



**Beoordeling van de veiligheid van furfural in illegaal gebruikte  
gewasbeschermingsmiddelen voor mens en milieu**

---

Risicobeoordeling aangevraagd door:	NVWA-BuRO
Risicobeoordeling opgesteld door:	RIVM
Datum aanvraag:	19-06-2018
Datum risicobeoordeling:	25-09-2018
	04-10-2018 (herziene versie)
Projectnummer:	V/090130

---

### Onderwerp

In november 2017 werd de NVWA geattendeerd op de verhandeling en gebruik van een niet toegelaten gewasbeschermingsmiddel met als actieve ingrediënt furfural. In december 2017 bezoekt de NVWA de importeur, wordt het aanwezige gewasbeschermingsmiddel in beslag genomen en worden de leveringen van de afgelopen jaren nagegaan. Het restant bij de Nederlandse afnemer wordt in beslag genomen.

Uit het onderzoek is gebleken dat furfural in Nederland illegaal is toegepast op onder andere

- Zacht fruit (aardbeien en blauwe bessen)
- Bloembollen (lilies)
- Sportvelden (voetbalvelden)
- Sierteelt

Deze illegale toepassingen vonden plaats in kassen, potten en volvelds. Toepassingstechniek is via druppelleiding (via watergeefinstallaties) dan wel volveldse spuittoepassing.

Het is niet bekend of de toepasser/werker tijdens de toepassing van het gewasbeschermingsmiddel met furfural dan wel bij aanraking van bespoten producten persoonlijke beschermingsmiddelen droeg.

### Vraagstelling

1. Wat is de toelatingsgeschiedenis in de Europese Unie van furfural in gewasbeschermingsmiddelen, cosmetica en als smaakstof?
2. Is furfural als gewasbeschermingsmiddel toegelaten in derde landen (d.w.z. buiten de Europese Unie)?
3. a. Kan bij/na toepassing van furfural als gewasbeschermingsmiddel de stof terecht komen in of op producten (bijv. (zacht) fruit) die een consument consumeert?  
b. Zijn er risico's voor de gezondheid van de consument wanneer hij/zij (zacht) fruit (aardbeien, blauwe bessen, meloenen, druiven en citrusvruchten) of groenten (courgettes, komkommers, tomaten en paprika's) consumeert dan wel in aanraking komt met residuen van furfural?  
c. Wat zijn de maximale concentraties furfural die (zacht) fruit (aardbeien, blauwe bessen, meloenen, druiven en citrusvruchten) en groenten (courgettes, komkommers, tomaten en paprika's) mogen bevatten voordat, na consumptie van deze producten, effecten op de gezondheid van de consument optreden?

4. a. Zijn er risico's voor de gezondheid van de toepasser, werker of omstander wanneer een gewasbeschermingsmiddel met furfural wordt toegepast bij de teelt van (zacht) fruit, groenten, bloembollen en grasland?  
b. Zijn er risico's bij het verwerken van de bespoten producten voor de (ver)werker.
5. a. Zijn er risico's voor de gezondheid van omwonenden wanneer een teler furfural gebruikt als gewasbeschermingsmiddel?  
b. Zijn er risico's voor de gezondheid voor volwassenen en kinderen bij het betreden van behandeld grasland (bv. golfbanen, sportvelden, gazons).
6. Zijn er risico's voor niet-doelwit arthropoden (geleedpotigen) en andere niet-doelwit organismen wanneer furfural wordt gebruikt als gewasbeschermingsmiddel?

***Elementen die in het antwoord moeten worden meegenomen:***

- Achtergrondblootstelling; van nature, in cosmetica, voeding (toegestaan als smaakstof).
- Bij vraag 4: Voor de risicobeoordeling gaan we uit van twee situaties:  
1) dat de toepasser/werker geen persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt tijdens het toedienen van het gewasbeschermingsmiddel met de stof furfural dan wel het aanraken van bespoten producten.  
2) dat de toepasser/werker wel adequate persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt tijdens het toedienen van het gewasbeschermingsmiddel met de stof furfural dan wel bij het aanraken van bespoten producten.

**Conclusies**

Vraag 1: Wat is de toelatingsgeschiedenis in de Europese Unie van furfural in gewasbeschermingsmiddelen, cosmetica en als smaakstof?

In de Europese Unie is furfural niet toegelaten of toegelaten geweest als gewasbeschermingsmiddel. Een toelatingsprocedure voor furfural in cosmetica loopt nog; er is een positieve expert opinie van de Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) van de Europese Commissie beschikbaar uit 2012. Daarbij staat furfural niet op de Annex van verboden stoffen van de cosmeticawetgeving. Furfural is toegelaten als smaakstof zonder beperkingen sinds 2008.

Vraag 2: Is furfural als gewasbeschermingsmiddel toegelaten in derde landen (d.w.z. buiten de Europese Unie)?

Voor zover bekend is furfural alleen in de USA geregistreerd als gewasbeschermingsmiddel. In de USA wordt furfural gezien als een nieuwe actieve stof, die kan worden toegepast als fumigant ter bestrijding van wortel-infesterende plantparasieten en tegen schimmelziektes van planten in kasgrond (substraatgronden) bij het kweken van siergewassen en andere niet-voedselgewassen. Er zijn door de 'Codex Committee on Pesticide Residues' geen maximale residu limieten (MRLs) vastgesteld voor gebruik van furfural als gewasbeschermingsmiddel. Dit is een indicatie dat er geen groot legaal gebruik is van furfural als gewasbeschermingsmiddel buiten Europa op consumptiegewassen, aangezien Codex MRLs nodig zijn voor internationale handel van behandelde gewassen (Er zijn wel MRLs voor furfural vastgesteld binnen de EU die gelden voor het handelsverkeer binnen de EU – zie ook vraag 3b).

Vraag 3a: Kan bij/na toepassing van furfural als gewasbeschermingsmiddel de stof terecht komen in of op producten (bijv. (zacht) fruit) die een consument consumeert?

Furfural werd illegaal toegepast in Nederland via druppelleidingsystemen bij de wortels of direct toegepast op de bodem of onder de plant. Er is geen toepassing bekend direct op het consumeerbare deel van de plant. Er kan echter niet worden uitgesloten dat furfural wordt opgenomen via de bodem en dat er spuitnevel op de te consumeren delen van een plant terecht komen bij de spuittoepassingen. Er is geen informatie beschikbaar over de opname en distributie van furfural naar eetbare delen van de plant, of over residuniveaus na toepassen in eetbare delen van de plant. Hoewel additioneel residu door het gebruik van furfural-bevattende middelen op of in het eetbare deel van de plant niet kan worden uitgesloten achten we de kans daarop gering gezien de manier van toepassen (niet direct op het eetbare deel) en/of vluchtigheid en snelle afbraak van furfural.

Vraag 3b: Zijn er risico's voor de gezondheid van de consument wanneer hij/zij (zacht) fruit (aardbeien, blauwe bessen, meloenen, druiven en citrusvruchten) of groenten (courgettes, komkommers, tomaten en paprika's) consumeert dan wel in aanraking komt met residuen van furfural?

Furfural komt van nature voor in levensmiddelen van plantaardige oorsprong. Voor het handelsverkeer zijn daarom door de EU maximum residu limieten (MRL's) vastgesteld voor gewassen (en voor producten van dierlijke oorsprong). Voor de veiligheidsbeoordeling van een chronisch dieet van furfural via consumptie van plantaardige en dierlijke producten is er gebruik gemaakt van alle MRLs uit verordening (EG) Nr. 839/2008, de acceptabele dagelijkse inname (ADI) van 0,54 mg/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA, 2004) en het Nederlands TMDI-NEDI<sup>1</sup> (Nederlands Dieetmodel voor de inname berekening van gewasbeschermingsmiddelen). De maximale blootstelling is 21% van de ADI, met als hoogste bijdrage melk (11%), en banaan (0,9%) voor het Nederlandse peuterdieet. Voor alle overige leeftijdsgroepen is de blootstelling lager. Hieruit blijkt dat de chronische inname van furfural via levensmiddelen veilig is bij residuniveaus gelijk aan de MRL.

Er is geen referentiedosis voor acute toxiciteit (ARfD) beschikbaar voor furfural, deze is op basis van de beschikbare data ook niet nodig (niet acuut toxisch). Echter, wanneer als worst-case aanname gebruik gemaakt wordt van de ADI (deze is per definitie lager dan of identiek aan de ARfD) voor de acute veiligheidsbeoordeling, en er wederom gebruik gemaakt wordt van de MRLs en het Nederlands dieet model (NESTI)<sup>1</sup> is de hoogste bijdrage aardappel en meloen (beide 28% van de ADI). Hieruit kan geconcludeerd worden dat de acute inname van furfural veilig is bij residuniveaus gelijk aan de MRL. Voor zowel de chronische als acute berekening geldt dat de MRLs rekening houden met een natuurlijke achtergrondconcentratie furfural in producten. Door gebrek aan data is echter onzeker en niet te controleren of de MRLs ook daadwerkelijk hoog genoeg zijn, of dat ze een overschatting geven van de daadwerkelijke situatie. Daarbij is het onduidelijk of de MRLs in voldoende mate de furfural niveaus afdekken bij vorming van furfural door verhitting. Voor de chronische en de acute veiligheidsbeoordeling geldt wel dat de additionele blootstelling via cosmetica (2,9 µg/kg lg/dag) en smaakstoffen (10 µg/kg lg/dag) verwaarloosbaar is.

Vraag 3c: Wat zijn de maximale concentraties furfural die (zacht) fruit (aardbeien, blauwe bessen, meloenen, druiven en citrusvruchten) en groenten (courgettes, komkommers, tomaten en paprika's) mogen bevatten voordat, na consumptie van deze producten, effecten op de gezondheid van de consument optreden?

<sup>1</sup> Met de National Estimated Daily Intake (NEDI) (Bijlage 2) en de Nederlandse National Estimate of Short Term Intake (NESTI) (Bijlage 3) dieetmodellen wordt respectievelijk de chronische en de acute blootstelling aan residuen van gewasbeschermingsmiddelen berekend.

