

Voorwoord

Voor u ligt het boek *Veilig voedsel, microbiologische principes, chemische en fysische factoren*, dat door mij met veel plezier is geschreven. Aanleiding voor het schrijven van dit boek was het ontbreken van passend lesmateriaal voor studenten van de opleiding Voeding en Diëtetiek. Vanuit die gedachte ben ik begonnen met het schrijven van dit boek.

Maar het boek is niet alleen geschikt voor de studenten van deze opleiding. In bredere zin is het toepasbaar voor alle opleidingen in het hoger beroeps-onderwijs die zich met de materie 'voedsel en/of voedselbereiding' bezighouden. Het is geschikt voor opleidingen als Food & Business, (International) Food Design & Innovation, Agrifoodbusiness, Docentenopleiding Voeding & Communicatie, Food Commerce & Technology en Hoge(re) Hotelscholen. Veilig voedsel speelt ook daar een belangrijke rol en dat is waar dit boek over gaat.

Aan de hand van praktijkgerichte voorbeelden en actuele nieuwsberichten wordt de lezer op een vlotte en heldere wijze duidelijk gemaakt welke factoren van belang zijn bij (het bereiden van) veilig voedsel. Via leervragen kunnen lezers hun kennis toetsen. Aanvullende informatie (nuttige video's, websites) is te vinden op de website van Boom Lemma uitgevers, www.boomlemma.nl.

Bij het schrijven van de eerste versie van dit boek ontving ik hulp van meerdere mensen. Dat zijn Menthe Malingré (docente bij de Hanzehogeschool Groningen) en Gwendell Foendoe Aubel (docent bij De Haagse Hogeschool). Ik was blij met jullie kritische blik en waardevolle suggesties, die zeker hebben bijgedragen aan een vollediger en overzichtelijker boek. En ook Frida Miedema en Monique Pool droegen hun steentje bij. Frida in de vorm van meedenken en het lezen van de teksten. Monique voor haar bijdrage aan de HACCP-casus.

Tweede druk

Voor de tweede druk heb ik het boek geactualiseerd. Op aanraden van Belgische collega's heb ik het boek uitgebreid met informatie over de Belgische

wet- en regelgeving en heb ik de volgorde van de onderwerpen veranderd. Nu wordt begonnen met de fysische voedselveiligheid, gevolgd door de chemische voedselveiligheid en daarna de microbiologische voedselveiligheid.

Roelina Dijk
januari 2014

Inhoud

Voorwoord	5
1 Veilig voedsel	11
2 Fysische voedselveiligheid	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Toelichting en voorbeelden	14
2.3 Aanwezigheid en detectie productvreemde materialen	15
3 Chemische voedselveiligheid	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Criteria	18
3.3 Natuurlijke gifstoffen	19
3.3.1 Mycotoxinen	20
3.3.2 Fytotoxinen	21
3.3.3 Fycotoxinen	24
3.3.4 Allergenen	25
3.3.5 Nitraat en nitriet	28
3.4 Bestrijdingsmiddelen	29
3.5 Gifstoffen via milieuverontreiniging	31
3.5.1 Zware metalen	31
3.5.2 Dioxines, dioxine-achtige PCB's en PCB's	34
3.6 Diergeneesmiddelen en hormonen	36
3.6.1 Antibiotica	36
3.6.2 Hormonen	38
3.7 Additieven	39
3.8 Acrylamide en Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)	40
3.9 Leervragen	40

4	Micro-organismen	45
4.1	Inleiding	45
4.2	Soorten micro-organismen	45
4.3	Indeling en naamgeving	46
4.4	Bacteriën	49
4.5	Schimmels en gisten	52
4.6	Virussen	55
4.7	Leervragen	56
5	Bederf van voedsel	57
5.1	Inleiding	57
5.2	Bederf versus fermentatie	58
5.3	Besmettingsbronnen	59
5.3.1	Mensen	60
5.3.2	Apparatuur, leidingen en oppervlakken	62
5.3.3	Lucht	63
5.3.4	Overige besmettingsbronnen	63
5.3.5	Indicatororganismen en totaal kiemgetal	64
5.4	Groei van micro-organismen	66
5.5	Factoren van invloed op groei	67
5.5.1	Temperatuur	68
5.5.2	Wateractiviteit	69
5.5.3	Zuurgraad	72
5.5.4	Gassamenstelling	74
5.5.6	Overige factoren	78
5.6	Leervragen	80
6	Microbiële voedselveiligheid	83
6.1	Inleiding	83
6.2	Voedselinfectie en/of -vergiftiging	84
6.3	Levensmiddelenpathogenen	86
6.3.1	<i>Bacillus cereus</i>	86
6.3.2	<i>Campylobacter</i>	88
6.3.3	<i>Clostridium botulinum</i>	89
6.3.4	<i>Clostridium perfringens</i>	90
6.3.5	<i>Cronobacter sakazakii</i>	91
6.3.6	<i>Escherichia coli</i>	92
6.3.7	<i>Escherichia coli</i> O157	93
6.3.8	<i>Legionella</i>	96
6.3.9	<i>Listeria monocytogenes</i>	97

