



Chemische risico's van de groente- en paddenstoelenketens

Inhoud

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Inleiding | 2 |
| 1.1 | <i>Aanpak van de risicobeoordeling</i> | 3 |
| 1.1.1 | Gevareninventarisatie | 3 |
| 1.1.2 | Gevarenkarakterisatie | 3 |
| 1.1.3 | Blootstellingsschatting | 3 |
| 1.1.4 | Risicokarakterisatie | 3 |
| 2. | Risicobeoordeling | 3 |
| 2.1 | <i>Teeltfase</i> | 3 |
| 2.1.1 | Natuurlijke toxines | 4 |
| 2.1.2 | Milieucontaminanten | 6 |
| 2.1.3 | Brandvertragers | 6 |
| 2.1.4 | Dioxines en PCB's | 6 |
| 2.1.5 | Perfluorverbindingen (PFAS) | 7 |
| 2.1.6 | Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) | 7 |
| 2.1.7 | Overige milieucontaminanten | 7 |
| 2.1.8 | Metalen en elementen | 8 |
| 2.1.9 | Radioactieve stoffen | 9 |
| 2.1.10 | Meststoffen en verontreinigingen | 9 |
| 2.1.11 | Gewasbeschermingsmiddelen | 10 |
| 2.2 | <i>Oogst, transport en opslag</i> | 10 |
| 2.3 | <i>Bewerking, verwerking en verpakking</i> | 11 |
| 2.3.1 | Voedseladditieven | 11 |
| 2.3.2 | Desinfectiemiddelen | 11 |
| 2.3.3 | Procescontaminanten | 12 |
| 2.3.4 | Stoffen uit verpakkingsmaterialen | 12 |
| 3. | Conclusies | 12 |
| 4. | Referenties | 13 |

1. Inleiding

Voedingsmiddelen mogen niet in de handel worden gebracht als ze onveilig zijn. Ze zijn onveilig als ze schadelijk zijn voor de gezondheid of als ze ongeschikt zijn voor menselijke consumptie (Algemene Levensmiddelenverordening (EG) nr. 178/2002). In tegenstelling tot blootstelling aan microbiologische agentia, leidt blootstelling aan chemische stoffen in voedsel meestal niet tot direct aantoonbare ziektelast. Dat komt omdat chemische stoffen doorgaans langetermijneffecten hebben op de gezondheid, terwijl pathogene micro-organismen binnen uren of dagen ziekte kunnen veroorzaken. In een enkel geval is wel sprake van acute effecten als gevolg van een hoge blootstelling aan een chemische stof, bijvoorbeeld een planttoxicine.

Groenten horen bij een gezond voedingspatroon. Het advies van de Gezondheidsraad uit 2015 voor volwassenen in Nederland is om minimaal 200 gram groente per dag te eten. Om te komen tot een optimaal voedingspatroon heeft het Voedingscentrum het advies van de Gezondheidsraad omgezet in een aanbevolen dagelijkse hoeveelheid groente van 250 gram voor volwassenen¹. Groenten leveren weinig energie en veel voedingsstoffen, zoals vitamines, mineralen en voedingsvezels. Het eten van groenten wordt geassocieerd met een lagere kans op hartziekten, beroerte en (darm)kanker. Daarnaast is er een verband tussen het eten van groene bladgroente en een lager risico op diabetes type 2 en longziekten. Mogelijk verlaagt het eten van groene groenten de kans op bepaalde oogziekten, dementie en osteoporose. Het is niet altijd duidelijk welke stoffen of combinaties van stoffen uit groenten beschermen tegen chronische ziekten.

Deze risicobeoordeling gaat over de chemische risico's in de groenteketen, ingedeeld in vijf subketens (bladgroenten, vruchtgroenten, ondergrondse groenten, peulvruchten, en kiemgroenten en cressen) en de paddenstoelenketen². In de bijlage staat per subketen aangegeven welke groenten zijn meegenomen.

Onder chemische gevaren voor voedsel worden chemische stoffen verstaan die onbedoeld in voedingsmiddelen terecht kunnen komen en stoffen die bewust worden toegepast. Stoffen die onbedoeld in groenten kunnen voorkomen, zijn milieucontaminanten die tijdens de teelt door de gewassen kunnen worden opgenomen maar ook bijvoorbeeld planttoxines die van nature in de plant voorkomen of mycotoxines die worden geproduceerd door schimmels op de plant. Het kunnen ook stoffen zijn die vanuit machines, apparatuur of verpakkingsmaterialen in voedingsmiddelen terechtkomen. Daarnaast kunnen chemische stoffen ontstaan tijdens het bewerkingsproces, bijvoorbeeld tijdens het verhitten (procescontaminanten). Chemische stoffen die bewust worden toegepast zijn bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen bij de teelt van gewassen of additieven tijdens het verwerkingsproces.

De beoordeling van de chemische voedselveiligheid in de groenteketen en paddenstoelenketen door bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO) is gebaseerd op literatuuronderzoek van Wageningen Food Safety Research (WFSR³) met aanvullend onderzoek van literatuur tot 2022 door BuRO. Voor die delen van de groenteketen waarvoor geen literatuuronderzoek door WFSR is gedaan⁴, heeft BuRO door de bibliotheek van Wageningen Universiteit een literatuuronderzoek laten uitvoeren. Naast de informatie van WFSR en uit de literatuur, is gebruik gemaakt van de gegevens in de KAP-database, de Nederlandse voedselconsumptiepeiling (VCP) en het Europese RASFF-meldingssysteem voor voedselveiligheid. Waar relevant, zijn de laatste ontwikkelingen tot juni 2023 meegenomen; bijvoorbeeld het in werking treden van Verordening (EU) 2023/915 en enkele herziene gezondheidskundige grenswaarden.

Bronvermeldingen zijn te vinden in de bijlagen bij deze risicobeoordeling.

Voor groenten en paddenstoelen worden zowel de termen 'telen' als 'kweken' gebruikt. In dit document is ervoor gekozen voor alle groenten en paddenstoelen 'telen' te gebruiken.

¹ Richtlijnen Schijf van Vijf:

<https://www.voedingscentrum.nl/Assets/Uploads/voedingscentrum/Documents/Professionals/Schijf%20van%20Vijf/Richtlijnen%20Schijf%20van%20Vijf.pdf>

² Paddenstoelen worden over het algemeen ingedeeld bij de groenten, maar zijn eigenlijk vruchtlichamen van schimmels.