De maximale veilige hoeveelheid furfural die dagelijks geconsumeerd kan worden en waarbij er geen nadelige effecten op de gezondheid verwacht worden, de ADI, is 0,54 mg/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA, 2004). Voor een chronische blootstelling kunnen individuele veilige maximale concentraties voor gewassen en producten niet worden afgeleid, aangezien de chronische berekening rekening houdt met meerdere gewassen tegelijkertijd. Er dient een verdeling gemaakt te worden van de gehalten tussen de verschillende gewassen. Dit is op voorhand niet uitvoerbaar, het ene gewas zou een hogere concentratie mogen bevatten als het andere gewas een lagere concentratie bevat. Voor een kortdurende hoge inname kunnen deze individuele waarden wel berekend worden indien gebruik gemaakt wordt van de ADI van 0,54 mg/kg lichaamsgewicht (in plaats van een ARfD). Voor acute inname berekeningen wordt er altijd vanuit gegaan dat iemand slechts van één gewas een liefhebbersportie eet. De maximale concentraties zijn berekend voor aardbeien (33,0 mg/kg), blauwe bessen (134,5 mg/kg), meloenen (8,4 mg/kg), druiven (8,0 mg/kg), citrusvruchten (minimaal 5,6 mg/kg voor sinaasappel), courgettes (15,2 mg/kg), komkommers (13,2 mg/kg), tomaten (9,6 mg/kg) en paprika's (27,9 mg/kg).

Vraag 4a: Zijn er risico's voor de gezondheid van de toepasser, werker of omstander<sup>2</sup> wanneer een gewasbeschermingsmiddel met furfural wordt toegepast bij de teelt van (zacht) fruit, groenten, bloembollen en grasland?

Voor de **toepasser** van de furfural-middelen kunnen effecten op de gezondheid bij het machinaal neerwaarts spuiten van grasmatten, het spuiten in de kas, en het handmatig spuiten van bloemen niet worden uitgesloten wanneer deze geen gebruik maakt van persoonlijke beschermingsmiddelen. De blootstelling kan tot een veilig niveau gereduceerd worden met overall en handschoenen. Inhalatiebescherming is niet nodig. Aangezien inhalatiebescherming als meest belastend wordt ervaren wordt in principe eerst berekend of een veilige blootstelling kan worden gerealiseerd met alleen handschoenen en/of overall). Of persoonlijke beschermingsmiddelen ook daadwerkelijk gebruikt zijn is niet te achterhalen.

Voor de **werker** kunnen voor alle vier de spuitscenario's effecten op de gezondheid niet worden uitgesloten wanneer deze geen gebruik maakt van persoonlijke beschermingsmiddelen. Alleen de handmatige toepassing in de kas kan tot een veilige blootstelling gereduceerd worden als handschoenen worden gedragen.

Voor volwassen **omstanders** is er geen risico, voor kinderen kunnen effecten op de gezondheid niet worden uitgesloten bij het buiten machinaal neerwaarts spuiten en handmatig spuiten. Met drift-reducerende maatregelen is er geen risico voor kinderen te verwachten bij een machinaal neerwaartse bespuiting. Het is niet bekend of de toepassers drift-reducerende maatregelen hebben gebruikt bij het toepassen van de furfural-middelen.

Vraag 4b: Zijn er risico's bij het verwerken van de bespoten producten voor de (ver)werker.

Het gezondheidsrisico van het verwerken van met furfural bespoten producten is niet specifiek beoordeeld, er zijn geen specifieke geharmoniseerde modellen beschikbaar voor het beoordelen van dit scenario. Echter het scenario van 'werker' gaat uit van een intensieve blootstelling met het behandelde product (oogsten van behandelde gewassen, snoeien, ect.) direct na toepassen wanneer het gewas is opgedroogd. Gezien de

---

<sup>2</sup> De definities van een toepasser, werker en omstander is beschreven in paragraaf 2.3.4.

vluchtigheid en snelle afbraak van furfural kan het 'werker' scenario als worst-case gezien worden voor het beoordelen van het risico bij verwerking.

Vraag 5a: Zijn er risico's voor de gezondheid van omwonenden<sup>3</sup> wanneer een teler furfural gebruikt als gewasbeschermingsmiddel?

Er worden geen gezondheidseffecten verwacht voor volwassen omwonenden. Effecten op de gezondheid kunnen niet worden uitgesloten voor omwonende kinderen bij het machinaal neerwaarts spuiten op grasmatten. Dit kan gereduceerd worden tot een veilige blootstelling door drift-reducerende maatregelen. Ook kunnen de effecten op de gezondheid voor omwonende kinderen bij het handmatig toepassen met een rugspuit op bloemen buiten niet worden uitgesloten.

Vraag 5b: Zijn er risico's voor de gezondheid voor volwassenen en kinderen bij het betreden van behandeld grasland (bv. golfbanen, sportvelden, gazons).

Effecten op de gezondheid kunnen niet worden uitgesloten voor volwassenen en kinderen die het behandelde gras betreden.

Vraag 6: Zijn er risico's voor niet-doelwit arthropoden (geleedpotigen) en andere niet-doelwit organismen wanneer furfural wordt gebruikt als gewasbeschermingsmiddel?

Voor springstaarten is de blootstelling boven de referentiewaarde alleen bij de toepassing op bloemen, kale grond, groente en in boomgaarden. Voor regenwormen is de blootstelling bij geen van de scenario's boven de norm. Effecten op bijen door furfural is niet waarschijnlijk.

---

<sup>3</sup> De definitie van omwonenden is beschreven in paragraaf 2.3.4.

## Inhoudsopgave

1. Inleiding .....	7
1.1 Achtergrondinformatie furfural .....	7
1.2 Aanwezigheid van furfural in consumptieproducten .....	7
1.3 Gebruik als gewasbeschermingsmiddel buiten de EU.....	8
1.4 Gebruik in cosmetica .....	8
1.5 Furfural als smaakstof .....	8
2. Veiligheidsbeoordeling furfural .....	10
2.1 Introductie veiligheidsbeoordeling furfural .....	10
2.2 Gebruikscenarios van furfural-bevattende gewasbeschermingsmiddelen .....	10
2.3 Veiligheidsbeoordeling van de mens .....	11
2.3.1 Toxicologie van furfural en de veilige referentiewaarden .....	11
2.3.2 Innameschatting van furfural behandelde producten .....	13
2.3.4 Veiligheidsbeoordeling voor de toepasser, werker, omstander en omwonenden .....	19
2.3 Veiligheidsbeoordeling voor het milieu .....	27
2.3.2 Emissies naar de bodem .....	27
2.3.3 Resultaten veiligheidsbeoordeling voor bodemorganismen .....	29
5.3 Risico's voor bijen .....	29
6 Conclusies.....	31
7 Referenties.....	35

## 1. Inleiding

### 1.1 Achtergrondinformatie furfural

Furfural is een aldehyde van furaan en wordt industrieel geproduceerd uit pentosan polysaccharides (xylan en arabin), die van nature voorkomen in verschillende gewassen zoals bijvoorbeeld mais. Daarnaast komt furfural ook van nature voor in voedingsmiddelen zoals fruit, fruitsappen, groenten, drank, brood en broodproducten en in verschillende essentiële oliën van planten (EU RAR, 2008).

Furfural wordt in Europa vooral toegepast in de productie van furaanderivaten en als extractiemiddel in de olie-industrie (EU RAR, 2008). Daarnaast wordt het gebruikt als smaak- en geurstof in levensmiddelen en geurstof in cosmetica en kan het gebruikt worden als grondstof voor de productie van gewasbeschermingsmiddelen (SCCS, 2012 en EU RAR, 2008). Gebruik van furfural als actieve stof in gewasbeschermingsmiddelen is in Europa niet toegestaan omdat er nooit een aanvraag voor toelating is ingediend toen de EU wetgeving voor gewasbeschermingsmiddelen van kracht werd. Er ligt dus geen Europese veiligheidsbeoordeling als gewasbeschermingsmiddel ten grondslag aan dit verbod. Mogelijk is furfural wel als gewasbeschermingsmiddel gebruikt in enkele lidstaten voordat er een EU geharmoniseerde wetgeving beschikbaar was en er een veiligheidsbeoordeling verplicht was voor het gebruik, daar is echter geen informatie over beschikbaar. Er zijn wel maximale residu limieten voor furfural op alle te consumeren gewassen beschikbaar in de database van de MRL verordening (EG) nr. 396/2005 en gepubliceerd in verordening (EG) Nr. 839/2008. De wetenschappelijke beoordeling voor het tot stand komen van deze MRL's ontbreekt. Mogelijk zijn deze MRLs overgenomen van een van de EU lidstaten toen de EU MRL verordening van kracht werd en zijn de getallen hoog vastgesteld zodat er geen problemen in de handel van producten ontstaan i.v.m. het van nature voorkomen van furfural in gewassen, of zijn ze voor enkele gewassen gebaseerd op oude gebruiken in individuele lidstaten. Deze aannamen zijn niet verder uitgezocht.

Er zijn wel veiligheidsbeoordelingen van furfural uitgevoerd voor andere type wetgeving: in het kader van REACH (EU RAR, 2008), in het kader van het gebruik als voedseladditief (EFSA, 2004) en voor het gebruik van furfural in cosmetica (SCCS, 2012). Onderdelen van deze veiligheidsbeoordelingen zijn gebruikt bij deze beoordeling van de veiligheid van gewasbeschermingsmiddelen met furfural.

### 1.2 Aanwezigheid van furfural in consumptieproducten

Furfural komt, samen met furfuryl alcohol, van nature voor in vele soorten groenten en fruit. Daarnaast kan furfural worden gevormd tijdens verhitting, een zogenaamd procescontaminant. Polysacchariden met hexose- en pentosefragmenten vormen onder een zure hydrolyse furfural (EFSA, 2004). Tot slot kan furfural toegevoegd worden aan producten door toepassingen als b.v. smaakstof of (het illegale) gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Analyses van te consumeren producten kunnen echter geen onderscheid maken tussen de verschillende bronnen.

De hoogst gemeten concentraties in producten zijn gevonden in cacao en koffie (55-255 mg/kg), bij alcoholische dranken (1 en 33 mg/kg) en voor volkorenbrood (tot 26 mg/kg). Er is geen overzichtelijke lijst met gemeten concentraties beschikbaar in de voor deze beoordeling gebruikte literatuur, (voornamelijk de veiligheidsbeoordelingen van furfural uit de EU, USA en Canada). Er is gekozen om geen uitgebreide literatuurstudie uit te voeren om gehalten van furfural in te consumeren producten te achterhalen.