6.3.10	<i>Salmonella</i>	99
6.3.11	<i>Staphylococcus aureus</i>	101
6.3.12	Overige bacteriële pathogenen	102
6.3.13	Virussen	104
6.3.14	Parasieten	107
6.3.15	Prionen	114
6.4	Overzicht pathogenen	115
6.5	Leervragen	117
7	Wetgeving en voedselveiligheidssystemen	125
7.1	Inleiding	125
7.2	Voedselveiligheidswetgeving	126
7.3	Basisvoorwaardenprogramma (BVP)	130
7.4	Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP)	131
7.5	Hygiënecodes	134
7.6	Rol Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit (NVWA)	137
7.6.1	Handhaving	137
7.6.2	Zelfcontrolesystemen	138
7.6.3	Onveilige producten	138
7.7	Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) in België	139
7.8	Casus HACCP	141
7.9	Leervragen	144
8	Levensmiddelenhygiëne	147
8.1	Inleiding	147
8.2	Hygiënemaatregelen	149
8.2.1	Bedrijfshygiëne	149
8.2.2	Persoonlijke hygiëne	150
8.3	Reiniging en desinfectie	152
8.3.1	Reiniging	153
8.3.2	Desinfectie	157
8.3.3	Factoren van invloed op effect reiniging en desinfectie	161
8.3.4	Controle op reiniging en desinfectie	163
8.4	Leervragen	164

Bijlage: Achtergrond van processen en technieken	167
Antwoorden	171
Uitwerking casus HACCP	179
Register	185

Voeding en gezondheid zijn sterk met elkaar verbonden. Gezonde voeding draagt bij aan een goede gezondheid en het voorkomen van ziektes. Daarnaast is het belangrijk dat voedingsmiddelen veilig zijn. Mensen moeten erop kunnen vertrouwen dat eten hun gezondheid niet in gevaar brengt. Om dat voor elkaar te krijgen gelden er diverse Europese en Nederlandse wetten, die voorschrijven hoe levensmiddelenbedrijven dienen om te gaan met hun producten en aan welke eisen ze moeten voldoen.

Ondanks deze maatregelen is echt 100% veilig voedsel een illusie. Door verkeerd menselijk handelen bijvoorbeeld kan toch ergens in de keten ('van grond tot mond') een gevaar ontstaan. Of er duikt onverwachts een nieuw gevaar op waarvan het bestaan nog niet bekend of onderkend was.

Met het oog op de voedselveiligheid zijn er de volgende groepen gevaren te onderscheiden:

- fysische gevaren;
- chemische gevaren;
- microbiologische gevaren.

Fysische gevaren zijn stukjes metaal, glas, plastic en dergelijke. Besmetting kan optreden tijdens de oogst of tijdens het verdere productieproces in de fabriek. Zie voor meer informatie over deze gevaren hoofdstuk 2, Fysische voedselveiligheid.

Chemische gevaren omvatten alle chemische stoffen die in voedsel aanwezig kunnen zijn. Ze kunnen van nature in voedsel voorkomen, maar ze kunnen ook door milieuverontreiniging of via het voedselproductieproces zelf, in voedsel terechtkomen. Meer hierover staat vermeld in hoofdstuk 3, Chemische voedselveiligheid.

Microbiologische gevaren ontstaan door micro-organismen als bacteriën, virussen en parasieten. Microbiologische besmetting van voedsel kan gebeuren tijdens primaire productie, be- of verwerking in fabrieken of instellingen, transport en bij de consument thuis. Om de rol van micro-organismen bij de veiligheid van voedsel goed te kunnen begrijpen, worden eerst de achterliggende microbiologische principes toegelicht. Op die manier wordt inzicht verkregen in hoe micro-organismen zich gedragen, waar ze aanwezig zijn en hoe ze te beïnvloeden zijn (hoofdstukken 4 en 5).

Pas daarna wordt specifiek ingegaan op de microbiologische voedselveiligheid (hoofdstuk 6) en komen ook zaken als wetgeving en levensmiddelenhygiëne aan bod (hoofdstukken 7 en 8).

