zeldzaam.

In het Deense onderzoek van Cramers et al. (2005) werd het maagdarmpakket van 1491 slachtrunderen, waarvan het merendeel melkkoeien, op de aanwezigheid van vreemde voorwerpen onderzocht. In 16% van de runderen werden in de netmaag vreemde voorwerpen aangetroffen en bij 10% van de dieren ging de aanwezigheid gepaard met chronische letsels in de wand van de netmaag. De aard van de letsels varieerde van lokale littekenvorming tot reticuloperitonitis (ontsteking van netmaag en buikvlies). Van 286 gevonden voorwerpen waren 11% draden afkomstig van kuilbanden, 14% draden afkomstig van hekwerk, 5% schroeven, 9% spijkers, 37% gemengde metaaldelen, 2% koper en 22% restanten van bolussen met antiparasitaire middelen. Van alle voorwerpen werd de meeste schade veroorzaakt door bandendraad; 81% van die draden

werd met letsels in de netmaag geassocieerd (Cramers et al., 2005). Ook de Britse Veterinary Laboratories Agency (VLA) ziet draden afkomstig van kuilbanden als meest frequente oorzaak van scherp-in. Daarnaast spelen ook andere metalen voorwerpen zoals spijkers, hek- en andere draden en stukken metaal een rol. Orpin & Harwoord (2012) berichtten op basis van gegevens van de VLA een gestage toename van wat zij 'tire wire disease' noemen sinds de vroege jaren 90. Van tussen 2004 en de eerste vijf maanden van 2008 bij de VLA voor pathologisch onderzoek ingezonden runderen ouder dan twee jaar (n=2709) werd bij 141 dieren (5,2%) de diagnose 'scherp-in' gesteld.

Processierupsen

De dennen- en eikenprocessierupsen (*Thaumetopoea pityocampa* en *Thaumetopoea processionea*) zijn van origine afkomstig uit Zuid- en Centraal-Europa. Sinds begin jaren 90 heeft de eikenprocessierups zich over heel Nederland verspreid (Kuppen, 2016). De dennenprocessierups is nog niet in Nederland gesignaleerd. De eikenprocessierups produceert brandharen en een volgroeide rups heeft ongeveer 600.000-700.000 brandharen die bij aanraking als verdedigingsmechanisme loslaten. De brandharen zijn ongeveer 0,2 tot 0,3 millimeter lang, pijlvormig en hebben weerhaakjes. Ze kunnen bij de mens de buitenste lagen van de huid, ogen en bovenste luchtwegen gemakkelijk doordringen en zich daar met hun weerhaakjes vastzetten. Dit kan leiden tot uitslag, jeuk, zwellingen en ontstekingen. Daarnaast zorgt een lichte aanraking van de brandharen ervoor dat het topje afbreekt en het eiwit thaumetopoeïne vrijkomt. Dit eiwit speelt een rol bij het tot stand komen van (pseudo-allergische) gezondheidsklachten (Hagens & Mulder, 2013).

Bij dieren vindt blootstelling aan brandharen voornamelijk plaats via inhalatie van in de lucht aanwezige brandharen of via direct contact van slijmvlies (ogen, mond en keel) met rupsennesten. Blootstelling van graasdieren aan brandharen is ook mogelijk via voeder (maaisel of hooi) dat met brandharen is besmet (Jans & Franssen, 2008; Hagens & Mulder, 2013). De klachten bij dieren zijn met name letsels aan lippen en slijmvliezen van mond en keel als brandharen in de bek terecht komen, en ontstekingen aan de ogen. Daarnaast kunnen ook systemische verschijnselen optreden zoals irritatie van de slokdarm, diarree, koorts en respiratoire verschijnselen (Jans & Franssen, 2008). Overlast bij dieren ontstaat vooral in de zomermaanden (juni, juli en augustus) wanneer de rups actief is en dieren vaker buiten zijn (Van Ass et al., 2008).

Conclusie

Inname van botfragmenten en andere fysische verontreinigingen in diervoeder door een dier kan leiden tot gezondheidsproblemen zoals verstikking, perforaties door scherpe punten of ander intern letsel. Scherp-in komt vooral voor bij runderen en voornamelijk gedurende de stalperiode. Een risico voor de diergezondheid is vooral de opname van draden, bijvoorbeeld afkomstig van kuilbanden. In Nederland lopen jaarlijks naar schatting ongeveer 12.000 runderen scherp-in op als gevolg van de opname van zwerfvuil. Hiervan zouden ongeveer 4000 dieren overlijden. Weidepercelen in de buurt van met eikenprocessierupsen aangetaste eikenbomen kunnen besmet raken met brandharen van de rupsen. Graasdieren die besmet gras of hooi eten kunnen hierdoor ziek worden.

Onduidelijk is wat de effecten van micro- en nanoplasticdeeltjes zijn voor de gezondheid van mens en dier.

Ontwikkelingen in de diervoedersector

Veranderingen in de samenstelling van diervoeder

Nederland is na China de grootste importeur van soja. Aangezien de duurzaamheid van soja ter discussie staat, is er een groeiende belangstelling voor productie van alternatieve eiwitbronnen in Europa. Alternatieven voor geïmporteerde soja zijn Europese schroten en eiwitrijke bijproducten. Wanneer soja wordt vervangen door andere plantaardige producten, zoals erwten en katoenzaad kan dit nieuwe voedselveiligheidsgevaars inhouden.

Er wordt geïnvesteerd in andere alternatieve eiwitbronnen (zoals insecten, algen, zeewier). In 2017 is door de Europese Commissie besloten dat insecteneiwit mag worden toegepast in voeders in de aquacultuur (Verordening (EU) nr. 2017/893). De verwachting is dat insecteneiwit in 2020 ook mag worden toegepast in diervoeders voor varkens en kippen. Momenteel mogen insectenolie en levende insecten al wel gebruikt worden in diervoeder voor kippen en varkens. Een verruiming van de BSE-wetgeving kan effect hebben op de chemische gevaren die kunnen voorkomen in diervoeder. Zo kunnen insecten bijvoorbeeld zware metalen en dioxinen bevatten (NVWA, 2017c) en verenmeel gemaakt van landdiermateriaal residuen van antibiotica (Van der Fels-Klerx et al., 2016).

Er is een toename te zien in het gebruik van enzymen als diervoederadditief. Deze enzymen worden gebruikt om bijvoorbeeld de fosfaatemissie te reduceren of de verteerbaarheid van niet-zetmeel polysachariden te verbeteren (Bundgaard et al., 2014). De hoeveelheid diervoederadditief in het uiteindelijke diervoeder is echter relatief gering.

Het aandeel biologisch diervoeder neemt toe. Gebruik van biologisch voeder zou mogelijk kunnen leiden tot een toename van de gehalten van bepaalde mycotoxinen.

Hergebruik van grondstoffen (circulaire economie en duurzaamheid)

Een van de manieren om grondstoffen te verduurzamen is in te zetten op een circulaire economie, waarbij grondstoffen en producten maximaal worden hergebruikt. Er zal in de toekomst meer gebruik worden gemaakt van voormalige voedingsmiddelen en bijproducten uit de levensmiddelen- en bio-ethanolindustrie voor diervoeder. Dit kan voedselveiligheidsgevaaren inhouden. Zo bevatten bijproducten uit de graanverwerkende industrie, zoals gries en schroot, hogere concentraties mycotoxinen in vergelijking met de oorspronkelijke granen. Nieuwe stromen bijproducten, zoals van bio-ethanolproductie (DDGS), kunnen mycotoxinen, restanten van antibiotica en andere ongewenste stoffen bevatten. De varkenssector heeft de ambitie om het aandeel bijproducten uit de levensmiddelenindustrie verder te willen vergroten.

Klimaatverandering

Klimaatverandering kan leiden tot veranderingen in het voorkomen van planten en onkruiden en dus in de mogelijke inname van planttoxinen. Verder kunnen veranderingen optreden in het voorkomen van het type en de hoeveelheid mycotoxinen. Detoxificatie (ontgiften) van met mycotoxinen besmette grondstoffen is een opkomende trend. Wanneer mycotoxinebinders worden gebruikt als diervoederadditief kunnen zware metalen of andere ongewenste stoffen in het diervoeder worden geïntroduceerd.

Op het gebied van klimaatverandering, circulaire economie en andere marktontwikkelingen zien de WHO en FAO de volgende (potentiele) risico's (FAO & WHO, 2015):

- Geen accurate registratie van de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in plantaardige grondstoffen die in voeder terecht komen.
- Cadmium en methylkwik in vismelen (grondstof voor diervoeder).
- Mycotoxinen in plantaardige producten: er zijn vele mycotoxinen die onder verschillende omstandigheden voorkomen; door het ontwikkelen van de agricultuur is het risico van mycotoxinen veranderd: een continue risicobeoordeling en mogelijke bijstelling van het risicomanagement is noodzakelijk om hier grip op te houden, ook in diervoeders.
- Onvoldoende informatie over de verwerking van toxische planten in plantaardige grondstoffen van diervoeder.

Toenemende vraag naar dierlijke producten

Een grotere vraag naar dierlijke producten zoals vlees en melk en daarmee diervoeder, de wereldwijde handel, lange-afstandstransporten, grotere verpakkingen en een langere opslag van grote batches kunnen een invloed hebben op de kwaliteit en veiligheid van diervoeder.

Toename in aantal zelfmengers

Vanwege de 'stoppersregeling' is te verwachten dat veel (kleinere) varkens- en pluimveebedrijven stoppen voor of rond 2020. Dit zijn bedrijven die volledige mengvoeders gebruiken waardoor de productie en handel van mengvoeders zal verminderen want grote bedrijven gaan in toenemende mate zelf mengen. Het aantal bedrijven dat eigen mengvoeders maakt, de zelfmengers, zal de komende jaren toenemen. Vooral varkenshouders investeren in toenemende mate in eigen maal- en menginstallaties. Ook in de rundveehouderij is deze trend waar te nemen.

Mengvoederbedrijven spelen hierop in door meer 'maatwerkproducten' voor boeren te maken en/of door verbreding van producten en diensten. De marges voor diervoederproducenten worden hierdoor kleiner. Een onderzoeksmisssie om informatie te verzamelen over op risico's gebaseerde controles in de diervoedersector concludeerde dat informatie ontbreekt in Nederland over zelfmengen en/of gebruiken van toevoegingsmiddelen, voormengsels en/of aanvullende voedermiddelen (EC, 2017).

Toename in technologische ontwikkelingen

Er is een groeiende interesse in het gebruik van peptiden in diervoeder. Deze peptiden worden verkregen door hydrolisering van dierlijke eiwitten. Peptiden verbeteren de voederconversie en groei van landbouwhuisdieren (Hou et al., 2017). Door de hydrolyse is het lastig om de herkomst van de eiwitten vast te stellen. Dit bemoeilijkt de traceerbaarheid naar diersoort en kan fraude in de hand werken.

Terugdringen van antibiotica- en medicijngebruik

Het geregistreerde antibioticagebruik is in de landbouw de afgelopen jaren fors gedaald. Maar er zijn aanwijzingen dat het illegale gebruik van antibiotica in de landbouw zeer substantieel is. Bovendien worden elders in de wereld, bijvoorbeeld in Zuidoost-Azië, China en verschillende delen van Zuid-Amerika, veel antibiotica gebruikt in de agrarische sector. Het is gemakkelijk om in de EU verboden diergeneesmiddelen en hormonen, die buiten de EU wel zijn toegelaten, te bestellen via internet en zelf te mengen door het voeder (of drinkwater). Door het verbod op het gebruik van antibiotica in voeders wordt door boeren mogelijk vaker gebruik gemaakt van alternatieve geneeswijzen, waaronder het gebruik van kruiden. Ook wordt topdressing (toediening van medicijnen maar niet als gemedicineerd mengvoeder) waarschijnlijk vaker toegepast met mogelijk als gevolg een niet homogene verdeling van residuen in dierlijke producten.

Samenvatting

Chemische risico's

- Er zijn voor dioxinen en dioxineachtige PCB's in diervoeder overschrijdingen gevonden in verwerkte producten (zoals vismeel, oliën en vetten, en bijproducten) en additieven (zoals binders en antiklontermiddelen). Er is overdracht van dioxinen en dioxineachtige PCB's van het dier naar dierlijke producten, zoals melk, eieren, vlees, vet en lever. Schattingen van de inname van de mens uit voeding leiden tot overschrijding van de recent door EFSA afgeleide TWI. Dierlijke producten dragen substantieel bij aan de totale inname. De geschatte blootstelling van kippen aan dioxinen en dioxineachtige PCB's vormt geen risico voor hun gezondheid; voor andere landbouwhuisdieren is geen uitspraak hierover mogelijk.
- Er zijn geen wettelijke limieten voor gebromeerde brandvertragers in diervoeder en deze stoffen zijn niet opgenomen in de nationale monitoring. Overdracht van gebromeerde brandvertragers naar dierlijke producten is aangetoond maar lijkt geen reden tot zorg te zijn voor de gezondheid van de consument. Het is niet duidelijk of er een effect is op de gezondheid van het dier.
- Er zijn geen wettelijke limieten voor perfluorverbindingen in diervoeder en deze stoffen zijn niet opgenomen in nationale monitoring. Overdracht naar dierlijke producten is mogelijk, met name naar lever en nieren maar ook naar vlees, melk en eieren. Besmetting van diervoeder speelt een rol in gevallen waarin dieren buiten voederen of dieren worden gevoederd met gewas (mais, gras) dat van gecontamineerde plaatsen afkomstig is. Ook vismeel in het mengvoeder kan een bijdrage leveren aan de blootstelling. De inname van PFOS en PFOA overschrijden de recent afgeleide TWI's en er is dus reden tot zorg voor de gezondheid van de consument en, gezien de toxische effecten van de stoffen, mogelijk ook voor de gezondheid van het dier.
- Voor PAK's zijn er geen wettelijke limieten in diervoeder. Overdracht naar dierlijke producten (melk) is mogelijk maar vormt geen gezondheidsrisico voor de consument.
- Diervoeder is een bron van (zware) metalen. Dat kunnen bewust toegevoegde metalen zijn (bijvoorbeeld koper en zink) of ongewenste zware metalen. De gehalten aan cadmium, arseen, kwik en lood in diervoeder zijn wettelijk gereguleerd. Er zijn sporadisch overschrijdingen van de maximumgehalten gevonden voor de gereguleerde zware metalen in diervoeders. Zware metalen werden voornamelijk aangetroffen in sporenelementen, visproducten en palmpitschilfers. Overdracht van zware metalen naar dierlijke producten is mogelijk (met name naar lever en nier). Organen van (oudere) dieren worden echter niet gegeten in Nederland. De hoeveelheden koper en zink in diervoeder zijn belangrijk voor een goede diergezondheid. Maximale hoeveelheden van deze sporenelementen zijn vastgelegd in een verordening en leiden niet tot zorg voor de consument.
- Mycotoxinen worden geproduceerd door schimmels en kunnen voorkomen op vele landbouwgewassen maar vooral op granen en mais en ook in kuilvoer. Ze kunnen een risico vormen voor de diergezondheid. De aanwezigheid van deoxynivalenol (DON) in graan kan bijvoorbeeld de productiviteit van leghennen verlagen. Vooral varkens zijn gevoelig en worden mogelijk het meest blootgesteld aan mycotoxinen. Mycotoxinen in diervoeder worden via het dier overgedragen naar dierlijke producten. Voor aflatoxine is met name de overdracht naar melk een aandachtspunt. Het risico voor de mens van blootstelling aan mycotoxinen via dierlijke producten is laag; de aanwezigheid van mycotoxinen in voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong draagt weinig bij aan de totale inname van de mens aan deze toxinen.
- Er zijn vele planten met toxinen gerapporteerd die relevant voor diergezondheid kunnen zijn. Planttoxinen kunnen bij landbouwhuisdieren leiden tot acute sterfte, maar in het algemeen beïnvloeden ze de productie negatief door effecten zoals verminderde vruchtbaarheid, geboortefwijkingen, gereduceerd gewicht en immunomodulatie. In Nederland is de belangrijkste route van de blootstelling van dieren aan ongewenste planten via ruwvoeder, vers

- zowel als kuilvoeder. Via deze route worden met name grazers als rundvee, schapen en geiten blootgesteld. Pyrrolizidine-alkaloïden zijn carcinogene stoffen en worden regelmatig aangetroffen in diervoeder en kunnen worden overdragen naar melk, eieren en vlees. Echter de overdracht is laag en waarschijnlijk is het gezondheidsrisico voor de mens klein. Er zijn geen maximumgehalten voor pyrrolizidine-alkaloïden in diervoeder vastgesteld.
- Er zijn overschrijdingen van diergeneesmiddelen in diervoeder gevonden, met name voor chlooramfenicol in vitamine- en enzympreparaten en coccidiostatica. Residuen van diergeneesmiddelen kunnen in diervoeder terechtkomen via verwerking van plantaardige en dierlijke producten of door versleping. Inzicht in beheersing van versleping en homogeniteit van voeders door zelfmengers, ontbreekt. Over het algemeen zijn gevonden concentraties laag en vormen residuen geen gevaar voor de volksgezondheid. Om te voorkomen dat residuen van bewust toegediende diergeneesmiddelen worden teruggevonden in dierlijke producten zijn wachttermijnen ingesteld waarbinnen dieren niet mogen worden geslacht en dierlijke producten niet mogen worden verkocht. Het is onvoldoende bekend in welke mate vrij toe te dienen geneesmiddelen zoals ontwormingsmiddelen, coccidiostatica en andere toevoegingsmiddelen worden toegepast.
 - Er zijn normoverschrijdingen gevonden voor residuen van gewasbeschermingsmiddelen in diervoeders. Residuen van gewasbeschermingsmiddelen kunnen voorkomen in dierlijke producten maar worden zelden aangetroffen in concentraties boven de LOQ of LOD. Uitzondering vormde de incidentele detectie van organochloorverbindingen en pyrethroiden in diervoeder. Er is geen reden tot zorg voor de gezondheid van mens of dier. Een aantal relevante metabolieten valt buiten de scope van de multi-residumethoden en een aantal gewasbeschermingsmiddelen kunnen niet met de multi-methoden worden gemeten. Dit zijn de zogenaamde SRM-gewasbeschermingsmiddelen, zoals chloormequat, paraquat en diquat.
 - Minerale oliën kunnen in diervoeder terecht komen door het gebruik van smeermiddelen en mogelijk via verpakkingsmaterialen. Er zijn geen wettelijke limieten voor minerale oliën maar er is wel een GMP+-norm. Er is weinig bekend over de overdracht naar dierlijke producten.
 - Er zijn geen wettelijke maximumgehalten en weinig gegevens over het voorkomen van procescontaminanten in diervoeder. Er zijn beperkt gegevens over de overdracht van acrylamide naar eieren en organen van de kip maar weinig tot geen gegevens voor andere dieren en andere procescontaminanten.
 - Nitraat kan door mens of dier worden omgezet in nitriet en zowel runderen als varkens zijn gevoelig voor nitriet en methemoglobinemie. De nitraatopname van dieren vormt geen risico voor de gezondheid van de consument.
 - Over het voorkomen van residuen van reinigingsmiddelen en biociden in diervoeders is weinig bekend. De voedselveiligheidsrisico's van deze residuen zijn niet te beoordelen vanwege het ontbreken van inzicht in zowel het gebruik als de aanwezigheid van residuen in diervoeders en dierlijke producten.
 - Alleen toegelaten voederadditieven mogen worden toegepast in diervoeders. Deze stoffen zijn opgenomen in een Europees register. Minimale en maximale hoeveelheden van diervoederadditieven zijn meestal niet vastgelegd.
 - De NVWA treft maatregelen als het verpakkingsmateriaal in voedermiddelen meer dan 0,15% (gewichtspersent) bedraagt. Er worden dan geen gezondheidsrisico's voor mens of dier verwacht.
 - Hormonen kunnen een probleem opleveren in diervoeder indien er restromen van de farmaceutische industrie zijn gebruikt of door illegaal gebruik.
 - GGO's kunnen via versleping in diervoeder terechtkomen of via restanten van GGO-organismen in additieven. Incidenteel worden ook niet-toegelaten GGO's aangetroffen; dit vormt geen voeder- of voedselveiligheidsrisico.
 - Er is weinig bekend over radioactieve stoffen in diervoeder.
 - Er is interesse in het gebruik van kruiden, met name om het antibioticagebruik terug te dringen. Echter, het gebruik van medische claims voor het gebruik van kruiden(mengsels) is, zonder autorisatie, niet toegestaan.
 - Fluor is een giftige stof en heeft effect op onder andere botvorming en groei van vooral pluimvee en varkens.

Fysische risico's

- Inname van botfragmenten en andere fysische verontreinigingen in diervoeder door een dier kan leiden tot gezondheidsproblemen zoals verstikking, perforaties door scherpe punten of ander intern letsel. Scherp-in komt vooral voor bij runderen en voornamelijk gedurende de stalperiode. Een risico voor de diergezondheid is vooral de opname van draden, bijvoorbeeld afkomstig van kuilbanden. In Nederland lopen jaarlijks naar schatting ongeveer 12.000

runderen scherp-in op als gevolg van de opname van zwerfvuil. Hiervan zouden ongeveer 4000 dieren overlijden.

- Weidepercelen in de buurt van met eikenprocessierupsen aangetaste eikenbomen kunnen besmet raken met brandharen van de rupsen. Graasdieren die besmet gras of hooi eten kunnen hierdoor ziek worden.
- Onduidelijk is wat de effecten van micro- en nanoplasticdeeltjes zijn voor de gezondheid van mens en dier.

Ontwikkelingen

- Veranderingen in de samenstelling van diervoeder, zoals het gebruik van alternatieve of nieuwe eiwitbronnen en verhoogd gebruik van enzymen als diervoederadditief.
- Hergebruik van grondstoffen (circulaire economie en duurzaamheid) zal leiden tot het meer gebruik maken van voormalige voedingsmiddelen en bijproducten uit de levensmiddelen- en bio-ethanolindustrie voor diervoeder.
- Klimaatverandering kan leiden tot veranderingen in het type en de hoeveelheid mycotoxinen en het voorkomen van planten en onkruiden en dus in de mogelijke inname van planttoxinen. Detoxificatie (ontgiften) van met mycotoxinen besmette grondstoffen met behulp van mycotoxinebinders is een opkomende trend. Met mycotoxinebinders kunnen echter zware metalen of andere ongewenste stoffen in het diervoeder worden geïntroduceerd.
- De toenemende vraag naar dierlijke producten vergroot ook de vraag naar diervoeder, de wereldwijde handel, lange-afstandstransporten, etc. van diervoeders en dit kan invloed hebben op de kwaliteit en veiligheid van diervoeder.
- Er is een verwachte toename in het aantal zelfmengers. Informatie ontbreekt momenteel in Nederland over zelfmengingen en/of gebruiken van toevoegingsmiddelen, voormengsels en/of aanvullende voedermiddelen.
- Toename in technologische ontwikkelingen: er is een groeiende interesse in het gebruik van peptiden in diervoeder. Deze peptiden worden verkregen door hydrolysering van dierlijke eiwitten. Peptiden verbeteren de voederconversie en groei van landbouwhuisdieren. Door de hydrolyse is het lastig om de herkomst van de eiwitten vast te stellen. Dit bemoeilijkt de traceerbaarheid naar diersoort en kan fraude in de hand werken.
- Het terugdringen van antibiotica- en medicijngebruik kan leiden tot import van deze middelen van buiten de EU. Door het verbod op het gebruik van antibiotica in voeders wordt door boeren mogelijk vaker gebruik gemaakt van alternatieve geneeswijzen, waaronder het gebruik van kruiden met een onbekende samenstelling.

Ketaspecten gerelateerd aan voederveiligheid

- Traceerbaarheid: de herkomst van de grondstoffen moet duidelijk zijn. Dit geldt ook voor incidentele reststromen: er is weinig bekend over bijvoorbeeld misproductie, recall en voedingsmiddelen die de THT-datum hebben overschreden. In een vroeg stadium van de keten zijn de voedermiddelen al mengsels.
- Vermenging en contaminatie: er is weinig bekend over bijvoorbeeld vermenging met achtergebleven producten of contaminatie bij onvoldoende leegmaken van opslagtanks of silo's.
- Zelfmengers en hun activiteiten zijn onvoldoende in beeld.
- Etikettering van grondstoffen, voormengsels, aanvullend diervoeder. Een onjuiste etikettering kan bijdragen aan het optreden van chemische risico's, bijvoorbeeld door een onjuiste weergave van de gehalten van de ingrediënten.

Bijlage 5

Microbiële risico's in de diervoederketen

Inleiding

Diervoeder omvat een diverse groep aan producten, van plantaardig tot dierlijk, van onbehandelde ruwvoerders tot volledige verwerkte mengvoerders, waarbij een grote variatie aan type grondstof en type behandeling (o.a. verzuring, verhitting en drogen) kunnen zijn toegepast (zie bijlage 2). Het scala aan micro-organismen en de mate waarin zij voorkomen in deze keten is dan ook breed. Sommige van deze soorten kunnen ziekteverwekkend zijn, en dieren die dit voeder eten infecteren of koloniseren, wat tot ziekte last bij het dier kan leiden. In geval het micro-organismen betreft die humaan pathogeen zijn, dan kunnen deze micro-organismen via levensmiddelen van dierlijke oorsprong, zoals vlees, melk en eieren, mogelijk naar de mens worden overgedragen en eventueel humane ziekte last veroorzaken.

Deze pathogene micro-organismen komen op verschillende manieren de diervoederketen binnen. Algemeen gesteld kunnen voedergewassen in de primaire fase besmet raken door grond, door feces of door water dat daar mee is vervuild. Ook grondstoffen van dierlijke oorsprong kunnen allerlei micro-organismen bevatten die pathogeen zijn voor dier en mens. Voor beide type diervoeders geldt echter dat in alle fases van de keten besmetting kan optreden, bijvoorbeeld tijdens opslag of verdere productie. Er zijn verschillende stappen in het productieproces van diervoeders die een reductie van het aantal pathogene micro-organismen zullen bewerkstelligen, maar er zijn ook omstandigheden die overleving of groei toelaten. Dit heeft invloed op het risico voor zowel de dier- als volksgezondheid dat elke soort diervoeder met zich meebrengt.

In dit hoofdstuk worden de microbiologische risico's voor zowel de dier- als volksgezondheid beoordeeld die afkomstig zijn van pathogene micro-organismen¹⁹ die in diervoeder aanwezig zijn. Ook worden factoren of handelingen geïdentificeerd die deze risico's beïnvloeden. Evenals dat ontwikkelingen die mogelijk van invloed kunnen zijn op de microbiologische veiligheid van diervoeders worden genoemd.

De beoordeling betreft zowel de productie en het gebruik van diervoeders van plantaardige als het gebruik van diervoeders van dierlijke oorsprong. Ze wordt echter beperkt tot diervoeders bestemd voor gebruik als voeder voor landbouwhuisdieren, met uitsluiting van voeders voor aquacultuurdieren en insecten. Tevens beperkt de beoordeling zich voor wat het risico op de dier-volksgezondheid betreft alleen tot overdracht via voedsel van dierlijke oorsprong (vlees, eieren en zuivel). Daarbij is het een kwalitatieve beoordeling waarin geen schatting van het relatieve risico ten opzichte van andere besmettingsroutes van dier of mens wordt gegeven. Zoals bijvoorbeeld de route via direct diercontact, het milieu of de route via andere levensmiddelen dan die van dierlijke oorsprong.

Aanpak

De beoordeling van de microbiologische risico's is uitgevoerd volgens de vier stappen waar een risicobeoordeling uit bestaat. Om tot een risicobeoordeling te komen, zijn diverse soorten gegevens verzameld.

- *Gevareninventarisatie*: Eerst is een lijst opgesteld van voor mens en/of dier pathogene micro-organismen die wereldwijd in verband worden gebracht met diervoeders.
- *Gevarenkarakterisatie*: Algemene beschrijving van het gevaar, het ziektebeeld bij dieren en of diervoeder een besmettingsroute is en of overdracht naar de mens mogelijk is via consumptie van producten van dierlijke oorsprong, inclusief het eventuele ziektebeeld bij mensen. Er is gekeken naar de manier waarop pathogenen in de diervoederketen terecht kunnen komen en of er reductie in de keten plaatsvindt of juist groei.
- *Blootstellingsschatting*: Om een indruk te krijgen of, hoe vaak en in welke mate de pathogene micro-organismen in de diervoederketen voorkomen en of dit tot ziekte last bij dieren leidt, zijn prevalentiegegevens verzameld van de pathogenen in diervoeder, net als gegevens over besmettingsincidenten (RASFF) van diervoeder, uitbraken en ziektegevallen veroorzaakt door diervoeder, zowel bij dier als (indirect bij) de mens.

¹⁹ Micro-organismen: 'bacteriën, virussen, gisten, schimmels, algen, parasitaire protozoa en microscopisch parasitaire helminthen, alsmede toxinen en metabolieten van deze organismen' (Verordening (EG) Nr. 2073/2005 van de Commissie van 15 november 2005 inzake microbiologische criteria voor levensmiddelen). In dit advies omvat de definitie van micro-organismen ook prionen.

- *Risicokarakterisatie*: Tenslotte is nagegaan wat het risico per micro-organisme is voor de situatie in Nederland op basis van aard en ernst van de aandoening die het micro-organisme veroorzaakt en de kans/prevalentie dat dit in Nederland plaatsvindt. Dit zowel voor de dier- als volksgezondheid.

Voor de gevareninventarisatie is gebruik gemaakt van expertopinion van de *European Food Safety Authority* (EFSA BIOHAZ Panel, 2008; Liebana & Hugas, 2012) en de *Food and Agriculture Organization* (FAO) (FAO, 1998; Hinton, 2000; FAO & WHO, 2008;2015) over de aanwezigheid van pathogene micro-organismen in diervoeders (gedroogd ruwvoer, kuilvoer, voedermiddelen, mengvoeders), grasland en weiland, en voedselresten en afval.

De door experts genoemde in diervoeder voorkomende microbiologische gevaren voor de dier- en/of volksgezondheid zijn infectieuze bacteriën uit de genera *Brucella*, *Campylobacter*, *Salmonella* en *Yersinia*, Shigatoxine-vormende *Escherichia coli* (STEC), *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium bovis*; de toxinevormende bacteriën *Bacillus anthracis*, *Clostridium botulinum* en *Clostridium perfringens*; de protozoën *Cryptosporidium* spp. en *Toxoplasma gondii*; lintwormen uit de genera *Echinococcus* en *Taenia* en de parasitaire rondworm *Trichinella spiralis*; de virussen die Afrikaanse varkenspest (AVP), klassieke varkenspest (KVP), mond- en klauwzeer (MKZ) en Newcastle Disease (ND) veroorzaken, en prionen (tabel 5.1).

Tevens is de database van het *Rapid Alert System for Food and Feed* (RASFF) geraadpleegd (EC RASFF, 2018). Het RASFF-systeem wordt door de landen van de Europese Unie (EU) (inclusief de Europese Commissie (EC), EFSA, Noorwegen, Liechtenstein, IJsland en Zwitserland) gebruikt om elkaar snel te informeren over onveilige levensmiddelen en diervoeders. Alle meldingen met betrekking tot pathogenen in diervoeder, zijn opgevraagd (2013-2017) en geanalyseerd.

In de periode 2013-2017 waren er in de categorie diervoeders (*feed*) 1232 meldingen. Van deze meldingen hadden er 794 betrekking op biologische gevaren. Van deze gevaren waren 617 meldingen van pathogene micro-organismen (606 x *Salmonella* spp., 4 x *C. perfringens*, 3 x *Brucella* spp., 2 x STEC, 1 x *Bacillus anthracis*, 1 x *Bacillus cereus* ($> 10^6$ kve²⁰/gram), 115 meldingen van non-pathogene micro-organismen (99 x *Enterobacteriaceae*, 14 x schimmels, 1 x gist, 1 x bacteriën) en 61 meldingen van DNA van herkauwers (tabel 5.1).

De RASFF-meldingen geven slechts een indicatie van welke pathogenen in diervoeder in de EU aanwezig kunnen zijn en vormen geen absolute maat. Ook geven de meldingen geen representatief beeld over welke pathogenen in diervoeder voor kunnen komen, omdat er vooral gegevens met betrekking tot microbiële normen uit de wetgeving of private kwaliteitssystemen in worden gemeld. Daarnaast wordt niet systematisch aangegeven of het diervoeder voor landbouwhuisdieren of voor gezelschapsdieren betreft, waardoor deze gegevens niet goed geschikt zijn voor het beoordelen van de risico's voor de diervoederketen voor landbouwhuisdieren.

Meld-/aangifte-/bestrijdingsplichtige ziekten

Een aantal van de pathogenen die op diervoeders voor kunnen komen (tabel 5.1) zijn verwekkers van erg besmettelijke ziekten. Daarom is tijdig opsporen en bestrijden belangrijk en geldt er een meldingsplicht. Melding van infectieziekten resulteert vaak in bronopsporing, en kan mogelijk een bron terug traceren naar diervoeder.

Diergezondheid

Op grond van de Gezondheids- en welzijnswet dieren (Gwwd) die betrekking heeft op de belangen en bescherming van dieren zijn veehouders, dierenartsen en andere betrokkenen verplicht om verschijnselen van een besmettelijke dierziekte te melden bij de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). Er geldt een aangifteplicht (bestrijdingsplicht) voor besmettelijke ziekten bij bepaalde diersoorten volgens artikel 15 en een meldingsplicht voor besmettelijke ziekten bij alle dieren die alleen geldt voor dierenartsen en onderzoeksinstituten volgens artikel 100. De aangifteplichtige (bestrijdingsplichtige) en meldingsplichtige dierziekten worden vermeld in de Regeling preventie, bestrijding en monitoring van besmettelijke dierziekten en zoönosen en

²⁰ Kve: kolonievormende eenheden.

TSE's^{21,22}. In de EU geldt ook een aangifteplicht (bestrijdingsplicht) voor besmettelijke dierziekten bij de EC volgens Verordening 82/894/EEG²³.

Volksgezondheid

Op grond van de Wet publieke gezondheid (Wpg²⁴) moeten artsen en laboratoria bepaalde infectieziekten melden bij de Gemeentelijke Gezondheidsdienst (GGD) als zij deze bij patiënten tegenkomen. De meldingsplicht helpt de verspreiding te voorkomen van infectieziekten. De wet regelt de organisatie van de openbare gezondheidszorg, de bestrijding van infectieziektecrises en de isolatie van personen/vervoermiddelen die internationaal gezondheidsgevaaren kunnen opleveren.

²¹ Regeling preventie, bestrijding en monitoring van besmettelijke dierziekten en zoönosen en TSE's (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0018397/2018-11-01>).

²² TSE: transmissible spongiform encephalopathy.

²³ Richtlijn 82/894/EEG van de Raad van 21 december 1982 inzake de melding van dierziekten in de Gemeenschap.

²⁴ Wet publieke gezondheid (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0024705/2018-11-17>).

Tabel 5.1. Potentieel ziekteverwekkende micro-organismen geassocieerd met diervoeders van plantaardige en dierlijke oorsprong.

Micro-organisme (dierziekte)	Expert-opinies ^a	Aantal melding en in RASFF ^b	Pathogeen voor landbouwhuisdier	(Agens van) meldings/aangifteplichtige (bestrijdingsplichtige besmettelijke dierziekte volgens Gwwd ^c	Officiële dierziekte(vrij) -status in Nederland	Zoönose	Via consumptie van dierlijke producten ^d overdraagbaar op mens	Meldingsplichtig volgens Wpg ^e
Bacteriën								
<i>Bacillus anthracis</i> (miltvuur of antrax)	X	1	Ja	Ja	Afwezig	Ja	Ja	Ja
<i>Bacillus cereus</i>	Nee	1	Ja	Nee	Niet van toepassing	Nee	Ja	Ja, voedselinfectie cluster
<i>Brucella</i> spp. (brucellose)	X	3	Ja	Ja	<i>B. abortus</i> en <i>B. suis</i> afwezig <i>B. melitensis</i> en <i>B. ovis</i> nooit gerapporteerd	Ja	Ja	Ja
<i>Campylobacter</i> spp. (campylobacteriose)	x		Ja	Ja	Niet van toepassing	Ja	Ja	Ja, voedselinfectie cluster
<i>Clostridium botulinum</i> (botulisme)	X		Ja	Nee	Niet van toepassing	Nee	Ja	Ja
<i>Clostridium perfringens</i>	X	4	Ja	Nee	Niet van toepassing	Nee	Ja	Ja, voedselinfectie cluster
<i>Listeria monocytogenes</i> (listeriose)	X		Ja	Ja	Niet van toepassing	Ja	Ja	Ja
<i>Mycobacterium bovis</i> (tuberculose)	X		Ja	Ja	Afwezig	Ja	Ja	Ja
<i>Salmonella enterica</i> (salmonellose)	X	606	Ja	Ja, <i>S. Arizona</i> , <i>S. Gallinarum</i> en <i>S. Pullorum</i> bij pluimvee Ja, (zoönotische) <i>Salmonella</i>	<i>S. Abortusovis</i> nog nooit gerapporteerd	Ja	Ja	Ja, voedselinfectie cluster
Shiga-toxinevormende	X	2	Nee	Nee	Niet van toepassing	Ja	Ja	Ja

<i>Escherichia coli</i> (STEC)								
<i>Yersinia</i> spp. (yersiniose)	X		Ja	Ja	Niet van toepassing (geen surveillance, maar komt niet voor)	Ja	Ja	Ja, <i>Y. pestis</i>
Parasieten								
<i>Cysticercus/Taenia</i> spp. (cysticercose)	X		Ja	Nee	<i>T. solium</i> afwezig bij mens; overige <i>Taenia</i> spp. Niet van toepassing	Ja		Nee
<i>Cryptosporidium</i> spp. (cryptosporidiose)	X		Ja	Nee		Ja	Ja	Nee
<i>Echinococcus</i> spp. (echinococcose)	X		Ja	Ja	<i>E. granulosus</i> afwezig. <i>E. multilocularis</i> aanwezig	Ja	Nee	Nee
<i>Toxoplasma gondii</i> (toxoplasmose)	X		Ja	Ja	Niet van toepassing	Ja	Ja	Nee
<i>Trichinella spiralis</i> (trichinellose)	X		Ja	Ja	Afwezig	Ja	Ja	Ja
Virussen								
Afrikaans varkenspest (AVP) virus (AVP)	X		Ja	Ja	Afwezig	Nee	Nee	Niet van toepassing
Klassiek varkenspest (KVP) virus (KVP)	X		Ja	Ja	Afwezig	Nee	Nee	Niet van toepassing
Mond- en klauwzeer (MKZ) virus (MKZ)	X		Ja	Ja	Afwezig	Nee	Nee	Niet van toepassing
Newcastle disease (ND) virus (ND)	X		Ja	Ja	Niet van toepassing	Nee	Nee	Niet van toepassing
Prionen (overdraagbare spongiforme encefalopathieën, TSE's)		61 ^f						
Bovine spongiforme encefalopathie (BSE) prion (BSE)	X		Ja	Ja	Afwezig	Ja	Ja	Ja (vCJD)
Scrapieprion (scrapie)	X		Ja	Ja	Niet van toepassing	Nee	Nee	Niet van toepassing

^a Expertopinions van EFSA (EFSA BIOHAZ Panel, 2008; Liebana & Hugas, 2012) en FAO (FAO, 1998; Hinton, 2000; FAO & WHO, 2008;2015) over de aanwezigheid van pathogene micro-organismen in diervoeders. De opinies van EFSA betreffen alleen bacteriële pathogenen.

^b RASFF-meldingen van pathogene micro-organismen, parasitaire besmettingen en TSE's (DNA afkomstig van herkauwers) in de periode 2013-2017 (EC, 2018a; EC RASFF, 2018). Het totaal aantal RASFF-meldingen van diervoeders in de periode 2013-2017 was 1232.

^c Gwwd: Gezondheids- en welzijnswet voor dieren. In cursief: aangifteplichtig (bestrijdingsplichtig) volgens artikel 15 voor bepaalde diersoorten (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0005662/2019-01-01>); in grijs alleen meldingsplichtig volgens artikel 100 voor dierenartsen en onderzoeksinstituten voor alle diersoorten. Aangifteplichtige (bestrijdingsplichtige) en meldingsplichtige dierziekten in de Regeling preventie, bestrijding en monitoring van besmettelijke dierziekten en zoonosen en TSE's (<http://wetten.overheid.nl/BWBR0018397/2018-11-01>).

^d Voedselproducerende landbouwhuisdieren met uitzondering van aquacultuur en insecten.

^e Wpg: wet publieke gezondheid (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0024705/2019-01-01>).

^f DNA afkomstig van herkauwers.

Ziekteverwekkende micro-organismen

Bacteriën

Bacillus anthracis

Het geslacht *Bacillus* behoort tot de familie van de *Bacillaceae*. Het toxine van de anaerobe sporevormende bacterie *Bacillus anthracis* veroorzaakt antrax, ook wel miltvuur genoemd. Deze ziekte komt zowel bij dier als mens voor. Sporen zijn zeer resistente overlevingsvormen van bacteriën, die goed bestand zijn tegen verhitten, verzuren of drogen.

Meldingsplicht

Miltvuur is veterinaire (alle zoogdieren, inclusief vee en nertsen) en humaan meldingsplichtig volgens de Gwwd respectievelijk de Wpg (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

Bij dieren komt antrax met name bij herkauwers voor. Herkauwers zijn erg vatbaar en ontwikkelen een fatale septische vorm van de ziekte. Varkens en paarden zijn matig vatbaar voor infectie en ontwikkelen een subacute antrax. Vogels zijn zo goed als resistent, een kenmerk dat toegeschreven wordt aan hun relatief hoge lichaamstemperatuur (Quinn et al., 2011). Antrax uit zich als een ernstig ziektebeeld dat tijdens de keuring niet makkelijk gemist kan worden. Bij gevoelige diersoorten is de infectieuze dosis hoog: 10^8 kve sporen (WHO, 2008).

Diervoer als besmettingsbron dier

De bodem vormt het natuurlijke reservoir voor *B. anthracis* (sporen) (RIVM LCI, 2002). Grasland (of weiland) is daardoor een bron van *B. anthracis* die via weidegang overgebracht wordt op grazende landbouwhuisdieren. Ook diervoeder dat beenmeel afkomstig van zieke dieren bevat kan bron zijn van antrax besmetting (Hinton, 2000; WHO, 2018).

Voorkomen in diervoeder

Gegevens over het voorkomen van *B. anthracis* in de diervoederketen zijn beperkt. In de periode 2013-2017 werd in het RASFF in de categorie diervoeders (*feed*) 1 maal een melding gedaan van mogelijke aanwezigheid van *B. anthracis* in rundvleesbotten (uit Slowakije) (EC RASFF, 2018). Wel zijn studies uitgevoerd naar het voorkomen van *B. anthracis* in aarde. In Noord-Amerika werden prevalenties tot 26% gerapporteerd (Griffin et al., 2009) en in Pakistan tot 40% (Rajput et al., 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Ziektegevallen bij dieren zijn vaak gerelateerd aan grondwerkzaamheden in gebieden met een geschiedenis van miltvuur (Uiterwijk et al., 2017a). De laatste uitbraken van antrax bij rundvee in Nederland dateren uit de beginjaren negentig van de vorige eeuw. Toch worden bij graafwerkzaamheden nog wel eens 'witte kuilen' aangetroffen, zoals in 2013. De naam 'witte kuil' heeft de plek te danken aan het feit dat vroeger miltvuur-kadavers werden begraven en bestrooid met ongebluste kalk om de antrax-kiem onschadelijk te maken. De begraafplek werd eventueel gemarkeerd door het planten van een boom of struiken, de zogenaamde 'pestbosjes' of 'miltvuurbosjes'. Het begraven van dierlijke kadavers is sinds 1942 verboden in Nederland. In 2014 verkreeg Nederland de vrij-status voor deze zoönose. Deze vrij-status houdt in dat een land of gebied voldoet aan bepaalde voorwaarden en daarmee officieel vrij is van een specifieke zoönose (Uiterwijk et al., 2017a). In Zuid- en Zuidoost-Europa komt miltvuur bij dieren nog wel geregeld voor. In 2017 werden er 106 uitbraken van miltvuur gerapporteerd in Europa en Turkije (EC ADNS, 2017).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mens

Overdracht van antrax van dier op mens is bekend, met name door contact met zieke dieren of dieren die er aan gestorven zijn en in mindere mate via voedsel (AFSSA, 2008; EFSA BIOHAZ Panel, 2015). Het eten van met miltvuur besmet voedsel kan bij de mens leiden tot een miltvuurbesmetting in de mond/keelholte of van het maag-darmstelsel. Een infectie in de mond/keelholte kan bij de mens tot een ernstige klinische uitingsvorm van miltvuur leiden, waarbij ook bij behandeling de kans op overlijden ongeveer 50% is (RIVM LCI, 2002). Deze vorm van miltvuur is echter zeer zeldzaam (Logan, 1988). Darmmiltvuur betreft minder dan 1% van de miltvuur-gevallen. Dit ziektebeeld wordt vooral met vlees geassocieerd (Inglesby et al., 2002); melk wordt niet als besmettingsroute beschouwd (AFSSA, 2008; EFSA BIOHAZ Panel, 2015). Er zijn sporadische humane gevallen van antrax beschreven door consumptie van vlees afkomstig van dieren die aan antrax gestorven zijn (Logan, 1988; WHO, 2008).