De dagelijkse inname in de USA via natuurlijke bronnen (inclusief proces contaminant door verhitting) is in 1987 geschat op ongeveer 300 µg per kg lichaamsgewicht per dag

(µg/kg lg/dag) (EFSA, 2004). Dit is op dit moment de beste beschikbare inschatting. Er zijn geen specifieke Nederlandse of Europese data beschikbaar.

### *1.3 Gebruik als gewasbeschermingsmiddel buiten de EU*

Informatie over het legale gebruik van gewasbeschermingsmiddelen buiten Europa is niet goed ontsloten, er is geen database of website met informatie welk middel voor welk gewas is toegelaten voor ieder land in de wereld. Er zijn geen wereldwijde "Codex"<sup>4</sup> MRLs (maximale residu limieten) voor furfural (dit in tegenstelling tot de EU MRLs die er wel zijn, dit betreft een andere database) en er is geen JMPR (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues) evaluatie beschikbaar. Dit is een indicatie dat er geen groot legaal gebruik is van furfural als gewasbeschermingsmiddel buiten Europa op consumptiegewassen, aangezien (Codex) MRLs nodig zijn voor internationale handel van behandelde gewassen. Zoals aangegeven is furfural wel toegelaten als gewasbeschermingsmiddel in de USA. In de USA wordt furfural gezien als een actieve stof die kan worden toegepast als fumigant of vloeistof ter bestrijding van wortel-infesterende plantparasieten en tegen schimmelziektes van planten in kasgrond (substraatgronden) en bij het kweken van siergewassen en andere niet voedingsgewassen. Het gewasbeschermingsmiddel bevat 90% furfural in een vloeistofformulering die wordt toegepast op groeimedium en/of aarde in kassen voor onder andere snijbloemen en sierplanten. Het gebruik in USA is beperkt tot siergewassen en daarom komen residuen van furfural ten gevolge van gebruik van furfural als gewasbeschermingsmiddel niet voor op consumptiegewassen afkomstig uit de USA (US EPA, 2006).

### *1.4 Gebruik in cosmetica*

Furfural is geclassificeerd als Categorie 2 Carcinogeen volgens de Europese Classificatie en Labeling wetgeving. Op basis van deze classificatie kan furfural niet zondermeer toegelaten worden voor het gebruik in cosmetica. Daarom is furfural op dit moment nog niet officieel gereguleerd onder de Europese cosmetica wetgeving. Furfural is al wel in een ontwerp-Verordening (in een Omnibus act) opgenomen met als voorstel om furfural toe te staan tot 10 ppm (0.001%) in cosmeticaproducten. Dit ontwerpbesluit heeft een positieve veiligheidsbeoordeling (SCCS, 2012) als basis. Maar er is nog geen Commissie besluit over het ontwerp besluit genomen. De interne blootstelling via cosmetica is ingeschat op 0,174 mg/dag, wat overeenkomt met 2,9 µg/kg lg/dag.

### *1.5 Furfural als smaakstof*

Furfural wordt in de EU en USA gebruikt als toegestane smaakstof in verschillende voedselcategorieën. Het gemiddelde gebruik in 2002 in USA varieerde van 4 mg/kg in jus tot 63 mg/kg in producten van dierlijke oorsprong. De theoretische maximale dagelijkse inname in Europa werd in 1998 geschat op 136 µg/kg lg (EFSA, 2004). Voor deze beoordeling werd er van uitgegaan dat consumenten te allen tijde voedingsmiddelen met maximale concentraties furfural consumeerden. De geschatte dagelijkse inname als

---

<sup>4</sup> De *Codex Alimentarius Commission* (Codex) werd in 1962 door de Verenigde Naties opgericht als een intergouvernementele organisatie die zowel onder de verantwoordelijkheid van de Voedsel- en Landbouworganisatie (FAO), als de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) valt. Aan de Codex wordt door 187 landen en 1 organisatie (Europese Unie) deelgenomen. Dit forum ontwikkelt internationale normen voor voedselproducten, met als doel de internationale volksgezondheid te beschermen en de eerlijkheid van de handel in voedselproducten te bevorderen. Eén van de horizontale comités van de Codex is het Codex Committee on Pesticide Residues, die internationale MRLs vaststelt gebaseerd op het advies van de Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR) <https://www.codexalimentarius.nl/>



smaakstof per hoofd van de bevolking werd in 1995 geschat op ongeveer 10 µg/kg lg/dag (EFSA, 2004), wat door EFSA gezien wordt als een meer realistische schatting. Furfural staat op de positieve lijst (Annex III) van Verordening 1334/2008. Aan de stof zijn geen beperkingen opgelegd, dat betekent dat furfural aan alle levensmiddelen mag worden toegevoegd.

## **2. Veiligheidsbeoordeling furfural**

### **2.1 Introductie veiligheidsbeoordeling furfural**

Om de veiligheid van het illegaal gebruikte furfural-middel als gewasbeschermingsmiddel te beoordelen is er om de blootstelling in te schatten gebruik gemaakt van de methodiek die ook toegepast wordt voor het toelaten van gewasbeschermingsmiddelen in Europa en Nederland. De veiligheid van gewasbeschermingsmiddelen wordt beoordeeld voor de mens en het milieu op een EU-geharmoniseerde manier (met enkele Nederland specifieke punten). De veiligheidsbeoordeling van de mens kent twee verschillende hoofdscenario's: 1) De beoordeling van de veiligheid van de consumptie van behandelde producten (orale blootstelling van de consument).

2) Het beoordelen van de veiligheid van de mens via andere routes dan consumptie. Het risico voor de toepasser van het middel, de werker die in het behandelde gewas werkt, omstanders en omwonenden. De voornaamste routes van blootstelling van deze groepen zijn via de huid en via inhalatie.

Voor zowel de mens als milieubeoordeling geldt dat de te verwachten blootstelling wordt vergeleken met veilige referentiewaarden. De veilige referentiewaarden zijn gebaseerd op humaan- en ecotoxicologische gegevens en deze zijn vastgesteld in eerdere EU (en USA en Canada) beoordelingen. De blootstelling is specifiek voor de illegaal gebruikte furfural-middelen ingeschat met de in de Nederlandse (consumptie) en EU-geharmoniseerde methodieken. Bij het inschatten van de humane blootstelling via consumptie zal de achtergrondblootstelling en de blootstelling via cosmetica en additieven worden meegewogen.

### **2.2 Gebruikscenario's van furfural-bevattende gewasbeschermingsmiddelen**

Op de middelen waar de furfural in zit wordt aangegeven dat het de wortelgroei stimuleert en daarmee de weerbaarheid van de plant stimuleert, dit vanwege furfural en het hoge suikergehalte in het middel. Furfural werkt ook tegen de schadelijke effecten van nematoden in de bodem. Het zou mogelijk zijn dat dit de voornaamste reden is van telers om deze illegale middelen te gaan gebruiken. Het gebruik van de werkzame stof metam-natrium is in 2014 immers ingeperkt waardoor telers naar andere mogelijkheden zoeken om de nematoden op hun percelen te beheersen. In tuinbouwgebieden zoals in Limburg en Noord-Brabant wordt de grond intensief gebruikt voor o.a. aardbeienteelt, groenteteelt, boomkwekerij en bloembollenteelt en in deze gebieden komen verschillende schadelijke nematoden voor. Er zijn weliswaar alternatieven voor bestrijding van nematoden voorhanden, niet-chemisch en chemisch, echter de beheersing blijft complex. Wanneer een dergelijk product wordt aangeboden zal men mogelijk het nut ervan verkennen.

Om de veiligheid van furfural-bevattende middelen te beoordelen is informatie nodig over het gebruik, de manier van toepassen en de doseringen. Er zijn twee etiketten van middelen die door de NVWA in beslag zijn genomen aangeboden aan het Front-Office samen met informatie van een informant, verkregen door de inspecteurs van de NVWA. Op basis van deze informatie is het waarschijnlijke gebruik van de furfural-bevattende middelen bepaald (Zie Tabel 1). Het middel werd toegediend door middel van een druppel/irrigatiesysteem direct bij de wortels van de plant of een gerichte spuittoepassing richting de bodem en de wortels. Het is niet mogelijk te achterhalen of de illegale toepasser zich ook daadwerkelijk aan dit voorschrift heeft gehouden, dit is een onzekerheid in de beoordeling.

Tabel 1. Overzicht van gebruiken van twee furfural bevattende middelen, zoals afgeleid van de etiketten van beide middelen. Beide middelen bevatten 0,2 kg furfural/L.

Num mer	Middel/Teelt	Doserings per toepassing		Aantal toepassing en (per teeltseizoen)	Interval tussen toepassingen (dagen)
		L/ha	kg furfural /ha		
	<b>Middel 1</b>				
1	Bloemen op volle grond	40	8	13	14
2	Bloemen, rugspuit	40	8	13	14
3	Bloemen via druppelleiding	40	8	13	14
	<b>Middel 2</b>				
4	Kale grond voor beplanting	80	16	1	-
5	Groente na beplanting	40	8	3	14
6	Potplanten (kas) via druppelleiding	2	0,4	17	21
7	Golf- en sportvelden	40	8	17	21
8	Grasmatten	80	16	1	-
9	Boomgaarden	80	16	3	7
10	Aardbeien, frambozen, bessen (volle grond), via druppelleiding	10	2	6	15
11	Aardbeien, frambozen, bessen (volle grond) via druppelleiding	10	2	6	7
12	Steen- en pitfruit (kas)	10	2	6	15
13	Tomaten ( kas)	10	2	6	28

## 2.3 Veiligheidsbeoordeling van de mens

### 2.3.1 Toxicologie van furfural en de veilige referentiewaarden

De beschikbare toxicologische informatie van furfural is beschreven in de EFSA-beoordeling (EFSA, 2004), EU beoordeling in het kader van REACH (EU RAR, 2008), EU beoordeling voor het gebruik in cosmetica (SCCS, 2012), US EPA pesticide factsheet (US EPA, 2006) en een Health Canada evaluatie (EHC, 2011). In al deze dossiers is gebruik gemaakt van min of meer dezelfde informatie.