Overigens schatten consumenten en wetenschappers het risico voor de voedselveiligheid anders in. Consumenten schatten milieuverontreinigingen in voeding als hoogste in, een ongebalanceerd dieet als tweede, gevolgd door bestrijdingsmiddelen. De top 3 bij wetenschappers verschilt hiervan met een ongebalanceerd dieet als hoogste risico, voedselvergiftigingen als tweede, en milieuverontreinigingen als derde. Bovendien schatten consumenten de risico's van genetisch gemodificeerde organismen, schadelijke chemische stoffen als additieven, bestrijdingsmiddelen en milieuverontreinigingen aanzienlijk hoger in dan wetenschappers.

Geraadpleegde bronnen

Wagenberg, C.P.A. van, Mihaylov, E.S., 'Consumenten en voedselveiligheid. Wat is acceptabel en wie is verantwoordelijk?', *Lei-nota 12-065*, LEI Wageningen UR, Den Haag (juni 2012) 31 p.

2.1 Inleiding

Bij fysische voedselveiligheid gaat het simpel gezegd om de aanwezigheid van (gevaarlijke) vreemde voorwerpen in voedsel. Denk bijvoorbeeld aan glas(scherven), hout(splinters) en steentjes in voedsel maar ook aan botsplinters en visgraten. De aanwezigheid van dit soort materialen in voedsel is ongewenst en brengt de voedselveiligheid in gevaar. Gevaren van productvreemde materialen in voedsel zijn: verstikking, mond- en gebitsbeschadiging en perforaties van het maagdarmkanaal.

Soms kan een ingeslikt voorwerp zich vastzetten in het gebit, de slokdarm of het maagdarmkanaal. Na perforatie kunnen vervolgens (ernstige) secundaire infecties optreden. Medisch ingrijpen is dan noodzakelijk. Zie voor een voorbeeld artikel 2.1.

Artikel 2.1 Oorzaak buikklachten van man.

Een man met een opgezette buik

Een man van 70 jaar is ter observatie opgenomen in het ziekenhuis wegens buikklachten. Sinds 2 weken klaagt hij over obstipatie en een opgezette buik. Intussen is hij steeds misselijker geworden en heeft hij 1 maal gebrakt. Na een aantal onderzoeken werd met behulp van een CT-scan uiteindelijk vastgesteld dat zich een vreemd voorwerp bevindt in de darm van de man. Via een buikoperatie is een 5 cm groot kippenbot tevoorschijn gekomen. De patiënt vertelt later dat hij ongeveer 1 week voor de klachten kip heeft gegeten. Hij geneest vlot en wordt uit het ziekenhuis ontslagen.

Bron: Bourez, R.L.J.H., Baarslag, H.J., 2007 (noot: feitelijk zal hier geen sprake zijn geweest van een vreemd voorwerp in voedsel maar is het 'verkeerde gedeelte' van de kip per ongeluk geconsumeerd).

Hoe vaak productvreemde materialen in voedsel voorkomen is niet bekend. Wel zijn er gegevens over het aantal klachten die hierover bij de Voedsel en Waren Autoriteit (VWA) gemeld worden. In 2006 en 2007 waren er 347 meldingen over potentieel gevaarlijke materialen: glas (28%), metaal (27%), kunststof (24%), botdeeltjes (8%), steentjes (6%) en scherpe stukjes hout (6%).

Vaak zijn productvreemde materialen in voedsel moeilijk waarneembaar, maar soms is het direct zichtbaar zoals bijvoorbeeld het geval is in artikel 2.2.

Artikel 2.2 Ongewenst 'vreemd voorwerp' in voedsel.

Gezin uit Haaksbergen vindt kikker in pot augurken

HAAKSBERGEN – Tijdens het verorberen van de avondmaaltijd wacht de familie Van der Hulst uit Haaksbergen dinsdagavond een onaangename verrassing: een heuse kikker in een pot augurken.

'Mam, zie ik dat goed?', roept Sander van der Hulst. 'Is dat een kikker?' Tegen alle verwachtingen in heeft de zoon van Ina van der Hulst het inderdaad bij het rechte eind. 'Het is echt verschrikkelijk', vertelt Ina de volgende dag. 'Onze eetlust was direct weg en ik heb de hele nacht braakneigingen gehad.'

Bron: De Twentsche Courant Tubantia, 12 december 2013.

2.2 Toelichting en voorbeelden

Fysische gevaren kunnen niet door processtappen zoals koken, pasteuriseren of steriliseren worden uitgeschakeld. Het vermijden van fysische verontreinigingen is alleen mogelijk door de keten van grondstof tot consument strikt te bewaken.