Ziektegevallen bij mensen

In Nederland zijn sinds de meldingsplicht voor humane gevallen van antrax in 1976 werd ingevoerd maar zeven humane patiënten geregistreerd. De laatste twee gevallen vonden, net als de laatste veterinaire uitbraken, begin jaren '90 van de vorige eeuw plaats (Uiterwijk et al., 2017a). Dit was echter niet via de alimentaire route.

Conclusie

Dieren worden ziek van *B. anthracis* (antrax) en lopen de ziekte op door besmet diervoeder (gras). Overdracht van antrax op de mens via voedsel (roodvlees) is zeer zeldzaam, maar wel mogelijk. *B. anthracis* komt in Nederland, zowel veterinair als humaan echter niet meer voor. Hierdoor vormt deze pathogeen op dit moment geen relevant gevaar en dus ook geen risico voor de dier- en volksgezondheid in Nederland.

Bacillus cereus

Bacillus cereus is een aerobe sporevormende en toxine-vormende bacterie die overvloedig aanwezig is in het milieu. Deze pathogeen komt voor in grond, stof en planten, en in het spijsverteringskanaal van zoogdieren. De bacterie is in grond aanwezig als sporevorm. Ontkieming en uitgroei kan onder geschikte omstandigheden plaatsvinden, zoals bij contact met organisch materiaal, of zoogdiergastheren. Tijdens de groei kunnen sommige *B. cereus* stammen toxines produceren die tot ziektelast kunnen leiden. Het is een opportunistische pathogeen die zowel bij mens als dier ziektelast kan veroorzaken (Stenfors Arnesen et al., 2008).

Meldingsplicht

B. cereus kent veterinair geen aangifte- of meldingsplicht, humaan alleen in geval van een uitbraak (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

B. cereus kan bij runderen voorkomen in de spenen van koeien (Driehuis, 2013; Van Bokhorst-van de Veen et al., 2015). Dit kan tot gangreneuze mastitis (uierontsteking) leiden en uiteindelijk sterfte (Jones & Turnbull, 1981; Quinn et al., 2011). *B. cereus* wordt niet beschouwd als een mastitispathogeen, maar een dier kan onopzettelijk besmet raken bij het toedienen van antibiotica in de uier (Schiefer et al., 1976; Parkinson et al., 1999). Bij runderen en schapen kan *B. cereus* ook de oorzaak zijn van abortus (Schuh & Weinstock, 1985; Logan, 1988).

Diervoeder als besmettingsbron dier

Sporen van *B. cereus* komen algemeen voor op plantaardig materiaal (WFBR, 2018), en daarmee ook op voedergewassen. De sporen van *B. cereus* kunnen in grote aantallen aangetroffen worden in kuilvoer (IDF, 2016). Bacteriële sporen besmetten vee vanuit het voer, dat vaak besmet raakt door grond. Bij melkvee kunnen uier en spenen vervolgens besmet raken met *B. cereus* via feces (Driehuis, 2013). Bij een bronopsporing van mastitis bij runderen werd de bacterie aangetroffen (4-5 log kve/g) in bierbostel waarmee de runderen gevoerd werden, niet in het hooi (Jones & Turnbull, 1981).

B. cereus is een sporevormende bacterie die bestand is tegen vele omstandigheden, zoals ook verhitting en verzuring. Contaminatie van mengvoer met *B. cereus* wordt niet effectief beheerst door de hitte en druk die toegepast wordt bij conventionele pelleteermethoden en contaminatie kan ook optreden tijdens het mengen (EFSA BIOHAZ Panel, 2008). Bij te langzaam afkoelen kunnen vegetatieve cellen uitgroeien en bij voldoende hoge concentratie toxinen produceren. Dit is echter niet zo relevant aangezien *Bacillus* spp. ook in de darm van dieren kunnen groeien en toxinen produceren.

Voorkomen in diervoeder

In de literatuur zijn amper gegevens gevonden over het voorkomen van *B. cereus* in diervoeder. Er is één survey gepubliceerd waarin bij 24 Nederlandse boerderijen in 117 monsters gemengd kuilvoer (mais en gras) 2,4 log kve/g *B. cereus* sporen werden gevonden en in 59 aardemonsters 4,9 log kve/g (Vissers et al., 2007). Bij een bronopsporing van mastitis bij runderen werd de bacterie aangetroffen (4-5 log kve/g) in bierbostel waarmee de runderen gevoerd werden, niet in het hooi (Jones & Turnbull, 1981).

In de periode 2013-2017 werd 1 melding van *B. cereus* (> 6 x 10⁶ kve/gram) in diervoeder geregistreerd. Dit ging om een voedermiddel (bacterieel eiwit) voor varkens uit China (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Mastitis door *B. cereus* is zeldzaam (Jones & Turnbull, 1981; Quinn et al., 2011). In een survey in het Verenigd Koninkrijk (VK) was *B. cereus* verantwoordelijk voor slechts 0,3% van mastitisgevallen bij runderen (Johnson, 1981; Parkinson et al., 1999). Andere bacteriën (*Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. en *E. coli*) komen veel vaker voor op de uier (Jones & Turnbull, 1981). Abortus bij runderen door *B. cereus* betreft minder dan 1% van de abortusgevallen (Schuh & Weinstock, 1985). Gegevens over het voorkomen van ziektelast bij landbouwhuisdieren in Nederland zijn niet gevonden.

Overdracht naar en ziektebeeld bij mens

B. cereus is niet verantwoordelijk voor zoönotische infectie van de mens vanwege de overvloedige aanwezigheid in het milieu. Deze pathogeen wordt niet als reëel gevaar voor de volksgezondheid beschouwd afkomstig uit de risicobeoordeling van de roodvlees-, pluimveevlees- en eierketen (BuRO, 2015;2018a). Wel wordt *B. cereus* als reëel gevaar beschouwd voor zuivel (BuRO, 2017). Melk raakt tijdens het melken onder andere besmet door besmette / vieze spenen (Quinn et al., 2011; Driehuis, 2013; IDF, 2016).

B. cereus kan op twee manieren tot ziekte leiden bij de mens, waarbij het gaat om productie van braaktoxine (cereulide) in het voedsel of productie van enterotoxines in de darmen met diarree als gevolg. Kans op sterven door *B. cereus* wordt als laag (< 1:1.000) beoordeeld (Van Kreijl & Knaap, 2004). De ziektelast in verloren gegane gezonde levensjaren (*disability adjusted life years*, DALY's) per 100 infecties in Nederland is 0,1 (Mangen et al., 2018).

Ziektegevallen bij mensen

Het aantal ziektegevallen dat in 2017 toegeschreven werd aan *B. cereus* in zuivel bedroeg 2.700. Het aantal aan levensmiddelen toegeschreven ziektegevallen is 47.000 (totaal ziektegevallen 53.000) (Mangen et al., 2018). De ziektelast die in 2017 toegeschreven werd aan *B. cereus* in zuivel bedroeg 2 DALY. De totale ziektelast aan levensmiddelen toegeschreven veroorzaakt door *B. cereus* was 29 DALY, en het totaal aan ziektelast veroorzaakt door deze pathogeen in Nederland kwam op 32 DALY (Mangen et al., 2018). Maximaal draagt diervoeder voor 6,9% bij aan de ziektelast veroorzaakt door *B. cereus* in levensmiddelen en voor 6,3% aan de totale ziektelast van deze pathogeen.

Conclusie

B. cereus komt voor in diervoeder (met name kuilvoer) en kan op die manier dieren besmetten. *B. cereus* kan tot ziektelast bij het dier (met name herkauwers) leiden (mastitis, abortus), maar dit komt ten opzichte van andere ziekteverwekkers minder vaak voor. Gegevens over de Nederlandse situatie zijn niet bekend.

In levensmiddelen van dierlijke oorsprong wordt *B. cereus* alleen voor zuivel als reëel gevaar voor de volksgezondheid beschouwd. Besmetting vindt o.a. plaats door feces op de spenen, terwijl het dier (en daarmee de feces) de pathogeen voornamelijk via het voer oploopt.

B. cereus is een gevaar voor de diergezondheid maar het risico wordt in Nederland als laag ingeschat. Diervoeder vormt hierin wel een belangrijke besmettingsroute. Relevante overdracht naar mens vindt alleen via zuivel plaats, maar het aandeel van *B. cereus* via zuivel in de totale humane ziektelast is gering. En daarmee is er ook een gering risico voor de volksgezondheid afkomstig van diervoeder.

Brucella spp.

De ziekte die door *Brucella* spp. wordt veroorzaakt, wordt brucellose genoemd. Er zijn verschillende soorten brucella, die in meer of mindere mate bij verschillende diersoorten en de mens voorkomen. Deze pathogeen zorgt wereldwijd voor een relevante ziektelast, zowel bij mens als dier.

Meldingsplicht

Brucellose is een aangifte- en bestrijdingsplichtige ziekte voor alle zoogdieren inclusief vee en nertsen volgens de Gwwd. Humaan geldt een meldingsplicht volgens de Wpg (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

Hoewel verschillende brucella-soorten ziekte bij verschillende dieren kunnen veroorzaken, zijn met name runderen maar ook paarden gevoelig voor *Brucella abortus*, schapen en geiten met name voor *Brucella melitensis* en *Brucella ovis* en varkens voor *Brucella suis* (Quinn et al., 2011).

Brucella spp. veroorzaken met name abortus (EFSA AHAW Panel, 2017). Voor *B. abortus* is dat met name bij eerstekalfskoeien. Stieren kunnen epididymitis (bijbalontsteking) of orchitis (zaadbalontsteking) krijgen van deze pathogeen. Bij paarden kan infectie met *B. abortus* resulteren in fistels en builen aan nek en schoft. Varkens blijven symptoomloos. Bij schapen en runderen kan *B. melitensis* abortus veroorzaken. Hoewel het dier daarna drager kan blijven, resulteert dit dragerschap niet in volgende abortussen. Niet-drachtige dieren kunnen symptoomloos geïnfecteerd zijn. Bij runderen kan *B. melitensis* de uier symptoomloos koloniseren. Bij varkens kan *B. melitensis* dezelfde ziekteverschijnselen veroorzaken als *B. suis*. *B. suis* geeft bij varkens afhankelijk van de lokalisatie van de bacteriën verschillende ziekteverschijnselen, zoals artritis (gewrichtsontsteking), reproductieproblemen of abortus. *B. suis* kan bij runderen symptoomloos de uier koloniseren (RIVM LCI, 2007b). *B. ovis* komt voor bij schapen en kan epididymitis veroorzaken bij rammen en abortus bij oaien (Quinn et al., 2011). Besmette dieren scheiden de bacterie uit in melk, urine, feces, sperma, vaginale excreta en placentamateriaal (Uiterwijk et al., 2017a).

Diervoeder als besmettingsbron dier

Brucella kan op herkauwers overgedragen worden door het grazen in weilanden waarop besmette dieren gegraasd hebben of door voedergewassen die zijn geteeld op besmette weilanden (FAO & WHO, 2008). *Brucella* kan enige tijd (dagen tot weken) overleven in het milieu, onder andere op hooi en planten (EFSA AHAW Panel, 2017). Ook kan *Brucella* overgedragen worden door besmet diervoeder van dierlijke oorsprong.

Voorkomen in diervoeder

Er zijn geen studies gevonden waarin onderzoek is verricht naar het voorkomen van *Brucella* spp. in diervoeders.

In de periode 2013-2017 werden door Nederland 3 RASFF-meldingen gedaan van *Brucella* spp. in diervoeder. Dit betrof 1 x *B. canis* in hazenkarkassen voor gezelschapsdieren en 2 x *B. canis* in bevroren dierlijke bijproducten van haas, allen afkomstig uit (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

In 2016 waren er in Nederland 47 bedrijven met verdenkingen van brucellose (alle *B. abortus*), maar er werd geen *Brucella* aangetoond. In Nederland is bij geiten en schapen nog nooit brucellose aangetoond. De Nederlandse veestapel is volgens de OIE en andere officiële instanties sinds 1973 vrij van varkensbrucellose (*B. suis*) en sinds 1999 vrij van runderbrucellose (*B. abortus*). *B. ovis* en *B. melitensis* zijn nog nooit gerapporteerd (Uiterwijk et al., 2017a). In 2016 werden in de EU 11 gevallen van *Brucella* aangetroffen (4 x bij runderen, 7 x bij schapen/geiten gemeld. In 2017 waren er dat 5 (1 x bij runderen en 4 x bij schapen/geiten) (EC ADNS, 2017). In 2016 werd in Nederland bij een hond brucellose vastgesteld, waarbij de bron besmet diervoeder bleek te zijn. Het betrof rauwe hazenvlees dat besmet was met *B. suis* (Van Dijk et al., 2018).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mens

Van de in landbouwhuisdier voorkomende *Brucella* spp. zijn alleen *B. abortus*, *B. melitensis* en *B. suis* van belang voor de volksgezondheid (RIVM LCI, 2007b). Een van de besmettingsroutes van de mens is via voedsel. Hierbij gaat het vooral om consumptie van ongepasteuriseerde zuivel en in uitzonderlijke gevallen van onverhit (orgaan)vlees (lever, bloed, milt) (EFSA AHAW Panel, 2017). De belangrijkste besmettingsroute is echter direct diercontact, vooral met geaborteerde foetussen (EFSA AHAW Panel, 2017). Melk kan besmet raken met *Brucella* doordat deze pathogeen direct in de melk wordt uitgescheiden, of via mastitis (zelden) of de omgeving in de melk terecht komt (Claeys et al., 2013). Als deze melk niet gepasteuriseerd wordt is er een risico voor de voedselveiligheid (FAO & WHO, 2008). De kans op een *Brucella*-infectie door vleesconsumptie van besmette dieren wordt als klein ingeschat.

Gezien de brucellose vrij-status van Nederland (sinds 1999) en alle maatregelen die daaruit voortvloeien, vormt ongepasteuriseerde zuivel in Nederland echter een zeer gering/verwaarloosbaar risico (BuRO, 2017). Ditzelfde geldt voor vlees.

Klachten bij de mens variëren van mild (griep) tot ernstige en chronische brucellose. De ziekte kan plotseling beginnen, maar begint meestal sluipend en met geringe koorts die soms verdwijnt en weer terugkomt. Vaak komen daar klachten bij als hoofdpijn, malaise, vermoeidheid, lusteloosheid, zweten en gewrichtsklachten. Als de brucellose niet op tijd ontdekt wordt, verloopt het vaak chronisch. In een klein aantal gevallen kunnen complicaties zoals endocarditis (ontsteking hart), nefritis (nierontsteking), meningo-encefalitis (ontsteking hersenen en hersenvlies),

osteomyelitis (ontsteking van bot of beenmerg) en orchitis, ontstaan. De kans op sterfte is middelgroot (1:100 - 1:1000) (Van Kreijl & Knaap, 2004; RIVM LCI, 2007b).

Ziektegevallen bij mensen

Heel soms komt het er in Nederland een patiënt met brucellose voor: het gaat jaarlijks om 1 tot 6 patiënten; in 2016 ging het om 4 gevallen. De besmetting is meestal of in het buitenland zelf opgelopen of veroorzaakt door rauwmelkse zuivelproducten uit het buitenland (Uiterwijk et al., 2017a).

Conclusie

Brucella spp. veroorzaken ziektelast in landbouwhuisdieren, waarbij diervoeder (o.a. gras) een van de mogelijke besmettingsroutes is. De mens loopt brucellose op via voedsel (vooral rauwe melk, en zelden via onverhit vlees), maar meestal via andere routes. *Brucella* spp. en brucellose komen in Nederland echter niet endemisch voor, omdat Nederland officieel vrij is van deze zoönose. Hierdoor vormt deze pathogeen in Nederland op dit moment geen relevant gevaar voor de dier- en volksgezondheid. Het risico voor de dier- en volksgezondheid van brucellose in het algemeen en dat geassocieerd met diervoeder in het bijzonder kan in Nederland als zeer gering/verwaarloosbaar worden beschouwd.

Campylobacter spp.

Campylobacter komt voor bij verschillende diersoorten, en komt via hun feces terecht in het milieu, zoals grond en water (Kuhn et al., 2017). Er zijn meerdere soorten campylobacter, waarvan bij de mens voornamelijk *C. jejuni* tot ziektelast leidt, gevolgd door *C. coli* en in mindere mate andere *Campylobacter* spp. zoals *C. lari*, *C. upsaliensis* en *C. fetus* (Wagenaar et al., 2013). *C. jejuni* komt bij een groot aantal dieren voor, *C. coli* vooral bij varkens en kippen, *C. lari* bij watervogels en scheldieren en *C. upsaliensis* bij honden (RIVM LCI, 2006a). De ziekte die deze pathogeen bij dier en mens veroorzaakt is campylobacteriose.

Meldingsplicht

Campylobacteriose is veterinair alleen voor dierenartsen en onderzoeksinstellingen meldingsplichtig (maar niet bestrijdingsplichtig) volgens de Gwwd voor alle diersoorten. Bij mensen geldt de meldingsplicht alleen als er sprake is van een uitbraak (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

Bij veel diersoorten behoort *Campylobacter* tot de normale darmflora. Bij jonge zoogdieren veroorzaakt deze pathogeen vaak diarree, terwijl oudere dieren meestal symptomeloos drager zijn. Dit geldt niet voor schapen en geiten, daar kan abortus optreden in geval van campylobacteriose veroorzaakt door met name *C. jejuni* en *C. fetus* (RIVM, 2011; GD, 2018c). Ook kan een infectie met *C. fetus* bij runderen en schapen bacteriëmie veroorzaken, welke vaak minder goed te bestrijden blijkt (RIVM LCI, 2006a).

Diervoer als besmettingsbron

Campylobacter wordt vooral in verband gebracht met dierlijke bronnen en veel minder met plantaardige bronnen als het om ziektegevallen bij mensen gaat (EFSA BIOHAZ Panel, 2013a). Het is aannemelijk dat ditzelfde geldt voor overdracht van campylobacter naar dieren. *Campylobacter* overleeft slecht in droge omstandigheden blootgesteld aan lucht. Diervoeders worden daarom niet beschouwd als potentiële infectiebron van dieren (Newell & Fearnley, 2003; EFSA BIOHAZ Panel, 2008). Ook voor kippen is het voer is bijna nooit een bron van besmetting (EFSA BIOHAZ Panel, 2011). Toch constateren Franz et al. (2012) dat het veevoederbedrijf een significant effect had op de aanwezigheid van *Campylobacter* bij koppels vleeskuikens op het moment van aflevering naar het slachthuis. Onduidelijk is wat hier de oorzaak van is. Mogelijk dat *Campylobacter* in lage aantallen in diervoeder aanwezig is, dit bemoeilijkt de detectie in deze droge matrix. Of dat *Campylobacter* in een levensvatbare maar niet kweekbare staat (*viable but nonculturable*, VBNC) aanwezig is. (Klančnik et al., 2014). De precieze rol van deze VBNC in ziektelast is onduidelijk, maar er is bewijs dat VBNC *Campylobacter* infectieus kan zijn (Jones, 2001). Dieren lopen campylobacter op door contact met besmette feces, waarbij voer of water een vehikel kan zijn.

Voorkomen in diervoeder

Campylobacter wordt in het algemeen niet aangetroffen in diervoer (Franz et al., 2012). Ook werden in de periode 2013-2017 in de RASFF-database geen meldingen over *Campylobacter* in diervoeder geregistreerd (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Campylobacter komt vrij algemeen voor bij landbouwhuisdieren. In 2015 heeft de Nvwa op legpluimveebedrijven onderzoek gedaan naar het voorkomen van o.a. *Campylobacter* spp. Deze pathogeen werd op 82% van de bedrijven aangetroffen. Kippen zelf worden echter niet ziek van deze pathogeen (Uiterwijk et al., 2016). In 2016 werden bedrijven met melkproducerende kleine herkauwers bezocht. Van de melkgeitenbedrijven bleek 36% positief te zijn thermofiele *Campylobacter* (in mest), voor melkschaapbedrijven was dat 96% (Uiterwijk et al., 2017a). Van runderen zijn geen gegevens beschikbaar over de Nederlandse situatie. Uit gegevens gerapporteerd aan EFSA blijkt dat in Duitsland (2013-2014) de prevalentie op dierniveau rond de 0,5% schommelt. Ook blijkt uit analyse van de EFSA-gegevens uit diezelfde periode dat *Campylobacter* met name bij kalveren < 1 jaar voorkomt (BuRO, 2017). Hoewel deze pathogeen geregeld tot vaak op bedrijven met landbouwhuisdieren (pluimvee, kleine herkauwers) in Nederland voorkomt, komen ziektegevallen minder vaak voor. Uit gegevens van de GD op basis van monsternamen van verdachte gevallen, klinisch onderzoek en monitoring zijn in 2016 in Nederland maar enkele gevallen van campylobacteriose aangetroffen: 1 rund en 7 schapen. In 2015 waren dat 1 rund en 2 schapen. In 2015 en 2016 werden geen besmettingen bij geiten en varkens aangetroffen (GD, 2018c).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mens

Pluimvee is de belangrijkste besmettingsbron van de mens, gevolgd door rund. Voor pluimvee is bekend dat slechts 40% komt door het bereiden en/of consumeren van vlees (Uiterwijk et al., 2017b). Voor rund als bron van campylobacteriose is rauwe melk een relevante bron voor ziektelast (BuRO, 2018a). *C. jejuni* is bij de mens de meest voorkomende bacteriële ziekteverwekker, gevolgd door *C. coli* (RIVM LCI, 2006a). *Campylobacter* veroorzaakt een grote range aan ziekteverschijnselen, met milde klachten als gastro-enteritis en reactieve artritis tot ernstige klachten als Guillain-Barré-syndroom. Deze aandoening is chronisch, net als IBD (*inflammatory bowel disease*: inflammatoire darmziekte) en het Prikkelbare Darm Syndroom. Bij goede behandeling is de kans op sterfte matig (1:100 - 1:1.000). De ziektelast per 100 gevallen van campylobacteriose in Nederland is 5 DALY's (Mangen et al., 2018).

Ziektegevallen bij mensen

Het aantal aan levensmiddelen gerelateerde humane campylobacteriose ziektegevallen in Nederland in 2017 werd geschat op 28.000 (totaal ziektegevallen 67.000) (Mangen et al., 2018). De ziektelast die in 2017 toegeschreven werd aan via voedsel overgedragen campylobacteriose in Nederland bedroeg 1300 DALY. De totale ziektelast van deze zoönose bedroeg 3100 (Mangen et al., 2018).

Conclusie

Campylobacter komt geregeld voor bij landbouwhuisdieren (pluimvee, kleine herkauwers), maar veroorzaakt slechts beperkte ziektelast bij dieren. Diervoeder wordt hierbij niet als bron gezien. Het risico voor de dier- en volksgezondheid van *Campylobacter* overgedragen via diervoeder wordt hiermee als verwaarloosbaar beschouwd.

Clostridium botulinum

Clostridium botulinum is een obligaat anaerobe bacterie die algemeen voorkomt in grond, vooral in de vorm van sporen. *C. botulinum* stammen kunnen verschillende toxinen (A t/m G) vormen. Deze toxines worden als meest gevaarlijke natuurlijke toxines ter wereld beschouwd. Inname van het toxine veroorzaakt botulisme, een ernstige fatale vergiftiging.

Vorming van de toxines vindt plaats tijdens de groei van vegetatieve cellen. Sporen produceren geen toxine, maar kunnen na ontkieming tot vegetatieve cellen uitgroeien. (RIVM LCI, 2011b). Bacteriële sporen zijn zeer stabiel in het milieu en ontkiemen alleen onder gunstige omstandigheden, zoals contact met organisch materiaal. In goed kuilvoer vindt echter geen ontkieming plaats, net zoals in goed gedroogde producten zoals stro en hooi (De Jonge, 2016). Dit geldt voor alle sporevormers (clostridia en bacilli).

Meldingsplicht

Voor botulisme bij dieren geldt geen meldingsplicht volgens de Gwvd, humaan geldt wel een meldingsplicht volgens de Wpg (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

De gevoeligheid van verschillende diersoorten voor deze toxinen verschilt. Varkens zijn gevoelig voor type A, runderen en paarden voor type B, C, en D, schapen voor type C en D en vogels (watervogels en pluimvee) voor type C (Quinn et al., 2011).

Diervoer als besmettingsbron dier

Botulisme wordt opgelopen door inname van toxines. In zijn algemeenheid is de oorzaak van botulisme in dieren daarom diervoeder (EFSA BIOHAZ Panel, 2008). De oorzaak van de besmetting met botulismetoxinen bij runderen en paarden in Nederland is meestal contact (via voer /gras) met kadavers van pluimvee (type D) of watervogels (type C), en als het type B betreft ligt de oorzaak vaak bij slecht geconserveerd (kuil)voer (Holzhauer et al., 2009; Swanenburg et al., 2014; Zomer et al., 2014). Ook besmetting van kuilvoer wordt de laatste jaren vaker als mogelijke oorzaak van botulisme bij runderen genoemd, waarbij het specifiek gaat om in plastic verpakt, niet aangezuurd kuilvoer (Van Bokhorst-van de Veen et al., 2015).

Voorkomen in diervoeder

C. botulinum types B en/of C zijn geïsoleerd uit vochtig luzernehooi, grashooi, bierbostel en gemengd pluimveevoeder. Vanwege het vermogen van *Clostridium* spp. om in de bodem te overleven, kan bemesting van velden met gecontamineerde mest een reservoir voor *C. botulinum* in de boerderijomgeving creëren (Maciorowski et al., 2007). Gebruik van besmette (kippen)mest als bemesting van de wei, is beschreven als bron van botulisme bij rundvee (EFSA BIOHAZ Panel, 2008).

Als besmettingsbron van diervoer wordt *C. botulinum* voornamelijk in verband gebracht met (ruw)voedergewassen en kuilvoer of zanderige weiden die besmet zijn met sporen. Als het voer te vochtig is voordat het ingekuild wordt, kan de gisting door lactobacilli worden vertraagd waardoor er secundaire fermentatie door *Clostridium* spp. kan optreden (Maciorowski et al., 2007). Ook gebruik van verwelkt gras lijkt een risicofactor voor de vorming van toxines in kuilvoer (EFSA BIOHAZ Panel, 2008).

In de periode 2013-2017 werden er geen RASFF-meldingen gedaan van *C. botulinum* in diervoeder (EC, 2018a).

Ziektegevallen bij dieren

Bij dieren komt botulisme regelmatig voor in Nederland. Met name bij watervogels (bijna altijd type C), maar ook bij pluimvee, runderen, schapen en paarden (bijna altijd D, soms C) (Uiterwijk et al., 2017). Volgens de Gezondheidsdienst voor dieren (GD) worden jaarlijks zo'n 10 tot 20 rundveebedrijven getroffen, waarbij de besmette runderen bijna altijd komen te overlijden. Het gaat dan vaak om type C of D, een type waar de mens (bijna) niet gevoelig voor is, maar ook type B komt in Nederland voor. Paarden zijn met name gevoelig voor type B, maar ook voor C en D. Daarnaast toont recent onderzoek uit Egypte aan dat gezond vee (rund, buffel, schaap en geit) drager kan zijn van *C. botulinum* (20% prevalentie), waarbij ook type A werd aangetroffen (Abdel-Moein & Hamza, 2016).

In Duitsland zou chronisch botulisme al langere tijd voor problemen bij rundvee zorgen, en ook bij sommige veehouders tot ernstige klachten, soms fataal, leiden (Böhnel et al., 2001). Resultaten over het aantreffen van *C. botulinum* als oorzaak van het zieke vee zijn echter tegenstrijdig (Krüger et al., 2012; Seyboldt et al., 2015). Een case controle onderzoek kon echter niet bevestigen dat de oorzaak van het vermoedelijke chronische of viscerale botulisme *C. botulinum* is. Wel werd duidelijk dat zowel bij de vermoedelijke chronische botulisme gevallen als bij gezond rundvee *C. botulinum* voorkomt (Fohler et al., 2016).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mens

De mens is gevoelig voor toxine type A, B en E (zelden F). Mensen lopen botulisme op door consumptie van voedsel waarin zicht botulinetoxine heeft gevormd. Van de levensmiddelen van dierlijke oorsprong waarbij diervoeder mogelijk een rol in de ziektelast bij de mens zou kunnen spelen, wordt zuivel en eieren niet als risico gezien (BuRO, 2017;2018a). Hoewel vlees wel wordt genoemd als bron van ziektelast bij de mens (FDA, 2012), worden de meeste ziektegevallen in de VS echter veroorzaakt door vis of groenten (CDC NORs, 2017). Verder is het type dat bij landbouwhuisdieren in Nederland het meest voorkomt (type C en D), humaan niet relevant. Alleen voor type B, dat niet vaak bij landbouwhuisdieren in Nederland wordt aangetroffen, is de mens gevoelig (Uiterwijk et al., 2016; Uiterwijk et al., 2017a)

Er is in Duitsland echter een onderzoek uitgevoerd waarin zowel melkkoeien als boeren en hun gezin werden onderzocht op *C. botulinum* en diervoeder mogelijk een direct bron van de mens zou kunnen zijn. In dit onderzoek werd bij de dieren vaak type A aangetroffen in de mest, terwijl bij de boeren of hun gezinsleden (1 baby, 3 volwassenen, allen met symptomen van infantiel//visceraal botulisme), type E werd aangetroffen. Ditzelfde type werd in een aantal diervoeder monsters

aangetoond. De onderzoekers suggereerden dat het diervoer de bron van besmetting van de mens zou zijn geweest (Krüger et al., 2012).

Ziektegevallen bij mensen

Humaan komt botulisme in Nederland heel weinig voor. In de periode 2000-2009 betrof het 16 patiënten. In de periode 2010-2016 werd in 2012 bij twee baby's infantiel botulisme vastgesteld (Aalten et al., 2011; Maassen et al., 2012; Graveland et al., 2013; Zomer et al., 2014; Zomer et al., 2015) en in 2016 werd botulisme bij twee volwassen patiënten vastgesteld, waarvan zalm in een van de gevallen de vermoedelijke bron was (Uiterwijk et al., 2016; Uiterwijk et al., 2017a). Gegevens over de besmettingsbron van de overige patiënten is niet bekend.

Conclusie

C. botulinum veroorzaakt botulisme in landbouwhuisdieren waarbij over het algemeen diervoeder (kuilvoer (type B) of met mest/kadavers besmet gras/kuil (type C, D) de bron is. Ook in Nederland komt botulisme voor, met name bij runderen en pluimvee. Het betreft vaak type C en D, waar de mens ongevoelig voor is, en in mindere mate type B, dat humaan wel relevant is. Humaan veroorzaakt botulisme ernstige ziektelast, maar in Nederland komen ziektegevallen zelden voor. Zuivel en eieren worden niet als risico beschouwd, alleen vlees kan als mogelijke besmettingsroute worden gezien.

In Nederland is botulisme veroorzaakt door besmet diervoeder wel een relevant gevaar voor de diergezondheid met een niet te verwaarlozen risico. Dit gevaar wordt echter niet doorgegeven aan de mens, zodat het risico veroorzaakt door diervoeder op de volksgezondheid in Nederland als erg laag/verwaarloosbaar wordt beschouwd.

Clostridium perfringens

Het geslacht *Clostridium* behoort, net als het geslacht *Bacillus* tot de *Bacillaceae*. *C. perfringens* is een anaerobe, maar aerotolerante, sporenvormende bacterie die toxine kan produceren en niet-pathogene soorten komen algemeen in het milieu en het spijsverteringskanaal van dier en mens voor. *C. perfringens* stammen worden, afhankelijk van hun vermogen om één of meer van de vier 'major' toxines te vormen, onderverdeeld in verschillende types (A - E) (Brynstad & Granum, 2002). Naast de 'major' toxines vormt *C. perfringens* ook een aantal 'minor' toxines, waarvan het enterotoxine (CPE) er een is. Hoewel enterotoxine productie bij alle *C. perfringens* types voorkomt, bevatten met name type A stammen vaak het gen dat hiervoor codeert, en typen B, C, D en E in mindere mate (FDA, 2012).

Ziektelast wordt veroorzaakt door cellen of sporen die in de darmen (ontkiemen en) uitgroeien en vervolgens sporuleren, waarbij toxine in de darmen vrijkomt.

Meldingsplicht

Er bestaat veterinaire meldingsplicht voor *C. perfringens* (Gwwd), humaan dienen alleen voedselgerelateerde uitbraken te worden gemeld (Wpg) (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

C. perfringens komt voor in de normale darmflora van dieren, en wordt beschouwd als opportunistisch pathogeen. Ziekte treedt alleen op als de normale darmflora van het dier aangetast is (Maciorowski et al., 2007).

Type A-stammen van *C. perfringens* komen bij veel dieren voor in de darmen. Het *C. perfringens*-enterotoxine (CPE) van type A stammen is het belangrijkste toxine dat via voedsel overgedragen ziektelast veroorzaakt door *C. perfringens*. Ook is het geassocieerd met niet-voedselgerelateerde diarreeziekte bij verschillende dieren. *C. perfringens* produceert ook een necrotiserend toxine dat geassocieerd wordt met necrotische enteritis (een acute enterotoxemie) bij pluimvee, colitis bij paarden en diarree bij varkens (Stämpfli, 2018).

Infectie met *C. perfringens* typen B en C veroorzaakt ernstige enteritis, dysenterie, toxemie en hoge mortaliteit bij jonge lammeren, kalveren, varkens en veulens. Typen B en C produceren beide het sterk necrotiserende en dodelijke bèta toxine dat verantwoordelijk is voor ernstige darmbeschadiging. Dit toxine is gevoelig voor proteolytische enzymen en ziekte is geassocieerd met remming van proteolyse in de darm. Type C veroorzaakt ook enterotoxemie bij volwassen runderen, schapen en geiten (Stämpfli, 2018).

C. perfringens type D veroorzaakt enterotoxemie bij schapen. Het wordt minder vaak gezien bij geiten en zelden bij rundvee. Het treft met name jonge dieren. Bij volwassen schapen behoort deze pathogeen vaak tot de normale darmflora, wat de bron is van infectie van de lammeren. Het

belangrijkste toxine is epsilontoxine. Dit toxine veroorzaakt vasculaire schade, met name in capillairen van de hersenen (Stämpfli, 2018).

Type E-stammen van *C. perfringens* produceren het iota toxine dat ernstige enteritis bij kalveren en schapen veroorzaakt (Uzal et al., 2010; Quinn et al., 2011).

Diervoer als besmettingsbron

Vanwege de overvloedige aanwezigheid van *C. perfringens* in de omgeving en in het darmkanaal van vee (75% tot 95% van de slachtkuikens) en het feit dat naast aanwezigheid van de bacterie ook andere factoren een rol spelen bij aan *C. perfringens* geassocieerde ziekten, staat de betekenis van voercontaminatie door deze bacterie ter discussie (EFSA BIOHAZ Panel, 2008).

Voorkomen in diervoer

C. perfringens komt voor in de grond en kan op die manier diervoeders zoals wortelgewassen besmetten (EFSA BIOHAZ Panel, 2008; Liebana & Hugas, 2012). Ook komt deze pathogeen voor in slecht ingekuilde diervoeders (Maciorowski et al., 2007).

Onder de overige diervoeders hebben de dierlijke eiwitbronnen en mengvoeders de hoogste frequentie van besmetting en ook de hoogste aantallen *C. perfringens* en een hogere prevalentie van toxigene stammen (EFSA, 2008). Dit komt omdat *C. perfringens* een aantal aminozuren nodig heeft die wel in dierlijke bronnen voorkomen maar die de bacterie niet zelf kan produceren (Andersson et al., 1995). *C. perfringens* is aangetoond in mengvoeders (tot 10^3 kve/g) en in gepelleteerd diervoeder. Als sporenvormer overleeft *C. perfringens* het productieproces van dit type voer (Maciorowski et al., 2007).

Er is weinig tot geen correlatie tussen aantallen *C. perfringens* in rauwe ingrediënten en mengvoer (meel of pellets) dat daaruit bereid wordt. Contaminatie van mengvoer met *C. perfringens* wordt niet effectief beheerst door de hitte en druk die toegepast wordt bij conventionele pelleteermethoden en contaminatie kan ook optreden tijdens het mengen (EFSA BIOHAZ Panel, 2008). Bij te langzaam afkoelen kunnen vegetatieve cellen uitgroeien en bij voldoende hoge concentratie toxinen produceren. Dit is echter niet zo relevant aan gezien *Clostridium* spp. ook in de darm van dieren kunnen groeien en toxinen produceren.

In de periode 2013-2017 waren er 4 RASFF-meldingen van *C. perfringens* in diervoeder (voormengsels). Tweemaal betrof het vismeel (uit Servië), 1 maal varkensbotten met vlees (uit Italië) en 1 maal bevroren compleet voer voor gezelschapsdieren (uit het VK; EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

In Nederland vormen clostridium-infecties al geruime tijd een belangrijke doodsoorzaak bij schapen en geiten. Enterotoxemie is hierbij de meest voorkomende clostridium-infectie bij schapen. Ook bij melkgeiten komt deze ziekte geregeld in Nederland voor. Bij jonge kalfjes wordt *C. perfringens* geregeld (54%) in de feces aangetroffen (Van Bokhorst-van de Veen et al., 2015; GD, 2018c).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mens

Bij mensen komen aan voedsel gerelateerde uitbraken veroorzaakt door *C. perfringens* (alleen type A) algemeen voor en leiden tot milde klachten (gastro-enteritis gekenmerkt door zelflimiterende diarree) leiden, waarbij de kans op sterfte laag is (<1:1.000) (Brynstad & Granum, 2002; Van Kreijl & Knaap, 2004). De belangrijkste bronnen van voedselvergiftiging door *C. perfringens*-toxine zijn levensmiddelen met of op basis van dierlijk eiwit. Zuivel en eieren worden echter niet als risicoproduct beschouwd (BuRO, 2017;2018a). Hoewel *C. perfringens* type A bij pluimvee tot ziektelast leidt, dragen deze stammen zelden het CPE-gen bij zich (Nowell et al., 2010). Pluimveevlees is daarom geen gebruikelijke bron van voedselvergiftiging (BuRO, 2018a). Roodvlees wordt echter wel als risicoproduct voor *C. perfringens* voedselvergiftiging beschouwd (BuRO, 2015). De ziektelast per 100 infecties in Nederland is 0,1 DALY (Mangen et al., 2018).

Ziektegevallen bij mensen

De aan levensmiddelen gerelateerde humane ziektegevallen in 2017 is geschat op 155.000 (totaal aantal ziektegevallen 171.000) (Mangen et al., 2018). De voedselgerelateerde ziektelast van *C. perfringens* in Nederland werd in 2017 op 180 DALY's geschat, de totale ziektelast op 200 DALY's. Rund en lamsvlees dragen daar met 85 DALY's aan bij (Mangen et al., 2018).

Conclusie

C. perfringens veroorzaakt ernstige ziekte in verschillende landbouwhuisdiersoorten, ook in Nederland is *C. perfringens* een belangrijke doodsoorzaak bij kleine herkauwers. Humaan is voedsel de belangrijkste besmettingsroute, waarvan alleen rundvlees als relevante bron wordt beschouwd. Voor dieren bestaat echter twijfel over de bijdrage van diervoeders aan de besmetting van ziektegevallen. Op grond hiervan wordt aanwezigheid van *C. perfringens* in diervoeders niet als een groot risico gezien voor de dier- en volksgezondheid.

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes kan worden aangetroffen bij dieren, planten, in grond en in water en komt in veel soorten omgevingen voor, zij het in lage aantallen (Van Bokhorst-van de Veen et al., 2015; RIVM LCI, 2016). Het is een facultatief anaerobe bacterie, die dus zowel met als zonder zuurstof kan groeien. Daarnaast is het een vrij resistente bacterie die onder verschillende moeilijke condities standhoudt of zelfs groeit (lage temperatuur, hoge zout concentratie, lage pH (pH 4,3) (Driehuis et al., 2018). De pathogeen veroorzaakt listeriose, een ziekte die zowel bij dier als mens voorkomt.

Meldingsplicht

Listeriose is veterinair aangifteplichtig voor dierenartsen en onderzoeksinstellingen voor alle diersoorten volgens artikel 100 van de Gwvd; humaan is deze aandoening sinds 2008 meldingsplichtig volgens de Wpg, ook voor een enkele patiënt (RIVM LCI, 2016; Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

Hoewel dieren zijn vaak symptoomloos drager (RIVM LCI, 2016), veroorzaakt *L. monocytogenes* ernstige systemische infecties bij verschillende landbouwhuisdieren. Bij herkauwers uitend infecties met *L. monocytogenes* zich als encefalitis (hersenenontsteking), abortus, sepsis (bloedvergiftiging) of endoftalmitis (ontsteking in de oogbol, ook wel "silage eye" genoemd). Bij schapen en geiten kan sterfte als gevolg van hersenvliesontsteking optreden (RIVM; GD, 2015). Gevoeligheid voor infectie met *L. monocytogenes* wordt toegeschreven aan een verminderde cellulaire immuniteit die in verband gebracht wordt met gevorderde dracht. Ook kan bij herkauwers mastitis (uierontsteking) voorkomen en kan de bacterie in de melk uitgescheiden worden, maar is zeldzaam. *L. monocytogenes* kan ook sepsis veroorzaken in varkens en pluimvee. In varkens kan de bacterie abortus, en encefalitis veroorzaken (Quinn et al., 2011).

Diervoer als besmettingsbron

L. monocytogenes wordt vaak als voeder overgedragen pathogeen beschouwd bij herkauwers, maar overdracht vindt ook plaats door contact met geïnfecteerde dieren. Ziekte last geassocieerd met voeder zijn encefalitis en abortus, terwijl endoftalmitis wordt geassocieerd met direct contact met kuilvoer. Daarnaast is bekend dat door vreten van besmet voer, *L. monocytogenes* wordt uitgescheiden in de feces van dieren, zowel bij asymptomatische dragers als bij klinisch zieke dieren (Driehuis et al., 2018).

Er is een link gelegd tussen slechte kwaliteit (aeroob bederf) kuilvoer en gevallen van listeriose in landbouwhuisdieren (rundvee, schapen en geiten). Als melkvee gevoerd wordt met kuilvoer met een pH van 4 of hoger is het risico op aanwezigheid van *L. monocytogenes* in de melk ook hoger (Wagner et al., 2005; EFSA BIOHAZ Panel, 2008). Er zijn ook uitbraken van listeriose bij dieren beschreven waar diervoeder als bron werd aangewezen. Het betreft o.a. een uitbraak bij schapen die gerelateerd kon worden aan met *L. monocytogenes* besmet kuilgras (100.000 kve/gram) (Wagner et al., 2005).

Voorkomen in diervoeder

L. monocytogenes komt algemeen voor in de boerderij omgeving, zoals in grond, oppervlaktewater, plantaardig materiaal en feces van mens en dier (RIVM LCI, 2016; Driehuis et al., 2018). De initiële besmetting van het voer kan vanuit de omgeving plaatsvinden, bijvoorbeeld via grond. Om ziekte te kunnen veroorzaken zijn echter iets hogere aantallen nodig, zodat vaak groei nodig is in zowel voer (dier) als voedsel (mens).