Een regulier dossier voor een Europese goedkeuring van een werkzame stof van een gewasbeschermingsmiddel moet vele verschillende toxicologische studies bevatten die zijn uitgevoerd volgens geharmoniseerde richtlijnen, bijvoorbeeld van de OECD<sup>5</sup>. Voor furfural zijn er slechts enkele acceptabele richtlijnstudies beschikbaar<sup>6</sup>. Er zijn ook een

<sup>5</sup> OECD: Organisation for Economic Cooperation and Development (In het Nederlands OESO; Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling). OECD is een organisatie die economische samenwerking stimuleert onder andere door het vaststellen van richtlijnen voor het uitvoeren van studies.

<sup>6</sup> Beschikbare studies uitgevoerd volgens geharmoniseerde richtlijnen en acceptabel bevonden (door EU RAR, SCCS, US EPA en Health Canada): 28-dagen inhalatie studie met rat, ontwikkelingstoxiciteitstudie met rat en konijn en een genotoxiciteitstest (AMES).

aantal studies beschikbaar die niet volgens geharmoniseerde richtlijnen zijn uitgevoerd<sup>7</sup>. Waarom een studie niet volgens een richtlijn is uitgevoerd en wat de verschillen zijn is per studie verschillend. De evaluaties van EFSA, de EU (EU-RAR), SCCS, US EPA en Health Canada gaan daar op in. Hoewel deze studies niet te gebruiken zijn voor goedkeuringsdoeleinden van gewasbeschermingsmiddelen kunnen ze wel belangrijke informatie bevatten. Bij gebrek aan richtlijnstudies zijn deze studies geëvalueerd door de eerder genoemde instanties en besloten of ze bruikbaar zijn voor het afleiden van de referentiewaarden. Voor de goedkeuring van een werkzame stof van een gewasbeschermingsmiddel in de EU mist minimaal nog een metabolisme en farmacokinetiek studie, meerdere typen toxiciteitstudies (b.v. 28-dagen huidblootstelling met rat,) en een multigeneratie toxiciteitstudie met rat en een ontwikkelingsstudie met konijn.

Concluderend is er een beperkt dossier beschikbaar met richtlijnstudies. Op basis van dit beperkte dossier is door de evaluerende instanties (EFSA, SCCS, US-EPA en Health Canada) de hoeveelheid informatie voldoende bevonden voor het afleiden van referentiewaarden. De volgende paragrafen geven een samenvatting van de beschikbare gegevens.

Furfural kan omgezet worden tot furfuryl alcohol door darmbacteriën. Furfural en furfuryl alcohol worden snel opgenomen en bijna volledig uitgescheiden binnen 24 uur bij doseringen van 0,1 tot 200 mg/kg lichaamsgewicht. De EU RAR en SCCS-beoordeling gaan uit van een 90% orale opname. Er is geen informatie beschikbaar over de opname van furfural via de huid. Voor de opname via inhalatie wordt de standaard waarde van 100% opname gebruikt.

Er zijn verschillende toxiciteitsstudies geëvalueerd waarin ratten en muizen zijn blootgesteld aan furfural via het voedsel en inhalatie. Twee van deze studies zijn ontwikkelingstoxiciteit studies, één met rat en één met konijn. Twee van de studies zijn gecombineerde chronische en carcinogeniteitsstudies, één met rat en één met muis. De toxiciteitsstudies laten duidelijk zien dat furfural toxisch is voor de lever (leverenzym afwijkingen, verhoogd lever gewicht, en histopathologische afwijkingen in de lever) bij een minimale dagelijkse dosering van 90 mg/kg lichaamsgewicht in mannelijke ratten en bij 150 mg/kg lichaamsgewicht bij mannetjes en vrouwtjes muizen. In de carcinogeniteitsstudie met muizen wordt een verhoogd aantal goedaardige adenomen en kwaadaardige carcinomen in de lever gevonden bij mannetjes blootgesteld aan een dosering van 175 mg/kg lichaamsgewicht per dag. Genotoxiciteitstudies zijn negatief in bacteriën, maar humane cellijn studies en studies met de fruitvlieg (*Drosophila*) zijn wel positief. Op basis van deze resultaten is de genotoxiciteit van furfural nader onderzocht met een transgeen muismodel. Op basis van deze en andere negatieve in vivo studies is geconcludeerd dat furfural niet genotoxisch is. Hiermee is aangetoond dat het verhoogde aantal adenomen en carcinomen secundair is aan de levertoxiciteit en dat er een drempelwaarde (NOAEL, No Observed Adverse Effect Level) afgeleid kan worden (EFSA, 2004), wat de basis is van een gezondheidkundige referentie waarden voor consumptie en niet-consumptie (blootstelling via huid en inhalatie).

Voor het beoordelen van de veiligheid van gewasbeschermingsmiddelen voor mensen zijn er vier verschillende gezondheidkundige referentiewaarden nodig. Om de veiligheid van langdurige/chronische inname van furfural via het dieet te beoordelen wordt de blootstelling vergeleken met de "Dagelijkse Acceptabele Inname" (ADI). Om de risico's

---

<sup>7</sup> Beschikbare studies niet uitgevoerd volgens geharmoniseerde richtlijnen: 90-dagen toxiciteitstest met rat, 90-dagen toxiciteitstest met muis, chronische toxiciteitstest en carcinogeniteitstest met rat en muis, genotoxiciteitstest (*in vivo* gen mutatie test).

van kortdurende hoge inname van furfural via het dieet te beoordelen wordt de blootstelling vergeleken met de "Acute Referentie Dosis" (ARfD). Om de blootstelling via huid, inhalatie en evt. inname tegelijk te beoordelen (voor de toepasser, werker, omwonenden en recreanten) wordt de blootstelling vergeleken met een "Acceptable Operator Exposure Level" (AOEL). Om de blootstelling via huid, inhalatie en evt. inname tegelijk te beoordelen voor de omstander, wordt de blootstelling vergeleken met een "Acute Acceptable Operator Exposure Level" (AAOEL).

Voor deze vier gezondheidskundige referentiewaarden is de NOAEL van de 90-dagen toxiciteitstudie in rat, waar furfural is toegediend via de voeding, gebruikt. Deze studie is het meest kritisch (Jonker, 2000). Furfural werd via het dieet toegediend in doseringen van 0, tot 160 mg/kg lichaamsgewicht per dag voor mannetjes en van 0 tot 170 mg/kg lichaamsgewicht per dag voor vrouwtjes. Bij 82 mg/kg lichaamsgewicht per dag worden effecten op de lever gevonden (lever enzym afwijkingen, verhoogd lever gewicht, en histopathologische afwijkingen in de lever). Bij een dosering van 54 mg/kg lichaamsgewicht) worden geen nadelige effecten meer gezien, dit is de NOAEL.

#### *ADI:*

In het studierapport (Jonker, 2000) wordt een systemische NOAEL afgeleid van 54 mg/kg lichaamsgewicht per dag. Zowel EFSA (EFSA, 2004) als JECFA (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)(JECFA, 2000) hebben een ADI afgeleid van deze studie door een factor van 100 te gebruiken om de onzekerheid af te dekken van de extrapolatie van dier naar mens samen met de verschillen tussen mens. EFSA komt op een waarde van 0,54 mg/kg lichaamsgewicht per dag en JECFA heeft dit getal afgerond tot 0,5 mg/kg lichaamsgewicht per dag.

#### *ARfD:*

Het beperkte toxicologische studiepakket wat beschikbaar is geeft geen aanleiding om aan te nemen dat furfural acuut toxisch is (toxisch bij een hoge eenmalige consumptie). Er is geen gezondheidskundige referentiewaarde voor acute toxiciteit (ARfD) afgeleid voor furfural in een van de beschikbare referenties.

#### *AOEL:*

Er is geen AOEL door EFSA afgeleid zoals gebruikelijk in de beoordeling van een actieve stof voor een gewasbeschermingsmiddel, omdat de EFSA beoordeling het gebruik als voedseladditief betrof. De veilige interne systemische dosis is afgeleid van de studie met rat (Jonker, 2000). De NOAEL van 54 mg/kg lichaamsgewicht per dag. Met de standaardfactor voor de onzekerheid van 100 is de veilige interne systemische dosis 0,54 mg/kg lichaamsgewicht per dag. Deze waarde is identiek aan de door EFSA afgeleide ADI.

#### *AAOEL:*

Het beperkte toxicologische studiepakket wat beschikbaar is geeft geen aanleiding om aan te nemen dat furfural acuut toxisch is (toxisch bij een hoge eenmalige blootstelling). Er is geen acute AOEL afgeleid voor furfural in een van de beschikbare referenties.

### *2.3.2 Innameschatting van furfural behandelde producten*

Voor een veiligheidsbeoordeling via de inname van furfural behandelde gewassen is het noodzakelijk om de blootstelling (consumptie furfural) in te schatten en deze te vergelijken met de gezondheidskundige referentiewaarden (ADI en ARfD). Om de

blootstelling via consumptie te bepalen zijn concentratiedata van furfural op gewassen nodig samen met dieetinformatie, immers de concentratie op het gewas samen met de mate van consumptie van het gewas bepaalt de blootstelling.

*Residugehalte op gewassen:*

Furfural werd toegepast op consumptiegewassen (zoals aardbei, tomaat, appel, peer, ect.). Consumptiegewassen kunnen van nature ook furfural bevatten (EFSA, 2004). Helaas bevatten de beschikbare referenties geen lijst met van nature voorkomende concentraties aan furfural in consumptiegewassen.

Furfural werd toegepast via druppelleidingsystemen bij de wortels via een spuittoepassing direct toegepast op de bodem of onder de plant. Er was geen toepassing direct op het eetbare deel van de plant, maar bij spuittoepassingen kan er een geringe hoeveelheid spuitniveau terecht komen op de te consumeren delen van een plant. Ook zou furfural kunnen worden opgenomen door de plant via de bodem.