Desondanks blijkt dat het in de praktijk toch regelmatig mis gaat en zijn er soms (schadelijke) vreemde voorwerpen in voedsel aanwezig. Dat blijkt bijvoorbeeld uit de opsomming in tabel 2.1. Daar staan enkele terughaalacties van levensmiddelenbedrijven vermeld in de periode van 2006 tot en met 2013.

Tabel 2.1 Voorbeelden van recallacties wegens fysische verontreinigingen.

Product	Verontreiniging
Ardo rode kool met appeltjes (december 2013)	stukjes plexiglas
Cruesli appel en rozijn (december 2009)	stukje ijzerdraad
Lay's Bolognese chips (augustus 2009)	harde stukjes
Peijnenburg ontbijtkoekvarianten (mei 2008)	kleine metaaldeeltjes
Verberghe Likkepot smearworst (april 2008)	kleine metaaldeeltjes
Lay's Paprika chips (maart 2008)	stukjes rubber
AH Excellent roomijs (oktober 2006)	stukjes hard doorzichtig plastic
Iglo Milanese groentenschotel (februari 2006)	stukjes glas
Bauer (Aldi) yoghurt aardbeientoetjes (februari 2006)	glas in aardbeien

Bron: Consumentenbond, december 2013.

2.3 Aanwezigheid en detectie productvreemde materialen

In tabel 2.2 volgt een opsomming/indeling van materialen die van nature niet in voedsel thuishoren, met daarbij vermeld hoe dit soort verontreinigingen (zo goed mogelijk) te voorkomen zijn. Desondanks blijkt dat productvreemde materialen zo nu en dan toch in voedsel aanwezig zijn. De kans hierop wordt verder verkleind bij het gebruik van detectieapparatuur. Er zijn apparaten in de handel (metaaldetectoren en/of röntgenapparatuur) waarmee het mogelijk is productvreemde materialen als glas, steen, bot en sommige soorten kunststof in voedsel op te sporen.

Niet alle van de in tabel 2.2 genoemde materialen leiden direct tot onveilig voedsel. Vaak geven deze vreemde materialen in voedsel geen aanleiding tot ziekteverschijnselen, maar hebben ze een sterk negatieve invloed op de kwaliteitsbeleving van de consument. Denk daarbij aan materialen als haren, pleisters of muizen (zie ook artikel 2.2). Wel kunnen deze materialen indirect leiden tot een microbiologisch gevaar doordat dit soort materialen meestal besmet zijn met – mogelijk pathogene – micro-organismen.

Tabel 2.2 Indeling productvreemde materialen.

Herkomst	Verontreiniging	Verontreiniging voorkomen door
dierlijke materialen	knaagdieren uitwerpselen insecten larven vacht veren	goede bedrijfshygiëne, onder meer: ongediertewering gesloten verpakkingen levensmiddelen van de vloer houden
menselijke materialen	haar nagels make-up knopen geld sieraden pleisters	goede persoonlijke hygiëne, onder meer: geen make-up geen sieraden dragen haren afgedekt pleisters met metaalstrip geen zakken buitenzijde bedrijfskleding
procesmaterialen, apparatuur	rubber metaal(deeltjes) glas kunststof	goede bedrijfshygiëne, onder meer: onderhoud apparatuur deugdelijke apparatuur
verpakkingsmaterialen	glas kunststof hout papier karton	goede bedrijfshygiëne, onder meer: verpakkingsmaterialen weren uit bereidingsruimtes
grondstoffen	bot(splinters) visgraten steentjes aarde stengels eischaal	inkoop bij gecertificeerde leverancier, goede ingangscontrole

Geraadpleegde bronnen

Anoniem, 'Gezin uit Haaksbergen vindt kikker in pot augurken', *De Twentsche Courant Tubantia* (12 december 2013).

Bourez, R.L.J.H., Baarslag, H.J., 'Een man met een opgezette buik', *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, nr. 151 (7 juli 2007) p. 1507-1508.

Consumentenbond, Actueel, Waarschuwingen, www.consumentenbond.nl, (20 december 2013).

NVWA, Kennisbank Voedselveiligheid, 'Productvreemde delen in voedsel', www.vwa.nl (februari 2009) 3 p.

Chemische voedselveiligheid 3

3.1 Inleiding

De veiligheid van voedsel wordt ook bepaald door de eventuele aanwezigheid van schadelijke chemische stoffen. Deze chemische componenten kunnen van nature in voedingsmiddelen aanwezig zijn, onbedoeld in producten terechtkomen, maar ook bewust worden toegevoegd (zie ook tabel 3.1).