Kuilvoer is een bekende bron van *L. monocytogenes* besmetting op de boerderij. *L. monocytogenes* kan kuilvoer besmetten vanuit de omgeving (bijvoorbeeld grond) en kan zich er in vermenigvuldigen als het kuilvoer van slechte kwaliteit is en een hoge pH heeft (> 5,5) (Hinton, 2000; Quinn et al., 2011). Onder deze omstandigheden kan het bacterie-aantal 10^4 - 10^6 kve/g kuilvoer bereiken. In kuilvoer van goede kwaliteit wordt de groei van *Listeria* geremd door het zuur

dat tijdens fermentatie gevormd wordt (Quinn et al., 2011; Driehuis et al., 2018). *L. monocytogenes* kan echter lange tijd (enkele jaren) overleven onder condities die geen groei toelaten, ook in kuilvoer van goede kwaliteit. De mate van overleving hangt echter sterk af van de zuurgraad en de mate van anaerobiose. Bij goed anaerobe omstandigheden sterft deze pathogeen snel af (Maciorowski et al., 2007; RIVM LCI, 2016; Driehuis et al., 2018; GD, 2018c).

Ook in andere diervoeders en grondstoffen daarvan wordt *L. monocytogenes* wel aangetroffen. In een studie van (Blank et al., 1996) bleek in de grondstof (*mash*) van gepelleteerd pluimveevoer veelvuldig (27%) *Listeria* spp. voor te komen. Na adequate verhitting niet meer, maar niet alle methodes bleken tot een volledige reductie te komen. In een studie uitgevoerd door (Whyte et al., 2003) werd zowel in de grondstof (8%) als na het verhittingsproces van gepelleteerd pluimveevoer *Listeria* spp., waaronder *L. monocytogenes* aangetroffen. Het bleek dat de omgeving in de mengvoederfabriek besmet was met *Listeria* spp. (Whyte et al., 2003), hetgeen suggereert dat recontaminatie van gepelleteerd diervoer op kan treden (EFSA BIOHAZ Panel, 2008).

De prevalentie van *L. monocytogenes* in diervoeder dat een lage wateractiviteit heeft (laag gehalte vrij water) zoals hooi of graankorrels is erg laag en de aantallen zullen waarschijnlijk geen niveau bereiken die schadelijk zijn voor dieren.

In de periode 2013-2017 werden er in de RASFF-database geen meldingen van *L. monocytogenes* in diervoeder gedaan (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

In 2016 werden in Nederland door de NVWA en het RIVM geiten- en schapenmelkveebedrijven bezocht om de prevalentie van pathogenen (in mest) op deze bedrijven te bepalen. *L. monocytogenes* werd aangetroffen op 9% van de geiten- en 17% van de schapenbedrijven (Opsteegh et al., 2011). Bij schapen en geiten in Nederland wordt listeriose steeds vaker waargenomen en sterfte, als gevolg van hersenvliesontsteking, kan oplopen tot 30% (RIVM, 2011b; GD, 2015). In de periode 2014 - 2015 trof de Gezondheidsdienst voor dieren (GD) na sectie 15 keer *Listeria* aan bij runderen. In 2016 betrof dat 12 runderen en in 2017 waren dat er 9. De bron was meestal slecht geconserveerde graskuil (GD, 2018c).

Overdracht naar en ziektebeeld mens

Humane listeriose is een voedsel overgedragen ziekte, waarbij verpakte verhitte vleesproducten, verpakte gerookte vis en zachte kazen als belangrijkste bron worden gezien (EFSA BIOHAZ Panel, 2013b). Op de genoemde vleesproducten is *L. monocytogenes* vooral afkomstig van nabesmetting, dan dat ze uit de vleesketen zelf komt. Dit geldt ook voor zuivelproducten die industrieel zijn bereid. In boerderij- en rauwmelkse zuivelproducten komt de *L. monocytogenes* besmetting echter wel vanuit het dierlijk reservoir. De meest waarschijnlijke besmettingsroute van melk door *L. monocytogenes* is via feces of stalmateriaal besmet met feces (Van Bokhorst-van de Veen et al., 2015). Een andere route is die waarin *Listeria* direct in de melk wordt uitgescheiden, wel tot 3 jaar na infectie (Claeys et al., 2013; Driehuis, 2013; RIVM LCI, 2016). Ook subklinische mastitis kan een route zijn, maar mastitis veroorzaakt door *L. monocytogenes* komt niet vaak voor (Driehuis, 2013).

Bij mensen verloopt de infectie vaak zonder symptomen of met milde klachten (gastro-enteritis); ernstige ziekteverschijnselen die door *L. monocytogenes* worden veroorzaakt zijn hersen- en hersenvliesontsteking, sepsis en abortus. Van de patiënten met ernstige ziekteverschijnselen heeft het merendeel (> 93%) last van ernstig onderliggend lijden en/of gebruikt immuunsuppressiva en/of maagzuurremmers, of het betreft een zwangerschap (ongeboren vrucht). De kans op sterfte bij deze groep is hoog (> 1:100) (Van Kreijl & Knaap, 2004), en lag de afgelopen jaren (2006 - 2014) in Nederland tussen 5 en 31% (Friesema et al., 2015; Friesema et al., 2016; RIVM LCI, 2016). De ziektelast per 100 gevallen van listeriose in Nederland is 200 DALY's (Mangen et al., 2018).

Ziektegevallen bij mensen

In 2016 werden 96 patiënten met listeriose gemeld (Uiterwijk et al., 2017a). De jaarlijkse incidentie in Nederland is 0,3 per 100.000 inwoners (RIVM, 2018b). De aan levensmiddelen gerelateerde humane ziekte gevallen in 2017 is door experts geschat op 80 (totaal 120) (Mangen et al., 2018). De ziektelast die in 2017 toegeschreven werd aan *L. monocytogenes* in zuivel bedroeg 47 DALY's. De totale ziektelast aan levensmiddelen toegeschreven veroorzaakt door *L. monocytogenes* was 190 DALY's, en het totaal aan ziektelast veroorzaakt door deze pathogeen in Nederland kwam op 280 DALY's (Mangen et al., 2018).

Conclusie

L. monocytogenes veroorzaakt bij mens en dier ernstige ziektelast, met fatale afloop, ook in Nederland. Kuilvoer is een bekende bron van besmetting van vee met *L. monocytogenes*, naast direct contact met geïnfecteerde dieren. Overdracht naar de mens vindt alleen plaats via boerderij- en rauwmelkse zuivel (zachte kaas). Ziektelast geassocieerd met kant-en-klare vleesproducten of gepasteuriseerde zuivelproducten is afkomstig van na-besmetting uit een niet aan de boerderij gelieerde procesomgeving. Diervoeder vormt dus met betrekking tot *L. monocytogenes* zowel voor de dier- als volksgezondheid in Nederland een niet verwaarloosbaar risico.

Mycobacterium bovis

Mycobacteriën zijn een groep van aerobe, niet-sporevormende, onbeweeglijke staafvormige bacteriën. Door een hoog lipidegehalte in de celwand laten ze een opgenomen kleurstof moeilijk los, ook onder invloed van zuur. Vandaar dat mycobacteriën ook wel zuurvaste staafjes worden genoemd. *M. bovis* is een pathogene mycobacterie die behoort tot het *Mycobacterium tuberculosis*-complex van het genus *Mycobacterium* (Quinn et al., 2011). Runderen zijn de belangrijkste gastheer voor *M. bovis*. Deze pathogeen veroorzaakt zowel bij dier als mens ziekte.

Meldingsplicht

Tuberculose veroorzaakt door *M. tuberculosis*-complex is voor alle zoogdieren en ook humaan aangifte- en bestrijdingsplichtig volgens de Gwwd, respectievelijk de Wpg (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

M. bovis is de verwekker van rundertuberculose. Net als tuberculose bij de mens is rundertuberculose vrijwel altijd een granulomateuze ontsteking van de longen en/of long-lymfeklieren. Verspreiding van de bacterie tussen dieren vindt dan ook voornamelijk plaats via de aerogene route (WBVR, 2018). De meeste besmettingen verlopen zonder symptomen. Klinische verschijnselen treden pas in een later stadium op, en kunnen bestaan uit hoesten, vermagering en verminderde melkproductie.

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

De besmettingsroute voor runderen is voornamelijk respiratoir (via lucht, longen). In een review van O'Reilly & Daborn (1995) worden echter een aantal studies aangehaald waarbij rundvee oraal werd besmet (al dan niet experimenteel) en werd geïnfecteerd. Dassen, bron van *Mycobacterium* spp., kunnen grasland besmetten met *M. bovis* via feces en urine (O'Reilly & Daborn, 1995; De Jonge, 2016) waardoor grazende landbouwhuisdieren de bacterie via weidegang binnen kunnen krijgen. In het review van O'Reilly & Daborn (1995) wordt echter genoemd dat rundvee dat werd geïnfecteerd via sterk door dassen excreta besmet voer (gras, hooi), de besmettingsroute toch vooral respiratoir was.

Voorkomen in diervoeder

M. bovis kan op voedergewassen (o.a. gras) aanwezig zijn door besmetting met urine en feces van geïnfecteerde dieren (rundvee, wild). *M. bovis* kan enige tijd overleven in het milieu, maar verdraagt blootstelling aan zon slecht (O'Reilly & Daborn, 1995). Kuilvoer gemaakt van besmet ruw materiaal zou mogelijk een bron van *M. bovis* kunnen zijn. Direct bewijs is er niet, maar deze pathogeen zou in kuilvoer moeten kunnen overleven en in minder goed beheerste omstandigheden kunnen uitgroeien (Driehuis et al., 2018).

In de RASFF-database werden in de periode 2013-2017 geen meldingen gedaan van *M. bovis* in diervoeders (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Nederland is officieel vrij verklaard van rundertuberculose sinds 1999 (Aalten et al., 2010; De Vries et al., 2015). Rundertuberculose wordt in Nederland nog wel eens aangetroffen bij landbouwhuisdieren, waarbij het gaat om runderen uit het buitenland (Uiterwijk et al., 2017a). In de EU werden in 2016 en 2017 respectievelijk 134 en 133 gevallen van rundertuberculose vastgesteld (ca 2/3 van de gevallen in Frankrijk).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

Niet alleen runderen, ook de mens en andere diersoorten zijn gevoelig voor deze bacterie (Aalten et al., 2010). Transmissie van runderen naar mensen is mogelijk. De klachten veroorzaakt door *M. bovis* bij mensen zijn ernstig (extrapulmonale -buiten de longen- tuberculose); gegevens over kans op sterven zijn onbekend (Van Kreijl & Knaap, 2004).

Overdracht van *M. bovis* van dier naar mens gaat bijna altijd via besmette rauwe melk of kaas; zelden gaat dit via de lucht, zoals bij *M. tuberculosis* wel het geval is (Uiterwijk et al., 2017a). *M. bovis* wordt direct in de melk uitgescheiden of komt via besmetting door feces of vanuit de omgeving in melk terecht (Claeys et al., 2013). In geval van verdenking en vastgestelde besmetting van runderen worden maatregelen genomen om overdracht naar mensen via zuivel te beperken.

Ziektegevallen bij mensen

In Nederland wordt tuberculose bij de mens in circa 1 tot 1,5% van de gevallen veroorzaakt door *M. bovis* (Uiterwijk et al., 2017a). In 2016 zijn er twaalf meldingen gedaan van *M. bovis*-infecties. In de periode 1993-2016 zijn in totaal 332 meldingen gedaan van tuberculose veroorzaakt door *M. bovis*, gemiddeld veertien per jaar. Ook reactivering van oudere infecties komt voor (RIVM LCI, 2014).

Conclusie

Dieren, vooral runderen, worden ziek van *M. bovis* en lopen de infectie vooral respiratoir maar mogelijk ook via diervoeder (gras) op. Overdracht van *M. bovis* op de mens komt voor, en verloopt vooral via voedsel (ongepasteuriseerde melk of kaas). Nederland is vrij verklaard (dierziektevrij-status) van *M. bovis*, maar *M. bovis* komt wel voor in Europa (Frankrijk) en daarbuiten. In Nederland wordt *M. bovis* af en toe gezien bij geïmporteerde dieren, en af en toe bij mensen waarbij de bron over het algemeen naar het buitenland te herleiden is. Met handhaving van het huidige beleid is *M. bovis* in het algemeen en geassocieerd met diervoeder in het bijzonder geen relevant gevaar en dus geen risico voor de dier- en volksgezondheid.

Salmonella (enterica)

Salmonella kan aanwezig zijn in water, aarde, diervoeder, planten en komt voor in het spijsverteringskanaal van veel diersoorten. *Salmonella* behoort tot de familie van *Enterobacteriaceae*. *Salmonella* spp. zijn meestal beweeglijk. Van het geslacht *Salmonella* zijn meer dan 2.500 verschillende, op somatische (O) en flagellaire (H) antigenen gebaseerde, serotypes bekend. Daarom wordt veelal het serotype als naam gebruikt. Het geslacht *Salmonella* bestaat uit twee soorten, *Salmonella enterica* en *Salmonella bongori* (Agbaje et al., 2011). *Salmonella bongori* is sinds 2005 een status als aparte species van het genus *Salmonella*. Deze risicobeoordeling betreft de non-typhoïde *S. enterica* serotypes. De meeste *Salmonella enterica* serotypes komen zowel bij dieren als bij mensen voor. De ziekte die door *Salmonella* wordt veroorzaakt wordt salmonellose genoemd.

Meldingsplicht

Veterinair geldt een aangifteplicht en bestrijdingsplicht volgens de Gwwd voor *S. Arizonae*, *S. Gallinarum* en *S. Pullorum* in pluimvee (artikel 15). Verder is volgens dezelfde wet meldingsplicht voor alle *Salmonella* spp. voor dierenartsen en onderzoeksinstituten voor alle diersoorten (artikel 100). Salmonellose is humaan alleen meldingsplichtig als het om een uitbraak gaat van twee of meer gevallen met een onderlinge relatie wijzend op voedsel of drinkwater als bron volgens de Wpg (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

Salmonella enterica serotypes die van klinische belang zijn voor een grote groep van landbouwhuisdieren zijn *S. Typhimurium* en *S. Enteritidis*. Zij kunnen enterocolitis (dunne en dikke darm ontsteking) en bloedvergiftiging veroorzaken. Koeien kunnen ernstig ziek worden van een *Salmonella*-infectie, waarbij *S. Dublin* en *S. Typhimurium* de belangrijkste verwekkers zijn. Vaak treedt sterfte op (bij 80% van de besmette bedrijven). Vaak verloopt de infectie echter symptomloos. Een deel van de koeien die een *Salmonella*-infectie heeft gehad, blijft drager, waardoor *Salmonella* op het bedrijf blijft circuleren. Varkens kunnen ziek worden van *S. Choleraesuis*. *Salmonella* Brandenburg kan abortus in schapen veroorzaken. *Salmonella* Arizonae, *S. Gallinarum* en *S. Pullorum* kunnen ernstige infecties bij pluimvee veroorzaken (Quinn et al., 2011), terwijl een *S. Enteritidis*-infectie vaak subklinisch verloopt. *Salmonella* kan bij pluimvee overgebracht worden via verticale transmissie (Bolder et al., 2015).

Diervoeder als besmettingsbron dier

Infectie van dieren met *Salmonella* verloopt via de fecaal-orale route, zoals met mest besmet voer, water, melk. Uit diverse studies blijkt dat voedermiddelen van zowel plantaardige als dierlijke oorsprong met *Salmonella* besmet kunnen zijn (EFSA BIOHAZ Panel, 2008; De Jonge, 2016).

Diverse grote uitbraken van *Salmonella*-infecties bij dieren waren terug te leiden naar besmet diervoeder (Crump et al., 2002; VKM, 2006; Jones, 2011) (voorbeelden in tabel 5.2).

In de keten diervoedergewassen kan ruwvoer al tijdens de teelt (primaire productie) fecaal besmet worden door *Salmonella*. Er is een positieve correlatie tussen de besmetting van diervoeder ingrediënten met *Salmonella* en het mengvoer dat daaruit samengesteld wordt (EFSA BIOHAZ Panel, 2008). Besmettingsroutes zijn bemesting met dierlijke mest, ook die afkomstig van landbouwhuisdieren zelf in geval van weidegang, vogels, ongedierte, fecaal besmet irrigatiewater of door overstroming van sloten of het riool (De Jonge, 2016). Diervoeder kan ook tijdens opslag op het veebedrijf besmet raken met feces van knaagdieren en uitwerpselen van vogels, waarin *Salmonella* aanwezig kan zijn (Daniels et al., 2003). Een bedrijf kan ook besmet raken door aankoop van besmet vee of mest (Van Bokhorst-van de Veen et al., 2015; GD, 2018c).

De belangrijkste bronnen zijn oliehoudende zaden en afgeleide producten (bijvoorbeeld sojameel) en dierlijke eiwitten (bijvoorbeeld vismeel) (Liebana & Hugas, 2012; De Jonge, 2016). Sojabonen kunnen tijdens de teelt besmet raken met *Salmonella*. *Salmonella* wordt niet alleen op de bonen zelf aangetroffen, maar is ook aanwezig in het sojabonen-stof in aangevoerde partijen sojabonen. Door adequaat toepassen van op HACCP gebaseerde productieprocessen is het echter mogelijk *Salmonella*-vrij sojameel te produceren (Wierup & Kristoffersen, 2014).

In de literatuur zijn een aantal studies beschreven die een verband leggen tussen contaminatie van diervoeders met *Salmonella* en salmonellose in landbouwhuisdieren (tabel 5.2) (Crump et al., 2002; VKM, 2006; EFSA BIOHAZ Panel, 2008; Jones, 2011).

Tabel 5.2. Voorbeelden van salmonellose in landbouwhuisdieren gelinkt aan diervoeder (Crump et al., 2002; VKM, 2006; Jones, 2011).

Serotype	Diervoeder	Diersoort	Land	Referentie
Anatum	Kuilgras	Rundvee	USA	Glickman et al., 1981
California	Turkey feed concentrate	Kalkoen	ENG	Hugh-Jones et al., 1975
Infantis	Onbekend	Rundvee	FIN	Lindqvist et al., 1999
Mbandaka	Feed	Rundvee	ENG	Jones et al., 1982
Menhaden	Mengvoer	Rundvee	VS	Anderson et al., 1997
Newport		Rundvee	ENG	Richardson, 1975
Ohio	Feed	Paard	VS	Walker et al., 1995
Tennessee	Feed	Varken	FIN	Haggblom, 2009
Thomasville	Kippenvoer	Kalkoen en kip	VS	Boyer et al., 1962

Ook is aangetoond dat vermindering van de *Salmonella*-besmetting van het voer de aanwezigheid van *Salmonella* in en op de varkens verlaagt (Berge & Wierup, 2012).

De 10 meest frequent aangetroffen serotypes van de *Salmonella* isolaten (n = 568) die in Nederland in de periode 2008-2012 in diervoeder (voedermiddelen en mengvoeders) aangetroffen werden zijn: Senftenberg, Mbandaka, Livingstone, Rissen, Agona, Cubana, Tennessee, Enteritidis, Havana, en Panama.

Voorkomen in diervoeder

In Nederland werd in de periode 2015-2017 in 0,5 tot 1,5% van de in totaal bijna 55.000 geanalyseerde voedermiddelen *Salmonella* aangetroffen. Prevalentiedata uit 2008-2012 geven hetzelfde beeld (Yassin et al., 2015; De Jonge, 2016). Oliehoudende zaden (vooral koolzaad, soja(boon) en zonnebloem) hadden de hoogste prevalenties, gevolgd door kanen (*greaves*), vismeel en bijproducten van mais (Yassin et al., 2015; De Jonge, 2016; EFSA, 2018a).

In de EU was de prevalentie van *Salmonella* in voedermiddelen in de periode 2012-2016 tussen de 1 en 5% (De Jonge, 2016; EFSA & ECDC, 2017; EFSA, 2018a).

Voor *Salmonella* in mengvoer zijn op nationaal niveau geen eenduidige prevalentiegegevens. Er kan echter geconcludeerd worden dat de prevalentie in Nederland laag is: in de periode 2015-2017 kon in maximaal 0,2% van industrieel geproduceerd mengvoeders voor alle landbouwhuisdieren in Nederland *Salmonella* worden aangetoond. Verhit pluimveevoer heeft een (ongeveer 10 maal) lagere prevalentie van *Salmonella* dan onverhit pluimveevoer (leghennen) (EFSA & ECDC, 2017; EFSA, 2018a; SecureFeed, 2018c). In de EU lagen die percentages in 2015-2016 tussen de 0,5 (varkens) en 1,2% (pluimvee en runderen) (EFSA & ECDC, 2017). Deze hogere percentages geven

echter een vertekend beeld. Ze zijn hoger dan die in Nederland als gevolg van incidentele uitbraken in diverse lidstaten van de EU.

In de 1341 geanalyseerde voormengsels werd periode 2008-2017 in Nederland geen *Salmonella* aangetroffen (Yassin et al., 2015; EFSA, 2018a).

EFSA merkt op dat *Salmonella* inhomogeen aanwezig in diervoeder, waardoor de trefkans kleiner wordt. Deze inhomogene (heterogene) verdeling van *Salmonella* in diervoeders vereist een aangepaste samplingstrategie ten behoeve van de betrouwbaarheid van de prevalentie meting (EFSA BIOHAZ Panel, 2008). Hoewel dit voor *Salmonella* geconstateerd is, geldt dit mogelijk voor alle pathogenen in diervoeder, en is dit probleem inherent aan het testen van een eindproduct met een verwachte lage prevalentie. Een efficiëntere optie kan zijn om 1 of meer proceshygiëncriteria vast te stellen voor kritische stadia in de productie van diervoeder (EFSA BIOHAZ Panel, 2008; Liebana & Hugas, 2012).

In de periode 2013-2017 werden in de RASFF-database 606 meldingen gedaan van *Salmonella* spp. in diervoeder. Van de meldingen betrof het bij 33% dierlijke bijproducten van landdieren (vooral EU), 19% van koolzaad (vooral Duitsland en Oost-Europa) afgeleide voedermiddelen, 18% van soja afgeleide voedermiddelen (waarvan de helft uit landen buiten EU, zoals Brazilië, Argentinië, China), 14% vismeel (grotendeels uit Afrika) en 5% van zonnebloemzadenafgeleide voedermiddelen (vooral EU). Het aandeel van de meldingen van *Salmonella* in mengvoeder was 1% (EC RASFF, 2018). Voor de overige 10% van meldingen werd niet vermeld om welk voedermiddel het ging. De percentages reflecteren voor een groot deel de verhouding van de gebruikte voedermiddelen.

Ziektegevallen bij dieren

Voor Nederlandse runderen bedroeg de prevalentie van *Salmonella*, op basis van fecesonderzoek in 2014, 9,6%. In 2015 en 2016 betrof dit respectievelijk 7% en 6%. Dit is in dezelfde orde van grootte als besmetting op bedrijfsniveau bij melkveebedrijven, welke ongeveer 10% is (EFSA, 2018a). Van de besmette runderen gaat het in 10% van de gevallen om de voor runderen pathogene *S. Dublin* (GD, 2018c).

De serotypeverdeling van de 10 meest frequent aangetroffen serotypes van *Salmonella* die in Nederland in de periode 2008-2012 in isolaten afkomstig van runderen (n = 381) is: *Dublin* (47%), *Typhimurium* (12%), *Montevideo* (2%), *Goldcoast* (2%), *Enteritidis* (1%), *Cubana* (1%), *Bovismorbificans* (1%), *Derby* (1%), *Java* (1%) en *Tennessee* (1%) (Zomer et al., 2014).

In Nederland komt bij kleine herkauwers salmonellose een paar keer per jaar voor (GD, 2015). Ook uit de aan EFSA gerapporteerde data blijkt dat *Salmonella* ook voorkomt bij geiten en bij schapen (EFSA, 2018a).

De *Salmonella*-prevalentie in pluimveeouderdieren in Nederland in de periode 2011-2016 varieert tussen 0% en 1%, op basis van jaarlijks 140 tot 1570 monsters. Voor koppels vleeskuikens is de prevalentie wat hoger, variërend van 2% tot 8%, op basis van jaarlijks 14.000 tot 17.000 monsters. Voor koppels vleeskalkoenen varieerde de prevalentie tussen 0% en 4%, op basis van jaarlijks ongeveer 200 monsters (EFSA, 2018a).

De serotypeverdeling van de 10 in Nederland meest frequent aangetroffen serotypes van *Salmonella* in de periode 2008-2012 in isolaten afkomstig van kippen (n = 1868) is: *Java* (37%), *Enteritidis* (14%), *Infantis* (11%), *Typhimurium* (5%), *Mbandaka* (3%), *Gallinarum* (2%), *Indiana* (2%), *Minnesota* (2%), *Livingstone* (2%) en *Heidelberg* (1%) (Zomer et al., 2014).

De voor pluimvee pathogene *S. Gallinarum* en *S. Pullorum* komen zelden voor in Nederland (GD, 2018c). Het niveau van besmetting van vleeskuikens met *S. Enteritidis* en *S. Typhimurium* is zeer laag, namelijk 0,21% in 2013 en 0,23% in 2014. In 2012, 2013 en 2014 was het percentage met *S. Enteritidis* en *S. Typhimurium* besmette leghenkoppels respectievelijk 1,5, 0,7 en 1,1%.

De serotypeverdeling van de in Nederland 10 meest frequent aangetroffen serotypes van *Salmonella* in de periode 2008-2012 in isolaten afkomstig van varkens (n = 1772) is: *Typhimurium* (30%), *Derby* (20%), *London* (7%), *Brandenburg* (7%), *Goldcoast* (6%), *S. Livingstone* (4%), *Infantis* (3%), *Bovismorbificans* (2%), *Anatum* (2%) en *SI 4,5,12:d-* (2%) (Zomer et al., 2014).

Uit de serotypeverdeling van *Salmonella* uit diervoeder (Yassin et al., 2015) en landbouwhuisdieren (Zomer et al., 2014) in Nederland in de periode 2008-2012 blijkt dat 4 van de serotypes die in de top 10 van diervoederisolaten staan (Mbandaka, Livingstone, Tennessee, Enteritidis) ook voorkomen in de top 10 van de serotypes die het meest frequent voorkomen in runderen, kippen en varkens. Dit suggereert tenminste de potentie van diervoederstammen om overgedragen te worden naar landbouwhuisdieren.

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

Salmonella kan zoönotisch overgedragen worden op de mens door consumptie van met *Salmonella* besmette dierlijke producten. Hoewel verschillende *Salmonella*-serotypes kunnen variëren in hun mate van virulentie, wordt er verondersteld dat ze allemaal pathogeen zijn voor de mens. De meest voorkomende serotypes bij humane patiënten in de EU zijn *S. Enteritidis* en *S. Typhimurium*²⁵ (EFSA & ECDC, 2017; Uiterwijk et al., 2017a). De serotypeverdeling van de in Nederland 10 meest frequent aangetroffen serotypes van *Salmonella* in de periode 2008-2012 in isolaten afkomstig van humane salmonellose-patiënten (n = 7845) is: Typhimurium (37%), Enteritidis (29%), Thompson (grote uitbraak door zalm) (10%), Newport (1%), Infantis (1%), Kentucky (1%), Virchow (1%), Java (< 1%) Derby (< 1%) en Napoli (< 1%) (Uiterwijk et al., 2017a).

Voor een infectie met *Salmonella* zijn slechts weinig bacteriecellen nodig. Afhankelijk van het type levensmiddel varieert de infectieuze dosis van 10 tot 10⁶ cellen (Bolder et al., 2015). Een besmetting met *Salmonella* kan leiden tot gastro-enteritis met klachten als diarree, buikpijn misselijkheid, braken, koorts en hoofdpijn. De infectie is meestal zelflimiterend kan bij kwetsbare groepen leiden tot ernstigere ziekteverschijnselen, zoals uitdroging en in enkele gevallen zelfs tot de dood. In een klein gedeelte (< 5%) van de gevallen van infectie met *Salmonella* treedt een bacteriëmie (bacteriën in de bloedbaan) op, dit kan leiden tot ernstige secundaire infecties. Ook chronische klachten komen voor (Prikkelbare Darm Syndroom en in mindere mate inflammatoire darmziekte). Daarnaast ontwikkelt 6 tot 30% van de patiënten met een *Salmonella*-infectie gewrichtsklachten. De kans op sterfte bij optimale behandeling is matig (1:100 - 1:1.000) (Van Kreijl & Knaap, 2004; RIVM LCI, 2006b; Mangen et al., 2017; Voedingscentrum, 2018). De ziektelast per 100 gevallen van salmonellose in Nederland is 5 DALY's (Mangen et al., 2018).

In de literatuur zijn een aantal studies beschreven die een verband leggen tussen contaminatie van diervoeder met *Salmonella*, *Salmonella* in landbouwhuisdieren en humane salmonellose door consumptie van producten van landbouwhuisdieren die gevoerd zijn met gecontamineerd diervoeder (tabel 5.3) (Crump et al., 2002; VKM, 2006; EFSA BIOHAZ Panel, 2008; Jones, 2011).

Tabel 5.3. Voorbeelden van humane salmonellose gelinkt aan diervoeder (via dier) (Crump et al., 2002; Jones, 2011).

Serotype	Diervoeder	Bron mens	Land	Referentie
Agona	Vismeel uit Peru	Consumptie kip in restaurant	VS, ENG, NL, ISR	Clark et al., 1973
Hadar	Beendermeel	Consumptie kippenlever	ISR	Hirsch and Shapiro-Hirsch, 1958
Heidelberg	Vlees- en beendermeel	Melk van koe met mastitis	ENG	Knox et al., 1963
Virchow	Kippenvoer	Ingevroren kip uit pakstation Voedselvergiftiging restaurant	ENG	Pennington et al., 1968

Ondanks dat diverse grote ziekte-uitbraken bij dieren en mensen (tabel 5.2 en 5.3) terug te leiden waren naar met *Salmonella* besmet diervoeder wordt de relatie in twijfel getrokken omdat de frequentieverdeling van serotypes van *Salmonella* geïsoleerd uit diervoeders niet overeenkomt met de frequentieverdeling van serotypes die vaak ziekte in de mens veroorzaken (Jones, 2011; Khamisse et al., 2018). Dit kan enerzijds een aanwijzing zijn dat de besmetting van dieren, en daarmee van dierlijke producten voor menselijke consumptie, heeft plaatsgevonden met stammen van *Salmonella* uit andere bronnen dan besmet diervoeder, bijvoorbeeld populaties aanwezig in de omgeving van veehouderijbedrijven of in latere schakels van de vlees- en zuivelketens (zie betreffende risicobeoordelingen zuivelketen, roodvleesketen, etc.). Anderzijds kunnen de

²⁵ Alle verwijzingen naar *S. Typhimurium* omvatten monofasische *S. Typhimurium* met de antigene formule 1,4,(5),12:i:-.

resultaten worden verklaard door selectieve vermeerdering van serotypes van *Salmonella* in het spijsverteringskanaal van besmette dieren waardoor de frequentieverdeling van de serotypes verandert (EFSA BIOHAZ Panel, 2008; Jones, 2011).

De overlap tussen *Salmonella* serotypes die algemeen aangetroffen worden in diervoeders en die geïsoleerd worden uit humane gevallen van salmonellose is beperkt, maar in de EU komen 4 van de serotypes die in de top 10 van diervoederisolaten staan (Infantis, Typhimurium, Agona en Enteritidis) ook in de top 10 van de serotypes die van belang zijn voor de volksgezondheid. Dit suggereert tenminste de potentie van diervoederstammen om ziekte bij de mens te veroorzaken (EFSA BIOHAZ Panel, 2008). In de periode 2008-2012 werd in Nederland 1 van de serotypes in de top 10 van serotypes in diervoeder (Enteritidis) ook aangetroffen in isolaten van humane salmonellose-patiënten.

De oorzakelijke relatie tussen humane salmonellose en met *Salmonella* gecontamineerd diervoeder is ook onderzocht met patronen van anti-microbiële resistentie (AMR) van stammen van *Salmonella*, geïsoleerd uit diervoeder, dieren en mensen. Bij slechts 5% van ruim 2000 onderzochte stammen werd AMR aangetoond, maar in die gevallen was het AMR-patroon van stammen diervoeder anders dan dat van stammen uit dieren of mensen. Dit suggereert dat de besmetting van dieren en mensen met *Salmonella* niet door besmet diervoeder is veroorzaakt. Er kan geen uitspraak worden gedaan over de 95% van de stammen zonder AMR-patroon (de Jonge, 2016).

Whole Genome Sequencing (WGS) is een methode die kan bijdragen aan het verfijnen van attributie van infecties aan diervoeder.

Ziektegevallen bij mensen

De aan levensmiddelen gerelateerde humane ziektegevallen in 2017 is door experts geschat op 15.000 (totaal aantal ziektegevallen 27.000) (Mangen et al., 2018). In 2017 werd de ziektelast van salmonellose geschat op 1.200 DALY's, waarvan 680 DALY's toegeschreven werd aan levensmiddelen (Mangen et al., 2018).

Conclusie

Dieren (koeien, varkens, pluimvee) kunnen ziek worden van verschillende serotypes van *Salmonella enterica*, en lopen de besmetting op door besmet diervoeder. Overdracht van *S. enterica* serotypes op de mens via zuivelproducten, eieren en vlees afkomstig van kippen, varkens en runderen komt regelmatig voor, en kan ziekte veroorzaken bij de mens (BuRO, 2015;2017;2018c). *Salmonella enterica* komt zowel veterinair als humaan vaak voor in Nederland. Humane besmettingen die terug te voeren zijn op besmet diervoeder zijn beschreven. Hierdoor vormt dit pathogeen op dit moment via diervoeder een relevant gevaar en dus ook risico voor de dier- en volksgezondheid in Nederland.

Shigatoxine-producerende *Escherichia coli* (STEC)

Escherichia coli is een bacterie die als commensaal voorkomt bij veel diersoorten en de mens (Fairbrother & Nadeau, 2006). *E. coli* behoort tot de familie der *Enterobacteriaceae*. *E. coli* veroorzaakt geen ziekte bij dieren, allen bij de mens. *E. coli* werd pas in de jaren '40 van de vorige eeuw erkend als humaan-pathogeen, daarvoor werden alle *E. coli*'s als niet ziekteverwekkend beschouwd.

Er zijn verschillende soorten pathogene *E. coli* die diarree veroorzaken bij de mens. Deze soorten worden op basis van verschillende kenmerken ingedeeld in 6 groepen, waarvan de meest bekende shigatoxine-producerende *E. coli* (STEC), die ook wel als vero(cyto)toxine-producerende *E. coli* (VTEC) is. Naast deze indeling in groepen op basis van verschillende kenmerken, wordt *E. coli*, ook in serotypes onderverdeeld op basis van somatische (O) en flagellaire (H) antigenen (RIVM LCI, 2010a). STEC O157 is een van de meest ziekmakende shigatoxine-producerende *E. coli* soorten. *E. coli* is een facultatief anaeroob micro-organisme, en groeit dus zowel met als zonder zuurstof.

Meldingsplicht

STEC is alleen humaan meldingsplichtig volgens de Wpg, deze meldingsplicht geldt ook voor een enkele patiënt (RIVM LCI, 2010a; Uiterwijk et al., 2017a). In juli 2016 werden meldingscriteria aangescherpt (RIVM, 2018e).

Ziektebeeld bij dieren

Dieren, vooral runderen, schapen en geiten, zijn alleen asymptomatisch drager, er treedt geen ziekte op. Dieren scheiden STEC echter wel uit in de mest wat kan leiden tot besmetting van de omgeving (De Jonge, 2016).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

STEC verspreidt zich van dier tot dier via feces. De voornaamste route waarop dit bij landbouwhuisdieren gebeurt is via fecaal besmet drinkwater en diervoeder of de directe omgeving (Fairbrother & Nadeau, 2006). STEC kan langere tijd overleven in de omgeving (grasland/weiland). Weidegang van runderen op grasland, waar eerder runderen die dragers van STEC waren op gegraasd hebben, kan de circulatie van STEC in stand houden. Zo is STEC bijvoorbeeld aangetoond in grond rondom watertanks in een grasland (De Jonge, 2016). De bacterie overleeft maanden in de bodem en weken in water (langer bij lagere temperaturen).

Voorkomen in diervoeder

STEC O157:H7 wordt zelden aangetroffen in diervoeder voor herkauwers. Diervoeder kan echter wel een bron van *E. coli* O157 zijn, bijvoorbeeld door besmetting in de voederbak (Farrokh et al., 2013). Van diervoeder dat op het veebedrijf opgeslagen werd 0,5% positief bevonden. De bacterie kan groeien in veevoer dat voldoende water bevat. De tijd/temperatuur combinaties die gebruikt worden tijdens het pelletteren zijn niet effectief om hoge aantallen STEC O157 te doden (EFSA BIOHAZ Panel, 2008). Omgevingsomstandigheden zoals (hoge) temperatuur en zon of competitieve microflora reduceren het aantal bacteriën in graslanden in de loop der tijd (Farrokh et al., 2013). STEC overleeft een correct uitgevoerd inkuilingsproces niet (Driehuis, 2013; Driehuis et al., 2018). Er zijn dan ook geen studies bekend volgens (Driehuis et al., 2018) die STEC aantonen in goed geproduceerd kuilvoer, behalve één studie met luzerne. Deze grondstof was positief voor STEC O157:H7 en in de kuil kon tot op ruim 2 weken deze pathogeen worden aangetoond. Dit werd waarschijnlijk beïnvloed door lagere verzuringsnelheid van de kuil (Driehuis et al., 2018).

De incidentele aanwezigheid van STEC in ruwvoer kan worden beperkt door goede fabricagepraktijken en passend beheer van de mest wanneer het voer op de boerderij wordt geproduceerd, bijvoorbeeld voor kuilvoer (Farrokh et al., 2013).

In een studie in het VK werden diverse monsters diervoeder (79 verse grassen, 26 kuilvoerders en 121 gedroogde of warmtebehandelde voeders) geanalyseerd op de aanwezigheid van STEC. Vijf van 79 (6,3%) verse grasmonsters werd STEC (stx2-positief) aangetoond, het gras was recent beweid door rundvee. In het kuilvoer en de gedroogde of warmtebehandelde voeders werd geen STEC aangetoond. In eerdere studies werden *E. coli* routinematig geïsoleerd uit diervoeders die werden bemonsterd op het bedrijf en in commerciële voedermolens. STEC O157 werd echter niet aangetroffen in kuilvoer van boerderijen in Nederland of de VS (Hutchinson et al., 2006).

In de periode 2013-2017 werden er in de EU geen RASFF-meldingen van STEC in diervoeder voor landbouwhuisdieren gedaan. Wel waren er 2 meldingen van STEC in ingevroren hondenvoer, uit het VK en Nederland (EC RASFF, 2018).

Voorkomen in dieren

Runderen worden beschouwd als het belangrijkste reservoir van STEC, met STEC O157 als belangrijkste type (Driehuis et al., 2018). Echter, in 2016 werden in Nederland door de NVWA en het RIVM geiten- en schapenmelkveebedrijven bezocht om de prevalentie van pathogenen (in mest) op deze bedrijven te bepalen. Op 99,5% van de onderzochte geitenbedrijven (n = 182) en 100% van de schapenbedrijven (n = 24) werd STEC aangetoond (met PCR op basis van stx-genen, dit zijn genen die coderen voor de productie van shiga-toxine). Typering liet zien dat er veel verschillende O-groepen werden gevonden (O146, O76; O166; O113; O5; O6; O176), maar geen O157 (Uiterwijk et al., 2017a). In 2015 werden om dezelfde reden legpluimveebedrijven bezocht. In geen van de 270 onderzochte bedrijven (5 monsters/bedrijf) werd STEC- aangetroffen (Uiterwijk et al., 2016).

Ziektegevallen in dieren

Niet van toepassing.

Overdracht naar en ziektebeeld mensen

Herkauwers (met name koe en schaap) zijn de belangrijkste bron van STEC. De meeste aan voedsel gerelateerde humane infecties zijn tot dusverre in verband gebracht met consumptie van onvoldoende verhit (veelal gemalen) rundvlees zoals hamburger en gehakt of rauw rundvlees (filet

american, carpaccio en dergelijke). Naast rundvlees zijn consumptie van melk (ongepasteuriseerd of besmet na het pasteuriseren), andere zuivelproducten, (oppervlakte)water, groenten (onder andere sla, spinazie, radijsjes en andere ontspruitende gewassen) en vruchtensappen geassocieerd met STEC-infecties (RIVM LCI, 2010a). Naast STEC-infecties als gevolg van de consumptie van besmet voedsel, lijkt transmissie via het milieu (onder andere contact met mest) ook belangrijk (RIVM, 2018e;2018b). Gastro-enteritis (maagdarmklachten) en hemorragische colitis behoren tot de mildere klachten die STEC veroorzaakt. Het hemolytisch uremisch syndroom (afgekort HUS, ernstig nierfalen) tot de ernstige klachten, en 'End Stage Renal Disease' is chronisch. De kans op sterfte bij goede behandeling is matig (1:100 - 1:1.000) (Van Kreijl & Knaap, 2004). De ziektelast per 100 gevallen van infecties met STEC in Nederland is 7 DALY's (Mangen et al., 2018).

Ziektegevallen in mensen

Het aantal ziektegevallen door STEC varieert jaarlijks; over de periode 2012-2017 tussen 58 en 90 gevallen (Friesema et al., 2017; Uiterwijk et al., 2017a). De incidentie van STEC was 2,3% per 100.000 inwoners in 2017. Een jaar eerder was dat 3,4 (RIVM, 2018b). Het aantal aan levensmiddelen gerelateerde humane ziektegevallen in 2017 wordt geschat op 860. Het totaal aan geschatte ziektegevallen in 2017 werd geschat op 2.140 (Mangen et al., 2018). De aan voedsel toe te schrijven ziektelast van STEC in 2017 is 61 DALY's. De totale ziektelast wordt geschat op 150 DALY's (Mangen et al., 2018).

Conclusie

Dieren (runderen, schapen en geiten) worden niet ziek van STEC maar kunnen asymptomatische dragers zijn en STEC in de feces uitscheiden. Dieren kunnen met STEC besmet raken via fecaal besmet diervoeder, maar de belangrijkste route is via blootstelling aan mest. Overdracht van STEC naar de mens is mogelijk via vlees en zuivelproducten. STEC komt zowel veterinair als humaan voor in Nederland. Hierdoor vormt dit pathogeen via diervoeder een relevant gevaar en dus een risico voor de volksgezondheid en niet zozeer voor de diergezondheid.

Yersinia spp.

Yersinia komt voor bij varkens, knaagdieren, hazen en konijnen, schapen, runderen, paarden, katten en honden, maar ook bij vogels, zoals kalkoenen, eenden, ganzen, duiven, fazanten en kanaries (Cotruvo et al., 2004; CDC; EFSA & ECDC, 2017) en in het milieu (Maassen et al., 2012). *Yersinia* behoort net als *E. coli* tot de familie van de *Enterobacteriaceae* en is een geslacht dat bestaat uit 11 soorten, waarvan *Yersinia pestis*, *Yersinia pseudotuberculosis* en *Yersinia enterocolitica* ziekte bij dier en mens kunnen veroorzaken. *Y. pestis* is een zoönose in knaagdieren, voornamelijk bij ratten en muizen en wordt doorgaans niet via voedsel maar via beten met geïnfecteerde vlooien op de mens overgebracht. *Y. pseudotuberculosis* en *Y. enterocolitica* zijn aanwezig in het darmkanaal van veel in het wild levende zoogdieren (waaronder knaagdieren), vogels, landbouwhuisdieren en gezelschapsdieren. Al deze dieren kunnen reservoirs zijn (Quinn et al., 2011; RIVM LCI, 2013). *Yersinia* handhaaft zich goed bij lage temperatuur, is vrij zout-tolerant en groeit bij een pH range 4-10 (Cotruvo et al., 2004; FDA, 2012).