Om het risico van de furfuraltoepassing als gewasbeschermingsmiddel te bepalen moet de additionele concentratie (residuniveau) aan furfural door de toepassing op te consumeren delen van gewassen worden bepaald. Normaal gesproken wordt dit gedaan doormiddel van metabolisme- en residuproeven. Met behulp van metaboliseproeven wordt de opname, distributie en metabolisme van furfural onderzocht in planten. De residu- of veldproeven worden gebruikt om het residugehalte van furfural op en in de te consumeren delen van gewassen te bepalen bij goed landbouwkundig gebruik van het middel. Er zijn echter geen metabolisme- en residuproeven van furfural-bevattende middelen beschikbaar in de literatuur. Het is niet mogelijk om het residuniveau per gewas te modelleren m.b.v. aannames. Daarvoor is geen (geharmoniseerde) methodiek beschikbaar. Residuniveaus van (restanten van) werkzame stoffen in gewasbeschermingsmiddelen verschillen per gebruik en per plant. Het gedrag van het residu is afhankelijk van de specifieke stoffeigenschappen (b.v. vet/wateroplosbaarheid, lichtgevoeligheid) van het residu en van plant specifieke opname, verdeling, metabolisme en uitscheiding per plant. Ook hebben zaai/plantdichtheid, groei (groeiverdunning), bodemtype en klimatologische omstandigheden invloed op het residuniveau. Op basis van de beschikbare gegevens is het niet mogelijk om deze factoren te schatten. Van vele werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen zijn residudata beschikbaar vanuit handhavingsactiviteiten van de NVWA. NVWA meet residugehalten in gewassen en producten die beschikbaar zijn in de handel. Deze data wordt verzameld en ontsloten via de RIVM KAP database ([chemkap.rivm.nl](http://chemkap.rivm.nl)). Van furfural zijn geen monitoringdata beschikbaar in deze database. Furfural wordt niet geanalyseerd omdat het niet in de gangbare multimethode gemeten wordt (een methodiek om vele stoffen tegelijkertijd te analyseren in te consumeren producten). Hoewel het technisch mogelijk is om furfural in een multimethode op te nemen, is tot op heden geen aanleiding geweest om furfural te analyseren (aangezien er geen EU gebruik is en er tot op heden geen meldingen van illegaal gebruik waren). Veelvuldig illegaal gebruik zou een aanleiding kunnen zijn om furfural op te nemen in de multimethode.

Furfural is een vluchtige stof (dampspanning van 1.33-173 hPa bij 18,5 °C (EU RAR, 2011)) en breekt snel af onder daglicht met een halfwaardetijd van 0,44 dagen (EU RAR, 2011). Furfural breekt snel af in de bodem met halfwaardetijden (DT50) van 0,7 tot 28,8 uur voor afbraak in een aerobe bodem (lemig zand) bij een dosering van 150 mg/kg grond (EHC, 2011).

Gezien de vluchtigheid van furfural en de snelle afbraak onder daglichtomstandigheden in de bodem is het niet te verwachten dat de in deze beoordeling beschreven furfural toepassing meetbaar bijdraagt aan het van nature aanwezige niveau op planten. Echter, gezien de hoge doseringen van de furfural-middelen volgens de gebruiksaanwijzing kan een additioneel residuniveau door de toepassing direct na de oogst ook niet worden uitgesloten. Op basis van de beschikbare gegevens is het niet in te schatten wat het

eventuele effect van de wachttijd (tijd tussen toepassen en oogst) is op het residuniveau in de plant.

Samenvattend betekent dit dat er onvoldoende informatie is en er zijn te veel variabelen om aannames te doen over de hoogte van residuniveaus in het eetbare deel van de plant na een bespuiting met een furfural-bevattend middel. Additioneel residu op of in het eetbare deel van de plant kan niet worden uitgesloten. We schatten de bijdrage aan het totale gehalte furfural op/in de plant in als gering gezien de toepassingstechnieken en de stofspecifieke eigenschappen van furfural.

Om toch een veiligheidsbeoordeling uit te voeren is er voor deze beoordeling voor de concentratie furfural in te consumeren gewassen gebruik gemaakt van de EU MRLs zoals gepubliceerd in verordening (EG) Nr. 839/2008, ofwel voor de berekeningen is er uitgegaan dat de gewassen furfural bevatten met een niveau van de MRL. Zoals in de inleiding besproken ontbreekt de wetenschappelijke beoordeling van deze MRLs maar is het waarschijnlijk dat deze hoog zijn vastgesteld vanwege de van nature voorkomende gehalten aan furfural in producten om zo mogelijke te hoge furfural gehalten bij het verhandelen van producten te voorkomen. Voor rauwe agrarische producten is de standaard MRL 1,0 mg/kg, de MRL voor uien is 5 mg/kg en voor suikerbiet 2 mg/kg (zie bijlage 1 voor de volledige lijst met EU MRL's, waarom de MRL voor ui en suikerbiet afwijkt van de 1,0 mg/kg is niet bekend).

#### *Blootstellingsmodellen:*

Om de consumptieblootstelling op basis van de MRLs te bepalen is er gebruik gemaakt van de Nederlandse dieet modellen (van der Velde-Koerts et al., 2010). Met de National Estimated Daily Intake (NEDI) (Bijlage 2) en de Nederlandse National Estimate of Short Term Intake (NESTI) (Bijlage 3) dieetmodellen wordt respectievelijk de chronische en de acute blootstelling aan residuen van gewasbeschermingsmiddelen berekend. De chronische blootstelling omvat het scenario waarbij levenslang dagelijks meerdere producten met residuen van gewasbeschermingsmiddelen worden geconsumeerd. De acute blootstelling omvat het scenario waarbij een liefhebber een grote portie eet in een kort tijdsbestek (een dag). In dit scenario wordt één product beoordeeld met de aanname dat de kans klein is dat twee producten met residuen van één gewasbeschermingsmiddel tegelijkertijd in grote hoeveelheden tegelijk geconsumeerd worden. De acute en chronische blootstellingschattingen zijn gebaseerd op dezelfde voedselconsumptiedatabase, maar gebruiken andere portiegroottes. Voor de acute blootstelling wordt een grote portie afgeleid uit de voedselconsumptiepeiling vanuit het 97,5% van de verdeling van portiegroottes van een bepaald product op een willekeurige consumptiedag. Voor de chronische blootstelling wordt uitgegaan van gemiddelde portiegroottes per dag van een product, die zijn gebaseerd op consumptiegegevens over tenminste twee consumptiedagen. Voor de berekening van hoge consumptie voor de acute blootstelling zijn ook consumptiedatabases met maar één consumptiedag geschikt.

De chronische inname wordt berekend op basis van gemiddelde consumpties van producten die het residu van een gewasbeschermingsmiddel kunnen bevatten voor verschillende bevolkingsgroepen. De algemene formule voor deze berekening is:

$$NEDI = \sum_{i=1}^n \frac{STMRI_i \times Fi}{bw}$$

- NEDI = Nederlands (Dutch) Estimated Daily Intake, in mg/kg lichaamsgewicht per dag;

- $F_i$  = gemiddelde portiegrootte van een product van een bepaalde bevolkingsgroep (kinderen, volwassenen, algemene populatie) van verschillende nationale voedselconsumptiepeilingen, in gram per persoon per dag;
- $n$  = aantal producten waarin het gewasbeschermingsmiddel is toegelaten of kan voorkomen;
- $STMR_i$  = gemiddelde residu in het rauwe eetbare gedeelte (EP) van mengmonsters voor een bepaald product, in mg/kg;
- $bw$  = gemiddelde lichaamsgewicht van een leeftijd / bevolkingsgroep, in kg.

De acute blootstelling wordt berekend via verschillende formules; welke wordt gebruikt hangt af van het product dat beoordeeld moet worden. Een voorbeeld is:

$$NESTI = \frac{LP \times HR}{bw}$$

- $NESTI$  = Nederlands (Dutch) Estimate of Short-Term Intake, in mg/kg lichaamsgewicht per dag;
- $LP$  = 'Large Portion'; het hoogste 97,5% van een verdeling van portiegroottes van een bepaalde bevolkingsgroep (kinderen, volwassenen, algemene populatie) die het betreffende product daadwerkelijk heeft gegeten ('consumers-only') verkregen uit de verschillende nationale voedselconsumptiepeilingen, in gram per persoon per dag;
- $HR$  = hoogste residu in het rauwe eetbare gedeelte (EP) van mengmonsters voor een bepaald product, in mg/kg;
- $bw$  = gemiddelde lichaamsgewicht van een leeftijd / bevolkingsgroep, in kg.

Door gebrek aan residuegegevens is de  $STMR$  en de  $HR$  van de bovenstaande formules voor deze beoordeling vervangen door de  $MRL$ . Normaalgesproken is de  $MRL$  hoger en worst-case dan de  $STMR$  en de  $HR$  (om een veilige handel te garanderen), echter bij gebrek aan gegevens is dat voor furfural niet vast te stellen omdat er geen  $STMR$  en  $HR$  getallen beschikbaar zijn voor de behandelde gewassen. De invoer in beide formules met betrekking tot de consumptie (respectievelijk  $LP$  en  $F_i$ ) is gebaseerd op individuele Nederlandse consumptiegegevens en de bijbehorende lichaamsgewichten. Voor de kinderen zijn hiervoor de gegevens gebruikt van de Nederlandse voedselconsumptiepeiling 2005-2006 onder jonge kinderen van 2 t/m 6 jaar (Ocké et al., 2008) en een voedselconsumptieonderzoek onder jonge kinderen in de leeftijd van 8 t/m 20 maanden (de Boer et al., 2016). Voor de volwassenen zijn de gegevens gebruikt van de nationale Nederlandse voedselconsumptiepeiling van 1997/1998 (VCP, 1998; Kistemaker et al., 1998).

### 2.3.3 Veiligheidsbeoordeling humane consumptie

#### *Resultaten chronische risicobeoordeling:*

Voor de Veiligheidsbeoordeling van een chronisch dieet van furfural via consumptie van plantaardige en dierlijke producten is er gebruik gemaakt van alle  $MRL$ s uit verordening (EG) Nr. 839/2008 samen met de gezondheidskundige referentiewaarde voor de chronische blootstelling (de  $ADI$ ) van 0,54 mg/kg lichaamsgewicht per dag. Deze gegevens zijn ingevoerd in het Nederlandse dieetmodel Dutch TMDI-NEDI (Velde-Koerts, T. van der, 2010). De maximale blootstelling is 21% van de  $ADI$ , met de hoogste bijdrage via melk (11%), en banaan (0,9%) voor het Nederlandse peuter dieet. Peuters zijn meestal de meest kritische consumptiegroep; zij eten gemiddeld meer ten opzichte van hun lichaamsgewicht. Ook voor de andere consumptiegroepen is de maximale blootstelling lager dan de  $ADI$  (zie tabel 2). Hieruit blijkt dat de chronische inname van furfural veilig is bij residuniveaus van de  $MRL$ . Bij deze beoordeling is geen rekening gehouden met de mogelijke hogere residuconcentratie op specifieke gewassen ten gevolge van het illegale gebruik. De beoordeling toont aan dat een verhoogde inname van furfural niet meteen hoeft te leiden tot een overschrijding van de  $ADI$  en daarmee tot gezondheidsrisico's.