Enkele voorbeelden van toxinen (gifstoffen) die van nature in voedingsmiddelen voorkomen zijn schimmelgiftstoffen (mycotoxinen) in bijvoorbeeld granen en noten, plantgiftstoffen (fytotoxinen) zoals cafeïne in koffie en solanine in aardappelen en algengifstoffen (fycotoxinen) in schaal- en schelpdieren. Daarnaast reageren sommige mensen overgevoelig op de aanwezigheid van specifieke eiwitten in voedsel (allergenen). Voor deze personen is zo'n eiwit toxisch. Voorbeelden daarvan zijn eiwitten aanwezig in tarwe, vis of koemelk. Nitraat is een andere stof die van nature in groente en drinkwater voorkomt. Op zich is dit in kleine hoeveelheden niet schadelijk, maar wel als het wordt omgezet in nitriet. Dat gebeurt bij verhitting maar ook in het maagdarmkanaal.

Doordat nitraat en ook nitriet de groei van bacteriën remmen, voegen levensmiddelenfabrikanten deze stoffen ook bewust toe aan hun producten als additief. Zo wordt bij de bereiding van kaas regelmatig nitraat en/of nitriet toegevoegd, waardoor groei van bederfveroorzakende bacteriën (anaerobe sporenvormers) niet meer mogelijk is. Ook bij de productie van ingeblikte worsten worden deze conserverende middelen vaak toegevoegd om groei van de anaerobe zeer pathogene bacterie *Clostridium botulinum* te voorkomen.

Via milieuverontreiniging kunnen zware metalen, dioxines, polychloorbifenyl (PCB) en dioxine-achtige PCB's in voedsel terechtkomen. Een belangrijk kenmerk van deze stoffen is dat ze meestal langdurig in het vetweefsel worden opgeslagen.

Als gevolg van industriële bereidingsprocessen kunnen giftige stoffen ontstaan. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de productie van frites en chips. Hierbij ontstaat de giftstof acrylamide. Daarnaast kan voedsel verontreinigd worden met Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) tijdens verbrandingsprocessen als bakken, braden en roken.

Bij groente en fruitproducten is de kans vrij groot dat resten van bestrijdingsmiddelen aanwezig zijn en producten van dierlijke komaf (melk, vlees) kunnen hormonen of resten van antibiotica bevatten.

Tabel 3.1 Aanwezigheid chemische componenten in voedsel.

Aanwezigheid in voedsel via	Soort verontreinigingen	Voorbeelden
van nature aanwezig	mycotoxinen fytotoxinen fycotoxinen allergenen nitriet/nitraat	aflatoxine, ochratoxine alkaloïden, cafeïne PSP* melkeiwit, viseiwit in groenten
milieuverontreiniging	zware metalen dioxines PCB's dioxine-achtige PCB's	kwik
bewust toegevoegd	bestrijdingsmiddelen additieven diergeneesmiddelen hormonen	herbiciden nitriet/nitraat antibiotica
industriële bereidingsprocessen	acrylamide PAK's	in frites, chips, ontbijtkoek in hoog verhitte (vetrijke) producten

* PSP is Paralytic Shellfish Poisoning.

3.2 Criteria

Van veel schadelijke stoffen in voedsel is bepaald wat een mens dagelijks mag binnenkrijgen zonder dat dat gevolgen heeft voor de gezondheid op de lange termijn. Mede aan de hand van deze gegevens zijn criteria opgesteld om de mens te beschermen. Deze criteria staan vermeld in Europese verordeningen en in de Warenwet.

De Aanvaardbare Dagelijkse Inname (Acceptable Daily Intake, ADI) is de schatting van een hoeveelheid stof die dagelijks mag worden ingenomen gedurende het gehele leven zonder noemenswaardige gezondheidsrisico's. De

ADI is opgesteld voor onder meer bestrijdingsmiddelen, veterinaire middelen en additieven. Dat zijn stoffen die op enig moment in de keten bewust zijn gebruikt.

Voor stoffen die schadelijk zijn maar in voeding niet te vermijden, kan een Tolereerbare Dagelijkse Inname (Tolerable Daily Intake, TDI) worden vastgesteld. Het is een schatting van de maximale hoeveelheid van een stof, die bij dagelijkse inname, na een levenslange blootstelling geen gezondheidsklachten tot gevolg heeft. De TDI is vastgesteld voor stoffen als dioxines, PCB's, zware metalen, acrylamide en mycotoxinen.

Verder geldt er de Acute Reference Dose (ARfD). Dat is de (maximale) dosis van een hoeveelheid schadelijke stof die de consument in een keer mag binnenkrijgen zonder gevaar voor de gezondheid. De ARfD wordt uitgedrukt in mg per kg lichaamsgewicht.