Meldingsplicht

Voor yersiniose geldt een meldingsplicht voor dierenartsen en onderzoeksinstituten voor alle diersoorten volgens de Gwwd. Humaan is alleen *Y. pestis*, de veroorzaker van de pest, aangifteplichtig volgens de Wpg (Zomer et al., 2015; Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld in dieren

Infecties met *Y. enterocolitica* in (landbouwhuis)dieren verlopen meestal symptomloos. Als gevolg van stress kan enteritis (darmontsteking) optreden bij varkens, geiten en lammeren. Dit komt echter zelden voor. *Y. enterocolitica* kan sporadische abortus bij schapen veroorzaken. *Y. pseudotuberculosis* kan bij schapen, geiten, runderen en varkens darminfecties veroorzaken, die in volwassen dieren meestal symptomloos verlopen. In jonge dieren kan enteritis optreden. Sporadische abortus kan optreden bij runderen, schapen en geiten (Quinn et al., 2011; GD, 2018c).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Overdracht van dier op dier kan plaats vinden via de fecaal-orale route. Ruwvoer en diervoeders (feed) kunnen gecontamineerd zijn met *Yersinia* spp. (FAO, 1998). Er is echter geen literatuur gevonden die de overdracht van voer naar dier beschrijft. Ook in een Deens onderzoek waar verdenking voor een gemeenschappelijke bron - na herhaalde detectie van *Y. enterocolitica* in

varkens afkomstig van een aantal bedrijven - bestond, kon de besmetting niet terug getraceerd worden naar grond en ruwvoer afkomstig van de besmette bedrijven (Christensen, 1980).

Voorkomen in diervoeder

In RASFF werd in de periode 2013-2017 geen melding gedaan van *Yersinia* spp. in diervoeders (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen in dieren

Bij de GD (Gezondheidsdienst voor Dieren) en het VMDC (Veterinair Microbiologisch Diagnostisch Centrum – Universiteit Utrecht) werden in de periode 2011-2016 bijna 11.000 varkens door de GD onderzocht op *Yersinia*, maar deze pathogeen werd niet aangetroffen (<0,03%) (EFSA & ECDC, 2013;2014;2015a;2015b;2016;2017). Door de NVWA werd in Nederland in de afgelopen 20 jaar een aantal keer naar aanwezigheid van *Y. enterocolitica* bij slachtvarkens (tonsillen) gekeken. Waargenomen prevalenties waren 22% (1998), 14% (2002), 9% (2006; (De Boer et al., 2008) en 27% in 2010-2011 (88/335; 26,4%, STDEV 21,8-31,2%). Yersiniose wordt in Nederland incidenteel aangetoond bij rundvee, schapen en geiten, met name bij verworpen vruchten (GD, 2018c). In totaal zijn in Nederland 173 *Yersinia* positieve dieren (varkens, runderen, schapen, geiten, pluimvee, vogels, katten, honden, apen, hazen en overig) gerapporteerd aan EFSA in de periode over de periode 2011-2016.

Prevalentiedata van *Yersinia* in het dierreservoir worden bij EFSA maar door een beperkt aantal landen aangeleverd, waaronder Nederland. Uit die beperkte dataset bleek dat in de periode 2012-2015 de waargenomen prevalentie in varkens varieerde tussen 0,2-11% (data afkomstig uit 3-8 landen); de dataset van 2016 was afkomstig van 1 land met 100 monsters waarvan 68% positief (EFSA & ECDC, 2017). Het betreft hier echter veelal klinische monsters, zodat er geen sprake is van een aselechte steekproef.

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

De ziekteverschijnselen die *Y. enterocolitica* bij de mens veroorzaakt zijn mild (gastro-enteritis, reactieve artritis) en treft vooral kwetsbare groepen waarbij kans op sterfte bij goede behandeling matig is (1:100 - 1:1000) (Van Kreijl & Knaap, 2004). De infectieuze dosis wordt geschat op 10^4 tot 10^5 cellen.

Varkens zijn het belangrijkste natuurlijke reservoir van humaan pathogene *Y. enterocolitica* stammen (serotype O3). Overdracht naar de mens kan plaatsvinden door de consumptie van besmet varkensvlees (Quinn et al., 2011; EFSA & ECDC, 2017)

Yersinia spp. kunnen in andere dierlijke producten dan varkensvlees worden aangetoond maar daarbij gaat het vaak om de niet-humaan pathogene types (Van Pelt & Valkenburgh, 2002). Wel worden beide typen humaan pathogene *Yersinia* spp. in Europa met rauwe koemelk geassocieerd, net als met melk van paarden en ezels.

Ziektegevallen in mensen

Er vindt in Nederland geen registratie plaats van humane yersiniose gevallen, alleen in geval het een voedselgerelateerde uitbraak betreft. In 2016 werd 1 uitbraak door *Y. enterocolitica* gerapporteerd (Uiterwijk et al., 2017a). De incidentieschatting voor de totale bevolking werd in 2004 geschat op 690 ziektegevallen (Kemmeren et al., 2006). In 2016 werden in de EU 6861 gevallen van yersiniose gerapporteerd, waarmee deze pathogeen een van de 3 meest gerapporteerde zoönosen is (EFSA & ECDC, 2017).

Conclusie

Dieren worden sporadisch ziek van *Yersinia*, de infectie verloopt vaak symptomeloos. Dieren kunnen de infectie oplopen via (fecaal) besmet diervoeder. Overdracht van *Yersinia* op de mens via voedsel (varkensvlees, rauwe melk) is mogelijk en kan ziekte bij mensen veroorzaken. Yersiniose komt in Nederland veterinair weinig voor, van humane gevallen zijn geen recente gegevens beschikbaar. *Yersinia* is in Europa echter de twee-na meest voorkomende zoönoseverwekker. Dit pathogeen vormt via diervoeder op dit moment in Nederland geen relevant gevaar en geen risico voor de dier- en volksgezondheid, echter, meer informatie over het aantal humane ziektegevallen is wenselijk.

Parasieten

Protozoa

Protozoa zijn een (rest)groep van eencellige, eukaryotische micro-organismen.

***Cryptosporidium* spp.**

Cryptosporidium is een parasiet die cryptosporidiose veroorzaakt, met diarree als meest voorkomende symptoom. De infectie kan echter ook asymptomatisch verlopen. De parasiet komt voor bij verschillende diersoorten, zoals vissen, reptielen en zoogdieren. Besmetting wordt opgelopen door het oraal binnenkrijgen van rijpe oöcysten, die met ontlasting worden uitgescheiden. Er bestaan verschillende soorten en genotypes van *Cryptosporidium*, waarbij de soorten gastheer-specifiek zijn. Voor *Cryptosporidium hominis* is de mens de primaire gastheer, waarbij vooral mens-op-mens verspreiding plaatsvindt (bijvoorbeeld door verschonen luiers) (RIVM LCI, 2009). *Cryptosporidium parvum* heeft een bredere gastheer-range met o.a. rund, schaaap, geit en mens (RIVM LCI, 2011a; Constable, 2018), en is daarom vooral de soort van *Cryptosporidium* die het meest van belang is met oog op de diervoederketen.

Meldingsplicht

Cryptosporidiose is zowel veterinair als humaan geen meldingsplichtige ziekte.

Ziektebeeld bij dieren

Cryptosporidiose kan voorkomen voor bij pasgeboren landbouwhuisdieren, voornamelijk in kalveren, maar ook bij lammeren, geitjes, veulens en biggen (Constable, 2018). Gastro-enteritis door infectie met *C. parvum* is een van de meest voorkomende ziekten bij jonge kalveren van 5-15 dagen oud (Thomson et al., 2017). Ook bij jonge lammeren en geiten is *C. parvum* een algemene oorzaak van darminfecties. Infectie kan gepaard gaan met ernstige uitbraken van diarree, met een hoge mortaliteit in lammeren van 4-10 dagen oud en geitjes van 5-21 dagen oud (Constable, 2018).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

De bron van cryptosporidiale infectie zijn (volledig gesporuleerde) oöcysten die infectieus zijn wanneer ze in de feces worden uitgescheiden en op die manier in het milieu terecht komen. Tijdens de octrooiperiode worden grote aantallen uitgescheiden, waardoor zware milieuvervuiling optreedt. *Cryptosporidium* kan langs die route terechtkomen in diervoeder, en kan worden aangetoond in grond, grasland en hooi (Boyer & Kuczynska, 2010; De Jonge, 2016). Diervoeder kan ook tijdens opslag op het veebedrijf besmet raken met feces van knaagdieren en vogels, waarin *Cryptosporidium* aanwezig kan zijn (Daniels et al., 2003). Verder kunnen kalveren besmet raken wanneer zij slootwater te drinken krijgen (BuRO, 2015). Oöcysten kunnen, dankzij een beschermende celwand, lange tijd (12 maanden) overleven in de omgeving bij optimale temperatuur en vochtigheid, en kunnen levensvatbaar blijven bij temperaturen tussen -20°C en 60°C (Odell, 2018). *C. parvum* is niet gastheer-specifiek en infectie door andere soorten (bijvoorbeeld knaagdieren, boerderijkatten) via besmetting van voer is ook mogelijk (Constable, 2018).

Voorkomen in diervoeder

Er waren in de periode 2013-2017 geen RASFF-meldingen (*parasitic infestations*) van *Cryptosporidium* spp. in diervoeder (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Cryptosporidium spp. komt voor in de Nederlandse de veestapel (Huetink et al., 2001; Wielinga et al., 2008). De prevalentie van *C. parvum* in jonge kalveren is hoog (RIVM LCI, 2011a); 28% van de kalveren (1 tot 21 weken oud) scheidt deze parasiet uit in de feces (Van Bokhorst-van de Veen et al., 2015). In 2016 werden in Nederland door de NVWA en het RIVM geiten- en schapenmelkveebedrijven bezocht om de prevalentie van pathogenen (in mest) op deze bedrijven te bepalen. Specifiek voor *Cryptosporidium* spp. zijn lammeren op deze pathogeen onderzocht. Het aantal deelnemers was echter beperkt (n=11). Bij 73% van de bedrijven werd de parasiet aangetoond (86% voor geitenlammeren, 50% voor schapenlammeren). Een van aangetroffen *Cryptosporidium* spp. (in 5 van de 8 monsters aangetroffen) betrof een humaan pathogeen *C. parvum* type (Opsteege et al., 2011). Ook wordt *Cryptosporidium* spp. in diverse landen in Europa aangetroffen bij geiten en schapen (Thamsborg et al., 1990; Geurden et al., 2008; Xiao & Feng, 2008; FAVV, 2013; Tzanidakis et al., 2014; Díaz et al., 2015; Mirhashemi et al., 2016).

Overdracht naar en ziektebeeld mensen

Cryptosporidium wordt direct overgebracht via feco-oraal contact (direct contact tussen mens en dier of directe overdracht van mens op mens) of indirect door besmet drinkwater, oppervlaktewater, zwembadwater of via besmet voedsel (rauwe groenten en fruit). Voedsel(gewassen) kunnen besmet raken door bijvoorbeeld irrigatie met besmet oppervlaktewater, maar overdracht kan ook plaatsvinden via een geïnfecteerde voedselbereider (RIVM LCI, 2011a).

C. parvum kan zoönotisch overgedragen worden, echter niet alle *C. parvum* stammen zijn zoönotisch (Dawson, 2005; Smith et al., 2007). Er bestaat nog veel onduidelijkheid over de mate waarin *C. parvum* van mens tot mens wordt overgedragen. Sommige genetische subtypes van *C. parvum* lijken toch strikt mensgebonden te zijn, terwijl andere een zoönotische oorsprong lijken te hebben (RIVM LCI, 2011). *Cryptosporidium parvum* is verantwoordelijk voor 29% van de *Cryptosporidium*-infecties in Nederland (Wielinga et al., 2008; RIVM LCI, 2011a). Infectie kan gastro-enteritis veroorzaken met klachten als koorts, verminderde eetlust, braken, buikpijn en diarree en is meestal zelflimiterend. De kans op sterfte is normaliter laag (< 1:10.000), maar voor immuun-gecompromitteerden hoog (> 1:100) (Van Kreijl & Knaap, 2004). De ziektelast per 100 gevallen van cryptosporidiose in Nederland is 0,2 DALY's (Mangen et al., 2018)

Ziektegevallen bij mensen

Het aan levensmiddelen gerelateerde humane ziektegevallen in 2017 is geschat op 8.200 en hiervan kan dus 29% worden toegeschreven aan *C. parvum*. Het totale aantal geschatte ziektegevallen is 69.000. De aan voedsel toegeschreven ziektelast van *Cryptosporidium* is 14 DALY's, de totale ziektelast is 120 DALY's. (Mangen et al., 2018).

Conclusie

Jonge kalveren, maar ook jonge lammeren en geiten, worden ziek door *C. parvum*, en onder geïnfecteerde lammeren en geiten is er een hoge mortaliteit. De dieren kunnen de besmetting oplopen door besmet diervoeder, waarbij vooral omgevingsbesmetting een rol speelt. *C. parvum* komt vooral veterinair maar ook humaan voor in Nederland. Consumptie van dierlijke producten speelt geen rol van betekenis in de overdracht van *C. parvum* naar de mens. Hierdoor vormt deze parasiet in diervoeder alleen een relevant gevaar voor de diergezondheid, en nauwelijks voor de volksgezondheid in Nederland.

Toxoplasma gondii

Toxoplasma gondii is een parasiet, in de groep protozoa, die wereldwijd veel voorkomt. De ziekte die deze parasiet veroorzaakt, heet toxoplasmose. De kat is eindgastheer van de parasiet en deze scheidt via feces besmettelijke oöcysten in de omgeving uit. In de tussengastheren (alle warmbloedige dieren) ontwikkelen cysten in verschillende weefsels (o.a. spieren, lever, hersenen).

Meldingsplicht

Toxoplasmose is een meldingsplichtige ziekte voor dierenartsen en onderzoeksinstellingen volgens de Gwwd voor alle diersoorten, humaan is er geen aangifteplicht (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld dieren

Bij katten als eindgastheer verloopt de infectie symptomloos. Dieren die tussengastheer zijn, zijn vaak symptomloos, maar bij schapen en geiten kan toxoplasmose tot abortus, encefalitis of oogafwijkingen leiden (RIVM LCI, 2009). Naast varkens, zijn het vooral deze kleine herkauwers waarbij *Toxoplasma* weefselcysten voorkomen.

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Graasdieren raken met *T. gondii* (oöcysten) besmet door gras, voer of water dat met feces van geïnfecteerde katten is besmet (FAO, 1998; Hinton, 2000; FAO & WHO, 2008; De Jonge, 2016). Tussengastdieren besmetten elkaar niet verder. In Nederland is in 2007 onder katten een seroprevalentie van *T. gondii* van 20% gevonden (RIVM LCI, 2009). Er is een verband aangetoond tussen *Toxoplasma*-infectie van schapen en contaminatie van diervoeder of graasland met oöcysten en ook een verband met katten op veebedrijven en prevalentie van *T. gondii* in schapen (Innes et al., 2009). Feces van Met *T. gondii* geïnfecteerde katten kunnen opgeslagen (kuil)voer besmetten met deze parasiet (Hinton, 2000; De Jonge, 2016).

Bij schapen en geiten komt ook verticale transmissie voor en seksuele transmissie van ram naar ooi (RIVM LCI, 2009).

Voorkomen in diervoeder

In de periode 2013-2017 waren er geen meldingen van *T. gondii* (*parasitic infestations*) in diervoeders in RASFF (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Er is geen monitoringssysteem voor ziektegevallen bij landbouwhuisdieren in Nederland. Er zijn echter wel prevalentiegegevens van *Toxoplasma* vanuit de klinische diagnostiek. In de periode 2010-2014 was de prevalentie onder schapen 14% (n = 196) en 13% onder geiten (n = 84). Deze prevalenties waren gebaseerd op macroscopisch en histologisch onderzoek van de GD op verworpen vruchten van deze dieren (Uiterwijk et al., 2017a). In 2007 werd in Nederland bij schapen (n = 1179) die voor de slacht werden aangeboden de seroprevalentie van toxoplasmose bepaald, waarbij 28% van deze dieren positief bleek. Oudere dieren (> 1 jaar) waren echter significant vaker seropositief (48%) (Opsteegh et al., 2010; Van Bokhorst-van de Veen et al., 2015). In 2014 was de seroprevalentie van toxoplasmose in 1166 onderzochte geiten gelijk aan 13%. De seroprevalentie bij varkens in 2012 was 1% (n = 780) (Uiterwijk et al., 2017a). Bij deze dieren wordt in Nederland enkele keren per jaar toxoplasmose vastgesteld (GD, 2015).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

Toxoplasma kan zoönotisch op de mens overgedragen worden door consumptie van niet van tevoren ingevroren en niet goed verhit vlees van deze dieren waarin zich weefselcysten bevonden (RIVM LCI, 2009). Volgens experts is in Nederland vlees de belangrijkste voedselroute voor toxoplasmose, maar is ook overdracht via zuivel mogelijk (Mangen et al., 2018). Oöcysten overleven het pasteurisatieproces niet (Tenter et al., 2000). Ook kan een infectie opgelopen worden door opname van oöcysten, bijvoorbeeld tijdens het tuinieren (met kattenfeces besmette grond) of consumptie van met oöcysten besmette groenten of fruit (RIVM LCI, 2009). In de meeste gevallen verloopt de infectie bij de mens zonder of met weinig klachten, maar bij een klein deel van de geïnfecteerden treden ernstige klachten op. Dit is met name het geval voor het ongeboren kind als de moeder tijdens de zwangerschap voor het eerst wordt geïnfecteerd door deze parasiet (congenitale infectie). Dit kan leiden tot verschillende ernstige afwijkingen (blindheid, mentale retardatie) of tot abortus. De kans op sterfte (congenitaal) is hoog (> 1:100). (Van Kreijl & Knaap, 2004; RIVM LCI, 2009). De ziektelast per 100 gevallen van toxoplasmose in Nederland is 200 DALY's (Mangen et al., 2018).

Ziektegevallen bij mensen

De humane seroprevalentie van *Toxoplasma* in Nederland bedroeg 26% in 2006/2007, wat een sterke reductie is sinds 1996 toen dat 40% bedroeg (RIVM LCI, 2009). De aan levensmiddelen gerelateerde humane ziektegevallen in 2017 is geschat op 430 en het totale aantal geschatte ziektegevallen is 770. De aan levensmiddelen toegeschreven ziektelast van *T. gondii* is 1100 DALY's en de totale ziektelast 1900 DALY's. De ziektelast per 100 infecties is 200 DALY's (Mangen et al., 2018).

Conclusie

Schapen, geiten en varkens kunnen besmet worden met *T. gondii* door eten van met kattenfeces besmet grasland, voer of water. In schapen en geiten kan *T. gondii* relevante ziektelast veroorzaken (abortus). Mensen kunnen via diervoeder besmet raken door het eten van vlees van met *T. gondii* besmette landbouwhuisdieren. *T. gondii* komt in Nederland veterinair voor, maar onduidelijk is hoe vaak. Ondanks dat *T. gondii* humaan relatief weinig voorkomt in Nederland, is de ziektelast van congenitale infectie erg hoog. Daarom wordt deze parasiet als een risico voor de dier- en volksgezondheid beschouwd.

Cestoden (lintwormen)

Lintwormen hebben een eindgastheer en een tussengastheer. Bij de tussengastheer leeft de parasiet in het larvale stadium, en bij eindgastheer leeft de volwassen lintworm in de darm als blaasworm. Lintwormen geven nauwelijks klinische symptomen bij de eindgastheer.

***Echinococcus* spp.**

Echinokokkose is een parasitaire zoönose veroorzaakt door het larvale stadium van kleine lintwormen, die behoren tot het geslacht *Echinococcus*. Alle *Echinococcus*-soorten hebben carnivoren (honden, vossen) als eindgastheer. In de feces van deze carnivoren kunnen eitjes gevonden worden. In Europa zijn *Echinococcus granulosus* (hondenlintworm) en *Echinococcus multilocularis* (vossenlintworm) van belang (RIVM LCI, 2000; Uiterwijk et al., 2017a). Alleen *E. granulosus* (hondenlintworm) die honden en hondachtigen als eindgastheer heeft, is van belang voor landbouwhuisdieren zoals, rund, schaap en varken die tussengastheren zijn.

Meldingsplicht

Echinococose is veterinair alleen voor dierenartsen en onderzoeksinstellingen meldingsplichtig (maar niet bestrijdingsplichtig) volgens de Gwwd voor alle diersoorten (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld dieren

In de tussengastheren (zoals rund, schaap, varken) ontwikkelt de parasiet zich tot blaasworm of cysticercus, die enkele millimeters tot vele centimeters groot kan worden. Blaaswormen gedragen zich als tumoren die de functie van het orgaan waar ze worden aangetroffen kunnen verstoren, en veroorzaken slechte groei, verminderde productie van melk en vlees. Het kan leiden tot afkeuring van organen bij de *post mortem* keuring. De cysten groeien langzaam, waardoor veel geïnfecteerde dieren worden geslacht voordat de cysten ooit ziekteproblemen veroorzaken (OIE, 2018).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Dieren (varkens, runderen, schapen) lopen, net als mensen, echinokokkose op door het inname van met hondenfeces besmette grond, gewassen (gras) en water.

Voorkomen in diervoeder

Er waren in de RASFF-database in de periode 2013-2017 geen meldingen van *Echinococcus* in diervoeder RASFF (EC ADNS, 2017).

Ziektegevallen in dieren

Incidenteel worden in slachthuizen geïmporteerde, met *E. granulosus* besmette runderen aangetroffen (RIVM LCI, 2000).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

De mens, die ook als tussengastheer kan optreden, wordt niet besmet door het eten van besmette producten van deze dieren zoals vlees, maar door echinococcuseieren, bijvoorbeeld via door hondenfeces gecontamineerde grond, voedselgewassen of water (LCI-richtlijn).

Ziektegevallen bij mensen

In Nederland en andere West-Europese landen komt de infectie af en toe voor als importziekte uit endemische gebieden, waaronder Europese landen in het Middellandse Zeegebied (RIVM LCI, 2000).

Conclusie

Landbouwhuisdieren worden als tussengastheer ziek van *E. granulosus*, en lopen de ziekte op door met hondenfeces besmet diervoeder (gras, grond). Overdracht van echinococcuseieren vanuit landbouwhuisdieren naar mensen vindt niet plaats, de mens kan wel ziek worden van echinococcuseieren maar lopen besmetting op via andere routes. *Echinococcus granulosus* komt in Nederland niet voor, maar wel in andere gebieden in Europa. *E. granulosus* in diervoeder vormt in Nederland geen relevant gevaar en dus ook geen risico voor de dier- en volksgezondheid.

Taenia saginata en Taenia solium

Taenia hebben twee verschijningsvormen: de cysteuze, blaasachtige vorm (cysticercus) van enkele mm tot cm groot in de tussengastheer, en de lange, gesegmenteerde parasitaire lintwormen in de eindgastheer waar deze wel 4 tot 10 meter lang kunnen worden.

Meldingsplicht

Infecties met *Taenia saginata* (runderlintworm) en *Taenia solium* (varkenslintworm) zijn zowel veterinair als humaan niet meldingsplichtig.

Ziektebeeld bij dieren

T. saginata en *T. solium* hebben runderen respectievelijk varkens als tussengastheer. Soms treden slechts vage, weinig specifieke klachten op als gevolg van de plaats en grootte van de cysteuze, blaasachtige vorm. Ziekte bij deze dieren als gevolg van aanwezigheid van de lintworm-vorm komt vrijwel niet voor (RIVM, 2018d).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Grasland of weiland (in de buurt van waterzuiveringsinstallaties) kan een bron zijn. Dieren worden geïnfecteerd via humane feces. Jenkins et al. (2013) rapporteren cysticercose (*T. saginata*) in runderen vermoedelijk door met humane feces besmette koprameel (gedroogd

vruchtvlees van kokosnoot). Er zijn ook gevallen van *T. saginata* cysticercose beschreven bij runderen door het grazen op weiden die gecontamineerd waren door septic tank slib of door het eten van met dit slib gecontamineerd ruwvoer (Kyvsgaard et al., 1991).

Diverse studies rapporteren een epidemiologisch verband tussen het voeren van (rund)vee met aardappel bijproducten en de aanwezigheid van *T. saginata* in het vee in Noordwest Amerika, 1983-1984 (Hancock et al., 1989; Yoder et al., 1994; Buttar et al., 2013). Vee is in dit scenario een intermediaire gastheer; overdracht van deze humaan pathogene parasiet naar de mens kan plaats vinden door consumptie van besmet vlees.

Voorkomen in diervoeder

In de periode 2013-2017 waren er in RASFF geen meldingen van *Taenia* spp. (*parasitic infestations*) in diervoeders (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Ziekte door *T. solium* bij varkens en *T. saginata* bij runderen komt vrijwel niet voor in Nederland.

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

De mens is de enige eindgastheer voor *T. saginata* en *T. solium*. Mensen kunnen besmet raken door het eten van rauw of onvoldoende verhit rund- of varkensvlees. In de darm van de mens ontwikkelen de cysticerci zich tot volwassen lintwormen. In de darmen leven ze van het daar aanwezige voedsel en veroorzaken ze voor de mens weinig klachten. De mens scheidt eitjes uit via de segmenten (proglotiden) van de lintworm.

Bij *T. solium* kan de mens ook als tussengastheer optreden door inname van eitjes. Net als bij varkens ontwikkelt de parasiet zich tot blaasworm en kan klinische klachten geven. Als de cysticerci vooral in de spieren of huid voorkomen dan zijn er meestal weinig of geen symptomen (tenzij het er heel veel zijn), maar ernstige symptomen kunnen ontstaan als de blaasjes bijvoorbeeld in de hersenen of ogen terecht komen. De tijd tussen infectie en het ontstaan van symptomen kan variëren van twee weken tot enkele jaren. Bij cysticerci in de hersenen kunnen symptomen van hersenvliesontsteking ontstaan, maar ook epileptische aanvallen. Cysticercose van het oog kan oogontsteking veroorzaken. Alle verschijnselen zijn afhankelijk van de hoeveelheid cysticerci, de plaats, de vorm en de grootte (RIVM, 2018d).

Eitjes van *Taenia* komen echter alleen via humane feces in het milieu en is in alleen in landen waar geen goede sanitaire voorzieningen zijn een probleem (FAO, 1998).

Ziektegevallen bij mensen

Cysticercose door *T. solium* is een bij de mens afwezige zoönose in Nederland (Uiterwijk et al., 2017a).

Conclusie

Dieren kunnen milde ziekteverschijnselen krijgen van de blaas-vorm van *Taenia* spp., afhankelijk van de plaats en grootte van de blazen. Zij kunnen de besmetting oplopen door diervoeder wanneer deze besmet wordt met humane feces (weiland nabij waterzuiveringsinstallaties). Overdracht van *T. solium* naar de mens als tussengastheer is mogelijk, waarbij de cysticerci ziekte kunnen veroorzaken. *T. saginata* en *T. solium* komen veterinair vrijwel niet voor in Nederland. Cysticercose door *T. solium* komt in Nederland niet bij de mens voor. Hierdoor vormen *T. saginata* en *T. solium* geen relevant gevaar en dus ook geen risico voor de dier- en volksgezondheid in Nederland.

Nematoden (rondwormen)

Rondwormen zijn ongesegmenteerde, tweezijdig symmetrische dieren met een compleet spijsverteringsstelsel. Ze behoren daarmee tot de meest eenvoudige dieren. De dwarsdoorsnede van een rondworm is rond. Er zijn vele soorten rondwormen (ongeveer 25.000).

Trichinella spiralis

Trichinella spiralis is een rondworm met een bijzondere cyclus. Een individu kan zowel tussengastheer als eindgastheer zijn. Er worden 8 verschillende *Trichinella* species onderscheiden, waarvan *T. spiralis* de belangrijkste is voor de mens, omdat deze zich bij gedomesticeerde varkens en paarden kan handhaven. De ingekapselde larve van *T. spiralis* is 400-600 µm lang en 250 µm in doorsnede. De volwassen vrouwelijke worm is 3 mm lang en 60 µm in doorsnede (GD, 2018c).

Meldingsplicht

Voor trichinellose geldt veterinaire (herkauwende en eenhoevige dieren en varkens) aangifteplicht volgens de Gwvd, en humane meldingsplicht volgens de Wpg (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld dieren

Dieren vertonen geen symptomen in geval van trichinellose, soms wordt tijdelijk een stijve gang gezien (RIVM LCI, 2010b). Dieren worden echter vaak al geslacht voordat symptomen optreden.

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Dieren worden besmet door opname van infectieuze larven in vlees, via vleesresten van (wilde) varkens, pelsdieren of wilde dieren, of kannibalisme door bijvoorbeeld karkassen van wilde dieren die in het veld achterblijven. Hoewel het risico op een infectie bij varkens die onder *controlled indoor housing* systemen worden gehouden minimaal is, bestaat er een risico voor buitengehouden varkens en wild, omdat *Trichinella* endemisch voorkomt in gevoelige wilde omnivore en carnivore dieren (wildcyclus). Ook *swill* (keukenafval, bijvoorbeeld vleeswaren) en voedermiddelen van dierlijke oorsprong/diervoeder met ingrediënten van dierlijke oorsprong kunnen een bron zijn van *T. spiralis* (Hinton, 2000). Het voeren van deze dierlijke eiwitten is volgens de vigerende wet- en regelgeving in de EU niet toegestaan.

Voorkomen in diervoeder

In de periode 2013-2017 waren er in de RASFF-database geen meldingen van *T. spiralis* (*parasitic infestations*) in diervoeder (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Sinds 2000 is in Nederland geen *Trichinella* gevonden bij de routinematige karkascontrole (Franssen, 2016; Uiterwijk et al., 2017a).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

Mensen kunnen geïnfecteerd raken met *T. spiralis* door het eten van vlees (meestal varkensvlees, paardenvlees of vlees van wilde zwijnen) dat niet goed gekookt, gebakken of niet lang genoeg ingevroren is geweest. In dit vlees kunnen levende larven van deze parasiet in spiercellen gedurende jaren persisteren (RIVM LCI, 2010b; Uiterwijk et al., 2017a). Bij een lichte infectie treden er geen verschijnselen op. Als er veel larven zijn binnengedrongen kunnen zij na 24 uur tot enkele dagen na infectie gastro-intestinale verschijnselen zoals waterige diarree, misselijkheid, braken en buikpijn veroorzaken. Twee tot 4 weken na infectie kunnen als gevolg van de migratie van larven ziekteverschijnselen ontstaan door het vrijkomen van toxische en allergene stoffen en door ontstekingsverschijnselen in spieren en andere organen waar de larven terechtkomen (RIVM LCI, 2010b). Het kan ernstige complicaties en sterfte tot gevolg hebben. De kans op sterfte is laag (< 1:1000) tot hoog (>1:100) afhankelijk van de dosis (Van Kreijl & Knaap, 2004).

Ziektegevallen bij mensen

Ondanks de individuele karkascontrole worden in Europa vinden uitbraken van trichinellose bij de mens nog altijd plaats, met name in Zuid- en Oost-Europa (RIVM LCI, 2010b). In Nederland wordt slechts af en toe een *Trichinella*-patiënt gemeld en dan is de vermoedelijke herkomst van de besmetting bijna altijd gelegen in een land waar *Trichinella* nog endemisch voorkomt (RIVM LCI, 2010b). In Nederland werd in 2015 en 2016 (bij de mens) geen trichinellose vastgesteld op basis van serologie (Uiterwijk et al., 2016; Uiterwijk et al., 2017a).

Beheersmaatregelen

De EU-wetgeving verplicht het testen van consumptiedieren, die gevoelig zijn voor *Trichinella* spp. Het risico op trichinellose is echter marginaal wanneer varkens binnen worden gehouden en daarom is in 2015 de EU-wetgeving dusdanig aangepast dat in principe slachtvarkens, die onder gecontroleerde condities gehouden (*controlled housing*) zijn niet meer getest hoeven te worden. In Nederland vindt controle van alle varkens, paarden en wilde zwijnen voor *Trichinella* nog wel steeds plaats tijdens de slachtfase.

De cysten kunnen worden gedood door bevriezing van besmette karkassen gedurende 20 dagen bij -18 °C. Zij zijn ook hittegevoelig en worden gedood door koken. Larven worden niet gedood door roken of zouten van vlees (RIVM LCI, 2010b).

Conclusie

Dieren krijgen milde ziekteverschijnselen van *T. spiralis*, wanneer zij lang genoeg in leven blijven. Besmetting van dieren kan via diervoeder van dierlijke afkomst. Overdracht van *T. spiralis* naar de

mens is mogelijk, en veroorzaakt ziekte bij mensen met in sporadische gevallen dodelijke afloop. Zowel veterinaire als humane infecties met *T. spiralis* waarvan de bron in Nederland ligt, komen echter sinds 2000 niet meer voor in Nederland, maar wel in Oost- en Zuid-Europa. Nederland is dus voldoende beschermd door de huidige wet- en regelgeving in de EU. Hierdoor vormt deze pathogeen op dit moment geen relevant gevaar en dus ook geen risico voor de dier- en volksgezondheid.

Virussen

Newcastle disease-virus/ aviair paramyxovirus 1

Newcastle disease (ND)-virus, ook wel aviair paramyxovirus 1 (APMV-1) genoemd, behoort tot de familie van de Paramyxoviridae.

Meldingsplicht

Voor Newcastle disease ND geldt een aangifteplicht (bestrijdingsplicht) volgens de Gwwd.

Ziektebeeld dieren

Newcastle disease, ook wel pseudovogelpest genoemd, is een zeer besmettelijke ziekte bij vogels veroorzaakt door het ND-virus. Kippen, kalkoenen, kwartels, duiven, struisvogels en kanaries zijn zeer gevoelig voor ND. Papegaaiachtigen, eenden en ganzen kunnen het virus bij zich dragen en uitscheiden, maar worden niet altijd ziek van het virus (Quinn et al., 2011; WBVR, 2018).

Virusstammen van ND verschillen echter sterk in ziekteverwekkend vermogen. De schaal varieert van stammen die geen of hele lichte ziekteverschijnselen veroorzaken (niet-virulent) tot stammen die heel veel sterfte, tot 100%, van de geïnfecteerde dieren veroorzaken (hoog virulent). Er is slechts sprake van ND indien virulente of hoog-virulente stammen worden aangetroffen in pluimvee. Het ziekteverwekkend vermogen hangt niet alleen af van de virulentie van de stam, maar ook van de gevoeligheid van de gastheer (GD, 2018c).

De ziekteverschijnselen ten gevolge van een Paramyxovirusinfectie variëren van acute sterfte, aandoeningen van het digestie- en respiratie-apparaat en het centrale zenuwstelsel tot een symptoomloze infectie. De ernst van de ziekte is afhankelijk van de gevoeligheid van de gastheer en het ziekteverwekkend vermogen van de betrokken Paramyxovirusstam. Besmette vogels scheiden het virus uit.

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Besmetting van vogels met het virus vindt plaats door inhalatie van virus of de opname van water en/of voer dat besmet is door mest of secreta van hokgenoten. Verspreiding van een besmet koppel naar een gevoelig koppel is mogelijk via de lucht, besmette waterdruppeltjes en stofdeeltjes, en via mechanische vectoren. Kleding, schoeisel van bezoekers, kratten, containers en eiertrays zijn van deze mechanische vectoren belangrijkste. Andere verspreidingsvectoren zijn: andere dieren, inclusief vliegen, besmet strooisel en pluimveeproducten (vlees en eieren). Verspreiding van virus vanuit een reservoir van wilde vogels is mogelijk bij direct contact tussen besmette wilde vogels en bedrijfspluimvee. Besmetting is ook mogelijk indien besmette wilde vogels zich in de directe nabijheid van de stal ophouden en de omstandigheden voor de verspreiding via de wind gunstig zijn. Het ND-virus kan niet buiten de gastheer overleven maar blijft afhankelijk van de omstandigheden (concentratie, temperatuur, luchtvochtigheid etc.) langere tijd infectieus (website WUR). Newcastle Disease in diervoeder wordt laat in de keten geïntroduceerd, op het pluimveebedrijf.

Voorkomen in diervoeder

In de periode 2013-2017 waren er geen meldingen van ND in diervoeders in RASFF (EC ADNS, 2017; EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

In de periode 2013-2017 werden in de ADNS-database jaarlijks uitbraken in Europa gemeld, maar geen uitbraken in Nederland. In 2017 werden in de ADNS-database, 76 uitbraken van ND in Europa en Turkije gemeld (EC ADNS, 2017).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

Mensen die direct in aanraking komen met hoge concentraties ND-virus kunnen daarbij ontstoken ogen krijgen. De ontsteking geneest vanzelf zonder blijvende schade. Er vindt geen overdracht van ND naar de mens plaats door het eten van pluimveevlees (Hinton, 2000).

Ziektegevallen bij mensen

Niet van toepassing.

Beheersmaatregelen

De Verordening Dierlijke bijproducten²⁶ (DBP-Verordening) stelt stringente hittebehandeling van dierlijke bijproducten verplicht bij gebruik als diervoeder voor landbouwhuisdieren. Deze hittebehandelingen zijn adequaat voor inactivatie van ND-virus, waardoor het risico van ND door het voeren van varkens met diermeel (van pluimvee) of eieren minimaal is. Bovendien is ook het voeren van diermeel van pluimvee aan landbouwhuisdieren verboden volgens de TSE-Verordening²⁷ (TSE-Verordening of *feed ban*) en het verbod op intraspecies *recycling* (kannibalisme), wat de kans op verspreiding via diervoeder minimaliseert.

Conclusie

Dieren worden ziek door ND-virus, en kunnen het virus oplopen door diervoeder maar besmetting in de omgeving speelt een belangrijkere rol. Overdracht van ND-virus naar de mens is mogelijk en kan klachten geven bij de mens (ontstoken ogen) echter niet via de consumptie van besmet pluimveevlees en eieren. ND-virus komt in Nederland zowel veterinair als humaan niet voor, maar wel in omringende landen, en Nederland is voldoende beschermd met de huidige wet- en regelgeving. Hierdoor vormt dit pathogeen in diervoeder geen relevant gevaar en vormt diervoeder dus ook geen risico voor de voor de dier- en volksgezondheid in Nederland.

Afrikaans varkenspestvirus

Het Afrikaans varkenspest (AVP)-virus is een groot dubbelstrengs DNA-virus met envelop en is de enige soort binnen de familie *Asfarviridae* (Brown & Bevins, 2018).

Meldingsplicht

Voor AVP geldt een aangifteplicht (bestrijdingsplicht) volgens de Gwwd.

Ziektebeeld bij dieren

Afrikaanse varkenspest is een zeer besmettelijke en vaak dodelijk virusziekte die voorkomt bij varkens en wilde zwijnen. Afrikaanse varkenspest kan zich uiten in verschillende vormen, van bijna geen verschijnselen tot huidbloedingen en plotselinge sterfte. Bekende verschijnselen zijn: gebrek aan eetlust, slapte, rode huid, ontstoken oogslimvlies, braken, (bloederige) diarree en koorts. Daarnaast kan de huid blauw verkleuren, kunnen huiddelen afsterven (zwarte verkleuringen) en kunnen er bloedingen optreden. Bij zeugen kan bovendien abortus optreden. Plotselinge sterfte, zonder voorafgaande waar te nemen ziekteverschijnselen, kan ook optreden (Quinn et al., 2011; Brown & Bevins, 2018; WBVR, 2018).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Besmetting kan plaatsvinden via diervoeder van besmet slacht- en voedselafval (*swill*, bijvoorbeeld resten van vleeswaren) of rauw varkensvlees (VVM). Besmetting kan ook opgelopen worden door plantaardig diervoeder afkomstig uit een gebied waar de dierziekte voorkomt, zoals bijvoorbeeld soja uit China (OIE, 2018). In de omgeving is het virus stabiel over een breed temperatuur- (4 en 20 °C) en pH-spectrum. Het AVP-virus kan maanden lang stabiel blijven in vlees ((McKercher et al., 1978; Mebus et al., 1993; Mebus et al., 1997; Quinn et al., 2011; Guinat et al., 2016; Brown & Bevins, 2018). Andere routes die een besmettingsroutes die een rol spelen zijn direct contact van dier naar dier en indirect via besmette materialen, bijtende vliegen en teken (speciaal via een soort zachte teek, *Ornithodoros moubata*, waarin het virus zich ook vermeerderd).

Voorkomen in diervoeder

In de periode 2013-2017 waren er geen meldingen van AVP-virus in diervoeder in de RASFF-database (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Afrikaanse varkenspest is Nederland al een tijd niet aangetroffen (Nederland is sinds 1987 vrij van AVP), maar komt nog wel voor in de rest van de EU (GD, 2018). Afrikaanse varkenspest is sinds

²⁶ Verordening (EG) nr. 1069/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 21 oktober 2009 tot vaststelling van gezondheidsvoorschriften inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten en afgeleide producten.

²⁷ Verordening (EG) Nr. 999/2001 van het Europees Parlement en de Raad van 22 mei 2001 houdende vaststelling van voorschriften inzake preventie, bestrijding en uitroeiing van bepaalde overdraagbare spongiforme encefalopathieën.

2007 in opmars via Oost-Europese landen richting West-Europa. Sinds 2014 komt de ziekte voor in meerder EU-landen en is zelfs al in België aangetroffen bij enkele wilde zwijnen (OIE, 2018; WBVR, 2018). In 2017 zijn in de EU 265 uitbraken van AVP bij varkens gerapporteerd en 3859 uitbraken bij wilde zwijnen (EC ADNS, 2017). Afrikaanse varkenspest is waarschijnlijk geïntroduceerd in Georgië via import van besmette varkensproducten uit Oost Afrika of Madagaskar (Guinat et al., 2016) en daar vandaan naar Oost-Europa.

Overdracht naar en ziektebeeld mensen

Overdracht van AVP naar de mens komt niet voor. Het virus is niet besmettelijk/gevaarlijk voor mensen.

Ziektegevallen bij mensen

Niet van toepassing

Beheersmaatregelen:

Het gebruik van *swill* als diervoeder is in de EU verboden volgens de DBP-Verordening. Deze verordening stelt ook stringente hittebehandeling van dierlijke bijproducten verplicht bij gebruik als diervoeder voor landbouwhuisdieren. Het AVP-virus kan door een hittebehandeling (> 60 °C worden geïnactiveerd (Turner & Williams, 1999), waardoor de verplichte hittebehandeling adequaat is voor inactivatie van AVP-virus en waardoor het risico van AVP door het voeren van varkens met diermeel (van varkens) is minimaal is. Bovendien is ook het voeren van diermeel van varkens aan landbouwhuisdieren verboden volgens de TSE-wetgeving (*feed ban*) en het verbod op intraspecies *recycling* (kannibalisme). Op het moment is verhoogde alertheid gericht op het voorkomen van insleep uit de omringende landen waar uitbraken gemeld zijn.

Conclusie

Varkens en wilde zwijnen worden ziek van AVP-virus, en besmetting kan plaatsvinden door diervoeder. Overdracht naar de mens komt niet voor, het virus is ongevaarlijk voor mensen. AVP komt in Nederland veterinair als humaan niet voor, Nederland is sinds 1987 AVP-vrij en wordt voldoende beheerd door de wet- en regelgeving. AVP-besmetting door diervoeder met ingrediënten van dierlijke oorsprong vormt dan ook op dit moment in Nederland geen relevant gevaar, en dus ook geen risico, voor de dier- en volksgezondheid. AVP komt wel voor in andere Europese landen, waardoor waakzaamheid van belang is voor de diergezondheid.

Klassiek varkenspestvirus

Het klassiek varkenspest (KVP)-virus is een klein RNA-virus met envelop uit het genus Pestivirus uit de familie van *Flaviviridae* (Quinn et al., 2011; Blome et al., 2017).

Meldingsplicht

Voor KVP geldt een aangifteplicht (bestrijdingsplicht) volgens artikel 10 van de Gwvd.

Ziektebeeld bij dieren

Klassieke varkenspest is een virusziekte die voorkomt bij varkens. De ziekte is zeer besmettelijk en vaak dodelijk voor varkens. Klassieke varkenspest kan zich uiten in verschillende vormen, van bijna geen verschijnselen tot huidbloedingen en plotselinge sterfte. De meest voorkomende symptomen zijn koorts, gebrek aan eetlust, sloomheid en huidbloedingen in voornamelijk de oren, staart, buik en binnenzijde van de ledematen. Ook kunnen neurologische verschijnselen optreden (Quinn et al., 2011; Blome et al., 2017; WUR, 2018).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Swill is een belangrijke (directe/primaire) besmettingsbron, net als rauw varkensvlees. De infectie kan zich vervolgens verspreiden door diertransporten, vrachtwagens, menscontacten e.d. Het virus persisteert niet in de omgeving, maar kan lang overleven in eiwitrijke materialen zoals vlees (Mebus et al., 1993; Mebus et al., 1997; Ribbens et al., 2004; Quinn et al., 2011; Blome et al., 2017). Een eerste introductie van varkenspestvirus in een vrije regio is meestal het gevolg van import van besmette dieren, *swill*-voeding of onvoldoende gereinigde vrachtwagens die terugkeren uit besmette gebieden. Via diertransporten, vrachtwagens, menscontacten, e.d. kan de infectie zich vervolgens uitbreiden.