Tabel 2. Blootstelling aan furfural via voedsel op basis van beschikbare MRLs

Peuters (8-20 maanden)	Kinderen (2-6 jaar)	Algemene bevolking (0-79 jaar)
21.1% van ADI	11.6% van ADI	5.1% van ADI

#### *Resultaten acute veiligheidsbeoordeling:*

Het beperkte toxicologische studiepakket wat beschikbaar is geeft geen aanleiding om aan te nemen dat furfural acuut toxisch is (toxisch bij een hoge eenmalige consumptie). Er is geen gezondheidskundige referentiewaarde voor acute toxiciteit (ARfD) afgeleid door EFSA voor furfural. Een acute veiligheidsbeoordeling is daarom niet noodzakelijk. Echter vanwege het beperkte studiepakket is er een worst-case berekening uitgevoerd met de ADI. Wanneer gebruik gemaakt wordt van de ADI (deze is per definitie lager dan of identiek aan de ARfD) voor de acute veiligheidsbeoordeling, en er wederom gebruik gemaakt wordt van de MRLs ((EG) Nr. 839/2008) en Nederlandse dieetmodel voor acute blootstelling (NESTI) wordt er geen overschrijding van de ADI geconstateerd. De hoogste inname is voor aardappel en meloen (beide 28% van de ADI). Hieruit kan geconcludeerd worden dat de acute inname van furfural veilig is bij residuniveaus gelijk aan de MRL.

Voor zowel de chronische als acute berekening geldt dat de MRLs rekeninghouden met een natuurlijke achtergrond concentratie furfural in producten. Door gebrek aan data is echter onzeker en niet te controleren of de MRLs hoog genoeg zijn om geen problemen bij het verhandelen van producten, of dat ze een overschatting geven van de daadwerkelijke situatie. Daarbij is het onduidelijk of de MRLs in voldoende mate de furfural niveaus afdekken bij vorming van furfural door verhitting. Voor de chronische en de acute veiligheidsbeoordeling geldt wel dat de additionele blootstelling via cosmetica (2,9 µg/kg lg/dag) en smaakstoffen (10 µg/kg lg/dag) verwaarloosbaar is.

#### *Veilige concentraties furfural in te consumeren producten:<sup>8</sup>*

Op dit moment zijn er geen producten geanalyseerd op furfural, maar mogelijk heeft de NVWA intenties om in de toekomst gewassen te analyseren. Om te bepalen of een individueel product veilig is voor de consumptie moet het geanalyseerde gehalte in een product vergeleken worden met een concentratie die nog net veilig is (ofwel het residu niveau in een product wat leidt tot een 100% opvulling van de ADI of ARfD).

Bij het chronische dieet wordt er rekening gehouden met een levenslange blootstelling aan alle residu bevattende gewassen. De totale consumptie mag niet meer zijn dan de ADI (ofwel 100% opvulling van de ADI). Het is onlogisch om voor de chronische inname een veilig gehalte te bepalen voor individuele gewassen waarbij de maximale concentratie berekend wordt voor één gewas en alle andere gewassen op 0 mg/kg (of de detectie limiet) gezet worden. Er dient een verdeling gemaakt te worden van de gehalten tussen de verschillende gewassen. Dit is op voorhand niet uitvoerbaar, het ene gewas zou een hogere concentratie mogen bevatten als het andere gewas een lagere concentratie

---

<sup>8</sup> Deze veilige concentratie moet niet verward worden met een MRL. Een reguliere MRL dient veilig te zijn maar is primair gebaseerd op het toegelaten gebruik van een gewasbeschermingsmiddel, een bepaalde dosering leidt tot een bepaald residu niveau. Op basis van dit residu niveau wordt de MRL afgeleid. Omdat het toegelaten gebruik ook veilig moet zijn voor mens (toepasser, werker, omstander, ect.) en milieu houdt een MRL daar impliciet rekening mee. Dit is niet het geval voor de hier afgeleide veilige residuniveaus, van deze concentraties is alleen de veiligheid via consumptie beoordeeld.

bevat. Daarom kunnen voor een chronische inname individuele veilige maximale concentraties voor gewassen en producten niet worden afgeleid.

Voor een kortdurende hoge inname kunnen wel individuele veilige maximale concentraties berekend worden. Voor acute inname berekeningen wordt er altijd vanuit gegaan dat iemand slechts van één gewas een liefhebbersportie met een hoog residu tot zich neemt. Er wordt dus geen rekening gehouden met inname via andere gewassen. Voor deze berekeningen moet een acute referentie dosis (ARfD) beschikbaar zijn. Zoals aangegeven is er voor furfural geen ARfD afgeleid. Echter als worst-case kan de berekening uitgevoerd worden met de ADI (per definitie is deze lager of gelijk aan de ARfD). Voor onderstaande berekeningen in Tabel 3 is gebruik gemaakt van het Nederlandse model voor kort durende en hoge inname (NESTI model). In dit model kan daarom door handmatig invullen van residugehaltes per gewas bepaald worden bij welke waarde de NESTI gelijk wordt aan de ARfD (in dit geval de ADI) en volledig opgevuld wordt (100% ADI). Er worden verschillende formules in de spreadsheet gebruikt (zie paragraaf met de acute veiligheidsbeoordeling). In dit geval is alleen de HR variabele en bepaald door het handmatig invullen en gerapporteerd in tabel 3 samen met de meest kritische dieetgroep die bij die concentratie hoort. De overige getallen (LP, en lichaamsgewicht) zijn vaste waarden.

*Tabel 3. Maximale concentraties furfural in gewassen waarbij bij hoge eenmalige blootstelling geen effecten op de gezondheid te verwachten zijn.*

Gewas	Maximale concentratie leidend tot 100% ADI (i.p.v. ARfD)(mg/kg)	Leeftijd meest kritische consumptiegroep
aardbeien	33,0	8-20 maanden
blauwe bessen	134,5	2-6 jaar
meloenen	8,4	2-6 jaar
druiven (tafel)	8,0	2-6 jaar
citrusvruchten		
- grapefruit	13,5	8-20 maanden
- sinaasappelen	5,6	8-20 maanden
- citroenen	133,5	1-97 jaar
- limoenen	423	1-97 jaar
- mandarijnen	9,3	8-20 maanden
courgettes	15,2	8-20 maanden
komkommers	13,2	2-6 jaar
tomaten	9,6	8-20 maanden
paprika's	27,9	2-6 jaar

Consumptiegroepen zijn gebaseerd op consumptiepeilingen (VIO, 2002 voor peuters 8-20 maanden; VCP kids 2005-2006 (voor 2-6 jarige kinderen); VCP-3, 1997-1998 voor algemene populatie) zoals beschreven in het model (NESTI, 2010).

*2.3.4 Veiligheidsbeoordeling voor de toepasser, werker, omstander en omwonenden*  
 Voor een veiligheidsbeoordeling voor de toepasser, werker, omstander en omwonenden wordt de blootstelling (via de huid, inhalatie of evt. oraal) vergeleken met de gezondheidskunde referentie waarde (AOEL, AAOEL). De blootstelling wordt ingeschat met EU geharmoniseerde modellen (Ctgb, 2017)(EFSA, 2014).

*Toepassingsscenario's*

Op basis van de in Tabel 1 beschreven gebruiken van furfural middelen is een aantal scenario's bepaald die relevant zijn voor de veiligheidsbeoordeling. Er zijn vier verschillende scenario's gedefinieerd:

- 1) machinaal neerwaarts spuiten met (a) en zonder drift reductie (b),
- 2) handmatig spuiten in een kas,
- 3) handmatig spuiten buiten en
- 4) mengen en laden ten behoeve van het vullen van een druppelleidingsysteem.

Een aantal gewassen worden op een vergelijkbare manier behandeld, van deze gewassen is alleen het risico van de meest kritische toepassing, met de hoogste dosering, bepaald. De meest kritische scenario's zijn beschreven in tabel 5.

*Blootstellingsschattingen*

Van de beschreven toepassingsscenario's wordt voor de relevante groepen de blootstelling ingeschat. De blootstelling wordt bepaald voor de toepasser van het middel, de werker die het behandelde gewas betreedt, de omstander ten tijde van het gebruik, omwonenden en voor recreanten die behandeld gras betreden. De modellen die gebruikt worden voor het inschatten van de blootstelling zijn in lijn met het Ctgb Evaluation manual voor toelating van gewasbeschermingsmiddelen (Ctgb, 2017). Voor alle scenario's is het EFSA OPEX (Operator Exposure) model gebruikt, behalve voor het gebruik in de kas voor de toepasser. Voor dat scenario is het Nederlandse kasmodel gebruikt. Beide modellen zijn beschikbaar in bijlagen 4 en 5.

*Toepasser:*

Een toepasser is een persoon die betrokken is bij activiteiten rondom het toepassen van een gewasbeschermingsmiddel en bij de toepassing zelf. Deze activiteiten zijn bijvoorbeeld het mengen en laden van het product in de toepassingsmachinerie (een spuit of de irrigatie tank), het daadwerkelijk gebruiken (toepassen) m.b.v. de machine (b.v. spuiten), het evt. repareren, legen en schoonmaken van de machine. Het EFSA blootstellingsmodel heeft de mogelijkheid om de blootstelling via mengen en laden in te schatten (zie tabel 4), en de gecombineerde blootstelling van het toepassen, repareren, legen en schoonmaken (zie tabel 4).