³ Tot 1 juni 2019: RIKILT Wageningen UR.

⁴ Banach et al., 2019; Hoek-van den Hil & van Asselt, 2019; Hobe et al., 2020; Hoffmans et al., 2020.

1.1 Aanpak van de risicobeoordeling

Om tot een beoordeling te komen van de chemische risico's voor de voedselveiligheid zijn de vier stappen van de risicobeoordeling gevolgd. Deze methodiek is gebaseerd op die van de Codex Alimentarius en de werkwijze van EFSA, en is in lijn met de systematische risicobeoordeling zoals genoemd in de Algemene Levensmiddelenverordening (ALV) (Verordening (EG) nr. 178/2002). De vier stappen zijn als volgt.

1.1.1 Gevareninventarisatie

Bij de inventarisatie van chemische gevaren is voor elke schakel in de groente- en paddenstoelenketens nagegaan welke processen en handelingen er plaatsvinden en welke chemische stoffen in die ketenschakel op of in groenten en paddenstoelen terecht kunnen komen. In de onderbouwing is een overzicht te vinden van de potentiële chemische gevaren per ketenschakel.

1.1.2 Gevarenkarakterisatie

Voor alle potentiële chemische gevaren is een gevarenkarakterisatie gemaakt. In de onderbouwing staat een volledig overzicht, met onder andere informatie over toxische effecten, wetgeving en gezondheidskundige grenswaarden.

1.1.3 Blootstellingsschatting

Voor de blootstellingsschatting aan chemische stoffen zijn consumptiegegevens van de Nederlandse Voedselconsumptiepeiling (VCP) van 2012-2016 gebruikt. Nederlandse volwassenen aten gemiddeld 145 g groenten per dag. Het grootste aandeel hiervan werd geleverd door vruchtgroenten (52 g/dag) gevolgd door bladgroenten (22 g/dag), koolsoorten (21 g/dag), wortelgroenten (14 g/dag), gemengde groenten (14 g/dag) en prei/ui/knoflook (14 g/dag). Graan- en peulgroenten, en stengelgroenten leverden elk een bijdrage van gemiddeld 3 g/dag. Peuters aten gemiddeld 57 g groenten per dag, waarvan 25 g vruchtgroenten, 10 g koolsoorten, 8 g wortelgroenten, 5 g bladgroenten, 3 g gemengde groenten, 3 g prei/ui/knoflook, 1,5 g graan- en peulgroenten, en stengelgroenten (<1 g/dag). De top 10 van de meest gegeten groenten is: ui, tomaat, bloemkool, sperzieboon, wortel, broccoli, komkommer, ijsbergsla, witlof en groene sla⁵. Nederlandse volwassenen en peuters aten gemiddeld respectievelijk 3,4 g en 0,7 g paddenstoelen per dag.

1.1.4 Risicokarakterisatie

De gezondheidsrisico's die kunnen optreden, zijn beoordeeld door de inname te vergelijken met de gezondheidskundige grenswaarde. Dit is, afhankelijk van de beschikbare informatie, voor een groot aantal gewas-chemische stof-combinaties gedaan.

2. Risicobeoordeling

De gevaren die een (mogelijk) risico vormen voor de voedselveiligheid van groenten en paddenstoelen volgen uit de risicobeoordelingen. Het gaat vaak om risico's die zich alleen onder specifieke omstandigheden voordoen. Deze risico's worden hieronder toegelicht; ook de chemische gevaren die geen risico vormen worden kort beschreven, evenals de chemische gevaren waarover te weinig informatie bekend is om het risico voor de volksgezondheid te beoordelen.

2.1 Teeltfase

Planten kunnen milieucontaminanten opnemen uit bodem/substraat, water of lucht. De opname van stoffen is afhankelijk van de concentratie van de stof, de fysisch-chemische eigenschappen van

⁵ <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/groente.aspx#blok11>

de stof, de opnameroute en het gewas of zelfs de variëteit van het gewas. Planttoxines en mycotoxines kunnen aanwezig zijn in of op de plant. Met betrekking tot de introductie van chemische stoffen in de keten, is de teelt (inclusief zaigoed en plantgoed) en groei van planten een belangrijke ketenschakel.

De gevaren van wilde en geteelde paddenstoelen zijn verschillend. Voor wilde paddenstoelen zijn de bodem waarop ze groeien en omgevingsfactoren belangrijke indicatoren van gevaren. Voor geteelde paddenstoelen spelen (de samenstelling van) het gebruikte substraat/compost en de deklaag een belangrijke rol.

2.1.1 Natuurlijke toxines

2.1.1.1 Planttoxines

Planttoxines zijn stoffen die door de plant worden gevormd om zich tegen plagen (schimmels, micro-organismen en insecten) te beschermen. Er is een grote variatie aan planttoxines, die per plantensoort kunnen verschillen (zie Tabel 1).

Tabel 1. Verschillende groepen planttoxines met voorbeelden van groentegewassen waarin ze voorkomen

| Planttoxines | Gevonden in onder andere |
|----------------------------------|--|
| Cucurbitacines | Vruchten van de komkommerfamilie |
| Cyanogene glycosiden | Cassave(wortel), (verse) bamboescheuten |
| Glycoalkaloïden | Tomaat, aubergine (gewassen behorende tot de nachtschadefamilie) |
| Lectines | Peulvruchten |
| Pyrrrolizidine-alkaloïden (PA's) | (On)kruiden meege oogst met bladgroenten |
| Tropaanalkaloïden | Paprika, peulvruchten |

De concentratie van een planttoxine in gewassen hangt af van verschillende factoren, zoals rijpheid van de plant of vrucht. Bereiding of bewerking van groente kan de aanwezige planttoxines verminderen of verwijderen. Bijvoorbeeld lectines in peulvruchten zijn na verhitting onschadelijk geworden.

In het algemeen is het lastig om de risico's voor de volksgezondheid van planttoxines in groenten te karakteriseren omdat er onvoldoende monitoringsgegevens en/of toxiciteitsgegevens (bijvoorbeeld voor glycoalkaloïden en tropaanalkaloïden) beschikbaar zijn. Vaak gaat het om incidentele verontreinigingen.