Voorkomen in diervoeders

In de periode 2013-2017 waren er geen meldingen van KVP-virus in diervoeders in de RASFF-database (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

De virusziekte KVP is in Nederland al een tijd niet aangetroffen (Nederland is sinds 1997 vrij van KVP), maar komt nog wel voor in de rest van de EU (EC ADNS, 2017).

Overdracht naar en ziektebeeld mensen

Het virus is ongevaarlijk voor mensen.

Ziektegevallen bij mensen

Niet van toepassing.

Beheersmaatregelen

Swill-voeding is in de EU verboden volgens de DBP-Verordening. Volgens deze verordening is ook een stringente hittebehandeling van dierlijke bijproducten vereist bij gebruik als diervoeder voor landbouwhuisdieren. Het KVP-virus kan door een hittebehandeling (> 60 °C) worden geïnactiveerd (Turner et al., 2000), dus het risico van KVP door het voeren van varkens met diermeel (van varkens) is minimaal. Bovendien is ook het voeren van diermeel van varkens aan landbouwhuisdieren verboden volgens de TSE-wetgeving (*feed ban*) en het verbod op intraspecies *recycling* (kannibalisme). Ondanks dat kunnen uitbraken van KVP nog steeds terug getraceerd worden naar afval, inclusief vleeswaren, dat aan varkens gevoerd wordt (Quinn et al., 2011).

Conclusie

Dieren worden ziek en gaan dood door KVP. Diervoeder van dierlijke oorsprong (*swill*) is een belangrijke besmettingsbron. Diervoeders van plantaardige oorsprong vormen geen risico. Overdracht van KVP naar mensen komt niet voor, het virus is ongevaarlijk voor mensen. KVP door diervoeders met ingrediënten van dierlijke oorsprong komt in Nederland niet voor, en wordt voldoende beheerst door wetgeving. Hierdoor vormt deze pathogeen op dit moment geen relevant gevaar en dus ook geen risico voor de dier- en volksgezondheid in Nederland. KVP komt wel voor in andere Europese landen, waardoor waakzaamheid van belang is voor de diergezondheid.

Mond- en klauwzeervirus

Mond-en-klauwzeer (MKZ) is een zeer besmettelijke en ernstige virusziekte die zich razendsnel kan verspreiden. Het MKZ-virus behoort tot het genus *Aphoviridae* in de familie van *Picornaviridae*. Virussen uit deze familie zijn enkelstrengs RNA-virussen zonder kapsel (Quinn et al., 2011). Het is een virus dat makkelijk muteert.

Meldingsplicht

Mond-en-klauwzeer is een aangifteplichtige (bestrijdingsplichtige) dierziekte volgens de Gwwd (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

Mond-en-klauwzeer komt voor bij evenhoevige dieren: runderen, varkens, schapen, geiten en ook bij wilde zwijnen, herten, reeën en sommige dierentuindieren. Het MKZ-virus geeft pijnlijke blaren, met name bij de mond, hoeven en uier (Quinn et al., 2011). Besmette dieren scheiden het virus uit via luchtwegen, mest, urine, huid, melk, sperma, eicellen (GD, 2018c).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Meestal dieren de besmetting op via de lucht of besmette omgeving zoals tijdens transport, maar transmissie via diervoeder is mogelijk. Dode dieren en delen van dode dieren zoals tonsillen of beenmerg zijn ook bronnen van het virus (GD, 2018c), waardoor diervoeder met dierlijke oorsprong een mogelijke besmettingsroute is. Aangenomen wordt dat de MKZ-uitbraak in 2001 in Engeland is ontstaan door voeding met *swill* op een varkenshouderij (Sutmoller et al., 2003). Het virus blijft stabiel bij temperatuur onder 50 °C en bij een pH 6-9. Het virus kan weken overleven bij een temperatuur van 4 °C en weerstaat bevroering (GD, 2018c).

Voorkomen in diervoeders

In de periode 2013-2017 waren er geen meldingen van MKZ-virus in de RASFF-database (EC RASFF, 2018).

Ziektegevallen bij dieren

De laatste uitbraak van MKZ in de EU dateert van 2001 toen Nederland en het VK werden getroffen. Terwijl alle EU-lidstaten nu MKZ-virus vrij zijn, circuleert het virus nog wel in een aantal landen rondom Europa (FAO, 2015; EC ADNS, 2017).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

De ziekte is niet gevaarlijk voor de mens. Besmetting bij de mens is uiterst zeldzaam en is alleen mogelijk door contact met besmet vee, het drinken van besmette, rauwe (ongepasteuriseerde) melk of het eten van besmet, rauw vlees. Besmetting veroorzaakt bij de mens lichte ziekteverschijnselen in de vorm van pijnloze blaasjes rondom de mond die snel en vanzelf weer overgaan. Mensen kunnen wel enkele dagen drager zijn van het virus en het virus op die manier verspreiden (WBVR, 2018).

Ziektegevallen bij mensen

Niet van toepassing.

Beheersing

Elk ziektebeeld waarbij MKZ niet kan worden uitgesloten dient te worden gemeld. Bij MKZ wordt een landelijke 'standstill' afgekondigd waarbij alle vervoer van dieren en dierlijke bijproducten stil komt te liggen, en de bron (waaronder mogelijk diervoeder) wordt opgespoord.

Swill-voeding is in de EU verboden volgens de DBP-Verordening. Volgens deze verordening is ook een stringente hittebehandeling van dierlijke bijproducten vereist bij gebruik als diervoeder voor landbouwhuisdieren. Het MKZ-virus kan door een hittebehandeling (> 60 °C) worden geïnactiveerd (Gubbins et al., 2016) dus het risico van KVP door het voeren van varkens met diermeel is minimaal. Bovendien is ook het voeren van diermeel van zoogdieren aan landbouwhuisdieren verboden volgens de TSE-wetgeving (*feed ban*) en het verbod op intraspecies recycling (kannibalisme).

Conclusie

Dieren worden ziek van MKZ-virus en kunnen de ziekte oplopen door besmet diervoeder met ingrediënten van dierlijke oorsprong. Overdracht van MKZ is zeldzaam, en geeft milde ziekteverschijnselen. In Nederland komt MKZ, zowel veterinair als humaan, niet voor. Heel Europa heeft de MKZ-vrij status. Bij goede naleving van de wetgeving is het de kans op MKZ bij landbouwhuisdieren door diervoeder met ingrediënten van dierlijke oorsprong verwaarloosbaar klein. MKZ vormt dan ook op dit moment geen relevant gevaar en dus ook geen risico voor de dier- en volksgezondheid in Nederland.

Prionen

Prionen zijn infectieuze eiwitten die fatale neurodegeneratieve aandoeningen veroorzaken (Prusiner, 1998). Prionziekten of TSE's (transmissible spongiform encephalopathy) zijn onder natuurlijke omstandigheden tot nu toe alleen nog maar aangetroffen bij hogere vertebraten (zoogdieren). Onder voedselproducerende landbouwhuisdieren zijn natuurlijk voorkomende TSE's alleen aangetoond bij herkauwende dieren (bovine spongiforme encefalopathie (BSE) bij runderen, scrapie bij schapen en geiten en *chronic wasting disease* (CWD) bij hert-achtigen. In de EU werd in 2016 CWD voor het eerst in een rendier in Noorwegen gevonden (Becker, 2016; Benestad et al., 2016). Sindsdien is CWD ook aangetroffen in twee elanden en twee rendieren in Noorwegen (NVI, 2016; Stokstad, 2017). In 2017 werd CWD aangetroffen in 9 rendieren, 1 eland en voor het eerst in een edelhert (EFSA, 2018c). Er is echter nog weinig bekend over de overdracht van CWD en de gevolgen voor dier- en volksgezondheid (Requena et al., 2016). Recent is een prionziekte bij dromedarissen ontdekt (Babelhadj et al., 2018), waaraan eten van de vuilnisbelt ten grondslag lag. Voor Nederland worden BSE-prionen en scrapie-prionen als relevant gevaar hieronder verder uitgewerkt.

BSE-prion

Meldingsplicht

BSE is een aangifteplichtige (bestrijdingsplichtige) dierziekte voor alle zoogdieren inclusief vee en nertsen volgens de Gwwd. Humaan (vCJD) geldt een meldingsplicht volgens de Wpg (Uiterwijk et al., 2017a).

Ziektebeeld bij dieren

Het BSE-prion veroorzaakt bij runderen een encefalopathie die gekkekoeienziekte genoemd wordt. De TSE uit zich in afwijkend gedrag (schrikreacties, overgevoeligheid voor licht, geluid, aanraken), bewegingsstoornissen en uiteindelijk sterfte.

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Uitbraken van BSE werden veroorzaakt door het voeren van runderen met diermeel afkomstig van met BSE-geïnfecteerde dieren. Dit leidde tot de TSE-wetgeving waaronder monitoring, 'feed ban'

(i.e., verbod op voeren van diermeel van herkauwers aan landbouwhuisdieren), afvoeren van risicomateriaal, en toekennen van BSE-status. Al in 1997 werden maatregelen genomen om te voorkomen dat met BSE besmet diervoeder in de voedselketen terecht zouden komen.

Voorkomen in diervoeders

Er waren 61 RASFF-notificaties van aanwezigheid van DNA afkomstig van herkauwers in diervoeders van dierlijke oorsprong in de periode 2013-2017. Deze diervoeders waren allen afkomstig uit Europa (EC RASFF, 2018). Voor de notificaties waarbij de bestemming van het diervoeder vermeld werd, betrof het in 37 gevallen voer voor vissen en in 2 gevallen voer voor melkvee.

Gegevens uit het NP diervoeders laten zien dat dierlijke eiwitten soms in herkauwersvoer wordt gevonden (tussen 0 en 0,5% van de jaarlijks 700 tot 1000 geteste monsters in de periode 2011-2016 (Van der Fels-Klerx et al., 2018).

Ziektegevallen bij dieren

Van 1997 tot en met 2010 zijn in totaal 88 gevallen van BSE vastgesteld bij Nederlandse runderen. In 2010 waren de laatste twee gevallen van BSE, een slachtrund en een kadaver. Nederland is sinds 2011 officieel vrij van BSE (Uiterwijk et al., 2016).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

Het BSE-prion is voor zover bekend het enige prion dat zoönotisch overgedragen kan worden door consumptie van vleesproducten van met BSE besmette runderen en bij de mens variant Creutzfeldt-Jacob (vCJD) veroorzaakt (Bruce et al., 1997; Prusiner, 1998; Scott et al., 1999). De meeste patiënten bij wie de diagnose vCJD wordt gesteld zijn jong (gemiddeld 30 jaar). Bij hen staat aanvankelijk niet de dementie, die kenmerkend is voor de klassieke vorm van de ziekte, op de voorgrond, maar andere psychiatrische stoornissen (depressie, gedragsstoornissen) en cerebellaire ataxie. Na gemiddeld twaalf tot veertien maanden overlijdt de patiënt (RIVM LCI, 2007a).

Ziektegevallen bij mensen

In Nederland is vCJD vastgesteld bij drie patiënten (tot 2011), die allen zijn overleden (in 2005, 2006 en 2009; RIVM LCI, 2007a). Wereldwijd betreft het iets meer dan 220 patiënten (WBVR, 2018).

Beheersing

Sinds het herkennen van de route van besmetting is wet- en regelgeving rondom prionziekten ontstaan, en deze is zeer effectief gebleken. Deze heeft ervoor gezorgd dat het aantal aangetoonde BSE-gevallen in de EU de laatste jaren sterk is afgenomen is, van meer dan 2000 in 2001 naar 5 (incidentie 0,4 gevallen per 1.000.000 runderen) in 2016 (EC ADNS, 2017; EFSA, 2017c). De lage incidentie van BSE, in combinatie met de monitoring van dieren, de *feed ban*, en het uit de voedselketen houden van de dierlijke risicomaterialen zoals ruggenmerg beschermt de mens tegen vCJD.

Conclusie

Runderen worden ziek en gaan dood aan BSE en lopen de ziekte op door diervoeder met ingrediënten van dierlijke oorsprong. Diervoeders van plantaardige oorsprong vormen geen risico. Overdracht van BSE naar de mens is zeldzaam maar mogelijk. Ziektegevallen bij runderen in Nederland komen sinds 2010 niet meer voor. Ziektegevallen bij de mens komen in Nederland sinds 2009 niet meer voor. Met de huidige wetgeving is de kans op BSE geminimaliseerd. Hierdoor vormt de pathogeen op dit moment in Nederland geen relevant gevaar en dus ook geen risico voor de dier- en volksgezondheid in Nederland.

Scrapie-prion

Meldingsplicht

Scrapie is een aangifte- en bestrijdingsplichtige ziekte voor alle zoogdieren inclusief vee en nertsen volgens de Gwwd.

Ziektebeeld bij dieren

Scrapie is een TSE die bij schapen al sinds 300 jaar voorkomt in delen van Europa. De TSE komt ook voor bij geiten. De naam scrapie is afkomstig uit het Engels en afgeleid van één van de verschijnselen. Zieke dieren schrapen (Engels: *to scrape*) dwangmatig hun huid tegen hekken of

andere vaste objecten. Scrapie gaat blijkbaar gepaard met een gevoel van ernstige jeuk bij de dieren. Scrapie uit zich als afwijkend gedrag, jeuk, schuren, neurologische verschijnselen (trillingen aan de kop; schrikgedrag) vermagering en sterfte (100%). De transmissie van scrapie is niet duidelijk, maar epidemieën houden zichzelf in stand door horizontale transmissie en persistentie in het milieu (Quinn et al., 2011; GD, 2018c; WBVR, 2018).

Diervoeder als besmettingsbron van dieren

Ondanks de *feed ban* voor herkauwers, namelijk het verbod op voeren van diermeel van herkauwers aan landbouwhuisdieren, komt scrapie nog veel voor. Diervoeder betreft dus niet de enige transmissieroute die een rol speelt bij besmetting.

Hoewel de verspreiding van de ziekte niet helemaal duidelijk is, is wel vastgesteld dat het scrapie agens verschillende jaren kan overleven in de omgeving, dat het relatief bestand is tegen desinfectantia en dat gastheer genetische (erfelijke) factoren voornamelijk de gevoeligheid voor de ziekte bepalen. Bij schapen is de veronderstelling dat een belangrijke manier van horizontale en verticale verspreiding via het placentamateriaal (nageboorte) van geïnfecteerde oöien tijdens het lammeren verloopt (WUR).

Scrapie is overdraagbaar van volwassen oöien op hun lammeren. De dieren zijn zeer vatbaar voor stoffen uit de melk of voor melkproducten, afkomstig van schapen of geiten met scrapie. Ook wanneer de dieren waar deze producten van afkomstig zijn geen klinische verschijnselen vertonen. Oöien kunnen de ziekte overdragen via melk of melkproducten terwijl de ziekte zich in de incubatietijd bevindt (Levende have).

Voorkomen in diervoeders

Er waren 61 RASFF-notificaties van aanwezigheid van DNA afkomstig van herkauwers in diervoeders van dierlijke oorsprong in de periode 2013-2017. Deze diervoeders waren allen afkomstig uit Europa (EC, 2018a). Voor de notificaties waarbij de bestemming van het diervoeder vermeld werd, betrof het in 37 gevallen voer voor vissen en in 2 gevallen voor melkvee.

Ziektegevallen bij dieren

De gevoeligheid voor scrapie is erfelijk bepaald. Door gericht op scrapie-ongevoeligheid te fokken bij schapen is het aantal besmette bedrijven in ons land in de afgelopen jaren snel gedaald van bijna twee per duizend geteste schapen naar minder dan 1 geval gemiddeld per jaar in de laatste 9 jaar. Het laatste geval van scrapie bij schapen in Nederland dateert van 2013 (GD, 2017).

Bij de geit werd in november 2000 het eerste geval van scrapie gediagnosticeerd, gevolgd door een tweede geval in 2001. De elf resterende geiten op dit bedrijf werden geruimd en bij vier van de elf dieren werd ook scrapie aangetoond. Sindsdien is scrapie bij geiten in ons land niet meer aangetoond (Witteveen et al., 2015; GD, 2018c).

Binnen de EU is scrapie nog steeds een relevant probleem dat in verreweg de meeste EU-lidstaten de afgelopen jaren niet is afgenomen. Nederland vormt met de hele lage aantallen scrapie per jaar een hele gunstige uitzondering (GD, 2017).

Scrapie komt nog wel voor in de rest van de EU. In 2016 waren er 710 gevallen van scrapie bij schapen en 634 in geiten in Europa (EU + IJsland en Noorwegen) (EFSA, 2017c).

Overdracht naar en ziektebeeld bij mensen

Ondanks dat experimenteel aangetoond is dat scrapie de zoönotisch potentieel heeft (Cassard et al., 2014) is het niet zoönotisch overdraagbaar (GD, 2018c).

Ziektegevallen bij mensen

Niet van toepassing.

Beheersing

Transmissie van TSE's via diervoeder zijn beheerst onder de huidige wetgeving en op genetische gevoeligheid gerichte fokprogramma's.

Conclusie

Schapen en geiten worden ziek en gaan dood van scrapie. Mogelijk worden zij besmet via melk van een besmet moederdier, maar verder speelt diervoeder geen belangrijke rol. Overdracht van scrapie van in schapen en geiten naar mensen komt niet voor, en scrapie veroorzaakt geen ziekte

bij mensen. Scrapie komt nauwelijks voor in Nederland, enerzijds als gevolg van de TSE-wetgeving en anderzijds door een gericht fokprogramma. Binnen de EU komt scrapie wel voor. Hierdoor vormt deze pathogeen op dit moment geen relevant gevaar en dus ook geen risico voor de dier- en volksgezondheid in Nederland.

Overall conclusie diergezondheid microbiële risico's

De relevante microbiologische gevaren en risico's in diervoeder voor diergezondheid zijn beperkt tot *C. botulinum*, *C. parvum*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* en *T. gondii*. Hoewel AVP en KVP op dit moment geen risicovormen in diervoeder in Nederland, blijft waakzaamheid geboden vanwege gevallen in andere landen binnen Europa. Van andere soorten micro-organismen is bekend dat ze via ruwvoer, mengvoer of droge enkelvoudige voeders besmetting van dieren kunnen veroorzaken, maar deze organismen zijn in Nederland afwezig, of worden zodanig beheerst dat ze alleen in lage prevalentie voorkomen, of zijn vooral van belang via andere besmettingsbronnen dan diervoeder.

Overall conclusie volksgezondheid microbiële risico's

Mensen worden blootgesteld aan op diervoeder voorkomende pathogene micro-organismen via consumptie van producten van dieren, gevoerd met deze diervoeders. In Nederland zijn de volgende micro-organismen relevant voor deze blootstelling: *L. monocytogenes*, *Salmonella*, STEC en *T. gondii*. Mogelijk is ook *Yersinia* een risico. Overige microbiologische gevaren in diervoeders zijn in Nederland afwezig, of komen algemeen voor op veehouderijbedrijven of in Nederland waardoor andere besmettingsbronnen dan diervoeder belangrijker zijn.

Er is onzekerheid over de mate waarin micro-organismen die aanwezig kunnen zijn in diervoeder en relevant zijn voor de ziektelast in dieren en/of mensen kunnen bijdragen aan (1) de aanwezigheid van deze micro-organismen of ziektelast in landbouwhuisdieren die gevoerd worden met dit diervoeder en aan (2) de ziektelast van de mens die producten consumeert van deze dieren. Er kan daardoor geen schatting gemaakt worden van het relatieve risico van diervoeder ten opzichte van andere besmettingsroute van dieren, zoals bijvoorbeeld de route van direct contact of het milieu. Het is daardoor ook niet mogelijk de diergezondheidsrisico's en volksgezondheidsrisico's te prioriteren.

Introductieroutes samengevat

Salmonella komt binnen via besmette voedergewassen, grondstoffen (voedermiddelen) zoals oliehoudende zaden (soja) of diermeel (vis). Ook komt *Salmonella* voor in de diervoederfabrieken: op machines en in stof, en uiteindelijk ook in het diervoeder. STEC kan aangetroffen worden op grasland waar eerder runderen die drager zijn van STEC ge graasd hebben of op grasland in de buurt van waterzuiveringsinstallaties. Ook kan STEC aangetroffen worden op diervoeder dat op het veebedrijf opgeslagen wordt. *C. botulinum* wordt voornamelijk in verband gebracht met grasland (grond), ruwvoedergewassen en kuilvoer. *C. parvum* kan worden aangetoond in grond, grasland en hooi. Kuilvoer is een bekende bron van *L. monocytogenes*. *T. gondii* wordt door met kattenfeces besmet grasland en diervoeder overgebracht.

Borging/wetgeving

In de EU zijn wettelijke beheersmaatregelen ingevoerd die het risico van micro-organismen op de diergezondheid beperken, en als gevolg daarvan ook het risico van deze micro-organismen op de gezondheid van mensen die producten van landbouwhuisdieren consumeren beperken.

Wetgeving over verwerking en gebruik van dierlijke eiwitten in diervoeders (voor voedselproducerende landbouwhuisdieren)

Het optreden van miltvuur, brucellose, rundertuberculose, AVP, KVP, MKZ en ND als gevolg van het voeren van landbouwhuisdieren met diervoeders die dierlijke eiwitten bevatten wordt geborgd door deze dierlijke eiwitten eerst zodanig te bewerken dat deze pathogenen geïnactiveerd worden (verwerkt volgens uitvoeringverordening dierlijke bijproducten Vo 142/2011²⁸). De in deze verordening beschreven verwerkingsmethoden zijn niet geschikt om prionen te in activeren. Het optreden van TSE's als gevolg van het voeren van landbouwhuisdieren met diervoeders die dierlijke eiwitten bevatten wordt geborgd door het verbod op diervoeders die eiwitten bevatten

²⁸ Verordening (EU) Nr. 142/2011 van de Commissie van 25 februari 2011 tot uitvoering van Verordening (EG) Nr. 1069/2009 van het Europees Parlement en de Raad tot vaststelling van gezondheidsvoorschriften inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten en afgeleide producten en tot uitvoering van Richtlijn 97/78/EG van de Raad wat betreft bepaalde monsters en producten die vrijgesteld zijn van veterinaire controles aan de grens krachtens die richtlijn.

waar prionen in aanwezig kunnen zijn (TSE-Verordening [*feed ban*] Vo 999/2001)²⁹. De regels voor het gebruik van dierlijke eiwitten staan duidelijk beschreven op de website van de NVWA³⁰.

De invoering van deze wetgeving over het gebruik van diervoeders (+ de wettelijk verplichtte bewakingsprogramma's en bestrijdingsmaatregelen met betrekking tot dierziekten) zijn (in Nederland) effectief gebleken. De Nederlandse veestapel is officieel vrij van anthrax, brucellose, AVP, KVP, MKZ, ND en BSE. Het gebruik van levensmiddelen afkomstig van landbouwhuisdieren vormt dan ook geen risico op miltvuur, brucellose, tuberculose en vCJD bij mensen.

Wetgeving over microbiële normen voor diervoeders

In de EU-wetgeving (Verordening (EU) Nr. 142/2011) gelden alleen microbiële veiligheidsnormen voor verwerkte dierlijke eiwitten (diermeel) en andere uit dierlijke bijproducten verkregen voedermiddelen die volgens de TSE-Verordening toegestaan zijn om als voedermiddel gebruikt te worden. Deze normen voor *Salmonella* en *Enterobacteriaceae* (tabel 5.4) gelden niet voor de overige plantaardige voedermiddelen uit de diervoedercatalogus³¹, hoewel *Salmonella* ook voorkomt op deze voedermiddelen en de diervoeders die daarmee samengesteld zijn.

Tabel 5.4. Microbiële normen voor voedermiddelen van afgeleide producten (Bron: Verordening (EG) Nr. 142/2001, Bijlage X, Hoofdstuk 1).

Micro-organisme	Norm	Aanvullende eisen ^a
<i>Enterobacteriaceae</i>	300 kve/g	n = 5, c = 2, m = 10, M = 300
<i>Salmonella</i> spp.	Afwezig in 25 g	n = 5, c = 0, m = 0, M = 0

^a n = aantal te testen monsters; m = drempelwaarde voor het aantal bacteriën; het resultaat wordt als bevredigend beschouwd als het aantal bacteriën in geen enkel monster groter dan m is; M = maximumwaarde voor het aantal bacteriën; het resultaat wordt als onbevredigend beschouwd als het aantal bacteriën in een of meer monsters gelijk aan of groter dan M is, en c = aantal monsters waarvoor de bacterietelling een resultaat tussen m en M te zien mag geven en waarbij het monster nog als aanvaardbaar wordt beschouwd als het resultaat van de bacterietelling voor de overige monsters niet groter dan m is.

Wetgeving over diervoederhygiëne (onder andere HACCP)

In de EU zijn diervoederproducenten verplicht om te voldoen aan eisen die betrekking hebben op diervoederhygiëne tijdens de productie van diervoeder (algemene levensmiddelenverordening EU 178/2002³² en diervoederhygiëneverordening EU 183/2005³³). Om te voldoen aan deze eisen zijn diervoederproducenten en -leveranciers verplicht een bedrijfshygiëneplan op te stellen op grond van het *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP)-beginsel op te stellen. Zij kunnen dit zelf doen, maar zij kunnen ook gebruik maken van een sector-breed opgesteld hygiëneplan/code.

De meeste leveranciers en producenten van diervoeders zijn aangesloten bij SecureFeed. Het gaat om 511 deelnemers (388 deelnemers en 123 cluster-deelnemers). De kern van het werk van SecureFeed is het ontwikkelen en beheren van een collectief systeem voor risicobeoordeling en monitoring van grondstoffen en de leveranciers ervan. SecureFeed voert wereldwijd audits uit bij leveranciers en producenten van (grondstoffen voor) diervoeders (SecureFeed, 2018c). Het borgingssysteem van SecureFeed maakt gebruik van de standaarden van GMP+³⁴ International (GMP+ International, 2018b; SecureFeed, 2018c), onder andere microbiële voederveiligheidsnormen (GMP+ International, 2018a). Met aansluiting bij SecureFeed verplichten

²⁹ Verordening (EG) Nr. 999/2001 van het Europees Parlement en de Raad van 22 mei 2001 houdende vaststelling van voorschriften inzake preventie, bestrijding en uitroeiing van bepaalde overdraagbare spongiforme encefalopathieën ('*extended feed ban*' of TSE-verordening).

³⁰ Regels voor het gebruik van dierlijke eiwitten als voer voor landbouwhuisdieren <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/diervoeder/regels-voor-diervoederbedrijven/regels-gebruik-dierlijk-eiwit>

³¹ Verordening (EU) Nr. 68/2013 van de Commissie van 16 januari 2013 betreffende de catalogus van voedermiddelen.

³² Verordening (EG) Nr. 178/2002 van het Europees Parlement en de Raad van 28 januari 2002 tot vaststelling van de algemene beginselen en voorschriften van de levensmiddelenwetgeving, tot oprichting van een Europese Autoriteit voor voedselveiligheid en tot vaststelling van procedures voor voedselveiligheidsaangelegenheden (algemene levensmiddelenverordening, ALV).

³³ Verordening (EG) Nr. 183/2005 van het Europees Parlement en de Raad van 15 november 2005 tot vaststelling van voorschriften voor diervoederhygiëne.

³⁴ GMP+ = GMP + HACCP.

bedrijven zich tot productie volgens gecombineerde 'Good Manufacturing Practices' (GMP) en HACCP-principes.

Aanvullend op de wettelijke eisen omvatten de voeder veiligheidsnormen van GMP+ een afkeurgrens voor *Salmonella* in pluimveevoer van 0⁺% en voor overige diervoeders afwezigheid in 25 gram (GMP+ International, 2018a).

Via sectorale monitoringsplannen en de analyses die in het kader van de HACCP-plannen door de bedrijven worden uitgevoerd, worden de risico's van schadelijke organismen zoveel mogelijk beheerst (NVWA, 2018b).

Veel veehouders betrekken alleen diervoeders van GMP+ gecertificeerde diervoederbedrijven. Zo verplicht IKB-Ei haar deelnemend leghenouders alleen bij voer aan te kopen van diervoederleveranciers die deelnemen aan SecureFeed (IKB Ei, 2018b).

Wetgeving over dierziekten

In de EU zijn maatregelen van kracht om het ontstaan van bepaalde dierziekten te beperken, dan wel te voorkomen. Dit zijn de volgens artikel 15 van de Gwvd en Verordening 82/894/EEG³⁵ aangifteplichtige (bestrijdingsplichtige) dierziekten. Een deel van de pathogenen die besproken worden in deze risicobeoordeling veroorzaakt hierboven bedoelde ziekten. Het gaat om miltvuur, brucellose, rundertuberculose, trichinellose, AVP, KVP, MKZ, en TSE's bij vee en om ND, S. *Arizonae*, S. *Gallinarum* en S. *Pullorum* bij pluimvee.

Op veterinaire gebied zijn maatregelen vastgelegd voor runderen en varkens in Richtlijn 64/432/EEG³⁶ en voor schapen en geiten in Richtlijn 91/68/EEG³⁷. Landen (of delen daarvan) kunnen vrij of officieel vrij van deze ziekten worden verklaard als aan bepaalde, strenge voorwaarden wordt voldaan, waaronder het hebben van een bewakingsprogramma en een lage prevalentie (0,2% voor brucellose; 0,1% voor rundertuberculose) op beslag/bedrijfsniveau.

Nederland heeft, met uitzondering van de voor pluimvee pathogene *Salmonella* spp., een dierziektevrij-status voor alle bovengenoemde dierziekten. Als een land een ziektevrijstatus heeft (en behoudt) is de dierziekte beheerst. Er is daardoor minder noodzaak om ook diervoeder te monitoren op de veroorzakers van deze ziekten dierpathogenen. Verder wordt ook de humane consument van voedsel van dierlijke oorsprong beschermd tegen de zoönosen miltvuur, brucellose, tuberculose en vCJD.

Wetgeving over microbiologische voedselveiligheid valt buiten de scope van deze risicobeoordeling.

Risicofactoren en beheersmaatregelen van relevante microbiologische gevaren in de subketens

Subketen 1: Primaire productie voedergewassen

Teelt

Een risicofactor voor de introductie van micro-organismen tijdens de teelt van ruwvoer zoals gras is fecale besmetting via bemesting, dieren (wilde dieren, katten en landbouwhuisdieren zelf in geval van weidegang), vogels, ongedierte zoals muizen en ratten en irrigatiewater (De Jonge, 2016). In grond, grasland en (vers) ruwvoer kunnen *C. botulinum*, *C. parvum*, *L. monocytogenes*, *Salmonella*, STEC, en *T. gondii* aangetroffen worden (De Jonge, 2016; Simon et al., 2017). De laatste wordt overgebracht door feces van geïnfecteerde katten.

Fecale besmetting door bemesting kan beperkt worden door het gebruik van mest ouder dan twee maanden, verhitte mest of kunstmest. Het gebruik van schoon irrigatiewater, ongediertebestrijding en maatregelen gericht op het afschrikken van vogels in het veld kunnen het risico van fecale besmetting tijdens de teelt ook beperken (Jones, 2011; De Jonge, 2016; Monaghan et al., 2017). Volledige eliminatie van microbiologische gevaren van in het veld geteelde gewassen is echter onmogelijk (De Keuckelaere et al., 2015).

³⁵ Richtlijn 82/894/EEG inzake de melding van dierziekten in de Gemeenschap. Bijlage I en II zijn gewijzigd door uitvoeringsbesluit 2012/737/EU.

³⁶ Richtlijn 64/432/EEG van de Raad van 26 juni 1964 inzake veterinaire rechtelijke vraagstukken op het gebied van het intracommunautaire handelsverkeer in runderen en varkens.

³⁷ Richtlijn 91/68/EEG van de Raad van 28 januari 1991 inzake veterinaire rechtelijke voorschriften voor het intracommunautaire handelsverkeer in schapen en geiten.

Bewerking

Tijdens de bewerking van ruwvoer kunnen bacteriegroei-remmende maatregelen genomen worden zoals drogen en inkuilen.

Drogen

Drogen heeft een kiemreducerende werking. In goed gedroogde producten als stro en hooi zullen bacteriën snel afsterven. De snelheid waarmee bacteriën afsterven in gedroogde producten hangt af van de hoeveelheid beschikbaar water. Zorgvuldige, droge opslag van gedroogd ruwvoer beperkt het risico op uitgroei van eventueel aanwezige micro-organismen (de Jonge, 2016).

Inkuilen (fermentatie)

Tijdens inkuilen ondergaat een gewas een biochemisch proces onder invloed van micro-organismen. Het proces verloopt gefaseerd. In de eerste fase van het inkuilproces wordt de nog aanwezige zuurstof in de kuil verbruikt door de ademhaling van het plantenmateriaal en de aerobe micro-organismen. Bij een goed aangedrukte en luchtdicht afgedekte kuil duurt deze fase slechts enkele uren. Gedurende de fermentatiefase zijn de melkzuurbacteriën actief in de bedekte kuil. Uit de suikers in het ruwvoer wordt melkzuur geproduceerd onder anaerobe omstandigheden. Deze gewenste melkzuurbacteriën zorgen na verloop van tijd voor een stabiele zure pH in de kuil. In deze toestand blijft het ingekuilde gewas goed geconserveerd. Verder spelen ook azijnzuurbacteriën een rol bij dit proces. Ze elimineren lucht uit de kuil door alcohol samen met zuurstof om te zetten in azijnzuur. Als het fermentatieproces goed en snel verloopt, kan de pH snel dalen tot een stabiele lage pH waar micro-organismen niet meer actief zijn. Op een gegeven moment ontstaat er een evenwicht waarbij de pH constant blijft en de bacteriën in de kuil niet meer actief zijn zolang de anaerobe omstandigheden blijven aanhouden. Dit conserveringsproces duurt gemiddeld 3 tot 6 weken (Latré et al., 2014).

In goed geproduceerde (i.e. snelle en voldoende verzuring in een anaeroob milieu) en zorgvuldig opgeslagen kuilvoer zullen bacteriën snel afsterven. De snelheid waarmee bacteriën afsterven in gefermenteerde producten hangt af van de pH en de soort van gevormde organische zuren als gevolg van lage pH in combinatie met de aanwezigheid van bepaalde soorten zwakke organische zuren. Dergelijk kuilvoer vormt geen gevaar voor de gezondheid van dier en mens. Wel kunnen pathogenen aanwezig zijn, zoals bacteriële sporen (clostridia en bacilli), *L. monocytogenes* en STEC (Maciorowski et al., 2007; Driehuis et al., 2018). Deze initiële besmetting kan voor problemen zorgen als het inkuilen niet goed wordt uitgevoerd. Dit laatste komt wel voor, en er kan veel misgaan tijdens het in- en uitkuilen (Latré et al., 2014).

Van de pathogene clostridia wordt alleen *C. botulinum* af en toe aangetroffen in kuilvoer (Driehuis et al., 2018). Sporen van deze pathogeen kunnen onder normale omstandigheden niet tot ontkieming komen (de Jonge, 2016). Hiervoor is het nodig dat de kuil snel verzuurd tot een pH lager dan 4 binnen 3 dagen, wat afhangt van o.a. het vochtgehalte van het plantaardig materiaal (Driehuis et al., 2018).

Aangezien *Listeria* spp. algemeen in het milieu voorkomt, zal kuilvoer initieel vaak, in lage aantallen, besmet zijn met deze pathogeen. In een goede kuil (lage pH, goede anaerobiose) zal *L. monocytogenes* echter afsterven, maar onder minder stringente condities kan deze pathogeen zich lang handhaven. In niet goed geconserveerd of zorgvuldig opgeslagen kuilvoer, kan *L. monocytogenes* echter uitgroeien. Bijvoorbeeld wanneer aerob bederf of beschimmeling van de kuil optreedt, wat kan gebeuren in kuilen met een te lage pakkingsdichtheid of inadequate afsluiting of in "baled" kuilvoer (Driehuis et al., 2018).

Ditzelfde principe geldt ook voor STEC. Onderzoek waarin STEC (O157:H7 en O26) aan ruw materiaal (gras, mais, alfalfa, gerst) vóór het kuilen werden toegevoegd, toonde snelle afsterving aan bij een adequaat uitgevoerd inkuilingsproces. Echter, in een slechte fermentatie, bijvoorbeeld door indringen van zuurstof, door gebruik van verlepte grondstof of bij aerob bederf van de kuil kan STEC wel overleven en soms zelfs uitgroeien (Driehuis et al., 2018).

Subketens 2-7: Verwerking van bijproducten van plantaardige oorsprong en plantaardige voormalige voedingsmiddelen

Teelt

(Voedsel)gewassen, waarvan de bijproducten en restanten van daar uit geproduceerde levensmiddelen (voormalige voedingsmiddelen, VVM) als voedermiddel of grondstof voor mengvoeders gebruikt kunnen worden, kunnen op dezelfde manier als voedergewassen, fecaal

besmet raken. De preventieve maatregelen die fecale besmetting van voedergewassen beperken zijn ook van toepassing op voedselgewassen.

Bijproducten levensmiddelenindustrie (subketens 2-6)

De bijproducten van de levensmiddelenindustrie die van plantaardige oorsprong zijn, zijn onder te verdelen in: granen (subketen 2), oliehoudende zaden (subketen 3), aardappelen (subketen 4), suikerhoudende gewassen (subketen 5) groenten en fruit (subketen 6).

Voor *Salmonella* is bekend dat van deze bijproducten die als voedermiddel gebruikt worden de eiwitrijke oliehoudende zaden (vooral koolzaad, soja(boon) en zonnebloem) de hoogste prevalentie hebben, gevolgd door bijproducten van mais (EFSA BIOHAZ Panel, 2008; Yassin et al., 2015; De Jonge, 2016). De meeste RASFF-meldingen (42%) van *Salmonella* in diervoeder betreffen oliehoudende zaden (EC, 2018a).

Plantaardige voormalige voedingsmiddelen (subketen 7)

De belangrijkste VVM voor diervoeder zijn droge producten zoals brood, suikerwaren, drop en koek (EFFPA, 2014; Schripsema et al., 2015).

De EU-catalogus van voedermiddelen³⁸ definieert VVM als: 'levensmiddelen, met uitzondering van cateringresten³⁹, die met volledige inachtneming van de EU-levensmiddelenwetgeving voor menselijke consumptie zijn geproduceerd, maar niet langer voor menselijke consumptie zijn bestemd, om praktische of logistieke redenen of wegens productieproblemen, verpakingsgebreken of andere problemen en die, indien gebruikt als diervoeder, geen risico's voor de gezondheid inhouden.' VVM hebben daarmee dezelfde mate van veiligheid als voedingsmiddelen.

Brood, suikerwaren, drop en koek zijn geen risicovolle producten voor microbiologische besmettingen, de hiervan als VVM afgewaardeerde levensmiddelen zijn dat dan ook niet.

Bewerking

Verzuren

Natte grondstoffen uit de levensmiddelenindustrie en -handel (onder meer bierbostel, biergist, maisgluten, aardappelrest-producten en resten van suikerbieten) worden verzuurd gebruikt. Producten verzuren van nature (zetmeelrijk) of worden aangezuurd. De opslag ervan vindt plaats onder anaerobe condities. Aangezuurde of verzuurde natte bijproducten hebben een verlengde houdbaarheid ten opzichte van niet verzuurde natte bijproducten. Van zure condities gaat namelijk een bacteriegroei-remmende tot bacteriedodende werking uit. Bij onvoldoende verzuring treedt mogelijk een microbiologisch risico op (overleving en eventueel zuuradaptatie van bacteriën (de Jonge). De effectiviteit (mate van kiemreductie) van de methode is afhankelijk van type gebruikte of geproduceerde zuren in combinatie met de bereikte pH. Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat incorrect gesileerde natte reststromen (snel en voldoende verzuurd) een risico bestaat op aanwezigheid van micro-organismen (De Jonge, 2016).

Subketen 8: Toevoegingsmiddelen en voormengsels

Voormengsels zijn mengsels van toevoegingsmiddelen of mengsels van een of meer toevoegingsmiddelen met als drager voedermiddelen of water die niet bedoeld zijn voor rechtstreekse voeding aan dieren (Verordening (EG) 1831/2003) (bijlage 2). Antibiotica worden niet tot de toevoegingsmiddelen gerekend (bijlage 2).

Toevoegingsmiddelen

Chemische antimicrobiële toevoegingsmiddelen

Chemische toevoegingen om bacteriegroei te beheersen zijn organische zuren (voornamelijk azijnzuur en propionzuur) en formaldehyde, waarvan de laatste het meest effectief is (Jones, 2011). Formaldehyde werd gebruikt als alternatief voor hittebehandeling bij de productie van mengvoer voor pluimvee (Latré et al., 2014). Sinds februari 2018 is het echter verboden (Verordening (EU) 2018/183⁴⁰) formaldehyde als antimicrobieel toevoegingsmiddel te gebruiken

³⁸ Verordening (EU) Nr. 68/2013 van de Commissie van 16 januari 2013 betreffende de catalogus van voedermiddelen.

³⁹ Keukenafval en etensresten.

⁴⁰ Uitvoeringsverordening (EU) 2018/183 van de Commissie van 7 februari 2018 tot weigering van een vergunning voor formaldehyde als toevoegingsmiddel voor diervoeding, behorende tot de functionele groepen

bij de productie van voormengsels om besmetting met pathogene micro-organismen (met name *Salmonella*) te reduceren. De effectiviteit van vervangende middelen is nog onvoldoende duidelijk en er is mogelijk een verhoogde kans op bacteriële besmetting in mengvoerders.

Probiotica

Er zijn verschillende typen probiotica geregistreerd als toevoegingsmiddel voor diervoeder, zoals diverse *Bacillus* soorten, *Saccharomyces cerevisiae* (levende gist) en *Enterococcus faecium* (Makkink, 2009; Gaggia et al., 2010). Deze probiotica worden al jaren veilig gebruikt, wel bevatten de genera *Bacillus* en *Enterococcus* soorten die pathogene effecten hebben (Gaggia et al., 2010).

Voormengsels

Uit analyseresultaten van GMP+ in de periode 2008-2017 blijkt dat in voormengsels geen *Salmonella* gedetecteerd kon worden.

Subketen 9: Mengvoerders

Microbiologische besmetting van mengvoer kan veroorzaakt worden door gebruik van besmette grondstoffen.

Bij mengvoer liggen de risicofactoren met name bij de gebruikte voedermiddelen. Het mengen zelf kent slechts een beperkt risico (namelijk op versleping of ongewenste vermenging van diverse productieruns). Met een goede procesinrichting (bijvoorbeeld door aparte lijnen voor gemedicineerde voeders te gebruiken) en gescheiden productielocaties kan men deze risico's ondervangen (Research voor Beleid & Q-Point BV, 2003).

Mengvoerbedrijven/industriële mengvoerders

In de bewerkingsfase van mengvoerders (drogen, sorteren, malen, mengen, drogen, verhitten, pelleteren, afkoelen, verkruiden, zeven, coaten, verpakken (Ovocom, 2008; Kenniscentrum InfoMil, 2018) kan een besmetting geïntroduceerd of verspreid worden als gevolg van onvoldoende hygiëne via personeel (via kleding en schoenen), apparatuur of opslagfaciliteiten.

Bij bedrijven die verschillende categorieën bijproducten (grondstof voor diervoeder, grondstof voor co-vergisting, meststoffen, verontreinigde stoffen) verzamelen, opslaan en vervoeren is mogelijk een verhoogd risico voor introductie van pathogene micro-organismen in diervoeder.