Voor kankerverwekkende stoffen geldt de Virtual Safe Dose (VSD). Dat is de 'nagenoeg veilige dosis', de hoeveelheid van een kankerverwekkende stof, die bij levenslange toediening aan een miljoen mensen leidt tot een extra geval van kanker (Nederlandse definitie).

De wettelijk toegestane hoeveelheid van een schadelijke stof in voedsel wordt de zogenaamde Maximum Residu Limiet genoemd (Maximum Residue Limit, MRL). Het gaat hier om de wettelijk toegestane maximale residugehaltes van stoffen in of op levensmiddelen. De MRL is een productnorm en wordt uitgedrukt in mg per kg product. De norm geldt voor stof-levensmiddelcombinatie.

Voor het vaststellen van de MRL's wordt een risicobeoordeling voor de volksgezondheid opgesteld. Hierbij wordt onder meer rekening gehouden met de, voor de mens geschatte, toxicologische grenswaarden (ADI, TDI en ARfD) en de geconsumeerde hoeveelheden. In de MRL zit een grote veiligheidsmarge.

3.3 Natuurlijke gifstoffen

In de hierna volgende paragrafen worden een aantal gifstoffen besproken die van nature in voedingsmiddelen kunnen voorkomen.

3.3.1 Mycotoxinen

Mycotoxinen zijn gifstoffen die door schimmels worden gevormd (stofwisselingsproducten). Ze kunnen in voedsel voorkomen en zijn schadelijk voor de gezondheid van zowel mens als dier (zie ook artikel 3.1). Er bestaan verschillende soorten mycotoxinen waaronder aflatoxine, ochratoxine en deoxynivalenol (DON).

De mycotoxine vormende schimmels bevinden zich meestal in de grond. Tijdens de groei – maar ook na de oogst – van producten als granen, rijst en noten kan schimmelgroei optreden, waarbij mycotoxinen worden gevormd. Groei van schimmels is moeilijk te voorkomen, maar kan wel sterk worden teruggedrongen door op tijd te oogsten, de producten goed te drogen en ze zo droog mogelijk op te slaan.

Van een aantal mycotoxinen is bekend dat ze kankerverwekkend (carcinoogeen) zijn, zoals aflatoxine en ochratoxine A, of dat ze het immuunsysteem aantasten (DON). Maar van vele soorten mycotoxinen is (nog) niet bekend of ze kankerverwekkend zijn of ziekte tot gevolg hebben. In het algemeen geldt dat het zeer stabiele en hittebestendige verbindingen zijn. De giftige werking wordt zelfs bij verhitting tot 200-300°C gehandhaafd.

Aflatoxine kan levertumoren veroorzaken. Deze stof wordt met name gevormd door de schimmel *Aspergillus flavus* maar ook andere soorten *Aspergillus* kunnen dit mycotoxine vormen. Er bestaan vijf verschillende soorten aflatoxine: B1, B2, G1, G2 en M1. Hiervan is aflatoxine B1 veruit het giftigst, aflatoxine M1 komt alleen voor in melk en melkproducten via met aflatoxine verontreinigd veevoer.

Van verschillende soorten ochratoxine is ochratoxine A de belangrijkste. Ochratoxine A is toxisch voor de nieren (veroorzaakt niertumoren), beïnvloedt het immuunsysteem en is schadelijk voor het zenuwstelsel. Dit mycotoxine wordt geproduceerd door schimmels behorend tot de *Aspergillus*- en *Penicillium*-soorten.

Van het mycotoxine DON is bij proefdieren vastgesteld dat het de snelheid van gewichtstoename tijdens de groei vermindert. Bij blootstelling aan hogere gehalten kan deze stof het afweersysteem, de weerstand, de vruchtbaarheid en de foetus aantasten. DON wordt gevormd door *Fusarium*-schimmels.

Doordat mycotoxinen regelmatig in grondstoffen aanwezig zijn, zijn ze uiteindelijk ook in producten als brood, pindakaas, wijn en gedroogd fruit aantoonbaar. Zelfs in koemelk (aflatoxine M1).

Artikel 3.1 Mycotoxinen in levensmiddelen.

**Vaak te veel mycotoxinen in levensmiddelen
aangetroffen**

De Voedsel en Waren Autoriteit (VWA) constateert dat in sommige onderzochte partijen van levensmiddelen te veel mycotoxinen voorkomen. Mycotoxinen kunnen schadelijk zijn voor de gezondheid. De VWA continueert haar gerichte handhavingsactiviteiten op dit terrein.

Mycotoxinen komen onder andere voor in noten, granen, specerijen, gedroogde vruchten, maïs, koffie en vruchtensap. Het zijn stofwisselingsproducten van schimmels die schadelijk kunnen zijn voor de mens. Van verschillende varianten is bekend dat zij kankerverwekkend zijn. Vandaar dat op Europees niveau strenge limieten zijn vastgesteld.