Planttoxines kunnen een risico vormen voor de volksgezondheid wanneer onkruiden die pyrrrolizidine-alkaloïden (PA's) bevatten, zoals kruiskruid of hoefblad, (per ongeluk) worden meege oogst. Cassave en bamboescheuten kunnen hoge concentraties cyanogene glycosides bevatten die kunnen worden omgezet in het uiterst giftige blauwzuur. Daarom is hier voorzichtigheid geboden en is een juiste bereidingswijze van groot belang. Bij innames van cyanogene glycosides door de consumptie van bijvoorbeeld cassave of bamboescheuten kan het voorkomen dat de acute gezondheidskundige grenswaarde (ARfD) wordt overschreden. Incidenteel heeft de inname van cucurbitacines door de consumptie van de vruchten van de komkommerfamilie tot een (ernstige) vergiftiging geleid. Het gaat dan vaak om pompoenen of courgettes, die veel cucurbitacines bevatten als gevolg van kruisbestuiving met sierpompoenen of om sierpompoenen zelf, die niet bedoeld zijn voor consumptie. Vruchten met veel cucurbitacines smaken erg bitter.

Tijdens de groei van paddenstoelen kunnen natuurlijke toxines worden gevormd. Voorbeelden zijn agaritine in champignons en de giftige amatoxines. Omdat de concentratie agaritine in champignons niet groot is, leidt de consumptie van champignons niet tot risico's voor de volksgezondheid.

2.1.1.2 Mycotoxines

Mycotoxines zijn toxines die door schimmels worden geproduceerd. Schimmels kunnen tijdens de teelt op het gewas of in de grond groeien, maar ook na de oogst, tijdens de bewaarperiode (van den Brand & Bulder, 2019). Het weer, met name vocht en temperatuur, heeft een belangrijke invloed op de ernst van een schimmelinfectie en de mate van toxineproductie. Het voorkomen van mycotoxines kan daarom sterk variëren tussen regio's en jaren. Klimaatverandering kan resulteren in nattere en/of warmere zomers met toegenomen hoeveelheden schimmels en leiden tot meer mycotoxines of tot de vorming van andere mycotoxines.

In de literatuur zijn meer dan driehonderd verschillende mycotoxines beschreven. Bepaalde schimmelsoorten kunnen meer dan één mycotoxine produceren en één mycotoxine kan door verschillende schimmels worden gevormd (zie Tabel 2).

Tabel 2. Verschillende (groepen) mycotoxines met bijbehorende schimmel en voorbeelden van groentegewassen waarin ze (veel) voorkomen

| Mycotoxine | Schimmel | Gevonden in onder andere |
|--|---|--|
| 3-Nitropropionzuur | <i>Aspergillus</i> spp. | Cassave |
| Aflatoxines | <i>Aspergillus flavus</i> en <i>Aspergillus parasiticus</i> | Peulvruchten, ondergrondse groenten |
| Alternaria-toxines (alternariol (AOH), alternariol monomethylether (AME), altenuen (ALT), tentoxine (TEN) en tenuazonzuur (TeA)) | <i>Alternaria</i> spp. | Bladgroenten, tomaat, paprika, cassave |
| Fumonisin | <i>Fusarium</i> spp. | Uien, knoflook, cassave |
| Ochratoxine (OTA) | <i>Aspergillus</i> spp. en <i>Penicillium</i> spp. | Verse peper, bonen |
| Trichothecenen (T-2- en HT-2-toxines, deoxynivalenol (DON), diacetoxyscirpenol (DAS), moniliformine (MON)) | <i>Fusarium</i> spp. | Peulvruchten, vruchtgroenten |
| Zearalenon (ZEN) | <i>Fusarium</i> spp. | (Soja)bonen |

Mycotoxines kunnen in verschillende groenten worden aangetroffen. De meest voorkomende mycotoxines in groenten zijn aflatoxines, ochratoxine A en alternariol. Alternariol wordt als belangrijk mycotoxine in groenten, groenteproducten en plantaardige olie gezien. Groenten zijn echter niet de belangrijkste voedselgewassen wat betreft het voorkomen van mycotoxines; mycotoxines komen het meest voor in granen. Voor een aantal mycotoxines, zoals ZEN, DAS, MON en DON, kan uit de beperkt beschikbare gegevens worden geconcludeerd dat de inname van deze stoffen door de consumptie van groenten niet leidt tot een risico voor de volksgezondheid. De innames van ZEN, DAS, MON en DON uit groenten kunnen wel bijdragen aan de totale inname van deze mycotoxines.

Daarentegen kan de inname van aflatoxines en OTA via de consumptie van vruchtgroenten, ondergrondse groenten en peulvruchten een risico vormen voor de volksgezondheid. Echter, de belangrijkste bijdrage aan de inname van OTA komt niet van groenten, maar van geconserveerd vlees, kaas, graan en graanproducten, en vers en gedroogd fruit. De inname van T2- en HT2-toxines door de langdurige (dagelijkse) consumptie van vruchtgroenten kan de gezondheidkundige grenswaarde overschrijden waardoor een risico voor de volksgezondheid niet is uit te sluiten.

Alternaria-toxines kunnen in bladgroenten, vruchtgroenten en andere groenten worden geproduceerd. Een schatting van het risico op basis van gerapporteerde concentraties (AOH, AME, TEN en TeA)⁶ geeft aan dat er nader naar het risico moet worden gekeken.

Schimmels die tijdens de groei en opslag op paddenstoelen groeien, kunnen mycotoxines produceren. Uit beperkt onderzoek bleek dat bij adequate koeling paddenstoelen geen goede voedingsbodem zijn voor de vorming van mycotoxines.

2.1.1.3 Cyanotoxines

Cyanotoxines (blauwalgtoxines) worden geproduceerd door blauwalgen (cyanobacteriën). Wanneer oppervlaktewater, verontreinigd met blauwalgen, wordt gebruikt voor de beregening van voedselgewassen kunnen de cyanotoxines op de gewassen en de grond terecht komen. Klimaatverandering kan resulteren in warmere zomers met warmer oppervlaktewater, waardoor blauwalgen explosief kunnen groeien. Verschillende soorten blauwalgen zijn verantwoordelijk voor verschillende cyanotoxines.

Microcystine-LR (MC-LR) wordt opgenomen in slabladeren. Een maximale veilige concentratie MC-LR in sla zal ongeveer 0,17 µg/kg zijn. Voor β-N-methylamino-l-alanine (BMAA) is geen gezondheidkundige grenswaarde afgeleid.