Pelleteren en verhitten/hittebehandeling

Bij het pelleteren van de gemalen diervoederingredienten worden gewoonlijk temperaturen tussen de 70 en 90 °C bereikt en met de tijden die in de industriële diervoederproductie aangehouden worden zal er een reductie van 99% (2-log reductie van het totale aantal bacteriën) plaatsvinden. Temperaturen van 80 °C tijdens het drogen alvorens te pelleteren zal in de meeste gevallen voldoende zijn om niet-sporevormende bacteriën zoals *Listeria*, *Salmonella* en STEC te doden, behalve wanneer een extreem hoge besmettingsgraad is in de ingrediënten of als het diervoeder gedroogd en gepelleteerd wordt bij lagere temperaturen en met kortere tijden (EFSA BIOHAZ Panel, 2008).

C. parvum en *T. gondii* worden geïnactiverd bij temperaturen tussen 60 en 70 °C gedurende 1 tot 5 minuten (hoe hoger de temperatuur, hoe korter de benodigde tijd voor activatie) (Anderson, 1985; Dubey et al., 1990; Dubey, 1998). De temperaturen en tijden tijdens droogstap en pelletering bij de bereiding van industriële mengvoerders zijn waarschijnlijk hoog en lang genoeg om deze organismen tot een aanvaardbaar niveau te reduceren. Sporen van *C. botulinum*) overleven de verhittingsstappen die toegepast worden tijdens de productie van mengvoerders.

Niet alle diervoeders worden gepelleteerd/verhit. Legpluimveemengvoer wordt niet gepelleteerd. De prevalentie van *Salmonella* in deze onverhitte mengvoerders is ongeveer 10 x hoger dan in verhitte (SecureFeed, 2018c).

Ondanks kiemreducerende werking van de verhittingsstappen tijdens de productie van mengvoer is de prevalentie van *Salmonella* in verhitte mengvoerders niet nul. Er kan sprake zijn van ineffektieve kiemreductie of nabesmetting. Toevoeging van organische zuren aan verhit of gedroogd voer reduceert de risico's verbonden aan een nabesmetting (de Jonge)

„conserveermiddelen” en „hygiënebevorderingsmiddelen”.

Nabesmetting

Bij het lossen van besmette ingrediënten op een mengvoerfabriek kan hierbij vrijkomend besmet stof (vanuit besmette nog onbehandelde ingrediënten voor diervoeder) ook zorgen voor nabesmetting van gereed industrieel mengvoer die een hittebehandeling ondergaan hebben (De Jonge, 2016).

Vanwege het gevaar van nabesmetting van gereed industrieel mengvoer met stof vanuit besmette, nog onbehandelde ingrediënten voor diervoer, zal een kiemreducerende behandeling plaats moeten vinden in combinatie met strikte hygiëne maatregelen gericht op het voorkomen van zo' n nabesmetting (De Jonge, 2016).

Dierlijke bijproducten en voormalige voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong

Zoals eerder aangegeven zijn risico's van VVM voor volksgezondheid gelijk aan die van levensmiddelen. Er zijn wel risico's verbonden aan het gebruik van VVM van dierlijke oorsprong als diervoeder: het risico van prionziekten. Dit geldt ook voor dierlijke bijproducten (DBP). Daarom zijn alleen VVM en DBP toegestaan die geen prionen kunnen bevatten. Er is een risico op onbedoelde bijmenging met niet toegestane dierlijke eiwitten blijkt uit het aantal RASFF-meldingen van DNA van herkauwersoorsprong in diervoeder, ongeveer 10% van het totale aantal RASFF-meldingen van pathogene-micro-organismen in diervoeders (EC RASFF, 2018).

Met pathogenen besmette dierlijke ingrediënten (die vervoerd mogen worden) zijn waarschijnlijk afkomstig van met deze pathogenen besmette dieren (De Jonge, 2016).

In een studie uit de VS met diervoedergrondstoffen (122 dierlijke bijproducten en 79 plantaardige bijproducten die in de periode 2002-2003 verzameld waren bleek dat dat dierlijke bijproducten (34%) een significant hogere besmettingsgraad met *Salmonella* hebben dan plantaardige bijproducten (5%) (Ge et al., 2013). Dit risico kan beheerst worden door de in de DBP-Verordening verplichte stringente hittebehandeling (verwerking volgens uitvoeringverordening dierlijke bijproducten Vo 142/2011) van dierlijke bijproducten bij gebruik als diervoeder voor landbouwhuisdieren.

Transport

Transportmiddelen kunnen ook een bron van besmetting zijn. Onvoldoende reiniging kan aanleiding geven tot kruisbesmetting van partijen. Open transport geeft een risico op fecale verontreiniging door ongedierte en vogels. Op de boerderij kan gereed mengvoer besmet raken door bijvoorbeeld ongedierte.

Subketen 10: Opslag en menging diervoeders op veehouderijbedrijven

Diervoeder kan ook tijdens opslag op het veebedrijf besmet raken met feces van knaagdieren en vogels, waarin *Cryptosporidium* en *Salmonella* aanwezig kan zijn. In een studie op 4 boerderijen in Schotland werd opgeslagen diervoeder tijdens de winter van 1998-1999 maandelijks gemonitord om de hoeveelheid fecale contaminatie van wilde dieren te bepalen. Gemiddeld werden er 80 knaagdieruitwerpselen en 25 vogeluitwerpselen aangetroffen per m² diervoeder per maand. Geschat werd dat individuele runderen en schapen gedurende deze periode elk 1626 en 814 uitwerpselen binnen kregen met het voer. Een model gebaseerd op de aantallen met *Cryptosporidium* en *Salmonella* besmette ingenomen feces werd gebruikt om de waarschijnlijkheid te berekenen om de gerapporteerde prevalenties van cryptosporidiose en salmonellose te schatten. Het model geeft aan dat inname van diervoeder dat gecontamineerd is met feces van wilde dieren het voorkomen van deze ziekten bij landbouwhuisdieren kan verklaren. Fecale besmetting van diervoeder is een potentiële bron van infectie van landbouwhuisdieren (Daniels et al., 2003). Ook kan diervoeder tijdens opslag op het veebedrijf besmet worden met *T. gondii* via katten (Hinton, 2000; De Jonge, 2016).

Fecale besmetting van op veebedrijven opgeslagen diervoeder door vogels kan beheerst worden door het afdekken van diervoeders. Het vrijhouden van een veebedrijf van katten en knaagdieren is een voor de hand liggende beheersmaatregel, maar in de praktijk waarschijnlijk niet haalbaar.

Veebedrijven (zelfmengers en bijmengers)

Op primaire bedrijven worden diervoeders in toenemende mate bereid door de veehouders zelf (NVWA, 2018b). Mengvoerders worden door de veehouders zelf gemengd worden op het veebedrijf. Het gaat hierbij om veehouders die op het bedrijf geteelde gewassen mengen (zelfmengers) en/of zelf aangekochte voedermiddelen mengen (bijmengers). Er wordt geen verhittingsstap uitgevoerd op mengvoerders die op een veebedrijf gemengd worden.

In tegenstelling tot de productie van industrieel mengvoer nemen zelfmengende boeren niet deel aan een programma ter waarborging van de kwaliteit en veiligheid van het door hen vervaardigd voer, wat gevolgen kan hebben voor de microbiologische veiligheid van veevoer (De Jonge, 2016).

Bij zelfmengende veehouders zijn de ruimten met de diervoedermolens vaak in de buurt van de dierenverblijven/ stallen en kunnen transportmiddelen die bij de molen en de boerderij gebruikt worden voor het afleveren van het voer, maar ook voor andere taken inclusief oogst en mestverwerking. Hierbij is een groot risico op fecale besmetting van diervoeders (EFSA BIOHAZ Panel, 2008).

Beheersmaatregelen samengevat

Beheersmaatregelen om besmetting van diervoeder met pathogene micro-organismen te reduceren zijn onder andere (1) voorkómen van fecale besmetting tijdens primaire plantaardige productie en bewaring van voedermiddelen door wilde dieren (o.a. knaagdieren en vogels) en landbouwhuisdieren, (2) alleen beregening met oppervlaktewater dat vrij is van deze micro-organismen; (3) hygiëne in alle verwerkingsprocessen; (4) bacteriegroei-remmende maatregelen zoals: aanzuren van kuilvoer en vochtige voedermiddelen, drogen tot hooi en (5) afdoding van bacteriën door gebruik van anti-microbiële toevoegingsmiddelen en effectieve hittebehandeling bij pelleteren van mengvoeders.

Bijlage 6

Risico's van antibioticaversleping in de diervoederketen

Antibioticaresistentie

Antibiotica kunnen in niet-gemedicineerd diervoeder terecht komen door een proces dat met de term "versleping" wordt aangeduid. Diervoeder dat geproduceerd wordt direct na gemedicineerd voer op dezelfde productielijn zal onvermijdelijk sporen van de medicatie bevatten die in de voorafgaande partij gemengd werden. Hierdoor komen lage concentraties van antibiotica terecht in de eerste porties van het veevoer dat direct na voer met antibiotica is geproduceerd. Met het oog op antibioticaresistentie, heeft de Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie (NEVEDI), verantwoordelijk voor circa 95% van de totale diervoederproductie in Nederland, per 2012 besloten geen diervoeder met antibiotica meer te produceren voor de Nederlandse markt. Op attest van de dierenarts wordt nog wel mengvoer met coccidiostatica of ontwormingsmiddelen geproduceerd. Ook vindt nog productie van gemedicineerde diervoeders voor exportdoeleinden plaats. De producent die hiervoor is gecertificeerd, moet een strikte scheiding hanteren tussen de productielijnen waarop wel en niet antibiotica wordt verwerkt (GMP+ International BCN NL 1). Voor import van in België en Duitsland geproduceerde gemedicineerde voeders is toestemming van een dierenarts nodig. In het Nationaal Plan Diervoeders is de focus van het antibiotica-onderzoek sinds 2012 verschoven naar de primaire sector (boerderij).

De fysische en chemische eigenschappen van een antibioticum bepalen of de verbinding aan de apparatuur blijft hechten, in welk geval er veel versleping optreedt, of juist niet (Zuidema et al., 2010; Stolker et al., 2013b). Als gevolg daarvan is er geen correlatie tussen de versleping van een neutrale kleurstof en van antibiotica en kan de versleping van antibiotica dus ook niet kwantitatief worden voorspeld (Stolker et al., 2013b). De enige uitzondering is tylosine, dat vrijwel niet wordt verslept. Metingen in de eerste spoelcharges toonden aan dat in ongeveer 20% van de monsters een concentratie van antibiotica hoger dan 3% van de therapeutische dosis aanwezig was (Zuidema et al., 2010). Het gebruik van pre-mixen vermindert de versleping niet tot aanvaardbare waarden. In het geval van pre-mixen met het veel gebruikte middel doxycycline wordt ongeveer 3% naar een volgende charge verslept (Daeseleire et al., 2016). Dergelijke concentraties hadden al een meetbaar effect op de ontwikkeling van resistentie.

De risico's verbonden aan antibioticaresistentie zijn algemeen erkend. De selectie van resistentie in de agrarische sector en de overdracht daarvan naar de humane gezondheidszorg leidt tot hogere kosten van de humane gezondheidszorg als gevolg van veterinair gebruik van antibiotica. In de afgelopen decennia is er veel onderzoek naar antibioticaresistentie verricht. Desondanks is het moeilijk om de invloed van antibioticumgebruik voor landbouwhuisdieren op de resistentie onder ziekteverwekkers bij mensen uit te drukken in getallen. De tegenwoordig veel gebruikte "One health" aanpak (Kahn, 2017) benadrukt de interacties tussen de humane en veterinaire sectoren. De openstaande vragen betreffen niet zozeer het aantonen van overdracht van resistentie van agrarische sector naar de humane gezondheidszorg, maar het vaststellen van het precieze aandeel van de resistentie in de humane gezondheidszorg dat van origine geselecteerd is in de agrarische sector. Die informatie is nodig om uit te kunnen rekenen in hoeverre maatregelen om resistentie bij landbouwhuisdieren tegen te gaan kosteneffectief zijn, in de zin van humane gezondheidswinst. In Nederland is het veterinair gebruik van antibiotica de afgelopen 10 jaar drastisch verminderd (MARAN, 2017). Alleen als er duidelijke baten voor de volksgezondheid tegenover staan, heeft het zin de agrarische sector te vragen verdergaande maatregelen te nemen.

De WHO heeft recentelijk de richtlijnen gereviseerd voor het voorschrijven van antibiotica en in het bijzonder "Highest Priority Critically Important Antimicrobials" voor gebruik bij landbouwhuisdieren (Holmes et al., 2018). Kort samengevat komen deze richtlijnen neer op 1) een zo groot mogelijke reductie van het gebruik van antibiotica voor voedselproducerende landbouwhuisdieren; 2) een verbod op gebruik als groeibevorderaar; 3) zeer grote terughoudendheid bij het veterinair voorschrijven van voor de mens belangrijke antibiotica als preventiemiddel; 4) "critically important" middelen worden niet gebruikt voor koppelbehandelingen; en 5) "Highest Priority Critically Important Antimicrobials" voor de humane gezondheidszorg mogen alleen bij hoge uitzondering en onder strikte voorwaarden worden gebruikt voor behandeling van landbouwhuisdieren. De WHO benadrukt het belang van goede preventieve zorg, omdat gezonde dieren weinig of geen antibiotica nodig hebben. Al met al komt het erop neer dat de beste manier van gebruik niet gebruiken is. Desondanks wordt tussen de 50 en 80% van alle geproduceerde antibiotica voor landbouwhuisdieren gebruikt (Ter Kuile et al., 2016). Buiten Nederland en buiten de rest van de EU worden lage doseringen van tetracyclines en de daarvan afgeleide antibiotica

nog veel gebruikt als al dan niet verholde groeipromotor (Granados-Chinchilla & Rodríguez, 2017). De effecten daarvan op de relevante microbiota zijn duidelijk aantoonbaar.

Blootstelling aan antibiotica veroorzaakt resistentie via drie hoofdmechanismen: 1) aanpassingen op cellulair niveau, 2) mutaties in het DNA en 3) Overdracht van resistentiegenen via plasmiden (Ter Kuile et al., 2016). Alle drie deze mechanismen treden al op bij blootstelling aan lage concentraties van antibiotica (Andersson & Hughes, 2014). Dergelijke lage concentraties kunnen onder andere door versleping in diervoeder terecht komen (Stolker et al., 2013b). Aan de ene kant blijken heel lage concentraties een risico te vormen voor de ontwikkeling van resistentie bij specifieke combinaties van micro-organismen en antibiotica in het laboratorium (Gullberg et al., 2011). Aan de andere kant werd in dierproeven geen verhoogde resistentieontwikkeling gevonden bij een blootstelling van 2,5% van de therapeutische dosis (Van der Horst et al., 2013). In het algemeen vormen niet-lethale doses van antimicrobiële middelen een drijfveer voor de ontwikkeling van resistentie (BuRO, 2010; Ter Kuile et al., 2016). Een complicerende factor is dat vrijwel alle proeven met de ontwikkeling van resistentie zijn uitgevoerd op groeiende cellen, terwijl niet of langzaam groeiende cellen veel minder gevoelig zijn voor antibiotica en vervolgens wel resistentie blijken te ontwikkelen (Eng et al., 1991).

Het is al lang bekend dat blootstelling van varkens aan sub-therapeutische concentraties van antibiotica tot ontwikkeling van resistentie in de darmmicrobiota leidt (Gellin et al., 1989). Verslepingsconcentraties van antibiotica, 3% van de therapeutische concentratie, veroorzaakte al resistentieontwikkeling in de darmmicrobiota van varkens (Peeters et al., 2016). Te hoge gehalten van residuen van antibiotica in vlees als gevolg van versleping lijkt niet waarschijnlijk. De hoeveelheid antibiotica in het vlees van kippen die gedurende enige dagen waren gevoerd met verslepingsconcentraties van antibiotica in het kippenvoer bleef onder de norm (Segato et al., 2011). Een onverwacht effect van lage concentraties antibiotica, van het niveau gebruikelijk voor groeibevorderaars en dus in dezelfde orde van grootte als versleping, is dat blootgestelde kippen een hoger percentage *Salmonella* en *Campylobacter* in de darm microbiota hadden dan niet-blootgestelde dieren (Kumar et al., 2018). Versleping verhoogt tevens het risico van het onbedoeld weglekken van antibiotica van veehouderijen naar de omgeving. Antibiotica die in het milieu belanden veroorzaken vaak resistentie op onverwachte manieren en al bij heel lage concentraties (Le Page et al., 2017). Het is bij het huidige kennisniveau nog niet mogelijk aan te geven welke concentraties veilig zijn wat betreft resistentie ontwikkeling.

De terughoudendheid van producenten om antibiotica op productlijnen in te mengen sluit echter niet uit dat diervoeders met verslepingsconcentraties antibiotica toch in Nederland op de markt kunnen komen en de alternatieve methoden hebben ook nadelen. Het probleem van blootstelling aan lage concentraties door versleping is niet noodzakelijkerwijze opgelost wanneer antibiotica per injectie worden toegediend. Stalgenoten van varkens waaraan per injectie het antibioticum ceftiofur was toegediend vertoonden eveneens een verhoging van de resistentie van hun microbiota (Beyer et al., 2015). Wanneer om versleping te voorkomen antibiotica niet door het voer vermengd worden, kunnen in plaats daarvan antibiotica worden toegediend door middel van *top-dressing*, dat wil zeggen dat de veehouder de antibiotica over het voer uitstrooit, en door toevoegen van het middel aan het drinkwater. Een van de grootste nadelen van top-dressing is dat de antibiotica erg ongelijk over het voer zijn verdeeld en dus sommige dieren een veel hogere en andere dieren een erg lage dosis krijgen. Vooral dat laatste is een risico voor de ontwikkeling van resistentie. Wanneer antibiotica via het drinkwater worden toegediend en de stallen een enkelvoudige waterleiding hebben, dan leert de ervaring dat er antibiotica in de leidingen neerslaan die later weer oplossen en dan in lage concentraties in het water terecht komen. Ook dit is een onbedoeld en ongewenst risico. Mede als gevolg hiervan is het niet onwaarschijnlijk dat in de toekomst gemedicineerd voer met antibiotica weer meer gaat worden gebruikt en dus versleping naar gewoon voer weer meer relevant wordt dan het nu wellicht is.

In een advies uit 2010 heeft BuRO geadviseerd de grens voor de tolerantie van versleping van antibiotica op 2,5% vast te stellen. Uit de op dat moment beschikbare wetenschappelijke informatie waren geen combinaties van microben en antibiotica (drug/bug) bekend waarbij de blootstelling aan 2,5% of minder van de therapeutische dosis langdurige effecten had. Onderzoek sindsdien (Gullberg et al., 2011; Andersson & Hughes, 2014) toont aan dat blootstelling aan fluoroquinolonen al bij 1% van de therapeutische doses tot resistentie kan leiden. Daarnaast zijn volgens de WHO fluoroquinolonen kritisch belangrijke antibiotica voor de behandeling van mensen. Derhalve lijkt het noodzakelijk voor de fluoroquinolonen een uitzondering te maken op de informele tolerantiegrens van 2,5% en een ondergrens van 0,5% aan te houden. Beter is nog fluoroquinolonen in het geheel niet voor landbouwhuisdieren te gebruiken. Voorts kan het niet

worden uitgesloten dat in de toekomst nieuwe onderzoeksresultaten nadere aanpassingen van de verslepingstolerantie nodig maken.

Inzicht in de beheersing van de versleping en de homogeniteit van de voeders die op het primaire bedrijf worden gemengd, ontbreekt (BuRO, 2018a).

Literatuur

- Aalten M, De Jong A, Stenvers O, Braks M, Friesema I, Maassen C, Van Pelt W, Schimmer B & Geenen P, 2011. Staat van zoönosen 2010. RIVM rapport 330291007/2011. Nieuwe Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 62 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/330291007.pdf>
- Aalten M, Stenvers O, Van Pelt W, Braks M, Schimmer B & Langelaar M, 2010. Staat van zoönosen 2009. Rapport 330131002/2010. Nieuwe Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 54 pp.
- Abdel-Moein KA & Hamza DA, 2016. Occurrence of human pathogenic *Clostridium botulinum* among healthy dairy animals: an emerging public health hazard. *Pathogens and Global Health*, 110 (1), 25-29. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/20477724.2015.1133107>
- Abdelhamid AM & Dorra TM, 1992. Effect of feedborne fluorine intoxication on broiler chicks' performance, biochemistry, physiology and pathology. *Archiv für Tierernährung*, 42 (2), 133-145.
- ABN AMRO, 2017. Insights Kalverhouderij [Webpagina, 13-04-2017]. ABN AMRO. Beschikbaar online: <https://insights.abnamro.nl/branche/kalverhouderij/> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- Adamse P, Van der Fels-Klerx HJ & De Jong J, 2017. Cadmium, lead, mercury and arsenic in animal feed and feed materials - trend analysis of monitoring results. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 34 (8), 1298-1311. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1300686>
- Adamse P, van der Fels-Klerx HJ, Schoss S, de Jong J & Hoogenboom RL, 2015. Concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs in feed materials in the Netherlands, 2001-11. *Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment*, 32 (8), 1301-1311. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1062148>
- Adamse P, van der Fels-Klerx, H. J., de Jong, J., 2017. Cadmium, lead, mercury and arsenic in animal feed and feed materials – trend analysis of monitoring results. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 34 (8), 1298-1311. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1300686>
- AFSSA, 2008. Note of the French Food Safety Agency (Afssa) on treatments applicable to milk from animals in the event of clinical suspicion and after confirmation of infection by the anthrax bacillus, *Bacillus anthracis*. Request no. 2008-SA-0243. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Maisons-Alfort, 4 pp. Beschikbaar online: <https://www.anses.fr/en/system/files/MIC2008sa0243EN.pdf>
- Agbaje M, Begum RH, Oyekunle MA, Ojo OE & Adenubi OT, 2011. Evolution of *Salmonella* nomenclature: a critical note. *Folia Microbiologica*, 56 (6), 497-503. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s12223-011-0075-4>
- Anderson BC, 1985. Moist heat Inactivation of *Cryptosporidium* spp. *American Journal of Public Health*, 75 (12), 1433-1434. Beschikbaar online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1646437/pdf/amjph00288-0077.pdf>
- Andersson A, Rönner R & Granum PE, 1995. What problems does the food industry have with the spore-forming pathogens *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens*? *International Journal of Food Microbiology*, 28 (2), 145-155. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(95\)00053-4](https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00053-4)
- Andersson DI & Hughes D, 2014. Microbiological effects of sublethal levels of antibiotics. *Nature Reviews Microbiology*, 12 (7), 465-478. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1038/nrmicro3270>
- Aspenström-Fagerlund B, Nordkvist E, Törnkvist A, Wallgren P, Hoogenboom R, Berendsen B & Granelli K, 2016. Distribution of chloramphenicol to tissues, plasma and urine in pigs after oral intake of low doses. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 33 (9), 1411-1420. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1209574>
- Babelhadj B, Di Bari MA, Pirisinu L, Chiappini B, Gaouar SBS, Riccardi G, Marcon S, Agrimi U, Nonno R & Vaccari G, 2018. Prion disease in dromedary camels, Algeria. *Emerging Infectious Diseases*, 24 (6), 1029-1036. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3201/eid2406.172007>
- Bakker MI, De Winter-Sorkina R, De Mul A, Boon PE, Van Donkersgoed G, Van Klaveren JD, Baumann BA, Hijman WC, Van Leeuwen SP, De Boer J & Zeilmaker MJ, 2008. Dietary intake and risk evaluation of polybrominated diphenyl ethers in The Netherlands. *Molecular Nutrition & Food Research*, 52 (2), 204-216. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1002/mnfr.200700112>
- Battacone G, Nudda A & Pulina G, 2010. Effects of ochratoxin A on livestock production. *Toxins*, 2 (7), 1796-1824. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/toxins2071796>

- Becker R, 2016. Deadly animal prion disease appears in Europe [Webpagina, 18-04-2016]. Nature. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1038/nature.2016.19759> [Geraadpleegd: 24-10-2018].
- Benestad SL, Mitchell G, Simmons M, Ytrehus B & Vikøren T, 2016. First case of chronic wasting disease in Europe in a Norwegian free-ranging reindeer. *Veterinary Research*, 47 (1). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/s13567-016-0375-4>
- Berge AC & Wierup M, 2012. Nutritional strategies to combat *Salmonella* in mono-gastric food animal production. *Animal*, 6 (4), 557-564. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1017/S175173111100221>
- Bernard A, Broeckaert F, De Poorter G, De Cock A, Hermans C, Saegerman C & Houins G, 2002. The Belgian PCB/dioxin incident: analysis of the food chain contamination and health risk evaluation. *Environmental Research*, 88 (1), 1-18. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1006/enrs.2001.4274>
- Beyer A, Baumann S, Scherz G, Stahl J, von Bergen M, Friese A, Roesler U, Kietzmann M & Honscha W, 2015. Effects of ceftiofur treatment on the susceptibility of commensal porcine *E. coli* - comparison between treated and untreated animals housed in the same stable. *BMC Veterinary Research*, 11 (1). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0578-3>
- Blank G, Savoie S & Campbell LD, 1996. Microbiological decontamination of poultry feed - Evaluation of steam conditioners. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72 (3), 299-305. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199611\)72:3<299::AID-JSFA656>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199611)72:3<299::AID-JSFA656>3.0.CO;2-A)
- Blome S, Staubach C, Henke J, Carlson J & Beer M, 2017. Classical swine fever—an updated review. *Viruses*, 9 (4), 1-24. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/v9040086>
- BO Akkerbouw, 2018. Certificering Voedsel- en Voederveiligheid Akkerbouw (VVAK) [Webpagina]. Brancheorganisatie Akkerbouw. Beschikbaar online: <https://bo-akkerbouw.nl/NL/diensten/certificering> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- Böhnel H, Schwagerick B & F. G, 2001. Visceral botulism—a new form of bovine *Clostridium botulinum* toxication. *Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*, 48 (6), 373-383. Beschikbaar online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11554495>
- Bolder NM, Van den End S, Bouwknecht M, Mughini Gras L, Swart A, Opsteegh M, Rockx B, Van Pelt W, Aarts HJM & Van de Giessen AW, 2015. Microbiologische risicobeoordeling eierketens. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Boon PE, Te Biesebeek JD, De Wit-Bos L & Van Donkersgoed G, 2014. Dietary exposure to dioxins in the Netherlands. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 42 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/publicaties/dietary-exposure-to-dioxins-in-netherlands>
- Boon PE, Te Biesebeek JD & Van Donkersgoed G, 2017. Dietary exposure to lead in the Netherlands. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Boon PE, Te Biesebeek JD, Van Leeuwen SPJ, Zeilmaker MJ & L.A.P. H, 2016. Dietary exposure to polybrominated diphenyl ethers in the Netherlands. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 62 pp.
- Bouwmeester H, Hollman PC & Peters RJ, 2015. Potential health impact of environmentally released micro- and nanoplastics in the human food production chain: Experiences from nanotoxicology. *Environmental Science & Technology*, 49 (15), 8932-8947. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01090>
- Boxem T, Meijer RGM, A.P. P, Van der Schans D, Schreuder R & Van Walbeek M, 1999. Luzerne als voedergras. *Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden*, Lelystad 50 pp. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/33339>
- Boyer DG & Kuczynska E, 2010. Prevalence and concentration of cryptosporidium oocysts in beef cattle paddock soils and forage. *Foodborne Pathogens and Disease*, 7 (8), 893-900. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0480>
- Braun U, Gerspach C, Warislohner S, Nuss K & Ohlerth S, 2018. Ultrasonographic and radiographic findings in 503 cattle with traumatic reticuloperitonitis. *Research in Veterinary Science*, 119, 154-161. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.05.019>
- Braun U, Milicevic A, Forster E, Irmer M, Reichle S, Previtali M, Gautschi A, Steininger K, Thoma R, Zeller S, Lazzarini A, Manzoni C & Ohlerth S, 2009. An unusual cause of traumatic reticulitis/reticuloperitonitis in a herd of Swiss dairy cows nearby an airport. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 151 (3), 127-131. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1024/0036-7281.151.3.127>
- Brown VR & Bevins SN, 2018. A review of African swine fever and the potential for introduction into the United States and the possibility of subsequent establishment in feral swine and

- native ticks. *Frontiers in Veterinary Science*, 5 (February). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00011>
- Bruce ME, Will RG, Ironside JW, McConnell I, Drummond D, Suttie A, McCardle L, Chree A, Hope J, Birkett C, Cousens S, Fraser H & Bostock CJ, 1997. Transmissions to mice indicate that 'new variant' CJD is caused by the BSE agent. *Nature*, 389 (6650), 498-501. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1038/39057>
- Brynstad S & Granum PE, 2002. *Clostridium perfringens* and foodborne infections. *International Journal of Food Microbiology*, 74 (3), 195-202. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00680-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00680-8)
- Bulder AS, Hoogenboom LAP, Kan CA, Van Raamsdonk LWD, Traag WA & Bouwmeester H, 2006. Initial Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Feed (materials). RIKILT, Wageningen, 43 pp. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/28169>
- Bulder AS, Hoogenboom, L.A.P., Kan, C.A., Van Raamsdonk, L.W.D., Traag, W.A., Bouwmeester, H., 2008. Risk assessment of Nickel, Mineral Oils, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Volatile Organic Compounds in animal feed materials. RIKILT, Wageningen, 102 pp.
- Bundgaard AM, Dalgaard R, Gilbert C & Thrane M, 2014. Assessment of the potential of digestibility-improving enzymes to reduce greenhouse gas emissions from broiler production. *Journal of Cleaner Production*, 73, 218-226. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.055>
- Bunte F, Bolhuis J, De Bont C, Jukema G & Kuiper E, 2009. Prijsvorming van Voedingsproducten. LEI Wageningen UR, Den Haag, 72 pp. Beschikbaar online: <https://core.ac.uk/download/pdf/29246605.pdf>
- Burnell TW, Peo ER, Jr., Lewis AJ & Crenshaw JD, 1986. Effect of dietary fluorine on growth, blood and bone characteristics of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 63 (6), 2053-2067.
- BuRO, 2010. Advies over resistentietoename door subtherapeutische concentraties antibiotica als gevolg van versleping. BuRO advies 18 november 2010. Nieuwe Voedsel- en Warenautoriteit, Den Haag, 10 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/diervoeder/diervoeder-antibiotica-als-gevolg-van-versleping>
- BuRO, 2014. Advies over het risico van dioxines en verwante stoffen in eideren van kippen van particuliere kippenhouders voor de volksgezondheid. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht, 5 pp.
- BuRO, 2015. Risicobeoordeling roodvleesketen: rund, varken, paard, schaap en geit. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht, 82 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/over-de-nvwa/documenten/consument/eten-drinken-roken/vlees-en-vleesproducten/risicobeoordelingen/risicobeoordeling-roodvleesketen>
- BuRO, 2017. Advies over de risico's van de zuivelketen. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht, 54 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/binaries/nvwa/documenten/consument/eten-drinken-roken/overige-voedselveiligheid/risicobeoordelingen/risicobeoordeling-zuivelketen-nvwa-buro/Risicobeoordeling+zuivelketen.pdf>
- BuRO, 2018a. Advies over risico's van de eierketen. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht, 37 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/consument/eten-drinken-roken/pluimvee/risicobeoordelingen/advies-over-ricos-van-de-eierketen>
- BuRO, 2018b. Advies over de risico's van de pluimveevleesketen. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/consument/eten-drinken-roken/pluimvee/risicobeoordelingen/risicobeoordeling-pluimveevleesketen>
- Buttar BS, Nelson ML, Busboom JR, Hancock DD, Walsh DB & Jasmer DP, 2013. Effect of ensilation of potato on viability of *Taenia hydatigena* eggs. *Experimental Parasitology*, 133 (4), 483-486. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2013.01.003>
- Camardo Leggieri MC, Bertuzzi T, Pietri A & Battilani P, 2015. Mycotoxin occurrence in maize produced in Northern Italy over the years 2009-2011: focus on the role of crop related factors. *Phytopathologia Mediterranea*, 54 (2), 212-221.
- Cassard H, Torres JM, Lacroux C, Douet JY, Benestad SL, Lantier F, Lugan S, Lantier I, Costes P, Aron N, Reine F, Herzog L, Espinosa JC, Beringue V & Andreoletti O, 2014. Evidence for zoonotic potential of ovine scrapie prions. *Nature Communications*, 5 (5821), 1-9. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1038/ncomms6821>
- CBG-MEB, 2018a. Kruidengebruik bij dieren [Webpagina]. College ter beoordeling van geneesmiddelen. Beschikbaar online: <https://www.cbg-meb.nl/onderwerpen/bd-kruidengebruik-bij-dieren> [Geraadpleegd: 18-12-2018].

- CBG-MEB, 2018b. Dieetvoeders [Webpagina]. College ter beoordeling van geneesmiddelen. Beschikbaar online: <https://www.cbg-meb.nl/onderwerpen/bd-dieetvoeders> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- CBS, 2017. Aantal bierbrouwers meer dan verviervoudigd sinds 2007 [Webpagina, 13-06-2017]. Beschikbaar online: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/24/aantal-bierbrouwers-meer-dan-verviervoudigd-sinds-2007> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- CBS, 2018. StatLine [Webpagina]. Centraal Bureau voor de Statistiek. Beschikbaar online: <https://opendata.cbs.nl> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- CDC, 2016. *Yersinia enterocolitica* (Yersiniosis) [Webpagina, 25-05-2016]. Centre for Disease Control and Prevention. Beschikbaar online: <https://www.cdc.gov/yersinia/faq.html> [Geraadpleegd: 21-11-2017].
- CDC NORs, 2017. National Outbreak Reporting System (NORS) [Webpagina, 10-12-2018]. Centre for Disease Control and Prevention. Beschikbaar online: <https://wwwn.cdc.gov/norsdashboard/> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- Chenchen W, Wenlong W, Xiaoxue L, Feng M, Dandan C, Xiaowen Y, Shanshan W, Pengshuai G, Hao L & Baoyu Z, 2014. Pathogenesis and preventive treatment for animal disease due to locoweed poisoning. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 37 (1), 336-347. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2013.11.013>
- Christensen SG, 1980. *Yersinia enterocolitica* in Danish pigs. *Journal of Applied Bacteriology*, 48 (3), 377-382. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1980.tb01025.x>
- Claeys WL, Cardoen S, Daube G, De Block J, Dewettinck K, Dierick K, De Zutter L, Huyghebaert A, Imberechts H, Thiange P, Vandenplas Y & Herman L, 2013. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control*, 31 (1), 251-262. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.035>
- Cockburn A, Brambilla G, Fernandez ML, Arcella D, Bordajandi LR, Cottrill B, van Peteghem C & Dorne JL, 2013. Nitrite in feed: from animal health to human health. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 270 (3), 209-217. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2010.11.008>
- Constable PD, 2018. Overview of cryptosporidiosis [Webpagina]. Merck Veterinary Manual. Beschikbaar online: <https://www.merckvetmanual.com/digestive-system/cryptosporidiosis/overview-of-cryptosporidiosis> [Geraadpleegd: 24-10-2018].
- Cotruvo JA, Dufour A, Rees G, Bartram J, Carr R, Cliver DO, Craun GF, Fayer R & Gannon VP, 2004. Waterborne zoonoses. WHO (Iwa Publishing), 506 pp. Beschikbaar online: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/zoonoses.pdf?ua=1
- Coyne DL & Plowright RA, 1999. Susceptibility of some cereal crops to cyst nematode *Heterodera sacchari* in West Africa. *International Rice Research Notes*, 24 (3).
- Cramers T, Mikkelsen KB, Andersen P, Enevoldsen C & Jensen HE, 2005. New types of foreign bodies and the effect of magnets in traumatic reticulitis in cows. *The Veterinary Record*, 157 (10), 287-289.
- Crump JA, Griffin PM & Angulo FJ, 2002. Bacterial contamination of animal feed and its relationship to human foodborne illness. *Clinical Infectious Diseases*, 35 (7), 859-865. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1086/342885>
- Ctgb, 2018. Toelatingen [Webpagina]. College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Beschikbaar online: <https://toelatingen.ctgb.nl/> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Daeseleire E, De Graef E, Rasschaert G, De Mulder T, Van den Meersche T, Van Coillie E, Dewulf J & Heyndrickx M, 2016. Antibiotic use and resistance in animals: Belgian initiatives. *Drug Testing and Analysis*, 8 (5-6), 549-555. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1002/dta.2010>
- Daniels M, Hutchings MR & Greig A, 2003. The risk of disease transmission to livestock posed by contamination of farm stored feed by wildlife excreta. *Epidemiology & Infection*, 130 (2), 561-568. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1017/S0950268803008483>
- Dawson D, 2005. Foodborne protozoan parasites. *International Journal of Food Microbiology*, 103 (2), 207-227.
- De Boer E & Nouws JFM, 1991. Slaughter pigs and pork as a source of human pathogenic *Yersinia enterocolitica*. *International Journal of Food Microbiology*, 12 (4), 375-378. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(91\)90151-E](https://doi.org/10.1016/0168-1605(91)90151-E)
- De Boer E, Zwartkruis-Nahuis JTM & Lesuis R, 2008. Prevalentie humaanpathogene *Yersinia enterocolitica* in varkens. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, 133 (22), 938-941. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/7142>
- De Heus, 2018. De beste graskuil maakt u zo [Webpagina]. De Heus Voeders. Beschikbaar online: <https://www.de-heus.nl/kennisbank/de-beste-graskuil-maakt-u-zo-96> [Geraadpleegd: 28-11-2018].

- De Jong J, Van Der Roest JG & Meurs IA, 2016. Landkaart monitoring diervoeders NL. Wageningen, RIKILT Wageningen UR (University & Research centre), RIKILT-rapport 2016.004. 68 blz.
- De Jonge R, 2016. Microbiologische gevaren in de diervoederketen. . Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 53 pp.
- De Keuckelaere A, Jacxsens L, Amoah P, Medema G, McClure P, Jaykus LA & Uyttendaele M, 2015. Zero risk does not exist: lessons learned from water and safety of fresh produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14 (4), 387-410. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12140>
- De Nijs M, Mulder PPJ, Klijnstra MD, Driehuis F & Hoogenboom R, 2017a. Fate of pyrrolizidine alkaloids during processing of milk of cows treated with ragwort. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 34 (12), 2212-2219. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1364432>
- De Nijs M, Noordam MY & Mol HGJ, 2017b. Short inventory of EU legislation on plant toxins in food. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 9 (1), 129-139.
- De Rijk TC, Van Egmond HP, Van der Fels-Klerx HJ, Herbes R, De Nijs M, Samson RA, Slate AB & Van der Spiegel M, 2015. A study of the 2013 Western European issue of aflatoxin contamination of maize from the Balkan area. *World Mycotoxin Journal*, 8 (5), 641-651. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3920/Wmj2015.1903>
- De Vries G, De Beer J, Bakker D & Van Soelingen D, 2015. Transmissie van *Mycobacterium bovis* tussen mens en dier Infectieziekten Bulletin, 26 (5), 103-106. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/Bulletin%202605%20p103-106.pdf>
- De Winter-Sorkina R, Bakker MI, Van Donkersgoed G & Van Klaveren JD, 2003. Dietary intake of heavy metals (cadmium, lead and mercury) by the Dutch population. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Devanaboyina N, Rao SVR, Panda AK & Sastry VRB, 2007. Cottonseed meal in poultry diets: a review. *Journal of Poultry Science*, 44 (2), 119-134. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2141/jpsa.44.119>
- DGZ, 2013. Een bijzonder geval van schapensterfte [Webpagina, 12-02-2013]. Dierengezondheidsdienstzorg Vlaanderen. Beschikbaar online: <https://web.archive.org/web/20160725151542/http://www.dgz.be/nieuwsbericht/een-bijzonder-geval-van-schapensterfte> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Díaz GJ, Almeida LX & Gardner DR, 2014. Effects of dietary *Crotalaria pallida* seeds on the health and performance of laying hens and evaluation of residues in eggs. *Research in Veterinary Science*, 97 (2), 297-303. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.06.011>
- Díaz P, Quílez J, Prieto A, Navarro E, Pérez-Creo A, Fernández G, Panadero R, López C, Díez-Baños P & Morrondo P, 2015. *Cryptosporidium* species and subtype analysis in diarrhoeic pre-weaned lambs and goat kids from north-western Spain. *Parasitology Research*, 114 (11), 4099-4105. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4639-0>
- Dickinson JO, Cooke MP, King RR & Mohamed PA, 1976. Milk Transfer of Pyrrolizidine Alkaloids in Cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 169 (11), 1192-1196.
- Domingo JL & Nadal M, 2017. Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) in Food and Human Dietary Intake: A Review of the Recent Scientific Literature. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65 (3), 533-543. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04683>
- Dorne JL, Doerge DR, Vandenbroeck M, Fink-Gremmels J, Mennes W, Knutsen HK, Vernazza F, Castle L, Edler L & Benford D, 2013a. Recent advances in the risk assessment of melamine and cyanuric acid in animal feed. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 270 (3), 218-229. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2012.01.012>
- Dorne JL, Fernandez-Cruz ML, Bertelsen U, Renshaw DW, Peltonen K, Anadon A, Feil A, Sanders P, Wester P & Fink-Gremmels J, 2013b. Risk assessment of coccidostatics during feed cross-contamination: animal and human health aspects. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 270 (3), 196-208. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2010.12.014>
- Dorne JL & Fink-Gremmels J, 2013. Human and animal health risk assessments of chemicals in the food chain: comparative aspects and future perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 270 (3), 187-195. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2012.03.013>
- Driehuis F, 2013. Silage and the safety and quality of dairy foods: a review. *Agricultural and Food Science*, 22 (1), 16-34.
- Driehuis F, Spanjer MC, Scholten JM & te Giffel MC, 2008. Occurrence of mycotoxins in feedstuffs of dairy cows and estimation of total dietary intakes. *Journal of Dairy Science*, 91 (11), 4261-4271. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1093>

- Driehuis F, Wilkinson JM, Jiang Y, Ogunade I & Adesogan AT, 2018. Silage review: Animal and human health risks from silage. *Journal of Dairy Science*, 101 (5), 4093-4110. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13836>
- Dubey JP, 1998. *Toxoplasma gondii* oocyst survival under defined temperatures. *Journal of Parasitology*, 84 (4), 862-865. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2307/3284606>
- Dubey JP, Kotula AW, Sharar A, Andrews CD & Lindsay DS, 1990. Effect of high temperature on infectivity of *Toxoplasma gondii* tissue cysts in pork. *Journal of Parasitology*, 76 (2), 201-204. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2307/3283016>
- Duurzame Zuivelketen, 2016. Factsheet Verantwoorde Soja. NZO & LTO Nederland, Den Haag, 4 pp. Beschikbaar online: <https://www.duurzamezuivelketen.nl/resources/uploads/2017/12/Factsheet-Verantwoorde-Soja.pdf>
- EC, 2015. Fact Sheet: Questions and Answers on EU's policies on GMOs. European Commission, Brussels, 3 pp. Beschikbaar online: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-4778_en.pdf
- EC, 2017. Definitief verslag over een onderzoekscommissie uitgevoerd in Nederland van 21 tot en met 29 november 2017 teneinde informatie te verzamelen over op risico's gebaseerde controles in de diervoedersector. DG(Sante)2017-6052. Europese Commissie, 20 pp.
- EC, 2018a. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) portal. Version 1.9 [Webpagina]. European Commission. Beschikbaar online: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/> [Geraadpleegd: 24-10-2018].
- EC, 2018b. Animal Feed. Feed Additives. EU Register [Webpagina]. European Commission. Beschikbaar online: http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/registeradditives_en.htm [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- EC, 2018c. Last five audit reports relating to Netherlands. [Webpagina]. European Commission. Beschikbaar online: http://ec.europa.eu/food/audits-analysis/country_profiles/details.cfm?co_id=NL [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- EC, 2018d. EU - Pesticides database [Webpagina]. European Commission. Beschikbaar online: <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- EC, 2018e. Genetically Modified Organisms. EU Register of authorised GMOs [Webpagina]. European Commission. Beschikbaar online: http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- EC ADNS, 2017. Animal Disease Notification System (ADNS) [Webpagina]. European Commission. Beschikbaar online: https://ec.europa.eu/food/animals/animal-diseases/not-system_en [Geraadpleegd: 27-02-2017].
- EC RASFF, 2018. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) portal [Webpagina]. European Commission. Beschikbaar online: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- EFFPA, 2014. What are former foodstuffs? [Webpagina]. European Former Foodstuff Processors Association. Beschikbaar online: <http://www.effpa.eu/what-are-former-foodstuffs/> [Geraadpleegd: 14-11-2018].
- EFISC, 2013. EFISC Code - Sector reference document on the manufacturing of safe feed materials from oilseed crushing and vegetable oil refining Version 3.0. European Feed Ingredients Safety Certification, Brussel, 136 pp. Beschikbaar online: <http://www.efisc-gtp.eu/data/1377527038FEDIOL%20-%20version%203.0%20-%20Sector%20ref%20doc%20on%20oilseed%20crushing%20and%20veg%20oil%20refining%20version%203.0.pdf>
- EFSA, 2007. EFSA provisional statement on a request from the European Commission related to melamine and structurally related to compounds such as cyanuric acid in protein-rich ingredients used for food and feed. *EFSA Journal*, 5 (6), 1047. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.1047>
- EFSA, 2011. Scientific opinion on the risk to public health related to the presence of high levels of dioxins and dioxin-like PCBs in liver from sheep and deer. *EFSA Journal*, 9 (7), 2297. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2297>
- EFSA, 2012a. Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure. *EFSA Journal*, 10 (6), 2743. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2743>
- EFSA, 2012b. Update of the monitoring of levels of dioxins and PCBs in food and feed. *EFSA Journal*, 10 (7), 2832. Beschikbaar online: [10.2903/j.efsa.2012.2832](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2832)
- EFSA, 2014a. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA Journal*, 12 (3), 3597. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3597>