Om de blootstelling te verminderen kan er gebruik gemaakt worden van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals een (chemisch resistente) overall, handschoenen en adembescherming (filtermasker), waarbij voor adembescherming standaardwaarden gebruikt worden (zie EFSA, 2014a en bijlage 4). Zowel huid als inhalatie blootstelling wordt meegenomen in de blootstellingsberekening (orale blootstelling is verwaarloosbaar). Om de externe blootstelling op de huid naar een interne blootstelling (in het menselijk lichaam) te berekenen is er gebruik gemaakt van de EFSA standaardwaarden zoals omschreven in het EFSA guidance document voor de beoordeling van dermale absorptie (EFSA, 2017). Voor water oplosbare stoffen zoals furfural is dat 10% voor het middel met furfural en 50% voor de te spuiten verdunning. Voor inhalatie wordt er standaard uitgegaan van een volledige 100% opname.

Tabel 4. Respectievelijke blootstelling in µg, (onvertaald uit EFSA, 2014).

<b>Mixin</b>		$\log \exp = a \cdot \log TA + [\text{formulation type}] + \text{constant}$
--------------	--	---

<b>g/ loading - tank</b>	hands	$\log D_{M(H)} = 0.77 \cdot \log TA + 0.57 [\text{liquid}] + 1.27 [\text{WP}] - 0.29 [\text{glove wash}] + 3.12$
	protected hands	$\log D_{M(Hp)} = 0.65 \cdot \log TA + 0.32 [\text{liquid}] + 1.74 [\text{WP}] + 1.22$
	body	$\log D_{M(B)} = 0.70 \cdot \log TA + 0.46 [\text{liquid}] + 1.83 [\text{WP}] + 3.09$
	protected body	$\log D_{M(Bp)} = 0.89 \cdot \log TA + 0.11 [\text{liquid}] + 1.76 [\text{WP}] + 1.27$
	head	$\log D_{M(C)} = \log TA + 0.90 [\text{liquid}] + 1.28 [\text{WP}] + 1.79 [\text{no face shield}] - 0.98$
	inhalation	$\log I_m = 0.30 \cdot \log TA - 1.00 [\text{liquid}] + 1.76 [\text{WP}] + 1.57$
<b>Down ward spraying - vehicle- mounted</b>		$\log \exp = a \cdot \log TA + [\text{droplets}] + [\text{equipment}] + \text{constant}$
	hands	$\log D_{A(H)} = \log TA + 0.37 [\text{normal droplets}] - 1.04 [\text{normal equipment}] + 2.84$
	protected hands	$\log D_{A(Hp)} = 0.54 \cdot \log TA + 1.11 [\text{normal droplets}] + 0.29 [\text{normal equipment}] - 0.23$
	body	$\log D_{A(B)} = \log TA + 0.81 [\text{normal droplets}] - 1.43 [\text{normal equipment}] + 2.54$
	protected body	$\log D_{A(Bp)} = \log TA + 0.70 [\text{normal droplets}] - 1.09 [\text{normal equipment}] + 0.74$
	head	$\log D_{A(C)} = \log TA + 0.88 [\text{normal droplets}] - 0.53 [\text{normal equipment}] + 0.24$
inhalation	$\log I_A = 0.50 \cdot \log TA + 0.01 [\text{normal droplets}] - 0.71 [\text{normal equipment}] + 0.72$	
<b>Down ward spraying - hand- held</b>		75 <sup>th</sup> percentile (above 1.5 kg a.s. linear extrapolation)
	hands	1544
	protected hands	5
	body	88868
	protected body	8903
	head	12
inhalation	26	

TA is 'total amount' actieve stof toegepast per dag in (in kg a.s./dag).

$D_{M(H)}$  = Dermale blootstelling van de handen tijdens mengen en laden.

$D_{M(Hp)}$  = Dermale blootstelling van de handen met handschoenen tijdens mengen en laden.

$D_{M(B)}$  = Dermale blootstelling van het lichaam tijdens het mengen en laden.

$D_{M(Bp)}$  = Dermale blootstelling van het lichaam met overall tijdens het mengen en laden.

$D_{M(C)}$  = Dermale blootstelling van het hoofd tijdens mengen en laden.

$I_m$  = Inhalatie blootstelling tijdens mengen en laden.

$D_{A(H)}$  = Dermale blootstelling van de handen tijdens toepassen.

$D_{A(Hp)}$  = Dermale blootstelling van de handen met handschoenen tijdens toepassen.

$D_{A(B)}$  = Dermale blootstelling van het lichaam tijdens het toepassen.

$D_{A(Bp)}$  = Dermale blootstelling van het lichaam met overall tijdens het toepassen.

$D_{A(C)}$  = Dermale blootstelling van het hoofd tijdens toepassen.

$I_A$  = Inhalatie blootstelling tijdens toepassen.

WP is wettable powder. De furfural middelen zijn allen vloeistoffen, de WP waarde is daarom niet relevant.

#### Werker:

Werkers zijn personen die beroepsmatig (gedurende een volledige werkdag, of enkele uren) in aanraking komen met behandelde gewassen of een ruimte betreden waar een behandeling heeft plaatsgevonden. Voorbeelden zijn het oogsten van gewassen, gewas inspecties, het verpakken en sorteren en bundelen van behandelde gewassen. De beschikbare data in het blootstellingsmodel geven alleen de mogelijkheid om de blootstelling te berekenen wanneer het gewas wordt aangeraakt direct na toepassen en

het gewas is opgedroogd. Hierbij wordt dus uitgegaan van een realistisch worst-case. Er wordt aangenomen, en is algemeen geaccepteerd, dat een werknemer nooit een na bespuiting nog vochtig gewas zal betreden.

De externe huidblootstelling van een werker wordt berekend met:

$$PDE = DFR \times TC \times T \times MAF / 1000$$

PDE = potentieel dermale blootstelling, in mg furfural per dag.

DFR = afveegbaar residu op een plant (dislodgeable foliar residue), in  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ . Standaard waarde is  $3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  per k.g. a.s. toegepast.

TC = overdracht coefficient (transfer coefficient), in  $\text{cm}^2/\text{h}$ . TC waarden verschillen per gewas. Een overzicht is beschikbaar in EFSA guidance document voor blootstellingsberekeningen (EFSA, 2014).

T = tijd, in uur per dag. Een standaard werkdag van 8 uur.

MAF = factor voor herhaalde toepassing (multiple application factor), deze factor is afhankelijk van het aantal toepassingen en de halfwaarde tijd van een chemische stof, voor meer details zie het EFSA guidance document voor blootstellingsberekeningen (EFSA, 2014).

De inhalatie blootstelling van een werker wordt berekend met:

$$PIE = AR \times TSF$$

PIE = potentiële inhalatie blootstelling, in mg a.s. /uur geïnhaleerd.

AR = Dosering van de toepassing (application rate), in kg a.s. per hectare.

TSF = Taak specifieke factor, in hectare/uur  $\times 10^{-3}$ . Een overzicht is beschikbaar in EFSA guidance document voor blootstellingsberekeningen (EFSA, 2014).

Omdat werkers geacht worden bewust te zijn van het feit dat ze in behandelde gewassen werken kan de blootstelling gereduceerd worden met handschoenen (EFSA, 2014). Er wordt algemeen aangenomen dat werken met een chemisch resistente overall en gelaatsbescherming gedurende een volledig werkdag niet uitvoerbaar is en derhalve niet als optie opgenomen in de verfijningen van de blootstellingsberekening.

#### *Omstanders:*

Omstanders zijn personen die aanwezig kunnen zijn bij of direct naast een gebied waar gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast. Zij worden blootgesteld aan de spuitdrift van gewasbeschermingsmiddelen (dus niet van toepassing voor het scenario waar de middelen worden toegepast via het irrigatie systeem). De blootstelling is incidenteel en kortdurend en niet gerelateerd aan werk. Een omstander wordt niet geacht zich te kunnen beschermen tegen blootstelling (m.b.v. handschoenen, overall of adembescherming). Onder omstanders worden zowel kinderen (+/- 4 jaar) als volwassenen verstaan.

De interne blootstelling via de huid van een omstander wordt berekend met:

$$SEBd = (AR \times D \times TTR \times TC \times H \times DA) / BW$$

SEBd = systemische blootstelling omstander (dermaal), in mg/kg lichaamsgewicht per dag.

AR = dosering, in  $\text{mg}/\text{cm}^2$ .

D = drift, in percentage. Er dient rekening gehouden te worden met meerdere toepassingen en de afbraak (halfwaardetijd).

TTR = turf overdraagbaar residu (turf transferable residues), in percentage.

TC = Overdracht coefficient, (transfer coefficient), in  $\text{cm}^2/\text{uur}$ . Standaard waarden zijn  $14500 \text{ cm}^2/\text{uur}$  voor volwassenen en  $5200 \text{ cm}^2/\text{uur}$  voor kinderen.

H = tijd, in uur. Standaard waarde is 2 uur.

DA = dermale absorptie, percentage dermale absorptie van een spuitverdunding.

BW = lichaamsgewicht (body weight), kilogram. Standaard 60 kg voor volwassenen en 10 kg voor kinderen.

Voor kinderen wordt er ook nog rekening gehouden met blootstelling via hand-mond contact.

De interne blootstelling via inhalatie wordt berekend met:

$$SEBi = (VC \times IR \times IA) / BW$$

SEBi = systemische blootstelling omstander (inhalatie), in mg /kg lichaamsgewicht per dag

VC = concentratie stof in de damp (vapour concentration), in mg/m<sup>3</sup>.

IR = inhalatie hoeveelheid, in m<sup>3</sup> per dag. Zie EFSA guidance voor blootstellingsschattingen voor standaardwaarden.

IA = inhalatie absorptie, standaard 100%.

BW = lichaamsgewicht (body weight), in kilogram. Standaard 60 kg voor volwassenen en 10 kg voor kinderen.

#### *Omwonenden:*

Omwonenden zijn personen die wonen, werken of op school of een ander instituut zitten naast of in de buurt van een gebied waar gewasbeschermingsmiddelen gebruikt worden. Zij worden blootgesteld aan spuitdrift van gewasbeschermingsmiddelen (dus niet van toepassing voor het scenario waar middelen worden toegepast via het irrigatie systeem). De blootstelling is kortdurend en niet gerelateerd aan werk omstandigheden.

Omwonenden worden niet geacht zich te kunnen beschermen tegen blootstelling (m.b.v. handschoenen, overall of adembescherming). Onder omwonenden worden zowel kinderen (+/- 4 jaar) als volwassenen verstaan.

De interne blootstelling via de huid van omwonenden wordt berekend met:

$$SERd = (AR \times D \times TTR \times TC \times H \times DA) / BW$$

SERd = systemische blootstelling omwonenden (dermaal), in mg/kg lichaamsgewicht per dag.