Er zijn geen Nederlandse gegevens over de aanwezigheid van cylindrospermopsine (CYN), een genotoxische stof, in voedingsmiddelen maar uit onderzoek blijkt dat sla- en rucolabladeren die worden blootgesteld aan CYN dit opnemen en hoge CYN-concentraties (8-11 µg/kg) kunnen hebben. Deze hoge concentraties kunnen een risico voor de volksgezondheid betekenen.

2.1.2 Milieucontaminanten

Een grote groep milieucontaminanten zijn persistente organische verbindingen (POP's) en komen wijdverspreid in het milieu voor. Deze stoffen kunnen ophopen in de bodem en oppervlaktewater en van daaruit worden opgenomen in gewassen. Verder kunnen sommige van deze stoffen neerslaan op gewassen na bijvoorbeeld een brand. Belangrijke persistente milieucontaminanten zijn polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD's), polychloordibenzofuranen (PCDF's), polychloorbifenylen (PCB's), gebromeerde brandvertragers, perfluorverbindingen (PFAS) en aromatische koolwaterstoffen (PAK's). Al deze stofgroepen bestaan ieder uit een groot aantal individuele stoffen. De meeste POP's zijn lipofiel (vetminnend) en zullen daarom niet gemakkelijk accumuleren in groenten en paddenstoelen, die weinig vet bevatten. Fruit, groenten en andere planten zoals paddenstoelen of kruiden, kunnen PFAS bevatten, hetzij door atmosferische depositie, hetzij door absorptie uit verontreinigde bodem en water.

2.1.3 Brandvertragers

Gebromeerde brandvertragers kunnen worden opgenomen in eetbare delen van planten. Op basis van de beperkt beschikbare gegevens kan worden geconcludeerd dat de consumptie van bladgroenten niet substantieel bijdraagt aan de totale inname van gehalogeneerde brandvertragers. In het algemeen zijn er geen gezondheidsrisico's te verwachten van de inname van gebromeerde brandvertragers (PDE's en HBCDD's) uit voedsel. Er is geen reden tot zorg voor de gezondheid van consumenten over de inname van deze brandvertragers via bladgroenten. Voor andere gebromeerde brandvertragers (zoals tris(2,3-dibroompropyl)fosfaat (TDBPP)) en andere groenten ontbreken gegevens over voorkomen en toxiciteit, en kan het risico niet worden bepaald.

2.1.4 Dioxines en PCB's

De totale inname van dioxines, dibenzofuranen en PCB's vanuit voedsel overschrijdt de gezondheidkundige grenswaarde. De grootste bijdrage aan de inname van deze stoffen uit

⁶ Als er geen gezondheidkundige grenswaarden zijn, kan een inschatting gemaakt worden met behulp van het TTC-concept (Threshold of Toxicological Concern). Deze methode geeft een schatting van een grenswaarde, gebaseerd op de chemische structuur van een stof. Als de blootstelling van een stof onder de grenswaarde blijft, wordt aangenomen dat de kans op negatieve gezondheidseffecten verwaarloosbaar is. Als de blootstelling boven de TTC-waarde uitkomt, kan geen uitspraak worden gedaan over de gezondheidsrisico's en is nader onderzoek nodig.

voedsel komt echter van dierlijke voedingsmiddelen (melk, vlees en vis) en plantaardige olie; groenten dragen nauwelijks bij aan de inname. De inname van dioxines en PCB's door de consumptie van groenten vormt daarom geen risico voor de volksgezondheid.

2.1.5 Perfluorverbindingen (PFAS)

Blootstelling aan PFAS komt met name via voedsel en drinkwater, maar vindt ook plaats via huisstof en binnenlucht. De consumptie van vis, fruit en ei draagt het meest bij aan de inname van PFAS (PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA). Delen van de Europese bevolking overschrijden de gezondheidkundige grenswaarde van PFAS. Dit geldt ook voor de Nederlandse bevolking. Dit geeft reden tot zorg. Een Nederlands onderzoek liet zien dat de grootste bijdrage aan de inname van PFAS (meer dan 50%) komt van dierlijke producten en drinkwater, en niet van groenten.

PFAS kunnen ook uit voedselcontactmaterialen naar het voedsel migreren en via het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen die PFAS bevatten, in voedsel terecht komen maar de bijdrage aan de totale blootstelling van de mens is via deze route waarschijnlijk beperkt.

Blad-, vrucht- en ondergrondse groenten, en peulvruchten kunnen PFAS bevatten. In vruchtgroenten werden de hoogste concentraties PFAS gevonden in komkommer, paprika en tomaat. Of kiemgroenten en cressen ook PFAS bevatten, is onbekend. De inname van PFAS door de consumptie van vruchtgroenten en ondergrondse groenten kan leiden tot een overschrijding van de Tolerable Weekly Intake (TWI) waardoor er sprake is van een risico voor de volksgezondheid. Bladgroenten kunnen ongeveer 25% bijdragen aan de maximale veilige PFAS-inname⁷. Dit is met name het geval wanneer de groenten afkomstig zijn uit gecontamineerde gebieden. Ook paddenstoelen kunnen PFAS bevatten. De concentraties PFAS zijn lager in geteelde paddenstoelen dan in wilde eetbare paddenstoelen. Wilde, eetbare paddenstoelen kunnen meer dan de helft bijdragen aan de maximale dagelijkse inname van som PFAS.

2.1.6 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

PAK's in de bodem en in de lucht kunnen opgenomen door planten, met name door bladgroenten. Blad-, vrucht- en ondergrondse groenten en peulvruchten kunnen PAK's bevatten. Hoge concentraties van PAK8 zijn aangetroffen in bladgroenten, vooral in sla. Wanneer groenten en peulvruchten worden gekookt, kan de PAK-concentratie worden verlaagd. Wanneer groenten worden bewerkt (bijvoorbeeld roken of roosteren), kan de PAK-concentratie stijgen.

De inname van PAK's door de consumptie van verschillende groenten leidt niet tot een margin of exposure (MOE) die kleiner is dan 10.000 en vormt dus in de regel geen risico voor de volksgezondheid. Echter, groenten die worden verbouwd in de buurt van afvalverbrandingsovens of afkomstig zijn uit zwaar vervuilde gebieden, kunnen PAK-concentraties bevatten die, kunnen leiden tot een risico voor de volksgezondheid wanneer ze regelmatig, gedurende lange tijd worden geconsumeerd.