- EFSA, 2014b. Scientific Opinion on the risks for human and animal health related to the presence of modified forms of certain mycotoxins in food and feed. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA Journal, 12 (12), 3916. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3916>
- EFSA, 2015. Acrylamide in food. European Food Safety Authority, Parma, 4 pp. Beschikbaar online: http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/acrylamide150604.pdf
- EFSA, 2016a. Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. EFSA Journal, 14 (5), 5083. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5083>
- EFSA, 2016b. Report for 2014 on the results from the monitoring of veterinary medicinal product residues and other substances in live animals and animal products. EFSA Supporting Publications, 13 (5). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2016.EN-923>
- EFSA, 2016c. The 2014 European Union Report on Pesticide Residues in Food. EFSA Journal, 14 (10), 4611. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4611>
- EFSA, 2016d. Appropriateness to set a group health-based guidance value for zearalenone and its modified forms. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA Journal, 14 (4), 4425. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4425>
- EFSA, 2017a. Scientific Opinion Chronic wasting disease (CWD) in cervids. EFSA Journal, 15 (1), 4667. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4667>
- EFSA, 2017b. Appropriateness to set a group health based guidance value for T2 and HT2 toxin and its modified forms. EFSA Journal, 15 (1), 4655. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4655>
- EFSA, 2017c. Scientific report on the European Union summary report on surveillance for the presence of transmissible spongiform encephalopathies (TSE) in 2016. EFSA Journal, 15 (11), 5069. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5069>
- EFSA, 2017d. Human and animal dietary exposure to ergot alkaloids. EFSA Journal, 15 (7), 4902. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4902>
- EFSA, 2018a. Biological hazards reports. National zoonosis country reports. Netherlands. [Webpagina]. European Food Safety Authority. Beschikbaar online: <https://www.efsa.europa.eu/en/biological-hazards-data/reports> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- EFSA, 2018b. Report for 2016 on the results from the monitoring of veterinary medicinal product residues and other substances in live animals and animal products. EFSA Supporting Publications, 15 (6). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1358>
- EFSA, 2018c. Scientific report on the European Union summary report on surveillance for the presence of transmissible spongiform encephalopathies (TSE) in 2017. EFSA J 16, 5492. Beschikbaar online: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5492>
- EFSA & ECDC, 2013. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2011. EFSA Journal, 11 (4), 3129. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3129>
- EFSA & ECDC, 2014. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012. EFSA Journal, 12 (2), 3547. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3547>
- EFSA & ECDC, 2015a. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2013. EFSA Journal, 13 (1), 3991. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.3991>
- EFSA & ECDC, 2015b. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2014. EFSA Journal, 13 (12), 4329. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4329>
- EFSA & ECDC, 2016. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. EFSA Journal, 14 (12), 4634. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4634>
- EFSA & ECDC, 2017. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. EFSA Journal, 15 (12), 5077. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5077>
- EFSA AHAW Panel, 2017. Scientific Opinion on the assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): infection with *Brucella abortus*, *B. melitensis* and *B. suis*. EFSA Journal, 15 (7), 4889. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4889>

- EFSA ANS Panel, 2018. Re-evaluation of stannous chloride (E 512) as food additive. *EFSA Journal*, 16 (6), 5295. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5295>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2008. Scientific Opinion on a request from the Health and Consumer Protection, Directorate General, European Commission on microbiological risk assessment in feedingstuffs for food-producing animals. *EFSA Journal*, 6 (7), 720. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.720>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2011. Scientific Opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. *EFSA Journal*, 9 (4), 2105. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2105>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2013a. Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations). *EFSA Journal*, 11 (1), 3025. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3025>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2013b. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Listeria monocytogenes* in certain ready-to-eat foods in the EU, 2010-2011 Part A: *Listeria monocytogenes* prevalence estimates. *EFSA Journal*, 11 (6), 3241. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3241>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2015. Scientific Opinion on the public health risks related to the consumption of raw drinking milk. *EFSA Journal*, 13 (1), 3940. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.3940>
- EFSA CEF Panel, 2015. Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs. *EFSA Journal*, 13 (1), 3978. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.3978>
- EFSA CONTAM Panel, 2004a. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] to assess the health risks to consumers associated with exposure to organotins in foodstuffs. *EFSA Journal*, 2 (10), 102. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2004.102>
- EFSA CONTAM Panel, 2004b. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to Aflatoxin B1 as undesirable substance in animal feed. *EFSA Journal*, 2 (3), 39. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2004.39>
- EFSA CONTAM Panel, 2007. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to the potential increase of consumer health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxins in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products. *EFSA Journal*, 5 (3), 446. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.446>
- EFSA CONTAM Panel, 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons in food - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA Journal*, 6 (8), 724. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.724>
- EFSA CONTAM Panel, 2009a. Scientific Opinion on arsenic in food. *EFSA Journal*, 7 (10), 1351. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1351>
- EFSA CONTAM Panel, 2009b. Cadmium in food - Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA Journal*, 7 (3), 980. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.980>
- EFSA CONTAM Panel, 2010. Scientific Opinion on lead in food. *EFSA Journal*, 8 (4), 1570. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- EFSA CONTAM Panel, 2011a. Scientific Opinion on Pyrrolizidine alkaloids in food and feed. *EFSA Journal*, 9 (11), 2406. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2406>
- EFSA CONTAM Panel, 2011b. Scientific Opinion on Hexabromocyclododecanes (HBCDDs) in Food. *EFSA Journal*, 9 (7), 2296. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2296>
- EFSA CONTAM Panel, 2011c. Statement on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA Journal*, 9 (2), 1975. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.1975>
- EFSA CONTAM Panel, 2011d. Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of T-2 and HT-2 toxin in food and feed. *EFSA Journal*, 9 (12), 2481. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2481>
- EFSA CONTAM Panel, 2012a. Scientific Opinion on mineral oil hydrocarbons in food. *EFSA Journal*, 10 (6), 2704. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2704>
- EFSA CONTAM Panel, 2012b. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal*, 10 (12), 2985. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2985>
- EFSA CONTAM Panel, 2012c. Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of phomopsins in feed and food. *EFSA Journal*, 10 (2), 2567. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2567>

- EFSA CONTAM Panel, 2014a. Scientific Opinion on the risks for human and animal health related to the presence of modified forms of certain mycotoxins in food and feed. *EFSA Journal*, 12 (12), 3916. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3916>
- EFSA CONTAM Panel, 2014b. Scientific Opinion on the risks to human and animal health related to the presence of beauvericin and enniatins in food and feed. *EFSA Journal*, 12 (8), 3802. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3802>
- EFSA CONTAM Panel, 2016. Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. *EFSA Journal*, 14 (5), 4426. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4426>
- EFSA CONTAM Panel, 2017a. Risks for human health related to the presence of pyrrolizidine alkaloids in honey, tea, herbal infusions and food supplements. *EFSA Journal*, 15 (7), 4908. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4908>
- EFSA CONTAM Panel, 2017b. Risks for animal health related to the presence of zearalenone and its modified forms in feed. *EFSA Journal*, 15 (7), 4851. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4851>
- EFSA CONTAM Panel, 2017c. Risks to human and animal health related to the presence of deoxynivalenol and its acetylated and modified forms in food and feed. *EFSA Journal*, 15 (9), 4718. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4718>
- EFSA CONTAM Panel, 2018a. 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. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5333>
- EFSA CONTAM Panel, 2018b. Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food. *EFSA Journal* 16 (12), 5194. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5194>
- EFSA CONTAM Panel, 2018c. Risk to human and animal health related to the presence of 4,15-diacetoxyscirpenol in food and feed. *EFSA Journal*, 16 (8), 5367. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5367>
- EFSA CONTAM Panel, 2018d. Risks for animal health related to the presence of fumonisins, their modified forms and hidden forms in feed. *EFSA Journal*, 16 (5), 5242. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5242>
- EFSA CONTAM Panel, 2018e. Risks to human and animal health related to the presence of moniliformin in food and feed. *EFSA Journal*, 16 (3), 5082. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5082>
- EFSA CONTAM Panel, 2018f. Update of the risk assessment on 3-monochloropropane diol and its fatty acid esters. *EFSA Journal*, 16 (1), 5083. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5083>
- EFSA CONTAM Panel & EFSA CEF Panel, 2010. Scientific Opinion on melamine in food and feed. *EFSA Journal*, 8 (4), 1573. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1573>
- EFSA FEEDAP Panel, 2015. Scientific Opinion on the safety and efficacy of zinc compounds (E6) as feed additives for all animal species (zinc acetate, dihydrate; zinc chloride, anhydrous; zinc oxide; zinc sulphate, heptahydrate; zinc sulphate, monohydrate; zinc chelate of amino acids, hydrate; zinc chelate of glycine, hydrate), based on a dossier submitted by FEFANA asbl. *EFSA Journal*, 13 (4), 4058. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4058>
- EFSA FEEDAP Panel, 2016a. Safety and efficacy of fumonisin esterase (FUMzyme®) as a technological feed additive for all avian species. *EFSA Journal*, 14 (11), 4617. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4617>
- EFSA FEEDAP Panel, 2016b. Revision of the currently authorised maximum copper content in complete feed. *EFSA Journal*, 14 (8), 4563. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4563>
- EFSA FEEDAP Panel, 2017. Safety and efficacy of bentonite as a feed additive for all animal species. *EFSA Journal*, 15 (12), 5096. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5096>
- EFSA FEEDAP Panel, 2018. Safety of vitamin B2 (80%) as riboflavin produced by *Bacillus subtilis* KCCM-10445 for all animal species. *EFSA Journal*, 16 (3), 5223. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5223>
- EFSA NDA Panel, 2005. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies [NDA] related to the tolerable upper intake level of tin. *EFSA Journal*, 3 (8), 254. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.254>
- EFSA PLH Panel, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of Beet leaf curl virus. *EFSA Journal*, 12 (10), 3847. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3847>

- Eng RHK, Padberg FT, Smith SM, Tan EN & Cherubin CE, 1991. Bactericidal effects of antibiotics on slowly growing and nongrowing bacteria. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 35 (9), 1824-1828. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1128/AAC.35.9.1824>
- EPA, 2018. Fact Sheet: Draft Toxicity Assessments for GenX Chemicals and PFBS. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 6 pp. Beschikbaar online: https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-11/documents/factsheet_pfb-genx-toxicity_values_11.14.2018.pdf
- EPPO, 2015. Mini data sheet on *Heterodera zea* [Webpagina]. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Beschikbaar online: <https://gd.eppo.int/taxon/HETDZE/documents> [Geraadpleegd: 21-11-2018].
- EPPO, 2018. EPPO Alert List – *Heterodera elachista* (Nematoda: Heteroderidae) Japanese rice cyst nematode [Webpagina]. European and Mediterranean Plant Protection Organisation. Beschikbaar online: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_nematodes/heterodera_elachista [Geraadpleegd: 21-11-2018].
- EU, 2018. European Union. Register of Feed Additives pursuant to Regulation (EC) No 1831/2003. Annex I: List of additives. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 261 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2875/578553>
- Eurofins Agro, 2018. pH moet snel omlaag in graskuil [Webpagina, 14-07-2010]. Eurofins Agro. Beschikbaar online: <http://eurofins-agro.com/nl-be/expertise/voederwaarde/artikelen/ph-moet-snel-omlaag-graskuil> [Geraadpleegd: 28-11-2018].
- Euromalt, 2018. Euromalt Statistics [Webpagina]. Beschikbaar online: http://www.euromalt.be/list_infos/euromalt%20statistics/1011306087/list1353668317.html [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- Eurostat, 2018. Eurostat: Your key to European statistics [Webpagina]. European Commission. Beschikbaar online: <http://ec.europa.eu/eurostat/> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Fairbrother JM & Nadeau É, 2006. *Escherichia coli*: on-farm contamination of animals. Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties, 25 (2), 555-569. Beschikbaar online: <https://pdfs.semanticscholar.org/7c4f/305cb71c387492e3397e095e6021f9818fad.pdf>
- FAO, 1998. Animal feeding and food safety. Report of an FAO Expert Consultation, Rome, 10-14 March 1997 FAO Food and nutrition paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 69 pp. Beschikbaar online: <http://www.fao.org/3/a-w8901e.pdf>
- FAO, 2000. Hay and straw conservation - for small-scale farming and pastoral conditions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 303 pp.
- FAO, 2012. Biofuel co-products as livestock feed. Opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 553 pp. Beschikbaar online: <http://www.fao.org/docrep/016/i3009e/i3009e00.htm>
- FAO, 2015. Keeping foot-and-mouth disease under control in the Balkans [Webpagina, 09-02-2015]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Beschikbaar online: <http://www.fao.org/news/story/en/item/276765/icode/> [Geraadpleegd: 07-12-2018].
- FAO & WHO, 2001. Safety evaluation of certain mycotoxins in food. Prepared by the fifty-sixth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Food and Agriculture Organization, World Health Organization, Rome, Geneva. Beschikbaar online: www.who.int/ipcs/publications/jecfa/en/index.html
- FAO & WHO, 2008. Animal feed impact on food safety. Report of the FAO/WHO Expert Meeting. FAO Headquarters, Rome, 8-12 October 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Beschikbaar online: <http://www.fao.org/3/a-a1507e.pdf>
- FAO & WHO, 2015. Joint FAO/WHO expert meeting on hazards associated with animal feed. 12-15 May 2015, Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization, Rome, 8 pp. Beschikbaar online: <http://www.fao.org/3/a-az851e.pdf>
- Farrokh C, Jordan K, Auvray F, Glass K, Oppegaard H, Raynaud S, Thevenot D, Condron R, De Reu K & Govaris A, 2013. Review of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and their significance in dairy production. *International Journal of Food Microbiology*, 162 (2), 190-212.
- FAVV, 2013. Advies 11-2013 van 22 maart 2013 van het Wetenschappelijk Comité. Evaluatie van de risico's en baten van de consumptie van rauwe melk van andere diersoorten dan koeien (dossier Sci Com 2012/12: eigen initiatief). Brussel, 88 pp. Beschikbaar online: http://www.favv-afsc.fgov.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2013/_documents/ADVIES11-2013_NL_DossierSciCom2012-12.pdf

- FDA, 2012. Bad bug book: Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins. Second edition. U.S. Food & Drug Administration, 292 pp. Beschikbaar online: <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM297627.pdf>
- FEDIOL, 2018. FEDIOL code of practice for the management of mineral oil hydrocarbons presence in vegetable oils and fats intended for food uses. Federation representing the European Vegetable Oil and Proteinmeal Industry in Europe, Brussel, 6 pp. Beschikbaar online: http://www.fediol.be/data/151938092114COD341Rev1_CoP%20for%20the%20management%20of%20MOH%20presence%20in%20vegetable%20oils_14Feb2018_FINAL.pdf
- FEFAC, 2015. Annual Report 2014-2015. European Feed Manufacturers' Federation, Brussel, 24 pp. Beschikbaar online: <https://www.fefac.eu/files/60917.pdf>
- Fink-Gremmels J, 2012. Introduction to animal feed contamination. In: Fink-Gremmels J (ed.), Animal feed contamination. Effects on livestock and food safety. Woodhead Publishing Limited, Sawston, pp. 1-10.
- Flores-Flores ME, Lizarraga E, López de Cerain A & González-Peñas E, 2015. Presence of mycotoxins in animal milk: A review. Food Control, 53, 163-176. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.020>
- FND, 2018. Myxotoxinen in diervoeders [Webpagina]. Federatie Nederlandse Diervoederketen. Beschikbaar online: <https://www.diervoederketen.nl/index.php/fact-sheets/mycotoxinen-in-diervoeders> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Fohler S, Discher S, Jordan E, Seyboldt C, Klein G, Neubauer H, Hoedemaker M, Scheu T, Campe A, Charlotte Jensen KA & Abdulmawjood A, 2016. Detection of *Clostridium botulinum* neurotoxin genes (A-F) in dairy farms from Northern Germany using PCR: a case-control study. Anaerobe, 39 (June 2016), 97-104. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2016.03.008>
- Franssen FFJ, 2016. *Trichinella* in wildlife and pork production: evaluation of risk-based monitoring (PhD Thesis). Utrecht University, Utrecht, 248 pp. Beschikbaar online: <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/331195>
- Franz E, Van der Fels-Klerx HJ, Thissen J & Van Asselt ED, 2012. Farm and slaughterhouse characteristics affecting the occurrence of *Salmonella* and *Campylobacter* in the broiler supply chain. Poultry Science, 91 (9), 2376-2381. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00367>
- Friesema IHM, Kuiling S, Heck MEOC, Biesta-Peters EG, De Jong AEI, Van der Ende A, Spanjaard L & Van Pelt W, 2015. Surveillance van *Listeria monocytogenes* in Nederland, 2013. Infectieziekten Bulletin, 26 (1), 14-19.
- Friesema IHM, Kuiling S, Heck MEOC, Biesta-Peters EG, Van der Ende A, Spanjaard L & Van Pelt W, 2016. Surveillance van *Listeria monocytogenes* in Nederland, 2014. Infectieziekten Bulletin, 27 (2), 73-80. Beschikbaar online: https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/Bulletin%202702%20p73-80_TG.pdf
- Friesema IHM, Kuiling S, Van der Voort M, In 't Veld PH, Heck MEOC & Franz E, 2017. Surveillance van shigatoxine-producerende *Escherichia coli* (STEC), 2016. Infectieziekten Bulletin, 28 (7), 228-235.
- Gaggia F, Mattarelli P & Biavati B, 2010. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. International Journal of Food Microbiology, 141 (Supplement), S15-S28. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031>
- Gatta D, Russo C, Giuliotti L, Mannari C, Picciarelli P, Lombardi L, Giovannini L, Ceccarelli N & Mariotti L, 2013. Influence of partial replacement of soya bean meal by faba beans or peas in heavy pigs diet on meat quality, residual anti-nutritional factors and phytoestrogen content. Archives of Animal Nutrition, 67 (3), 235-247. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/1745039x.2013.801137>
- GD, 2015. Monitoring diergezondheid kleine herkauwers: hoofdpunten rapportage eerste halfjaar 2015. Gezondheidsdienst voor Dieren, Deventer, 5 pp. Beschikbaar online: http://www.gddiergezondheid.nl/~media/files/monitoringsflyers/kleine%20herkauwers/gdov0685_flyer%20monitoring%20kh%2001-15_web%20pdf.ashx
- GD, 2017. Monitoring kleine herkauwers. Jaarrapportage 2017. Beschikbaar online: <https://www.gddiergezondheid.nl/diergezondheid/monitoring/hoofdpunten-monitoring-kleine%20herkauwers>
- GD, 2018a. Klauwaandoeningen [Webpagina]. Gezondheidsdienst voor Dieren. Beschikbaar online: <https://www.gddiergezondheid.nl/diergezondheid/management/klauwaandoeningen> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- GD, 2018b. Graszaadhooi is niet altijd geschikt als diervoeder! [Webpagina, 12-02-2013]. Gezondheidsdienst voor Dieren. Beschikbaar online: <https://www.gddiergezondheid.nl/actueel/nieuws/2013/02/graszaadhooi%20is%20meestal%20niet%20geschikt%20als%20diervoeder> [Geraadpleegd: 11-12-2018].

- GD, 2018c. Informatie over dierziekten [Webpagina]. Gezondheidsdienst voor Dieren. Beschikbaar online: <https://www.gddiergezondheid.nl/dierziekten> [Geraadpleegd: 24-10-2018].
- Ge B, Lafon PC, Carter PJ, McDermott SD, Abbott J, Glenn A, Ayers SL, Friedman SL, Paige JC, Wagner DD, Zhao S, McDermott PF & Rasmussen MA, 2013. Retrospective analysis of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, and *Enterococcus* in animal feed ingredients. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10 (8), 684-691. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1470>
- Gebbink W, 2018. Monitoring dioxines, PCB's en vlamvertragers in agrarische producten [Webpagina]. Wageningen UR. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/RIKILT/Expertisegebieden/Stoffen-meten-en-opsporen/Contaminanten/Dioxine-analyses/Monitoring-dioxines-PCBs-en-vlamvertragers-in-agrarische-producten.htm> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Gebbink WA, van Asseldonk L & van Leeuwen SPJ, 2017. Presence of Emerging Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) in River and Drinking Water near a Fluorochemical Production Plant in the Netherlands. *Environ Sci Technol*, 51 (19), 11057-11065. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02488>
- Gellin G, Langlois BE, Dawson KA & Aaron DK, 1989. Antibiotic resistance of gram-negative enteric bacteria from pigs in three herds with different histories of antibiotic exposure. *Applied and Environmental Microbiology*, 55 (9), 2287-2292. Beschikbaar online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC203070/pdf/aem00102-0185.pdf>
- Geurden T, Thomas P, Casaert S, Vercruyse J & Claerebout E, 2008. Prevalence and molecular characterisation of *Cryptosporidium* and *Giardia* in lambs and goat kids in Belgium. *Veterinary Parasitology*, 155 (1-2), 142-145. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.05.002>
- GMP+, 2018a. Antibioticvrij diervoeder. GMP+ International, 15 pp. Beschikbaar online: <https://www.gmpplus.org/media/2295/gmpplus-bcn-nl1-nl-20180701.pdf>
- GMP+, 2018b. GMP+ FSA certificatie [Webpagina]. GMP+ International. Beschikbaar online: <https://gmpplus.org/nl/certification-scheme/gmpplus-fsa-certification/> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- GMP+ International, 2018a. Specifieke voeder veiligheidsnormen [Webpagina]. GMP+ International. Beschikbaar online: <https://www.gmpplus.org/media/3290/gmpplus-ba1-nl-20180406.pdf> [Geraadpleegd: 25-10-2018].
- GMP+ International, 2018b. Welkom op de site van GMP+ International [Webpagina]. GMP+ International. Beschikbaar online: <https://www.gmpplus.org/nl/> [Geraadpleegd: 25-10-2018].
- Goeritz I, Falk S, Stahl T, Schäfers C & Schlechtriem C, 2013. Biomagnification and tissue distribution of perfluoroalkyl substances (PFASs) in market-size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32 (9), 2078-2088. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1002/etc.2279>
- Granados-Chinchilla F & Rodríguez C, 2017. Tetracyclines in food and feedingstuffs: From regulation to analytical methods, bacterial resistance, and environmental and health implications. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2017, 1315497. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1155/2017/1315497>
- Graveland H, Roest HJ, Stenvers O, Valkenburgh S, Friesema I, Van der Giessen J & Maassen K, 2013. Staat van zoönosen 2012. RIVM Rapport 092330002/2013. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu & Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Bilthoven, 67 pp. Beschikbaar online: http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2013/december/Staat_van_zo%C3%B6nosen_2012
- Griffin DW, Petrosky T, Morman SA & Luna VA, 2009. A survey of the occurrence of *Bacillus anthracis* in North American soils over two long-range transects and within post-Katrina New Orleans. *Applied Geochemistry*, 24 (8), 1464-1471. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2009.04.016>
- Grob K, Vass M, Biedermann M & Neukom HP, 2001. Contamination of animal feed and food from animal origin with mineral oil hydrocarbons. *Food Addit Contam*, 18 (1), 1-10. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/02652030010003503>
- Groen Kennisnet, 2018a. Dossier Melkveevoeding [Webpagina]. Groen Kennisnet, Wageningen University & Research. Beschikbaar online: <https://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/dossier/dossier-melkveevoeding.htm> [Geraadpleegd: 10-11-2018].
- Groen kennisnet, 2018b. Van tarwe tot brood [Webpagina, 27-09-2017]. Groen Kennisnet. Beschikbaar online: <https://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Van-tarwe-tot-brood.htm> [Geraadpleegd: 14-12-2018].

- Groot M.J. NMY, Kleter G.A., 2007. WP3: Wettelijke regelingen over gebruik van kruiden bij landbouwhuisdieren. RIKILT, Wageningen.
- Groot MJ, 2018. Kruiden en diergezondheid [Webpagina]. Wageningen UR. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/RIKILT/Expertisegebieden/Effecten-van-stoffen-op-mensen-dier/Kruiden-en-diergezondheid.htm> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Gubbins S, Forster J, Clive S, Schley D, Zuber S, Schaaf J & Corley D, 2016. Thermal inactivation of foot and mouth disease virus in extruded pet food. *OIE Revue Scientifique et Technique*, 35 (3), 965-972. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.20506/rst.35.3.2582>
- Guenter W & Hahn PH, 1986. Fluorine toxicity and laying hen performance. *Poultry Science*, 65 (4), 769-778. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3382/ps.0650769>
- Guinat C, Gogin A, Blome S, Keil G, Pollin R, Pfeiffer DU & Dixon L, 2016. Transmission routes of African swine fever virus to domestic pigs: Current knowledge and future research directions. *Veterinary Record*, 178 (11), 262-267. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1136/vr.103593>
- Gullberg E, Cao S, Berg OG, Ilbäck C, Sandegren L, Hughes D & Andersson DI, 2011. Selection of resistant bacteria at very low antibiotic concentrations. *PLoS Pathogens*, 7 (7). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002158>
- Hagens WI & Mulder C, 2013. Gezondheidsaspecten van de eikenprocessierups: Een update van de wetenschappelijke literatuur. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 24 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/090141001.pdf>
- Halle I, Ihling M, Lahrssen-Wiederholt M, Klaffke H & Flachowsky G, 2006. Carry-over of Acrylamide from Feed (Heated Potato Product) to Eggs and Body Tissues of Laying Hens. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 1 (4), 290-293. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s00003-006-0050-1>
- Hancock DD, Wikse SE, Lichtenwalner AB, Wescott RB & Gay CC, 1989. Distribution of bovine cysticercosis in Washington. *American Journal of Veterinary Research*, 50 (4), 564-570. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0024654674&partnerID=40&md5=0f6484e6c7aa5820c6fea40afb72cd3f>
- Heres L, Hoogenboom R, Herbes R, Traag W & Urlings B, 2010. Tracing and analytical results of the dioxin contamination incident in 2008 originating from the Republic of Ireland. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 27 (12), 1733-1744. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2010.522598>
- Hinton MH, 2000. Infections and intoxications associated with animal feed and forage which may present a hazard to human health. *Veterinary Journal*, 159 (2), 124-138. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1053/tvjl.1999.0412>
- Hollander C, Blanken K, Gotink A, Van Duinkerken G, Dijk G, Lenssinck F & De Koning K, 2005. Voersystemen in de melkveehouderij. *Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek*, Wageningen UR, Lelystad, 75 pp. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/16735>
- Holmes A, Holmes M, Gottlieb T, Price LB & Sundsfjord A, 2018. End non-essential use of antimicrobials in livestock. *British Medical Journal*, 360. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1136/bmj.k259>
- Holzhauer M, Roest HIJ, de Jong MG & Vos JH, 2009. Botulisme bij melkkoeien anno 2008: symptomatologie, diagnostiek, pathogenese, therapie en preventie aan de hand van een catastrofaal verlopen casus. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, 134 (13), 564-570.
- Hoogenboom LA, Mulder PP, Zeilmaker MJ, van den Top HJ, Rummelink GJ, Brandon EF, Klijnstra M, Meijer GA, Schothorst R & Van Egmond HP, 2011. Carry-over of pyrrolizidine alkaloids from feed to milk in dairy cows. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 28 (3), 359-372. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2010.547521>
- Hoogenboom LA, van Eijkeren JC, Zeilmaker MJ, Mengelers MJ, Herbes R, Immerzeel J & Traag WA, 2007. A novel source for dioxins present in recycled fat from gelatin production. *Chemosphere*, 68 (5), 814-823. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.02.032>
- Hoogenboom R, Zeilmaker M, Eijkeren J, Kan K, Mengelers M, Luykx D & Traag W, 2010. Kaolinic clay derived PCDD/Fs in the feed chain from a sorting process for potatoes. *Chemosphere*, 78 (2), 99-105. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.10.016>
- Hou Y, Wu Z, Dai Z, Wang G & Wu G, 2017. Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8, 24. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0153-9>

- Huetink REC, Van der Giessen JWB, Noordhuizen JPTM & Ploeger HW, 2001. Epidemiology of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* on a dairy farm. *Veterinary Parasitology*, 102 (1-2), 53-67. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00514-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00514-3)
- Hutchinson ML, Thomas DJI, Walters LD & Avery SM, 2006. Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, faecal coliforms and coliphage in animal feeds. *Letters in Applied Microbiology*, 43 (2), 205-210. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2006.01929.x>
- IDF, 2016. *Bacillus cereus* in milk and dairy products. IDF Factsheet. [Webpagina, 01-12-2016]. International Dairy Foundation. Beschikbaar online: <https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/12/Bacillus-cereus-in-Milk-and-Dairy-Products.pdf> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- IKB Ei, 2018a. Voorschriften IKB EI Legeindbedrijven algemeen (voorschrift 5a). IKB Ei, Stichting OVONED, Nieuwegein, 16 pp. Beschikbaar online: http://ikbei.nl/wp-content/uploads/2012/12/17060026_Ovoned_Voorschrift-5a.pdf
- IKB Ei, 2018b. Diervoeder [Webpagina]. Stichting OVONED. Beschikbaar online: <http://ikbei.nl/speciaalthemas/diervoeder/> [Geraadpleegd: 25-10-2018].
- IKB Varken, 2017. Voorschriften en interpretatiedocument Regeling IKB Varken Voorschriften varkenshouders. Versie 19.0, 01-10-2017. IKB Varken, Nieuwegein, 33 pp. Beschikbaar online: <http://www.ikbvarken.nl/Documents/Normative-document-IKB-Varken-Varkenshouders-versi.aspx>
- Ingels K, Fremaut D & Martens L, 2013. Alternatieve eiwitbronnen in de voeding van vleesvarkens. University Press, Zeltate, 45 pp.
- Inglesby TV, O'Toole T, Henderson DA, Bartlett JG, Ascher MS, Eitzen E, Friedlander AM, Gerberding J, Hauer J, Hughes J, McDade J, Osterholm MT, Parker G, Perl TM, Russell PK & Tonat K, 2002. Anthrax as a biological weapon, 2002: Updated recommendations for management. *Journal of the American Medical Association*, 287 (17), 2236-2252. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1001/jama.287.17.2236>
- Innes EA, Bartley PM, Buxton D & Katzer F, 2009. Ovine toxoplasmosis. *Parasitology*, 136 (14), 1887-1894.
- Jans H & Franssen A, 2008. De brandharen van de eikenprocessierups (*Thaumetopoea processionea* L.), een mogelijk probleem voor dieren? *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, 133 (10), 424.
- Jenkins DJ, Brown GK & Traub RJ, 2013. 'Cysticercosis storm' in feedlot cattle in north-west New South Wales. *Australian Veterinary Journal*, 91 (3), 89-93. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/avj.12023>
- Johnson DE, 1981. Management of herd health programs in midwestern dairies. *The Veterinary clinics of North America. Large Animal Practice*, 3 (2), 253-270. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0196-9846\(17\)30129-5](https://doi.org/10.1016/S0196-9846(17)30129-5)
- Jones FT, 2011. A review of practical *Salmonella* control measures in animal feed. *Journal of Applied Poultry Research*, 20 (1), 102-113. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3382/japr.2010-00281>
- Jones K, 2001. The *Campylobacter* conundrum [2]. *Trends in Microbiology*, 9 (8), 365-366. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0966-842X\(01\)02106-0](https://doi.org/10.1016/S0966-842X(01)02106-0)
- Jones TO & Turnbull PC, 1981. Bovine mastitis caused by *Bacillus cereus*. *The Veterinary Record*, 108 (13), 271-274. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1136/vr.108.13.271>
- Kahn LH, 2017. Antimicrobial resistance: A One Health perspective. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 111 (6), 255-260. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/trstmh/trx050>
- Kakar F, Akbarian Z, Leslie T, Mustafa ML, Watson J, van Egmond HP, Omar MF & Mofleh J, 2010. An outbreak of hepatic veno-occlusive disease in Western afghanistan associated with exposure to wheat flour contaminated with pyrrolizidine alkaloids. *Journal of Toxicology*, 2010, 313280. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1155/2010/313280>
- Kan CA, Traag WA & Hoogenboom LAP, 2003. Voorkomen van PAK's in voer, omgeving van dieren, melken zuivelproducten alsmede een oriënterende studie in melkvee. Animal Sciences Group, Wageningen Universiteit & Research, Lelystad, 22 pp. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/27783>
- Kasper G & Rijgersberg H, 2018. Efficiënter gebruik van raapzaad. Mogelijkheden van raapzaad als grondstof voor de Biobased Economy. Wageningen Livestock Research, Wageningen, 28 pp. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/460340>
- Kemmeren JM, Mangen M-JJ, van Duynhoven YTHP & Havelaar AH, 2006. Priority setting of foodborne pathogens - Disease burden and costs of selected enteric pathogens. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 123 pp. Beschikbaar online: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/330080001.pdf>

- Kenniscentrum InfoMil, 2018. Diervoederindustrie. Procesbeschrijving [Webpagina].
Rijkswaterstaat. Beschikbaar online: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/lucht/activiteiten/diervoederindustrie/procesbeschrijving/#h4023b7ad-508a-4be9-92ae-bf8f5cf4c7ab> [Geraadpleegd: 28-11-2018].
- Khamisse E, Dunoyer C, Albert I, Chemaly M, Foranoo M, Goudré D, Granier S, Haddad N, Juin H, Lailier R, Millemann Y, Saegerman C & Colin P, 2018. Assessing feed contribution to *Salmonella* contamination in animals and food, and to human infections [Poster].
Proceedings of the International Symposium Salmonella and Salmonellosis. 24-26 September 2018, Saint-Malo.
- Khatibi PA, McMaster NJ, Musser R & Schmale DG, 2014. Survey of mycotoxins in corn distillers' dried grains with solubles from seventy-eight ethanol plants in twelve states in the U.S. in 2011. *Toxins*, 6 (4), 1155-1168. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/toxins6041155>
- Kierkegaard A, Asplund L, de Wit CA, McLachlan MS, Thomas GO, Sweetman AJ & Jones KC, 2007. Fate of higher brominated PBDEs in lactating cows. *Environmental Science & Technology*, 41 (2), 417-423.
- Kierkegaard A, De Wit CA, Asplund L, McLachlan MS, Thomas GO, Sweetman AJ & Jones KC, 2009. A mass balance of tri-hexabrominated diphenyl ethers in lactating cows. *Environmental Science & Technology*, 43 (7), 2602-2607.
- Kiss J, Edwards CR, Berger HK, Cate P, Cean M, Cheek S, Derron J, Festic H, Furlan L, Igrc-Barcic J, Ivanova I, Lammers W, Omelyuta V, Princzinger G, Reynaud P, Sivcev I, Sivcek P, Urek G & Vahala O, 2005. Monitoring of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Europe 1992-2003. In: Vidal S, Kuhlmann U & Edwards CR (eds.), *Western corn rootworm: ecology and management*. CAB International, Wallingford, pp. 29-39.
- Klančnik A, Vučković D, Jamnik P, Abram M & Možina SS, 2014. Stress response and virulence of heat-stressed *Campylobacter jejuni*. *Microbes and Environments*, 29 (4), 338-345.
Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME14020>
- Konieczek J, 2006. Ruwvoer & krachtvoer bedrijfseconomisch bekeken en vergeleken. CAH Dronten, Dronten, 77 pp. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/116549>
- Korycinska A, 2015. Rapid Pest Risk Analysis (PRA) for *Popillia japonica*. Department for Environment, Food and Rural Affairs, York, 34 pp. Beschikbaar online: <https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/downloadExternalPra.cfm?id=4106>
- Kowalczyk J, Ehlers S, Oberhausen A, Tischer M, Furst 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 (12), 2903-2912. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1021/jf304680j>
- Krafft MP & Riess JG, 2015. Selected physicochemical aspects of poly- and perfluoroalkylated substances relevant to performance, environment and sustainability-part one. *Chemosphere*, 129, 4-19. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.08.039>
- Krüger M, Große-Herrenthey A, Schrödl W, Gerlach A & Rodloff A, 2012. Visceral botulism at dairy farms in Schleswig Holstein, Germany – Prevalence of *Clostridium botulinum* in feces of cows, in animal feeds, in feces of the farmers, and in house dust. *Anaerobe*, 18 (2), 221-223. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.12.013>
- Kuhn KG, Nielsen EM, Mølbak K & Ethelberg S, 2017. Epidemiology of campylobacteriosis in Denmark 2000–2015. *Zoonoses and Public Health*, 65 (1), 59-66. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/zph.12367>
- Kumar S, Chen C, Indugu N, Werlang GO, Singh M, Kim WK & Thippareddi H, 2018. Effect of antibiotic withdrawal in feed on chicken gut microbial dynamics, immunity, growth performance and prevalence of foodborne pathogens. *PLoS ONE*, 13 (2). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192450>
- Kuppen H, 2016. Eikenprocessierupsen vieren 25-jarig jubileum bestrijding. *Bomen* 2016, 35, 23-25.
- Latré J, Wambacq E & Van Dijk L, 2014. Basisregels bij het inkuilen *Management & Techniek*, 2014 (12), 18-20. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/308684>
- Laurense E, Bak, A., Olde Heuvel, E., Herbes, R., 2010. Botanische verontreinigingen van veevoerders. Gevolgen voor de ggo etikettering - Factsheet. VWA.
- Le Page G, Gunnarsson L, Snape J & Tyler CR, 2017. Integrating human and environmental health in antibiotic risk assessment: A critical analysis of protection goals, species sensitivity and antimicrobial resistance. *Environment International*, 109 (December), 155-169.
Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.09.013>

- Li X, Rezaei R, Li P & Wu G, 2011. Composition of amino acids in feed ingredients for animal diets. *Amino Acids*, 40 (4), 1159-1168. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s00726-010-0740-y>
- Liebana E & Hugas M, 2012. Assessment of the microbiological risks in feedingstuffs for food-producing animals. In: Fink-Gremmels J (ed.), *Animal Feed Contamination. Effects on Livestock and Food Safety*. Woodhead Publishing, Oxford, pp. 66-93.
- Logan NA, 1988. *Bacillus* species of medical and veterinary importance. *Journal of Medical Microbiology*, 25 (3), 157-165.
- Love DC, Halden RU, Davis MF & Nachman KE, 2012. Feather meal: a previously unrecognized route for reentry into the food supply of multiple pharmaceuticals and personal care products (PPCPs). *Environmental Science & Technology*, 46 (7), 3795-3802. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1021/es203970e>
- Luca Fd, Vovlas N, Lucarelli G, Troccoli A, Radicci V, Fanelli E, Cantalapiedra-Navarrete C, Palomares-Rius JE & Castillo P, 2013. *Heterodera elachista* the Japanese cyst nematode parasitizing corn in Northern Italy: integrative diagnosis and bionomics. *European Journal of Plant Pathology*, 136 (4), 857-872. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0212-9>
- Maassen C, De Jong A, Stenvers O, Valkenburgh S, Friesema I, Heimeriks K, Van Pelt W & Graveland H, 2012. Staat van zoonosen 2011. RIVM Rapport 330291008/2012. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 68 pp. Beschikbaar online: <https://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/261322/3/330291008.pdf>
- Maciorowski KG, Herrera P, Jones FT, Pillai SD & Ricke SC, 2007. Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi. *Animal Feed Science and Technology*, 133 (1-2), 109-136. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.08.006>
- Makkink C, 2009. Additieven ondersteunen diergezondheid. *De Molenaar*, 112 (17), 90-91. Beschikbaar online: http://www.vddn.nl/images/additieven_ondersteunen_%20diergezondheid_de_molenaar_2009_17.pdf
- Malir F, Ostry V, Pfohl-Leszkowicz A, Malir J & Toman J, 2016. Ochratoxin A: 50 Years of Research. *Toxins*, 8 (7). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/toxins8070191>
- Malisch R, 2000. Increase of the PCDD/F-contamination of milk, butter and meat samples by use of contaminated citrus pulp. *Chemosphere*, 40 (9-11), 1041-1053.
- Mangen MJ, Friesema IHM, Haagsma JA & Van Pelt W, 2017. Disease burden of food-related pathogens in the Netherlands, 2015. RIVM Letter report 2017-0060. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 52 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2018-0037.pdf>
- Mangen MJ, Friesema IHM, Pijnacker R, Mughini Gras L & Van Pelt W, 2018. Disease burden of food-related pathogens in the Netherlands, 2017. RIVM Letter report 2018-0037. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 52 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2018-0037.pdf>
- MARAN, 2017. Monitoring of antimicrobial resistance and antibiotic usage in animals in the Netherlands in 2016. Wageningen Bioveterinary Research, Lelystad. Beschikbaar online: https://www.wur.nl/upload_mm/b/0/1/74ce6009-b112-428d-aeb7-99b95063aab6_Maran%20report%202017.pdf
- Maranghi F, Tassinari R, Narciso L, Tait S, Rocca CL, Felice GD, Butteroni C, Corinti S, Barletta B, Cordelli E, Pacchierotti F, Eleuteri P, Villani P, Hegarat LL, Fessard V & Reale O, 2018. In vivo toxicity and genotoxicity of beauvericin and enniatins. Combined approach to study in vivo toxicity and genotoxicity of mycotoxins beauvericin (BEA) and enniatin B (ENN B). *EFSA Supporting Publications*, 15 (5). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1406>
- Mauro A, Battilani P & Cotty PJ, 2015. Atoxigenic *Aspergillus flavus* endemic to Italy for biocontrol of aflatoxins in maize. *Biocontrol*, 60 (1), 125-134. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9624-5>
- McKercher PD, Hess WR & Hamdy F, 1978. Residual viruses in pork products. *Applied and Environmental Microbiology*, 35 (1), 142-145. Beschikbaar online: <http://aem.asm.org/content/35/1/142.full.pdf>
- Mebus C, Arias M, Pineda JM, Tapiador J, House C & Sánchez-Vizcaíno JM, 1997. Survival of several porcine viruses in different Spanish dry cured meat products. *Food Chemistry*, 59 (4), 555-559. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00006-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00006-X)
- Mebus CA, House C, Gonzalvo FR, Pineda JM, Tapiador J, Pire JJ, Bergada J, Yedloutschnig RJ, Sahu S, Becerra V & Sanchez-Vizcaino JM, 1993. Survival of foot-and-mouth disease, African swine fever, and hog cholera viruses in Spanish serrano cured hams and iberian

- cured hams, shoulders and loins. *Food Microbiology*, 10 (2), 133-143. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1006/fmic.1993.1014>
- Mirhashemi ME, Zintl A, Grant T, Lucy F, Mulcahy G & Waal TD, 2016. Molecular epidemiology of *Cryptosporidium* species in livestock in Ireland. *Veterinary Parasitology*, 216, 18-22. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.12.002>
- Monaghan JM, Augustin JC, Bassett J, Betts R, Pourkomaillian B & Zwietering MH, 2017. Risk assessment or assessment of risk? Developing an evidence-based approach for primary producers of leafy vegetables to assess and manage microbial risks. *Journal of Food Protection*, 80 (5), 725-733.
- Morley RS, Chen S & Rheault N, 2003. Assessment of the risk factors related to bovine spongiform encephalopathy. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 22 (1), 157-178.
- Mulder PPJ, Beumer B, Oosterink E & De Jong J, 2009a. Dutch survey pyrrolizidine alkaloids in animal forage. RIKILT, Wageningen, 45 pp. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/135952>
- Mulder PPJ, Beumer B, Oosterink E & de Jong J, 2009b. Dutch survey pyrrolizidine alkaloids in animal forage. RIKILT report 2009.018, 1-45.
- Mulder PPJ, Lopez P, These A, Preiss-Weigert A & Castellari M, 2015. Occurrence of pyrrolizidine alkaloids in food. EFSA Supporting publication EN-859, p. 114.
- NAK, 2018. Statistieken [Webpagina]. Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen. Beschikbaar online: <https://www.nak.nl/zakelijke-informatie/statistieken/> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- NEVEDI, 2016. Wijzer over grondstoffen. Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie, Rijswijk, 30 pp.
- NEVEDI, 2018a. Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie [Webpagina]. NEVEDI. Beschikbaar online: <https://www.nevedi.nl/> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- NEVEDI, 2018b. Wijzer over grondstoffen [Webpagina, 10-11-2016]. Nederlandse Vereniging Diervoederproducenten. Beschikbaar online: [https://assets.nevedi.nl/p/229376/Grondstoffenwijzer%20Nevedi%20versie%202016%20\(LR\)\(2\).pdf](https://assets.nevedi.nl/p/229376/Grondstoffenwijzer%20Nevedi%20versie%202016%20(LR)(2).pdf) [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- NEVEDI, 2018c. Verduurzaming grondstoffen [Webpagina]. Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie. Beschikbaar online: <https://www.nevedi.nl/themas/verduurzaming-grondstoffen> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Newell DG & Fearnley C, 2003. Sources of *Campylobacter* colonization in broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 69 (8), 4343-4351. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1128/AEM.69.8.4343-4351.2003>
- Nijs LJM, Bruggen AS & Karssen G, 2016. Importing plants into the Netherlands: an assessment of the risk of plant parasitic nematodes and a survey on their entry with adhering soil. *EPPO Bulletin*, 46 (1), 94-102. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/epp.12281>
- Noorlander CW, Van Leeuwen SPJ, Te Biesebeek JD, Mengelers MJB & Zeilmaker MJ, 2011. Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in The Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 7496-7505.
- Nordkvist E, Zuidema T, Herbes RG & Berendsen BJA, 2016. Occurrence of chloramphenicol in cereal straw in north-western Europe. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 33 (5), 798-803. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1176450>
- Nowell VJ, Poppe C, Parreira VR, Jiang YF, Reid-Smith R & Prescott JF, 2010. *Clostridium perfringens* in retail chicken. *Anaerobe*, 16 (3), 314-315. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2009.11.004>
- NVI, 2016. Detection of Chronic Wasting Disease in two Norwegian moose. [Webpagina, 20-06-2016]. Norwegian Veterinary Institute,. Beschikbaar online: <http://www.eng.vetinst.no/eng/layout/set/print/Highlights/Detection-of-Chronic-Wasting-Disease-in-two-Norwegian-moose.html> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- NVI, 2018. The first detection of Chronic Wasting Disease (CWD) in Europe [Webpagina]. Norwegian Veterinary Institute. Beschikbaar online: <http://www.vetinst.no/sykdom-og-agens/chronic-wasting-disease/the-first-detection-of-chronic-wasting-disease-cwd-in-europe> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- NVIC, 2018. NVIC Jaaroverzicht 2017. Acute vergiftigingen bij mens en dier. Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum, Universitair Medisch Centrum Utrecht, Utrecht.
- NVWA, 2014. Resultaten van het NVWA Nationaal Plan Diervoeders 2014 - Monitoringsprogramma voor ongewenste stoffen in diervoeder en diervoederingsrediënten. Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit, Utrecht.