Ook in 2006 heeft de VWA de meest risicovolle productgroepen onderzocht.

Dat gebeurde bij de reguliere importcontrole in de haven van Rotterdam, in distributiecentra, bij grote bedrijven en in de detailhandel. Van partijen met een te hoog gehalte van een bepaald mycotoxine werd voorkomen dat zij in de handel werden gebracht.

De kwaliteit van de oogst kan per jaar verschillend zijn. Het ontstaan van mycotoxinen is namelijk afhankelijk van de temperatuur en de vochtigheidsgraad. Ook kan de kwaliteit van de producten uit het land van herkomst jaarlijks afwijken. De VWA vindt dat de handel en de producenten de problematiek nog onvoldoende onder controle hebben. De gerichte handhavingsactiviteiten van de VWA blijven daarom noodzakelijk.

Bron: VWA nieuwsbericht, 26 juli 2007.

3.3.2 Fytotoxinen

In de meeste plantaardige producten zitten van nature hele kleine hoeveelheden schadelijke stoffen (fytotoxinen), waarvan je bij een normaal eetpatroon niets of weinig merkt. Voorbeelden van deze stoffen zijn cafeïne in koffiebonen, solanine in aardappelen, glycyrrhizine in zoethout en cyanogenen in cassave. Waarschijnlijk beschermen deze stoffen de plant tegen aantasting door bacteriën, schimmels of dieren. Beperkte hoeveelheden van deze stoffen zijn niet schadelijk voor de gezondheid. Enkele van deze stoffen worden hierna toegelicht.

Agaritine

In rauwe paddenstoelen, zoals champignons en shii-takes, komt van nature agaritine voor. Deze stof zou in grote hoeveelheden kankerverwekkend voor mensen zijn. In ieder geval is aangetoond dat ze kankerverwekkend zijn voor muizen. Om deze reden raadt het Voedingscentrum af rauwe paddenstoelen te consumeren. Door paddenstoelen te verhitten wordt agaritine deels afgebroken.

Alkaloiden

Alkaloiden in aardappelen en onrijpe tomaten zijn alleen in grote hoeveelheden giftig voor de mens.

Solanine is het alkaloïde dat van nature voorkomt in aardappelen, met name in de schil van onrijpe aardappelen maar ook in de uitlopers van oudere aardappelen. In onrijpe tomaten zit de stof tomatine, dat aan solanine verwant is en een vergelijkbare werking heeft.

Te veel alkaloiden kan koorts, slaperigheid, lusteloosheid, buikpijn, diarree, overgeven, zwakheid en depressie veroorzaken.

Cafeïne

Cafeïne komt van nature voor in koffie en in kleinere hoeveelheden in thee en cola. Ook zogenaamde 'energy drinks' met bijvoorbeeld guarana kunnen veel cafeïne bevatten.

Cafeïne werkt stimulerend op de hersenen, nieren, maag en darmen. Het verdrijft het gevoel van vermoeidheid. Ook verbetert cafeïne het geheugen enigszins.

Wie te veel cafeïne binnenkrijgt, kan last krijgen van rusteloosheid, beven, duizeligheid, suizende oren en hartkloppingen. Te veel cafeïne kan het ook moeilijk maken in slaap te vallen. Ten slotte zorgt cafeïne voor een snellere uitscheiding van vocht uit het lichaam via de urine.

Bevat een kant-en-klare drank meer dan 150 mg cafeïne per liter, dan moet verplicht op de verpakking vermeld worden: 'hoog cafeïnegehalte' en vermelding van het cafeïnegehalte in mg/100 ml. Vanaf 13 december 2014 is de volgende melding verplicht voor deze dranken: 'Hoog cafeïnegehalte. Niet aanbevolen voor kinderen en vrouwen die zwanger zijn of borstvoeding geven'.

Cyanogenen

In exotische knolgewassen zoals cassave, maar ook in vlierbessen, lijnzaad en bittere amandelen zitten zogenaamde cyanogenen. Na het eten van deze voedingsmiddelen kunnen deze stoffen in het menselijk lichaam worden

omgezet in de giftige stof cyanide. Een hoge dosis van deze stof kan de ademhaling belemmeren en een hartstilstand veroorzaken.

De vorming van cyanide is te voorkomen door een juiste bereidingswijze en gebruik. In Nederland en andere westerse landen komt vergiftiging door cyanide zeer zelden voor. In Afrika veroorzaakt langdurig gebruik van voedingsmiddelen met cyanogenen soms aandoeningen als krop en kreupelheid. Het cyanide uit cassave bindt jodium. Een hoge consumptie van cassave in combinatie met een te lage jodiuminname kan daardoor tot krop leiden.