2.1.7 Overige milieucontaminanten

Milieucontaminanten komen voor in bodem en water en zijn in oppervlaktewater aanwezig als gevolg van industriële lozingen en rioolwaterlozingen (effluënten van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) en riooloverstorten). De chemische kwaliteit van het beregeningswater vanuit oppervlaktewater kan daarom zeer variabel zijn. Vervuild water kan op de planten of de tuinbouwgrond komen na een overstroming. In het kader van de duurzame en circulaire economie bestaat de mogelijkheid van het gebruik van (gezuiverd) afvalwater voor beregening van gewassen.

Voorbeelden van overige milieucontaminanten zijn ftalaten (weekmakers), geneesmiddelen (of hun afbraakproducten), persoonlijke verzorgingsproducten, hormoonverstorende stoffen zoals

⁷ Met een maximale veilige inname wordt de hoeveelheid van een stof bedoeld die door een consument ingenomen kan worden via de consumptie van groenten voordat een gezondheidkundige grenswaarde wordt overschreden. Wanneer het percentage van een maximale veilige inname groter is dan 100% wordt de gezondheidkundige grenswaarde overschreden en wordt geconcludeerd dat de inname van de stof door de consumptie van groenten leidt tot een risico voor de volksgezondheid.

weekmakers uit plastics, nanodeeltjes en microplastics. Afhankelijk van hun fysisch-chemische eigenschappen worden stoffen beter of minder goed geabsorbeerd door de plant en getransporteerd naar andere plantendelen. Door het ontbreken van representatieve gegevens over de verschillende stoffen en het voorkomen in groenten en paddenstoelen en bijbehorende gezondheidkundige grenswaarden is het niet mogelijk om een risicokarakterisatie voor deze stoffen uit te voeren.

2.1.8 Metalen en elementen

Metalen kunnen door planten worden opgenomen uit het milieu (de bodem, het water of de lucht). Factoren die van invloed zijn op de opname zijn het type gewas, groeimedium, grondtype en pH van de grond, de biobeschikbaarheid van het metaal en interacties met andere stoffen. Metalen verplaatsen zich door het gewas en kunnen terecht komen in het eetbare gedeelte. De mate waarin een metaal zich verplaatst van de grond naar het eetbare gedeelte van een gewas verschilt per gewas. Wanneer verontreinigd zuiveringsslib als bemesting wordt toegepast, leidt dit mogelijk tot extra vervuiling van de bodem en meer opname door gewassen van (zwarte) metalen zoals cadmium en lood. Het gebruik van zuiveringsslib als bemesting in de landbouw is in de EU onder voorwaarden toegestaan. De Nederlandse normen leiden vrijwel overal tot uitsluiting van zuiveringsslib in de landbouw.

2.1.8.1 Zware metalen

Arseen

De inname van arseen uit blad-, vrucht- en ondergrondse groenten en peulvruchten leidt niet tot een risico voor de volksgezondheid. Echter deze groenten kunnen wel bijdragen aan de maximale veilige arseeninname, namelijk via bladgroenten (en koolsoorten) 17-23%, via vruchtgroenten 3-13% en via ondergrondse groenten (knol- en wortelgroente) 10%. EFSA schatte de inname van anorganisch arseen in Europa voor consumenten met een gemiddelde en een hoge consumptie in de buurt van de gezondheidkundige grenswaarde. De inname van arseen uit paddenstoelen leidt niet tot een margin of exposure die kleiner is dan 10 en vormt geen risico voor de volksgezondheid.

Cadmium

In bladeren, en dus ook in bladgroenten, accumuleert cadmium beter dan in wortelgroenten. Binnen de vruchtgroenten, neemt paprika meer cadmium op dan komkommer. Bladgroenten leveren een aanzienlijke bijdrage aan de maximale veilige inname van cadmium (44%). Maar ook knol- en wortelgroenten (maximaal 56%) en vruchtgroenten (17%) kunnen aanzienlijk bijdragen aan de cadmiuminname. EFSA concludeerde dat de gemiddelde inname van cadmium in Europa dicht in de buurt van de gezondheidkundige grenswaarde lag. De inname van cadmium uit paddenstoelen leidt niet tot een overschrijding van de TWI en consumptie van paddenstoelen leidt dus niet tot risico voor de volksgezondheid. Consumptie van paddenstoelen in Nederland kan 6-7% bijdragen aan de maximale veilige cadmiuminname. Wilde paddenstoelen bevatten meestal meer cadmium dan geteelde paddenstoelen, tenzij de paddenstoelen worden geteeld op verontreinigd substraat/compost.

Kwik

Voor kwik zijn er geen aanwijzingen die leiden tot zorg voor de volksgezondheid door inname van kwik uit groenten of paddenstoelen. De consumptie van paddenstoelen draagt ongeveer 1% bij aan de maximale, veilige inname van kwik.

Lood

De inname van lood door de consumptie van blad- (met name spinazie), vrucht- en ondergrondse groenten kan in hoge mate bijdragen aan de maximale veilige loodinname en leiden tot een risico voor de volksgezondheid. De consumptie van peulvruchten kan 20% bijdragen aan de maximale veilige inname van lood. De consumptie van knol- en wortelgroenten draagt substantieel bij aan de maximale veilige loodinname van peuters (60%-80% door consumptie van bolgroenten en prei) en volwassenen (33%-50% door de consumptie van bolgroenten en prei en 50% door de consumptie van knol- en wortelgroenten). EFSA concludeerde dat bij de totale inname van lood via voeding voor zowel volwassenen als kinderen en zuigelingen gezondheidseffecten niet zijn uit te sluiten. De

inname van lood door de consumptie van paddenstoelen kan 14-18% bijdragen aan de maximale veilige inname van lood.

2.1.8.2 Overige metalen en elementen

Het voorkomen van overige metalen of elementen zoals aluminium, chroom, kobalt, koper, mangaan, nikkel, zink is niet voor alle groenten onderzocht en slechts een beperkte hoeveelheid gegevens is beschikbaar. De risicokarakterisatie van overige metalen en elementen is beperkt tot die metalen en elementen (onder andere aluminium, kobalt, chroom, koper, nikkel en zink) waarvoor een gezondheidskundige grenswaarde beschikbaar is.