- NVWA, 2015. Resultaten van het NVWA Nationaal Plan Diervoeders 2015 - Monitoringsprogramma voor ongewenste stoffen in diervoeder en diervoedingrediënten. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht.
- NVWA, 2017a. Methodiek korte risicobeoordeling fytosanitaire gevaren. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht.
- NVWA, 2017b. Naleving regels bij productie gemedicineerd diervoeder onder de maat [Webpagina, 02-05-2017]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/nieuws-en-media/nieuws/2017/05/02/nvwa-onderzoek-naleving-beheersing-versleping-bij-productie-gemedicineerde-diervoeders-onder-de-maat> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- NVWA, 2017c. Nationaal Plan Diervoeders 2017. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht, 19 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/diervoeder/veehouderij/publicaties/nationaal-plan-diervoeders-2017>
- NVWA, 2017d. Monitoring ziekten, plagen & onkruiden Rapportage van ontwikkelingen 2009-2016. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/plant/gewasbescherming/gewasbescherming/publicaties/rapportage-monitoring-ziekten-plagen-en-onkruiden-voor-de-periode-2009-2016>
- NVWA, 2017e. Basisinformatiebladen Voedselveiligheid, december 2017, Diervoeder - beschrijving van het domein. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/nvwa/organisatie/hoe-de-nvwa-werkt/publicaties/staat-van-voedselveiligheid-documenten>
- NVWA, 2018a. MANCP Meerjarig Nationaal Controleplan Nederland. Jaarverslag 2017. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht, 136 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/over-de-nvwa/documenten/nvwa/organisatie/mancp-jaarverslagen/2016/mancp-meerjarig-nationaal-controleplan-nederland-jaarverslag-2017>
- NVWA, 2018b. Diervoeder -Toezicht. Basisinformatiebladen voedselveiligheid. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/nvwa/organisatie/hoe-de-nvwa-werkt/publicaties/staat-van-voedselveiligheid-documenten>
- NVWA, 2018c. Fytowetgeving, methodiek en afbakening fytosanitaire gevaren. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht.
- NVWA, 2018d. Quarantaine(waardige) organismen aanwezig in de commerciële teelt in Nederland, EU-status en korte beschrijving van de impact van de organismen in Nederland. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht.
- NVWA, 2018e. Risicobeoordelingen quarantaine(waardige) organismen [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/risicobeoordelingen-quarantainewaardige-organismen> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- NVWA, 2018f. De eerste Staat van Voedselveiligheid. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht, 68 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/over-de-nvwa/documenten/nvwa/organisatie/hoe-de-nvwa-werkt/publicaties/staat-van-voedselveiligheid-documenten>
- NZO, 2018. Zuivelondernemingen scherpen eisen voor veevoer aan [Webpagina]. Nederlandse Zuivel Organisatie. Beschikbaar online: <https://www.nzo.nl/nl/nieuws/zuivelondernemingen-scherpen-eisen-veevoer-aan/> [Geraadpleegd: 10-12-2018].
- O'Reilly LM & Daborn CJ, 1995. The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections in animals and man: A review. *Tubercle and Lung Disease*, 76, 1-46. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/0962-8479\(95\)90591-X](https://doi.org/10.1016/0962-8479(95)90591-X)
- Odell D, 2018. Cryptosporidiosis in calves [Webpagina]. Bovasol. Beschikbaar online: <http://www.bovasol.co.za/blog/cryptosporidiosis-in-calves/> [Geraadpleegd: 28-11-2018].
- OIE, 2018. ASF situation. African Swine Fever (ASF) Report N°: October 26-November 09 [Webpagina]. World Organisation for Animal Health (OIE). Beschikbaar online: http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/Disease_cards/ASF/Report_5_Current_situation_of_ASF.pdf [Geraadpleegd: 28-11-2018].
- OPNV, 2018a. Afzetcijfers [Webpagina]. Overleggroep Producenten Natte Veevoeders. Beschikbaar online: <http://www.opnv.nl/index.php/nl/nieuws/afzetcijfers> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- OPNV, 2018b. Aardappelproducten [Webpagina]. Overleggroep Producenten Natte Veevoeders. Beschikbaar online: <http://www.opnv.nl/index.php/nl/vochtrijke-diervoeders/productgroepen-2/category/aardappelproducten> [Geraadpleegd: 14-12-2018].

- OPNV, 2018c. Opslag en conservering [Webpagina]. Overleggroep Producenten Natte Veevoerders. Beschikbaar online: <http://opnv.nl/index.php/nl/opslag-en-conservering?showall=1> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- Opsteegh M, Prickaerts S, Frankena K & Evers EG, 2011. A quantitative microbial risk assessment for meatborne *Toxoplasma gondii* infection in The Netherlands. *International Journal of Food Microbiology*, 150 (2-3), 103-114. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.022>
- Opsteegh M, Teunis P, Mensink M, Züchner L, Titilincu A, Langelaar M & Van der Giessen J, 2010. Evaluation of ELISA test characteristics and estimation of *Toxoplasma gondii* seroprevalence in Dutch sheep using mixture models. *Preventive Veterinary Medicine*, 96 (3-4), 232-240. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.06.009>
- Orpin P & Harwood D, 2012. Clinical management of traumatic reticuloperitonitis in cattle. *In Practice*, 30 (November/December), 544-551.
- Ovocom, 2008. Productie van diervoeders. AC-02, Ver 1.5. Ovocom, Brussel, 48 pp. Beschikbaar online: <https://www.ovocom.be/DownloadLabeledAutoguide.ashx?id=154781>
- Pabst K, Mathar W, Palavinskis R, Meisel H, Bluthgen A & Klaffke H, 2005. Acrylamide-occurrence in mixed concentrate feed for dairy cows and carry-over into milk. *Food Additives & Contaminants*, 22 (3), 210-213. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/02652030500110964>
- Panda AK & Sastry VRB, 2007. Scope of the utilization of unconventional oilseed-meals for poultry feeding. *Livestock International*, 11, 17-20.
- Panter KE & James LF, 1990. Natural plant toxicants in milk: a review. *Journal of Animal Science*, 68 (3), 892-904.
- Papargyropoulou E, Lozano R, Steinberger J, Wright N & Ujang Z, 2014. The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106-115.
- Parkinson TJ, Merrall M & Fenwick SG, 1999. A case of bovine mastitis caused by *Bacillus cereus*. *New Zealand Veterinary Journal*, 47 (4), 151-152. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/00480169.1999.36134>
- Peeters LEJ, Daeseleire E, Devreese M, Rasschaert G, Smet A, Dewulf J, Heyndrickx M, Imberechts H, Haesebrouck F, Butaye P & Croubels S, 2016. Residues of chlortetracycline, doxycycline and sulfadiazine-trimethoprim in intestinal content and feces of pigs due to cross-contamination of feed. *BMC Veterinary Research*, 12 (1). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0803-8>
- Platzer B, 2016. Europa wil gebruik reststromen stimuleren. *De Molenaar*, 119 (4), 30-31.
- Port of Rotterdam, 2018a. Plantaardige oliën en vetten [Webpagina]. Port of Rotterdam. Beschikbaar online: <https://www.portofrotterdam.com/nl/zakendoen/logistiek/lading/natte-bulk/plantaardige-olien-en-vetten> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- Port of Rotterdam, 2018b. Plantaardige olieraffinage [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.portofrotterdam.com/nl/zakendoen/vestigen/gevestige-industrie/raffinage-en-chemie/plantaardige-olieraffinage> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- Prince MJ, Bailey JA, Barrowman PR, Bishop KJ, Campbell GR & Wood JM, 2003. Bovine spongiform encephalopathy. *OIE Revue Scientifique et Technique*, 22 (1), 37-60.
- Pritzkow S, Morales R, Moda F, Khan U, Telling GC, Hoover E & Soto C, 2015. Grass plants bind, retain, uptake, and transport infectious prions. *Cell Reports*, 11 (8), 1168-1175. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2015.04.036>
- Prusiner SB, 1998. Prions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95 (23), 13363-13383. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1073/pnas.95.23.13363>
- Quinn PJ, Markey BK, Leonard FC, FitzPatrick ES, Fanning S & Hartigan PJ, 2011. *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*, Second edition., Blackwell Publishing Ltd., Oxford.
- Rajput M, Kamboh AA, Dewani P, Umrani AP, Abro SH & Khan MA, 2018. Prevalence of *Bacillus anthracis* spores in wool, hairs and habitat of small ruminants. *Indian Journal of Animal Research*, 52 (1), 131-135. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.18805/ijar.v0i0F.8496>
- Randall L, Heinrich K, Horton R, Brunton L, Sharman M, Bailey-Horne V, Sharma M, McLaren I, Coldham N, Teale C & Jones J, 2014. Detection of antibiotic residues and association of cefquinome residues with the occurrence of Extended-Spectrum β -Lactamase (ESBL)-producing bacteria in waste milk samples from dairy farms in England and Wales in 2011. *Research in Veterinary Science*, 96 (1), 15-24. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.10.009>

- Ravindra RY, Asha LP & Sandeep RS, 2014. Review on metallic and non-metallic foreign bodies: a threat to livestock and environment. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 4 (1), 6-14.
- Reidsen H, 2018. Geen gemodificeerde gewasteelt in Nederland [Webpagina, 30-01-2018]. *Nieuwe Oogst*. Beschikbaar online: <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2018/01/30/geen-gemodificeerde-gewasteelt-in-nederland> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- Rejtharova M, Rejthar L, Cackova K, Bures J, Vernerova E & Hera A, 2017. Observation of residues in tissues of chickens exposed to low dietary concentrations of chloramphenicol. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 34 (4), 542-546. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1241900>
- Remmelink G, Van Dooren HJ, Van Middelkoop J, Ouweltjes W & H. W, 2016. *Handboek melkveehouderij, 2016-2017*. Wageningen Livestock Research.
- Requena JR, Kristensson K, Korth C, Zurzolo C, Simmons M, Aguilar-Calvo P, Aguzzi A, Andreoletti O, Benestad SL, Böhm R, Brown K, Calgua B, del Río JA, Espinosa JC, Girones R, Godsave S, Hoelzle LE, Knittler MR, Kuhn F, Legname G, Laeven P, Mabbott N, Mitrova E, Müller-Schiffmann A, Nuvolone M, Peters PJ, Raeber A, Roth K, Schmitz M, Schroeder B, Sonati T, Stitz L, Taraboulos A, Torres JM, Yan ZX & Zerr I, 2016. The Priority position paper: Protecting Europe's food chain from prions. *Prion*, 10 (3), 165-181. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19336896.2016.1175801>
- Research voor Beleid & Q-Point BV, 2003. *Voer tot nadenken. Veiligheidsrisico's diervoederketens. Rapport B2767*. Research voor Beleid & Q-Point BV, Leiden, 123 pp. Beschikbaar online: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-26991-94-b1.pdf>
- Ribbens S, Dewulf J, Koenen F, Laevens H & De Kruif A, 2004. Transmission of classical swine fever. A review. *Veterinary Quarterly*, 26 (4), 146-155. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/01652176.2004.9695177>
- RIKILT, 2014. *Dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders*. RIKILT Wageningen UR, Wageningen, 26 pp. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/320583>
- RIVM, 2011. *Zoönosen op een rij: ziek door dier* [Webpagina]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: https://www.rivm.nl/Onderwerpen/Z/Ziek_door_dier/Zo_nosen_op_een_rij [Geraadpleegd: 19-04-2018].
- RIVM, 2011b. *Listeriose Richtlijn* [Webpagina, 22-08-2016]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/listeriose> [Geraadpleegd: 12-12-2018].
- RIVM, 2018a. *Diervoederadditieven en -contaminanten* [Webpagina, 02-10-2018]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://rvs.rivm.nl/stoffen-en-producten/Diervoederadditieven-en-contaminanten> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- RIVM, 2018b. *Atlas Infectieziekten* [Webpagina]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://www.atlasinfectieziekten.nl/> [Geraadpleegd: 07-11-2018].
- RIVM, 2018c. *GenX* [Webpagina, 29-11-2018]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/genx> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- RIVM, 2018d. *Taeniose - cysticerose* [Webpagina]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: https://www.rivm.nl/Onderwerpen/T/Taeniose_Cysticerose [Geraadpleegd: 29-10-2018].
- RIVM, 2018e. *TDI* [Webpagina, 27-06-2018]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://rvs.rivm.nl/normen/consumenten/TDI> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- RIVM LCI, 2000. *LCI-richtlijn Echinokokkose* [Webpagina, 01-04-2014]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/echinokokkose> [Geraadpleegd: 24-10-2018].
- RIVM LCI, 2002. *LCI-richtlijn Antrax* [Webpagina, 01-06-2002]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/antrax> [Geraadpleegd: 24-10-2018].
- RIVM LCI, 2006a. *LCI-richtlijn Campylobacter-infecties* [Webpagina, 01-01-2017]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/campylobacter-infecties> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2006b. *LCI-richtlijn Salmonellose* [Webpagina, 01-12-2015]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/salmonellose> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2007a. *LCI-richtlijn ziekte van Creutzfeldt-Jakob* [Webpagina, 01-11-2012]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/creutzfeldt-jakob-ziekte-van> [Geraadpleegd: 17-10-2018].

- RIVM LCI, 2007b. LCI richtlijn Brucellose [Webpagina, 01-04-2017]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/brucellose> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2009. LCI-richtlijn Toxoplasmose [Webpagina, 01-04-2018]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/toxoplasmose> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2010a. LCI-richtlijn Shigatoxineproducerende *E. coli* (STEC)-infectie [Webpagina, 01-07-2016]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/shigatoxineproducerende-ecoli-stec-infectie> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2010b. LCI-richtlijn Trichinellose [Webpagina, 01-04-2014]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/trichinellose> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2011a. LCI-richtlijn Cryptosporidiose [Webpagina, 01-04-2015]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/cryptosporidiose> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2011b. LCI-richtlijn Botulisme [Webpagina, 01-08-2011]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/botulisme> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2013. LCI-richtlijn Pest [Webpagina, 01-11-2017]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/pest> [Geraadpleegd: 24-10-2018].
- RIVM LCI, 2014. LCI-richtlijn Tuberculose [Webpagina, 01-02-2017]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/tuberculose> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- RIVM LCI, 2016. LCI-richtlijn Listeriose [Webpagina, 01-12-2017]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/listeriose> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- Rosa EA, 1988. Metatheoretical foundations for post-normal risk. *Journal of Risk Research*, 1 (1), 15-44. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/136698798377303>
- SC, 2018. What are POPs? [Webpagina]. Stockholm Convention. Beschikbaar online: <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/tabid/673/Default.aspx> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Schiefer B, Macdonald KR, Klavano GG & Van Dreumel AA, 1976. Pathology of *Bacillus cereus* mastitis in dairy cows. *Canadian Veterinary Journal*, 17 (9), 239-243. Beschikbaar online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1697321/pdf/canvetj00394-0029.pdf>
- Schripsema AS, Van der Burgh M, Van der Sluis AA & Bos-Brouwers HEJ, 2015. Verwaarding van voedselreststromen uit supermarkten. Beheersing van voedselverspilling: belemmeringen en oplossingen. Wageningen UR Food & Biobased Research, rapport 1549. 92 pp. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/340319>
- Schuh J & Weinstock D, 1985. Bovine abortion caused by *Bacillus cereus*. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 187 (10), 1047-1048.
- Scientific Committee on Food, 2001. Opinion of the SCF on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. European Commission Health and Consumer Protection Directorate General, Brussel. Beschikbaar online: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_contaminants_catalogue_dioxins_out90_en.pdf
- Scott MR, Will R, Ironside J, Nguyen HOB, Tremblay P, DeArmond SJ & Prusiner SB, 1999. Compelling transgenic evidence for transmission of bovine spongiform encephalopathy prions to humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96 (26), 15137-15142. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1073/pnas.96.26.15137>
- SecureFeed, 2018a. D-13 Risicoclassificatie diervoeders, versie 7.0, 01-11-2018. GMP+ International. Beschikbaar online: <https://www.securefeed.eu/sites/default/files/2018-11/D-13%20Risicoclassificatie%20diervoeders.xlsx>
- SecureFeed, 2018b. Aflatoxine protocol: Problematiek aflatoxine B1 [Webpagina]. SecureFeed. Beschikbaar online: <https://www.securefeed.eu/nl/leveranciers/aflatoxine-protocol> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- SecureFeed, 2018c. Jaarverslag SecureFeed 2017. SecureFeed, Wageningen, 38 pp. Beschikbaar online: <https://www.securefeed.eu/nl/jaarverslagen>
- Segato G, Benetti C, Angeletti R, Montesissa C & Biancotto G, 2011. Doxycycline and sulfadimethoxine transfer from cross-contaminated feed to chicken tissues. *Food Additives*

- & Contaminants: Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment, 28 (7), 860-868. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2011.569574>
- Seltenrich N, 2015. New link in the food chain? Marine plastic pollution and seafood safety. *Environmental health perspectives*, 123 (2), A34-41. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1289/ehp.123-A34>
- Seyboldt C, Discher S, Jordan E, Neubauer H, Jensen KC, Campe A, Kreienbrock L, Scheu T, Wichern A, Gundling F, DoDuc P, Fohler S, Abdulmawjood A, Klein G & Hoedemaker M, 2015. Occurrence of *Clostridium botulinum* neurotoxin in chronic disease of dairy cows. *Veterinary Microbiology*, 177 (3-4), 398-402. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.03.012>
- Simon JA, Kurdzielewicz S, Jeannot E, Dupuis E, Marnef F, Aubert D, Villena I & Poulle M, 2017. Spatial distribution of soil contaminated with *Toxoplasma gondii* oocysts in relation to the distribution and use of domestic cat defecation sites on dairy farms. *International Journal for Parasitology*, 47 (6), 357-367. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.01.004>
- Skal, 2018. Welkom bij Skal [Webpagina]. Stichting Skal. Beschikbaar online: <https://www.skal.nl/> [Geraadpleegd: 18-12-2018].
- Sleurink D, 2016. Vloeibare bijproducten, de plakkerige smaakmakers [Webpagina, 21-10-2016]. Melkvee100Plus. Beschikbaar online: <https://www.melkvee100plus.nl/Artikelen/Management/2016/10/Vloeibare-bijproducten-de-plakkerige-smaakmakers-2899321W/> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- Smith HV, Cacciò SM, Cook N, Nichols RAB & Tait A, 2007. *Cryptosporidium* and *Giardia* as foodborne zoonoses. *Veterinary Parasitology*, 149 (1-2), 29-40. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.015>
- Sprong RC & Boon PE, 2015. Dietary exposure to cadmium in the Netherlands. RIVM Letter report 2015-0085. RIVM, Bilthoven, 50 pp.
- Sprong RC, De Wit-Bos L, Te Biesebeek JD, Alewijn M, Lopez P & Mengelers MJB, 2016. A mycotoxin-dedicated total diet study in the Netherlands in 2013: Part III – exposure and risk assessment. *World Mycotoxin Journal*, 9 (1), 109-128. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3920/WMJ2015.1905>
- Stämpfli HR, 2018. Enterotoxemias (*Clostridium perfringens* infections) [Webpagina]. Merck Veterinary Manual. Beschikbaar online: <https://www.merckvetmanual.com/generalized-conditions/clostridial-diseases/enterotoxemias#v4690208> [Geraadpleegd: 18-10-2018].
- Steckel S, Stewart SD & Tindall KV, 2013. Effects of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) and silk clipping in field corn. *Journal of Economic Entomology*, 106 (5), 2048-2054. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1603/EC13042>
- Stenfors Arnesen LP, Fagerlund A & Granum PE, 2008. From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiology Reviews*, 32 (4), 579-606. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00112.x>
- Stokstad E, 2017. Norway plans to exterminate a large reindeer herd to stop a fatal infectious brain disease. 3 April 2017. [Webpagina, 04-04-2017]. Science. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1126/science.aal0996> [Geraadpleegd: 26-09-2018].
- Stolker AAM, Manti V, Zuidema T, van Egmond H, Deckers ER, Herbes R, Hooglugt J, Olde Heuvel E & De Jong J, 2013a. Carry-over of veterinary drugs from medicated to non-medicated feeds in commercial feed manufacturing plants. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 30 (6), 1100-1107. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.794308>
- Stolker AAM, Manti V, Zuidema T, Van Egmond H, Deckers ER, Herbes R, Hooglugt J, Olde Heuvel E & De Jong J, 2013b. Carry-over of veterinary drugs from medicated to non-medicated feeds in commercial feed manufacturing plants. *Food Additives & Contaminants: Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 30 (6), 1100-1107. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.794308>
- Suiker Unie, 2018. Het productieproces [Webpagina]. Suiker Unie. Beschikbaar online: <https://www.suikerunie.nl/Productieproces> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- Suominen K, Hallikainen A, Ruokojarvi P, Airaksinen R, Koponen J, Rannikko R & Kiviranta H, 2011. Occurrence of PCDD/F, PCB, PBDE, PFAS, and organotin compounds in fish meal, fish oil and fish feed. *Chemosphere*, 85 (3), 300-306. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.010>
- Sutmoller P, Barteling SS, Olascoaga RC & Sumption KJ, 2003. Control and eradication of foot-and-mouth disease. *Virus Research*, 91 (1), 101-144. Beschikbaar online: <http://www.warmwell.com/fmdvr91.pdf>
- Swanenburg M, de Vos CJ, Visser EK & Nodelijk G, 2014. Inventarisatie zoonosen bij het paard in Nederland. CVI Wageningen UR, Lelystad, 59 pp.

- Tao X, Xu ZR & Wang YZ, 2005. Effect of excessive dietary fluoride on nutrient digestibility and retention of iron, copper, zinc, and manganese in growing pigs. *Biological Trace Element Research*, 107 (2), 141-151. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1385/bter:107:2:141>
- Tenter AM, Heckerth AR & Weiss LM, 2000. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *International Journal for Parasitology*, 30 (12-13), 1217-1258. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00124-7](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00124-7)
- Ter Kuile BH, Kraupner N & Brul S, 2016. The risk of low concentrations of antibiotics in agriculture for resistance in human health care. *FEMS Microbiology Letters*, 363 (19). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw210>
- Thamsborg SM, Jørgensen RJ & Henriksen SA, 1990. Cryptosporidiosis in kids of dairy goats. *Veterinary Record*, 127 (25/26), 627-628.
- The Society of Nematologists, 2018. *Heterodera sacchari*. A list of exotic nematode plant pests of agricultural and environmental significance to the United States [Webpagina]. The Society of Nematologists, APHIS. Beschikbaar online: <https://nematode.unl.edu/pest14.htm> [Geraadpleegd: 21-11-2018].
- Thomson S, Hamilton CA, Hope JC, Katzer F, Mabbott NA, Morrison LJ & Innes EA, 2017. Bovine cryptosporidiosis: impact, host-parasite interaction and control strategies. *Veterinary Research*, 48 (1), 42. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0447-0>
- Traag W, Kotz A, Van der Weg G, Malisch R & Hoogenboom R, 2009. Bioassay directed detection of brominated dioxins in the feed additive cholin chloride. *Organohalogen Compounds*, 71, 2195-2198.
- Turner C & Williams SM, 1999. Laboratory-scale inactivation of African swine fever virus and swine vesicular disease virus in pig slurry. *Journal of Applied Microbiology*, 87 (1), 148-157. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00802.x>
- Turner C, Williams SM & Cumby TR, 2000. The inactivation of foot and mouth disease, Aujeszky's disease and classical swine fever viruses in pig slurry. *Journal of Applied Microbiology*, 89 (5), 760-767. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.01174.x>
- Tzanidakis N, Sotiraki S, Claerebout E, Ehsan A, Voutzourakis N, Kostopoulou D, Stijn C, Vercruyse J & Geurden T, 2014. Occurrence and molecular characterization of *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. in sheep and goats reared under dairy husbandry systems in Greece. *Parasite*, 21, 45 [47 pp.]. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1051/parasite/2014048>
- Uiterwijk M, De Rosa M, Friesema I, Valkenburgh S, Roest HJ, Van Pelt W, Van den Kerkhof H, Van der Giessen J & Maassen K, 2016. Staat van zoonosen 2015. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 86 pp.
- Uiterwijk M, Keur I, Friesema I, Valkenburgh S, Holtslag M, Van Pelt W, Van den Kerkhof H, Van der Giessen J, Kortbeek T, Nijse R & Maassen K, 2017a. Staat van zoönosen 2016. Nederlands Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 100 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2017-0142.pdf>
- Uiterwijk M, Keur I, Friesema I, Valkenburgh S, Holtslag M, van Pelt W, van den Kerkhof H, van der Giessen J, Kortbeek T, Nijse R & Maassen K, 2017b. Staat van zoönosen 2016. RIVM Rapport 2017-0142. Nederlands Voedsel- en Waren Autoriteit & Rijksinstituut voor volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 100 pp. Beschikbaar online: http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/november/Staat_van_Zo_nosen_2016
- US EPA, 2012. United States Environmental Protection Agency's Reanalysis of Key Issues Related to Dioxin Toxicity and Response to NAS Comments, Volume 1. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, 344 pp. Beschikbaar online: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/supdocs/dioxinv1sup.pdf
- USDA, 2016. Japanese beetle program manual for airports, fourth edition. United States Department of Agriculture. Beschikbaar online: http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/domestic/downloads/japanese_beetle.pdf
- Uzal FA, Vidal JE, McClane BA & Gurjar AA, 2010. *Clostridium perfringens* toxins involved in mammalian veterinary diseases. *Open Toxinology Journal*, 3 (2), 24-42. Beschikbaar online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3917546/pdf/nihms524751.pdf>
- Van Ass M, Franssen AEM, Jans HWA, Van der Lelie S, Schoeters K, Van Vliet AJH & Van Brederode NE, 2008. GGD-richtlijn medische milieukunde: De eikenprocessierups en gezondheid. RIVM Rapport 609330007/2008. Rijksinstituut voor Volkgezondheid en Milieu, Bilthoven, 65 pp.
- Van Asselt ED, Kowalczyk J, Van Eijkeren JCH, Zeilmaker MJ, Ehlers S, Fürst P, Lahrssen-Wiederhol M & Van der Fels-Klerx HJ, 2013. Transfer of perfluorooctane sulfonic acid

- (PFOS) from contaminated feed to dairy milk. *Food Chemistry*, 141 (2), 1489-1495.
Beschikbaar online: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613004810>
- Van Asselt ED, Van der Fels-Klerx HJ, Bouzembrak Y, Swanenburg M, Boon PE, Zeilmaker MJ, Mengelers MJB & Marvin HJP, 2015. Chemical and physical hazards in the dairy chain. RIKILT, Wageningen, 41 pp.
- Van Bokhorst-van de Veen H, Minor M, Zwietering M & Nierop Groot M, 2015. Microbial hazards in the dairy chain: a literature study. Report 1553. Wageningen UR Food & Biobased Research, Wageningen, 93 pp. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/451235>
- Van der Bles R, 2018. Als blikken konden doden. Een schatting van de economische gevolgen van zwerfafval voor de veehouderij in Nederland en Vlaanderen. Wageningen UR, Wageningen, 98 pp.
- Van der Fels-Klerx HJ, Adamse P, De Jong J, Hoogenboom R, De Nijs M & Bikker P, 2017a. A model for risk-based monitoring of contaminants in feed ingredients. *Food Control*, 72 (Part B), 211-218.
- Van der Fels-Klerx HJ & Camenzuli L, 2016. Effects of milk yield, feed composition, and feed contamination with aflatoxin B1 on the aflatoxin M1 concentration in dairy cows' milk investigated using Monte Carlo simulation modelling. *Toxins*, 8 (10). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/toxins8100290>
- Van der Fels-Klerx HJ, Van Asselt ED, Adamse P, Nijkamp MM, Van Leeuwen SPJ, Pikkemaat M, De Nijs M, Mol H, Van Raamsdonk L, Hoogenboom R, Van Egmond H & De Jong J, 2016. Chemische en fysische gevaren in de diervoederketen. RIKILT, Wageningen.
- Van der Fels-Klerx I, Van Asselt E, Pikkemaat M, Hoogenboom R, Van Leeuwen S, Yassin H, Van Horne H, Leenstra F, Boon P, Razenberg L & Mengelers M, 2017b. Chemical and physical hazards in the egg production chain in the Netherlands. RIKILT, Wageningen.
- Van der Fels-Klerx I, Van Asselt ED, Adamse P, Nijkamp MM, Van Leeuwen SPJ, Pikkemaat M, De Nijs M, Mol H, Van Raamsdonk, Hoogenboom R, Van Egmond H & De Jong J, 2018. Chemische en fysische gevaren in de diervoederketen. RIKILT rapport
- Van der Gaag D, Viaene N, Anthoine G, Ilieva Z, Karssen G, Niere B, Petrova E & Wesemael W, 2011a. Pest Risk Assessment for *Meloidogyne chitwoodi* Test Method 2. In: Pest Risk Assessment for the European Community Plant Health: A Comparative Approach with Case Studies (Eds MacLeod A, et al.), pp. 1053. Beschikbaar online: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2012.EN-319/abstract>
- Van der Gaag D, Viaene N, Anthoine G, Ilieva Z, Karssen G, Niere B, Petrova E & Wesemael W, 2011b. Pest risk assessment of *Meloidogyne fallax*: revised test method 2b. In: Pest risk assessment for the European Community plant health: a comparative approach with case studies (Eds MacLeod A, et al.), pp. 1053. Beschikbaar online: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2012.EN-319/abstract>
- Van der Horst MA, Fabri TH, Schuurmans JM, Koenders BB, Brul S & Ter Kuile BH, 2013. Effects of therapeutical and reduced levels of antibiotics on the fraction of antibiotic-resistant strains of *Escherichia coli* in the chicken gut. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10 (1), 55-61. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1217>
- Van Dijk MAM, Engelsma MY, Visser VXN, Spierenburg MAH, Holtslag ME, Willemsen PTJ, Wagenaar JA, Broens EM & Roest HIJ, 2018. *Brucella suis* infection in dog fed raw meat, the Netherlands. *Emerging Infectious Diseases*, 24 (6), 1127-1129. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3201/eid2406.17188>
- Van Eijkeren JC, Zeilmaker MJ, Kan CA, Traag WA & Hoogenboom LA, 2006. A toxicokinetic model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs. *Food Additives Contamination*, 23 (5), 509-517. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/02652030500512045>
- Van Ginneken R, 2011. Kennis van bijproducten van belang bij goede diergezondheid. *Varkenshouderij*, 10 (November), 14-17.
- Van Kreijl CF & Knaap AGAC, 2004. Ons eten gemeten. Gezonde voeding en veilig voedsel in Nederland. RIVM Rapport 270555007. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Van Pelt W & Valkenburgh S, 2002. Zoonoses and zoonotic agents in humans, food, animals and feed in the Netherlands, 2001.
- Van Raamsdonk LWD, Ozinga WA, Hoogenboom LAP, Mulder PPJ, Mol JGJ, Groot MJ, Van der Fels-Klerx HJ & De Nijs M, 2015. Exposure assessment of cattle via roughages to plants producing compounds of concern. *Food Chemistry*, 189, 27-37.
- Van Raamsdonk LWD, Rijk R, Schouten GPJ, Mennes W, Meijer GAL, Van der Poel AFB & De Jong J, 2011. A risk evaluation of traces of packaging materials in former food products intended as feed materials. RIKILT-Institute of Food Safety, Wageningen. Beschikbaar online: <https://www.researchgate.net/publication/241885675>

- Van Vliet JA & Warris-Versteegen AA, 2005. De naoorlogse geschiedenis van *Yersinia enterocolitica* in Nederland Infectieziekten Bulletin, 16 (7), 265-266. Beschikbaar online: http://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/IB16_07.pdf
- Van Zessen T, 2011. Opbrengst blijft leidend in de veredeling van gras. *Veeteelt*, 2011 (2 februari), 20-21. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/164252>
- Van Zessen T, 2014. Mixen met water. *Veeteelt*, 31 (17), 34-38.
- Veldman JW, 2013. Dertig schapen dood door vergiftiging [Webpagina, 14-02-2013]. Boerderij.nl. Beschikbaar online: <http://www.boerderij.nl/Rundveehouderij/Nieuws/2013/2/Dertig-schapen-dood-door-vergiftiging-1175377W/> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- Veronesi F, Huyghe C & Delgado I, 2006. Lucerne breeding in Europe: Results and research strategies for future developments. *Pastos*, 36 (2), 143-158.
- Vissers MMM, Te Giffel MC, Driehuis F, De Jong P & Lankveld JMG, 2007. Minimizing the level of *Bacillus cereus* spores in farm tank milk. *Journal of Dairy Science*, 90 (7), 3286-3293. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-873>
- VKM, 2006. Assessment of the risk from *Salmonella* occurring in feedingstuffs and the feed production process. Panel on Biological Hazards & Panel on Animal Health and Animal Welfare. Norwegian Scientific Committee for Food Safety. Beschikbaar online: <https://vkm.no/download/18.d44969415d027c43cf1f4b3/1500303318525/4fefd597a8.pdf>
- Voedingscentrum, 2018. Encyclopedie [Webpagina]. Voedingscentrum. Beschikbaar online: <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie.aspx> [Geraadpleegd: 17-10-2018].
- Wagenaar JA, French NP & Havelaar AH, 2013. Preventing *Campylobacter* at the source: why is it so difficult? *Clinical Infectious Diseases*, 57 (11), 1600-1606. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/cid/cit555>
- Wagner M, Melzner D, Bagò Z, Winter P, Egerbacher M, Schilcher F, Zangana A & Schoder D, 2005. Outbreak of clinical listeriosis in sheep: evaluation from possible contamination routes from feed to raw produce and humans. *Zoonoses and Public Health*, 52 (6), 278-283. Beschikbaar online: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1439-0450.2005.00866.x>
- Wang YX, Xiao X & Zhan XA, 2018. Antagonistic effects of different selenium sources on growth inhibition, oxidative damage, and apoptosis induced by fluorine in broilers. *Poultry Science*, 97 (9), 3207-3217. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3382/ps/pey192>
- Waninge J, 2017. Grootte bedrijf bepaalt niet keuze voersysteem [Webpagina, 18-09-2017]. Boerderij. Beschikbaar online: <https://www.boerderij.nl/Varkenshouderij/Achtergrond/2017/9/Grootte-bedrijf-bepaalt-niet-keuze-voersysteem-185427E/> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- WBVR, 2018. Bestrijding van dierziekten [Webpagina]. Wageningen Bioveterinary Research, Wageningen University & Research. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Bioveterinary-Research/Dierziekten.htm> [Geraadpleegd: 24-10-2018].
- Welch KD, Lee ST, Panter KE & Gardner DR, 2014. A study on embryonic death in goats due to *Nicotiana glauca* ingestion. *Toxicon*, 90, 64-69. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2014.07.020>
- WFBR, 2018. Hayrapetyan H, van Bokhorst-van de Veen H, Zwietering M, Janssens B & Nierop Groot M. Microbiologische gevaren gerelateerd aan consumptie van aardappelproducten: Een literatuurstudie. WFBR rapport 1758. Wageningen Food & Biobased Research (WFBR), Wageningen, 90 pp.
- WHO, 2008. Anthrax in humans and animals. Fourth edition. OIE & WHO & FAO, Geneva, 208 pp. Beschikbaar online: <http://www.who.int/csr/resources/publications/AnthraxGuidelines2008/en/>
- WHO, 2018. Anthrax: questions and answers [Webpagina]. World Health Organization. Beschikbaar online: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/food-safety/data-and-statistics/anthrax-questions-and-answers> [Geraadpleegd: 29-11-2018].
- Whyte P, Mc Gill K & Collins JD, 2003. A survey of the prevalence of *Salmonella* and other enteric pathogens in a commercial poultry feed mill. *Journal of Food Safety*, 23 (1), 13-24. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2003.tb00348.x>
- Wielinga PR, De Vries A, van der Goot TH, Mank T, Mars MH, Kortbeek LM & Van der Giessen JWB, 2008. Molecular epidemiology of *Cryptosporidium* in humans and cattle in The Netherlands. *International Journal for Parasitology*, 38 (7), 809-817. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2007.10.014>
- Wierup M & Kristoffersen T, 2014. Prevention of *Salmonella* contamination of finished soybean meal used for animal feed by a Norwegian production plant despite frequent *Salmonella* contamination of raw soy beans, 1994–2012. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56 (11), 41.

- Witteveen GM, Van Wuijckhuise L, Vellema P, Van der Wolf P, Geudeke T, Fabri T & Kock P, 2015. GD Diergezondheidsmonitoring leverde ook in 2014 weer informatie over zoönosen [Webpagina, 13-11-2018]. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/gd-diergezondheidsmonitoring-leverde-ook-in-2014-weer-informatie-over-over-zoonosen> [Geraadpleegd: 02-12-2018].
- Wocławek-Potocka I, Mannelli C, Boruszewska D, Kowalczyk-Zieba I, Waśniewski T & Skarzyński DJ, 2013. Diverse effects of phytoestrogens on the reproductive performance: Cow as a model. *International Journal of Endocrinology*, 2013. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1155/2013/650984>
- WUR, 2013. PPO Aaltjesschema [Webpagina]. Wageningen University & Research. Beschikbaar online: <http://www.aaltjesschema.nl/Home.aspx> [Geraadpleegd: 04-09-2018].
- WUR, 2018. Bestrijding van dierziekten - Virusziekten [Webpagina]. Wageningen University & Research. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Bioveterinary-Research/Dierziekten/Virusziekten.htm> [Geraadpleegd: 11-12-2018].
- Xiao L & Feng Y, 2008. Zoonotic cryptosporidiosis. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 52 (3), 309-323. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2008.00377.x>
- Yassin H, Adamse P & van der Fels-Klerx HJ, 2015. *Salmonella* spp. in the feed chain in the Netherlands. Monitoring results of five years (2008 to 2012). RIKILT report 2015.005. RIKILT. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/361223>
- Yoder DR, Ebel ED, Hancock DD & Combs BA, 1994. Epidemiologic findings from an outbreak of cysticercosis in feedlot cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 205 (1), 45-50. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0028470482&partnerID=40&md5=8ba472ca929527dee0061b1ce4a6fcea>
- Yoshioka M, Matsuura Y, Okada H, Shimozaki N, Yamamura T, Murayama Y, Yokoyama T & Mohri S, 2013. Rapid assessment of bovine spongiform encephalopathy prion inactivation by heat treatment in yellow grease produced in the industrial manufacturing process of meat and bone meals. *BMC Veterinary Research*, 9, 134. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-134>
- Zafeiraki E, Costopoulou D, Vassiliadou I, Leondiadis L, Dassenakis E, Hoogenboom RLAP & Van Leeuwen SPJ, 2016a. Perfluoroalkylated substances (PFASs) in home and commercially produced chicken eggs from the Netherlands and Greece. *Chemosphere*, 144, 2106-2112. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.10.105>
- Zafeiraki E, Vassiliadou I, Costopoulou D, Leondiadis L, Schafft HA, Hoogenboom R & Van Leeuwen SPJ, 2016b. Perfluoroalkylated substances in edible livers of farm animals, including depuration behaviour in young sheep fed with contaminated grass. *Chemosphere*, 156, 280-285. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.05.003>
- Zafeiraki E, Vassiliadou I, Costopoulou D, Leondiadis L, Schafft HA, Hoogenboom RLAP & Van Leeuwen SPJ, 2016c. Perfluoroalkylated substances in edible livers of farm animals, including depuration behaviour in young sheep fed with contaminated grass. *Chemosphere*, 156, 280-285. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.05.003>
- Zomer T, De Rosa M, Stenvers O, Valkenburgh S, Roest H, Friesema I, Maas M, Van der Giessen J, Van Pelt W & Maassen C, 2014. Staat van Zoönosen 2013. RIVM rapport 2015-0151. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 74 pp.
- Zomer T, Kramer I, Sikkema R, De Rosa M, Valkenburgh S, Friesema I, Roest H, Van der Giessen J, Van den Kerkhof H, Kortbeek L, Van Pelt W, Braks M & Maassen K, 2015. Staat van Zoönosen 2014. RIVM rapport 2015-0151. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 90 pp.
- Zuidema T, Van Holthoon FL, Van Egmond HJ, Hooglugt J, Bikker P, Aarts HJM & Olde Heuvel E, 2010b. Omvang en implicaties van antibiotica-versleping in mengvoeders voor varkens. RIKILT-Rapport 2010.005. RIKILT, Wageningen, 71 pp. Beschikbaar online: <http://edepot.wur.nl/157718>