Glycyrrhizine

De stof glycyrrhizine is het bestanddeel van zoethoutwortelextract dat voor de zoete en karakteristieke smaak van zoethout zorgt. Zoethoutwortelextract is de belangrijkste grondstof van drop en wordt ook gebruikt in bepaalde dranken, kauwgum, hoestdrank, keelpastilles, thee en tabak.

Glycyrrhizine heeft via de hormoonhuishouding invloed op de werking van de nieren. Door inname van grote hoeveelheden glycyrrhizine gedurende een langere periode (door veel drop te eten of zoethouthoudende thee te drinken), kan na verloop van tijd een verhoogde bloeddruk, vochtophoping (oedeem) en een tekort aan het mineraal kalium ontstaan. Een enkele keer te veel drop eten of op een andere manier te veel glycyrrhizine binnenkrijgen heeft geen gezondheidsrisico's.

Bevat een product minimaal 100 mg glycyrrhizine per kilogram of 10 mg glycyrrhizine per liter, dan moet op de verpakking worden vermeld 'bevat zoethout', tenzij het woord zoethout al voorkomt in de lijst van ingrediënten of in de naam van het product. Bij hogere gehalten (meer dan 4 gr per kilogram of meer dan 50 mg per liter) en voor alcoholhoudende dranken met meer dan 1,2% alcohol en meer dan 300 mg glycyrrhizine per liter, geldt de verplichting dat naast de aanduiding 'bevat zoethout' op het etiket ook een waarschuwing moet staan voor mensen met een hoge bloeddruk.

Kruiden

Kruiden bevatten van nature aromastoffen die smaak en geur geven aan voedingsmiddelen. De meeste aromastoffen in kruiden zijn onschadelijk. Van sommige stoffen is bekend dat ze bij dieren in grote hoeveelheden schadelijk kunnen zijn. Over de risico's voor de mens is weinig bekend. Beperkt gebruik kan naar alle waarschijnlijkheid geen kwaad. Aromastoffen waarvan vermoed wordt dat ze schadelijk kunnen zijn, mogen niet meer in zuivere vorm als smaakstof worden toegevoegd aan levensmiddelen.

Aan de hand van dierproeven zijn er aanwijzingen dat de volgende aromastoffen mogelijk schadelijk zijn: coumarine (in kaneel), estragol (in anijs, dragon, venkel en basilicum), methyleugenol (in piment, basilicum, nootmuskaat en dragon) en safrol (in nootmuskaat, kaneel, sassafras en dong quai).

Lectinen

In rauwe peulvruchten zoals bonen, linzen, erwten en kapucijners, maar ook in sperziebonen en snijbonen, zitten zogenaamde lectinen. Dit zijn stoffen die schadelijk kunnen zijn voor mensen die deze bonen rauw of onvoldoende verhit eten. Ze kunnen de werking van de darmen ernstig ontregelen en bij langdurige consumptie de nieren beschadigen.

De symptomen van een dergelijke lectinevergiftiging zijn braken, koorts en lichte diarree. Soms treedt ook een daling van de bloeddruk op.

3.3.3 Fycotoxinen

Fycotoxinen (algengifstoffen) worden van nature geproduceerd door algen. Schelpdieren zoals mosselen, oesters en kokkels krijgen deze gifstoffen via hun voedsel (algen) binnen. Consumptie van besmette schelpdieren kan leiden tot ernstige vergiftigingsverschijnselen, zoals geheugenverlies, verlamming, diarree en braken (zie artikel 3.2).

De gevolgen van een dergelijke vergiftiging zijn afhankelijk van de hoeveelheid en soort gifstof in schelpdieren. In Europa worden schelpdieren pas gevangen of ingevoerd na controle op fycotoxinen. Hierdoor is de kans op schelpdieren met te hoge gehalten gifstoffen zeer beperkt.

Fycotoxinen worden onderverdeeld in de volgende vier klassen:

1. Amnesic Shellfish Poisoning (ASP): leidt tot geheugenverlies;
2. Paralytic Shellfish Poisoning (PSP): geeft klachten als verlammingverschijnselen;
3. Lipofiele mariene toxines, waaronder:
 - Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP): geeft maagdarmklachten (diarree, overgeven);
 - Azaspiracid Poisoning (AZP): klachten als bij DSP;
4. Neurotoxic Shellfish Poisoning (NSP): aantasting van het zenuwstelsel.

Door koken en steriliseren kunnen de PSP-gehalten in schelpdieren met zeventig tot negentig procent afnemen. Op de andere algengifstoffen heeft dit geen invloed.