Over het algemeen leidt de consumptie van groenten voor verschillende overige metalen en elementen niet tot overschrijding van de gezondheidskundige grenswaarden. Individuele groenten kunnen wel (substantieel) bijdragen aan de totale inname van een metaal of element. De bijdrage van bladgroenten aan de maximale veilige inname van koper wordt geschat op 3 tot 16%, en de bijdrage van vruchtgroenten op 32% (volwassenen) tot 56% (peuters). De nikkelconcentratie in bladgroenten (met name spinazie en koolsoorten) kan tot rond 60% bijdragen aan de maximale veilige inname van nikkel.

Daarnaast zou chronische consumptie van specifieke groenten kunnen leiden tot een overschrijding van een gezondheidskundige grenswaarde. Voorbeelden zijn de aanwezigheid van koper in okra (uit Nigeria), lotuswortel (uit China), cassave (uit Ghana), wilde asperge (uit Italië) en de aanwezigheid van nikkel in wilde asperge (uit Italië) of linzen. Echter, deze groenten zullen slechts tijdelijk en beperkt worden geconsumeerd.

In wilde paddenstoelen kunnen zeldzame aardelementen (REE's) en elementen uit de platinagroep (PGE's) voorkomen. Op basis van een in China afgeleide ADI voor zeldzame aardelementen kan worden geconcludeerd dat er geen gezondheidsrisico bestaat voor de consumptie van dergelijke elementen uit wilde paddenstoelen op de Nederlandse markt. Ook andere metalen en mineralen kunnen in paddenstoelen voorkomen. Op basis van de beperkte gegevens over de concentraties, lijken er geen risico's voor de volksgezondheid te zijn.

2.1.9 Radioactieve stoffen

Bladgroenten kunnen radioactieve stoffen bevatten als ze in verontreinigd gebied, als gevolg van een stralingsongeval, worden geteeld. De totale hoeveelheid radioactieve stoffen in Nederland in voedingsmiddelen is zo klein dat dit geen gezondheidsrisico oplevert.

Paddenstoelen die in radioactief verontreinigd gebied worden geteeld of geoogst, kunnen radioactieve stoffen bevatten. Paddenstoelen, voornamelijk wilde, uit Oost-Europa kunnen een te hoge hoeveelheid radioactieve stoffen hebben. Er zijn echter geen aanwijzingen dat paddenstoelen op de Nederlandse markt te veel radioactieve stoffen bevatten.

2.1.10 Meststoffen en verontreinigingen

Bemesting van de akker levert voedingsstoffen voor de gewassen, waarbij meststoffen zoals nitraat door de groenten kunnen worden opgenomen. Vooral bladgroenten kunnen hierdoor hoge concentraties nitraat bevatten. Nitraat wordt in het lichaam van de mens gedeeltelijk omgezet in nitriet, dat mogelijk gezondheidsproblemen kan opleveren. De bereiding van groenten, zoals het verwijderen van stengels of nerven, of koken, kan de hoeveelheid nitraat aanzienlijk verminderen.

De consumptie van individuele blad-, vrucht- en ondergrondse groenten en peulvruchten leidt niet tot een overschrijding van de gezondheidskundige grenswaarde voor nitraat, waardoor er geen sprake is van een risico voor de volksgezondheid. Wel kunnen deze groenten (substantieel) bijdragen aan de maximale veilige inname van nitraat. De consumptie van bladgroenten draagt voor een groot deel bij aan de maximale veilige inname: respectievelijk voor peuters en volwassenen 106% en 52% door consumptie van spinazie en 73% en 69% door consumptie van sla. De consumptie van vruchtgroenten draagt voor 14% (peuters) en voor 5% (volwassenen) bij. De bijdrage van bol-, knol- en wortelgroenten en stengelgroenten aan de maximale veilige nitraatinname is respectievelijk 2%, 14% en 8%.

Daarnaast kan mest ook verontreinigingen bevatten, bijvoorbeeld residuen van diergeneesmiddelen of resten van illegaal gedumpt drugsafval.

2.1.11 Gewasbeschermingsmiddelen

Zowel in de open teelt als in de bedekte teelt⁸ worden diverse gewasbeschermingsmiddelen gebruikt, waarvan residuen op of in groenten kunnen achterblijven. Toepassing tijdens de teelt is ter bestrijding van bijvoorbeeld onkruiden, schimmels of insecten. Ook voorafgaand aan de teelt kunnen gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast, bijvoorbeeld voor zaadbehandeling tegen schimmels of insecten. Tenslotte worden gedurende de bewaarperiode, na de oogst, middelen gebruikt tegen kieming en schimmels. In de biologische teelt geldt een sterke beperking ten aanzien van de keuze van gewasbeschermingsmiddelen. Biologische productie is een wereldwijde, toenemende trend. De biologische landbouw is in Nederland gegroeid in 2020 met bijna 6% ten opzichte van 2019.

De jaarlijks tienduizenden analyses in de EU van werkzame stoffen in groenten, inclusief paddenstoelen, laten zien dat de maximale residulimiet (MRL) voor de individuele stoffen zelden wordt overschreden. In de meeste gevallen blijven de gehalten zelfs onder de kwantificeringslimiet (LOQ). Indien er wel een overschrijding van de MRL wordt gevonden, kan dat ook gaan om stoffen die geen goedkeuring (meer) hebben in de EU. In monsters van producten uit de biologische teelt werden minder vaak residuen aangetroffen dan in niet-biologische producten. Bij de controle op importproducten uit landen buiten de EU zijn producten en landen aan te wijzen waarvoor een grotere kans op het aantreffen van residuen bestaat. Voor die combinaties, die ieder half jaar worden geactualiseerd, geldt een verscherpt EU-importcontroleregime. Overschrijdingen van de MRL leiden zelden tot een overschrijding van de gezondheidkundige grenswaarde (ARfD of ADI). Residuen van de individuele werkzame stoffen uit gewasbeschermingsmiddelen op groenten vormen door consumptie van groenten geen risico voor de volksgezondheid. Op verschillende gewassen worden vaak residuen van meerdere gewasbeschermingsmiddelen tegelijk aangetroffen. Een goede risicobeoordeling van zo'n mengsel is (nog) niet te maken en wordt ook in de toelatingsprocedure nog niet meegenomen.

In Nederland zijn slechts enkele gewasbeschermingsmiddelen toegelaten voor de teelt van paddenstoelen. Paddenstoelen kunnen mogelijk residuen van gewasbeschermingsmiddelen bevatten, die ook afkomstig kunnen zijn van het substraat, bijvoorbeeld stro.

2.2 Oogst, transport en opslag

Tijdens de oogst, het transport en de opslag van groenten en paddenstoelen kunnen chemische stoffen worden geïntroduceerd als gevolg van het gebruik en het reinigen van machines (oogstmachines, sorteermachines), materialen (transport- en opslagkisten) en omgeving (muren, vloeren). Het gaat dan bijvoorbeeld om gelekte hydraulische vloeistoffen, residuen van reinigings- en desinfectiemiddelen of gelekte koudemiddelen uit klimaatbeheersingssystemen. Voor de beoordeling van reinigings- en desinfectiemiddelen wordt verwezen naar paragraaf 2.3.

Of resten van hydraulische oliën en smeermiddelen een risico vormen, is niet te beoordelen, omdat er geen zicht is op het mogelijk voorkomen van deze middelen op groenten. Voor de koudemiddelen lijkt het onwaarschijnlijk dat deze middelen een risico vormen voor de voedselveiligheid van groenten gezien de vluchtige eigenschappen van de stoffen en de voorgeschreven voorzorgsmaatregelen.

Als gevolg van het gebruik van kiemremmingsmiddelen en fungiciden tijdens de opslag kunnen residuen op de gewassen achterblijven. Deze middelen vallen onder de gewasbeschermingsmiddelen (zie onder 2.1). Voor de beoordeling van mycotoxines op het gewas, als gevolg van schimmelgroei tijdens de bewaarperiode, wordt verwezen naar 2.1.

⁸ Open teelt is teelt in de volle grond. Bedekte teelt is teelt in kassen.

2.3 Bewerking, verwerking en verpakking

2.3.1 Voedseladditieven

Tijdens het bewerkings- en verwerkingsproces worden soms stoffen toegevoegd. Dat kan gaan om proceshulpstoffen bij het wassen en/of sorteren van groenten en paddenstoelen of voedseladditieven, bijvoorbeeld als conserveermiddel. De meeste voedseladditieven mogen worden toegevoegd in de kleinste hoeveelheid die nodig is om het gewenste resultaat te bereiken (*quantum satis*). Voor een aantal additieven is een maximale gebruikconcentratie vastgesteld voor een bepaalde toepassing. Voor (onverwerkte) groenten zijn dat bijvoorbeeld: natriumalginaat en zwaveldioxidesulfieten. Alhoewel er RASFF-meldingen zijn over het gebruik van niet toegelaten voedseladditieven, zijn er geen aanwijzingen dat de inname van additieven via consumptie van verse groenten en paddenstoelen leidt tot zorg voor de volksgezondheid.

2.3.2 Desinfectiemiddelen

Reinigings- en desinfectiemiddelen worden in verschillende schakels van de ketens toegepast voor het ontsmetten van machines, materialen en bedrijfsruimten (muren, vloeren) waardoor er residuen op groenten en paddenstoelen kunnen achterblijven. Door het gebruik van desinfectiemiddelen voor het wassen van groenten in andere Europese landen, of landen buiten de EU, kunnen residuen van desinfectiemiddelen achterblijven op groenten en paddenstoelen.

De volgende actieve ingrediënten kunnen worden gebruikt voor het ontsmetten van machines, materialen en omgeving (muren, vloeren): chloorverbindingen, broomverbindingen, jodiumverbindingen, quaternaire ammoniumverbindingen (quats), zuren zoals azijnzuur, citroenzuur en melkzuur, ozon, waterstofperoxide, geëlektrolyseerd water en andere stoffen zoals bijvoorbeeld naftaleensulfonaat en zilvernitraat (Banach et al., 2020). Van de meeste desinfectiemiddelen is niet bekend of er residuen worden gevonden op groenten of paddenstoelen. Voor quats wordt af en toe een monster van groenten positief getest maar het is onwaarschijnlijk dat dit een risico vormt voor de volksgezondheid. Het gezondheidsrisico van formaldehyderesiduen of van residuen van chloorbevattende desinfectiemiddelen (trihalomethanen en halo-azijnzuren) in paddenstoelen wordt verwaarloosbaar geacht.

2.3.2.1 Chloraat

Bij het gebruik van chloorhoudende desinfectiemiddelen kunnen chloraat en perchloraat als bijproducten ontstaan. Chloraten hadden tot 2008 ook een toepassing als gewasbeschermingsmiddel. Het gebruik van gechloreerd drinkwater zal tegenwoordig de belangrijkste bron zijn van chloraten in groenten. Residuen van chloorbevattende desinfectiemiddelen leveren slechts een kleine bijdrage aan de totale inname van deze stoffen vergeleken met kraanwater. Blad-, vrucht- en ondergrondse groenten en peulvruchten kunnen chloraat bevatten. Zowel eenmalige als chronische consumptie van deze groenten leidt echter niet tot een overschrijding van de bijbehorende gezondheidskundige grenswaarde. Er is geen risico voor de volksgezondheid.

2.3.2.2 Perchloraat

Perchloraat is een afbraakproduct van chloorhoudende desinfectiemiddelen. Andere bronnen zijn het gebruik van kunstmest zoals chilisalpeter, en irrigatie met met perchloraat gecontamineerd water. Perchloraat dat wordt opgenomen door planten wordt voornamelijk opgeslagen in het blad en er vindt nauwelijks tot geen transport plaats naar de vrucht. De eetbare delen van bol- en knolgroenten hebben dan ook maar een kleine kans om verontreinigd te raken met perchloraat na opname door de wortels. De hoogste concentraties perchloraat werden gevonden in sla (*Lactuca sativa*), selderij (*Apium graveolens var. dulce*), veldsla (*Valerianella locusta*) en rapen (*Brassica rapa*). Perchloraat is tien keer toxischer dan chloraat. De inname van perchloraat uit bladgroenten kan ongeveer 40% bijdragen aan de maximale veilige inname van perchloraat. Bij gevonden hogere concentraties (in spinazie) kan de bijdrage uit spinazie oplopen tot meer dan 80%. Vruchtgroenten kunnen een bijdrage van 23% tot 50% leveren aan de maximale veilige inname van perchloraat. Bol-, knol-, wortel- en stengelgroenten kunnen perchloraat bevatten maar leveren geen substantiële bijdrage aan de perchloraatinname van de consument. Dit geldt ook voor

peulvruchten. EFSA concludeerde dat er zorg bestond met betrekking tot de inname van perchloraat, met name voor de jongere leeftijdsgroepen met een milde tot matige jodiumdeficiëntie.

2.3.3 Procescontaminanten

Er kunnen stoffen worden gevormd tijdens het bereiden (verhitten) van voedingsmiddelen, zoals acrylamide, AGE's, 3-MCPD en GE's (glycidylvetzuuresters) en furanen.

Acrylamide is een verdacht kankerverwekkende stof. Er is ten aanzien van de inname van acrylamide uit voedsel reden tot zorg voor de volksgezondheid. De belangrijkste bijdrage aan de inname van acrylamide uit voedsel wordt geleverd door gefrituurde aardappelen (frites, chips). Maar ook de gehalten van acrylamide in groentechips (van bijvoorbeeld biet, pastinaak, wortel, zoete aardappel) geven reden tot zorg.

Wegens beperkte gegevens over het voorkomen van AGE's en 3-MCPD en GE's in groenten en het ontbreken van een gezondheidskundige grenswaarde, kan hiervoor geen risicokarakterisatie worden uitgevoerd. Hetzelfde geldt voor furanen. De inname van furanen uit paddenstoelen draagt, op basis van beperkt beschikbare gegevens, nauwelijks bij aan de totale inname van furanen.

2.3.4 Stoffen uit verpakkingsmaterialen

Tenslotte kunnen er vanuit verpakkingsmaterialen stoffen migreren die in voedingsmiddelen terecht komen. Er zijn echter geen gegevens beschikbaar over welke type verpakkingsmaterialen worden toegepast voor het verpakken van groente- en paddenstoelproducten en welke chemische stoffen vanuit deze verpakkingsmaterialen kunnen migreren naar voedsel. Nieuwe vormen van verpakking, als gevolg van een toenemende aandacht voor duurzaamheid, het verminderen van voedselverspilling en voor minimaal bewerkte voedingsmiddelen, vragen om onderzoek naar deze nieuwe voedselcontactmaterialen.

3. Conclusies

Chemische stoffen kunnen van nature aanwezig zijn in groenten of er in terechtkomen via contaminatie van bodem, lucht en/of (irrigatie)water. In de fase van oogst, transport en verwerking kunnen stoffen onbedoeld in groenten terechtkomen. Tijdens verwerking (het productieproces) kunnen stoffen zoals acrylamide worden gevormd. Gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast tijdens teelt en opslag van groenten. Voedseladditieven worden toegepast tijdens de bewerking van groenten.

In het algemeen kan worden geconcludeerd dat de inname van chemische stoffen door de consumptie van groenten en geteelde paddenstoelen niet leidt tot risico's voor de volksgezondheid. Een belangrijk uitgangspunt hiervoor is dat er geen ernstige contaminatie van water, grond en lucht is, en dat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en voedseladditieven gebeurt volgens de toelatingen en gebruiksvoorschriften. Voor geïmporteerde of ingevoerde groenten en wilde paddenstoelen zijn deze uitgangspunten echter niet altijd bekend maar importproducten moeten aan de wettelijke limieten van de EU voldoen. Daarnaast speelt klimaatverandering (temperatuur en vochtigheid) een rol bij de vorming van cyanotoxines en mycotoxines, met mogelijke gevolgen voor de voedselveiligheid.

Nuancering van het algemene beeld geldt voor geperfluoreerde verbindingen (PFAS) en arseen, cadmium en lood. Dit zijn stoffen of stofgroepen waarvoor de inname vanuit voedsel rond de gezondheidskundige norm wordt geschat. Consumptie van groenten draagt daar meer of minder aan bij. Voor *Alternaria*-toxines en PFAS is de waarde van de uitkomst van de risicokarakterisatie bovendien onzeker. Dit is te verklaren door het gebruik van een ruwe schattingsmethode voor de mycotoxines (TTC-benadering) en de onzekerheid over het voorkomen van de daadwerkelijke individuele PFAS-concentraties in groenten.

Individuele groenten kunnen (substantieel) bijdragen aan de maximale inname van verschillende chemische stoffen: mycotoxines (ochratoxine A en T2- en HT2-toxines), zware metalen (arsen, cadmium en lood), overige metalen en elementen (koper en nikkel), nitraat, perchloraat en acrylamide.

Er zijn ook specifieke omstandigheden die in uitzonderlijke gevallen zorgen voor een hoge concentratie van een chemische stof in groente of paddenstoel die kan leiden tot een (acuut) gezondheidsrisico. Dit geldt bijvoorbeeld als groenten niet op de juiste manier zijn bereid (cyanogene glycosiden in cassave en bamboescheuten) of als onkruiden per ongeluk zijn meegeogst (pyrolizidine-alkaloiden) of als groenten of paddenstoelen zijn geteeld zijn op verontreinigde grond (zware metalen, PAK's, PFAS).

Tenslotte zijn er verschillende chemische stoffen waarvoor het niet mogelijk is om een risicokarakterisatie uit te voeren vanwege het ontbreken van gegevens over het voorkomen of de toxiciteit. Voor deze stoffen kan geen conclusie worden getrokken met betrekking tot de risico's voor de volksgezondheid. Het gaat om de volgende stofgroepen: planttoxines (vooral glycoalkaloiden en tropanalkaloiden), cyanotoxines, een aantal mycotoxines (fumonisinen en *Alternaria*-toxines), ftalaten en andere hormoonverstorende stoffen, residuen van geneesmiddelen en persoonlijke verzorgingsproducten, nanodeeltjes en vrijwel alle desinfectiemiddelen.

4. Referenties

- Banach JL, Hoffmans Y, Hoek-van den Hil EF & van Asselt ED, 2019. Chemical hazards in leafy vegetables on the Dutch market. Project number BO-43-001.01-004. WFSR, Wageningen.
- Hobe RG, Hoffmans Y, Hoek - van den Hil EF & van Asselt ED, 2020. Chemical hazards in the fruiting vegetable supply chain in the Netherlands. Wageningen Food Safety Research, Wageningen. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.18174/526165>
- Hoek-van den Hil EF & van Asselt ED, 2019. Chemical hazards in the mushroom supply chain. Wageningen Food Safety Research, Wageningen.
- Hoffmans Y, Hoek-van den Hil EF & van Asselt ED, 2020. Literature study on the chemical hazards in bulbs, tubers, stem and root vegetables. Wageningen Food Safety Research, Wageningen. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.18174/520636>