AR = dosering, in mg/cm<sup>2</sup>.

D = drift, in percentage. Er dient rekening gehouden te worden met meerdere toepassingen en de afbraak (halfwaardetijd).

TTR = turf overdraagbaar residu (turf transferable residues), in percentage. Voor vloeistoffen is de standaard 5%.

TC = Overdracht coefficient, (transfer coefficient), in cm<sup>2</sup>/uur. Standaard waarden zijn 7300 cm<sup>2</sup>/uur voor volwassenen en 2600 cm<sup>2</sup>/uur voor kinderen.

H = tijd, in uur. Standaard waarde is 2 uur.

DA = dermale absorptie, percentage dermale absorptie van een spuitverdunding.

BW = lichaamsgewicht (body weight), kilogram. Standaard 60 kg voor volwassenen en 10 kg voor kinderen.

Voor kinderen wordt er ook nog rekening gehouden met blootstelling via hand-mond contact. De berekening voor de interne blootstelling via inhalatie is identiek aan die van omstanders.

#### *Recreanten (grasland):*

Voor recreanten die behandeld grasland betreden is er vanwege het intensieve contact (b.v. door sporten) een specifieke module in het EFSA-blootstellingsmodel (bijlage 4) opgenomen. De berekeningsmethodiek die gebruikt wordt is identiek aan die van werkers met een vergelijkbare DFR (afveegbaar residuniveau), en een standaard TC (overdracht

factor van behandeld oppervlak (blad) naar het menselijk lichaam) van 7500 cm<sup>2</sup> per uur en een standaard 15 minuten blootstelling. Voor kinderen wordt er daarbij ook nog rekening gehouden met hand-mond contact.

#### *Invoerparameters in de blootstellingsberekeningen:*

De belangrijkste invoerparameters van de blootstellingsberekening zijn benoemd in tabel 5 en zijn in lijn met het beoogde gebruik van de beschikbare etiketten, de spuitvoluminatable van Ctgb (Ctgb, 2014a) en het EFSA guidance document voor blootstellingsschattingen van gewasbeschermingsmiddelen (EFSA, 2014a). Overige standaardwaarden zijn terug te vinden in het EFSA guidance document voor blootstellingsschattingen van gewasbeschermingsmiddelen (EFSA, 2014a). Daarbij dient opgemerkt te worden dat verwacht wordt dat het aantal toepassingen bij een interval van minimaal 14 dagen geen effect heeft op de blootstelling van werkers, omwonenden en recreanten aangezien de halfwaardetijd zeer kort is. Op basis van de afbraakgegevens in de bodem en onder daglichtomstandigheden (EU RAR, 2008) is er in de blootstellingsberekeningen uitgegaan van een worst-case halfwaardetijd van 2 dagen voor de afbraak van furfural op het blad. Zoals hierboven aangegeven is het scenario waar recreanten (die gras betreden) alleen berekend voor de toepassingen op grasland. In kassen is alleen het toepasser- en werkersscenario uitgerekend. Het is gangbare praktijk dat gedurende een bespuiting in de kas er geen omstanders aanwezig zijn. Tot slot is er voor de druppelleidingmethode alleen uitgegaan van blootstelling van de persoon die de vloeistof aanmaakt (mengen en laden). De druppelleidingmethode is een zeer gerichte toepassing, direct in de grond of bij het substraat van de plant. Daarom wordt er geen blootstelling verwacht voor werkers, omstanders en omwonenden.

#### *Resultaten blootstellingsberekeningen en veiligheidsbeoordeling*

Tabel 6 bevat de cumulatieve blootstellingsgetallen (dermaal, inhalatie en voor kinderen oraal). De rood en cursief gemarkeerde getallen in tabel 6 zijn de blootstellingsgetallen hoger dan de veilige interne systemische dosis (AOEL van 0,54 mg/kg lg per dag). Dit betekent voor de toepasser dat effecten op de gezondheid bij het machinaal neerwaarts spuiten van grasmatten, het spuiten van tomaten in de kas, en het handmatig spuiten van bloemen niet kunnen worden uitgesloten. De blootstelling kan tot een veilig niveau gereduceerd worden met overall en handschoenen. Inhalatie bescherming is dan niet nodig. Aangezien inhalatiebescherming als meest belastend wordt ervaren, wordt in principe eerst berekend of een veilige blootstelling kan worden gerealiseerd met alleen handschoenen en/of overall). Of persoonlijke beschermingsmiddelen ook daadwerkelijk gebruikt zijn is niet te achterhalen.

Voor de werker kunnen, bij alle vier de spuitscenario's, effecten op de gezondheid niet worden uitgesloten. Alleen de handmatige toepassing in de kas kan tot een veilige blootstelling gereduceerd worden indien handschoenen worden gedragen.

Voor volwassen omstanders is er geen effect op de gezondheid te verwachten, voor kinderen kunnen effecten op de gezondheid niet worden uitgesloten bij het buiten machinaal neerwaarts spuiten en handmatig spuiten. Met drift-reducerende maatregelen<sup>9</sup> zijn er geen effecten op de gezondheid te verwachten voor kinderen bij een machinaal neerwaartse bespuiting. Het is niet bekend of de toepassers drift-reducerende maatregelen hebben gebruikt bij het toepassen van de furfural-middelen.

---

<sup>9</sup> Drift kan gereduceerd worden door de druppelgrootte van een spuit aan te passen. Een grotere druppel is zwaarder en zal minder ver van de spuitplek verwaaien.

Er worden geen gezondheidseffecten verwacht voor volwassen omwonenden. Effecten op de gezondheid kunnen niet worden uitgesloten voor omwonende kinderen bij het machinaal neerwaarts spuiten op grasmatten. Dit kan gereduceerd worden tot een veilige blootstelling door drift reducerende maatregelen. Ook kunnen de effecten op de gezondheid voor omwonende kinderen bij het handmatig toepassen met een rugspuit op bloemen buiten niet worden uitgesloten. Tot slot kunnen effecten op de gezondheid niet worden uitgesloten voor volwassenen en kinderen die het behandelde gras (inclusief sportvelden, ect.) betreden.



Tabel 5. Overzicht van meest kritische gebruiken en het daarbij horende scenario.

Scenario's	Gewas	Spuitvolume verdunde oplossing (L/ha)	Dosering furfural (kg / ha)	Te behandelen oppervlak per toepassing (ha)	Maximaal aantal toepassingen per jaar	Interval tussen in dagen	Model
1a Machinaal neerwaarts spuiten	Grasmatten	600	16	50	1	-	EFSA opex
1b2 Machinaal neerwaarts spuiten + drift reductie	Grasmatten	600	16	50	1	-	EFSA opex
2 Handmatig spuiten in de kas	Tomaten in kas	500	2	1	6	28	NL kasmodel + EFSA opex worker
3 Handmatig spuiten met rugspuit buiten	Bloemen buiten	400	8	1	13	14	EFSA opex
4 Mengen en Laden t.b.v. het vullen van een druppelleiding	Bloemen, druppelleiding	40	8	10	13	14	EFSA opex alleen m+L

Tabel 6. Resultaten: Blootstelling van de verschillende meest kritische scenario's van toepassers, werkers, omstanders, omwonenden en kinderen die behandeld gras betreden. In rood de blootstellingen die de grenswaarde overschrijden.

Scenario's	Gewas	Toepasser	Toepasser met overall en handschoenen	Werker	Werker met handschoenen	Omstanders volwassenen / kind	Omwonende volwassenen / kind	Betreding behandeld gras door volwassenen / kind
		mg/kg lg/dag	mg/kg lg/dag	mg/kg lg/dag	mg/kg lg/dag	mg/kg lg/dag	mg/kg lg/dag	mg/kg lg/dag
1a Machinaal neerwaarts spuiten	Grasmatten	3.68	0.12	18.56	1.86	0.22 / 0.81	0.21 / 0.57	0.97 / 2.31
1b Machinaal neerwaarts spuiten + drift reductie	Grasmatten	2.62	0.08	18.56	1.86	0.11 / 0.40	0.16 / 0.42	0.97 / 2.31
2 Handmatig spuiten in de kas	Tomaten in kas,	3.37	0.34	2.32	0.23	-	-	-
3 Handmatig spuiten met rugspuit buiten	Bloemen, rugspuit	4.11	0.40	22.6	2.27	0.17 / 0.61	0.36 / 0.75	-
4 Mengen en Laden t.b.v. het vullen van een druppelleiding	Bloemen, druppelleiding	0.37	0.01	-	-	-	-	-

## 2.3 Veiligheidsbeoordeling voor het milieu

Met de NVWA is afgestemd dat de veiligheidsbeoordeling voor het milieu zich gezien het type toepassing (grond ontsmetting door bodemgerichte toepassing) beperkt tot bodemorganismen, en vanwege een specifieke zorg tot bijen. De emissies naar de bodem (Predicted Environmental Concentration,  $PEC_{\text{bodem}}$ ) worden vergeleken met de ecotoxicologische referentiewaarden.

### 2.3.1. Ecotoxicologie van furfural en veilige referentiewaarden

Er zijn weinig gegevens over de effecten van furfural op relevante niet-doelwitorganismen in de bodem. De EU-RAR (2008) bevat alleen gegevens over waterorganismen. ECHC (2011) bevat gegevens voor de regenworm *Eisenia fetida* en de springstaart *Folsomia candida*, deze staan vermeld in Tabel 7. De veiligheidsbeoordeling voor milieu/bodem beperkt zich tot deze organismen.

Tabel 7. Toxiciteit van furfural voor regenwormen en springstaarten.

Soort	Type test	Effect	Waarde [mg/kg droge grond]
<i>Eisenia fetida</i>	acuut, 14 dagen	LC50 <sup>a</sup>	406,18
<i>Folsomia candida</i>	chronisch, 28 dagen	LC50 NOEC <sup>b</sup>	54 37,5

a: lethale concentratie voor 50% van de organismen

b: lowest observed effect concentration, laagste testconcentratie met een effect

c: no observed effect concentration, hoogste concentratie zonder effect

De testresultaten zijn uitgedrukt als nominale initiële concentratie in grond. Volgens ECHC (ECHC, 2011) zijn de bodemtesten minder betrouwbaar omdat de testopzet niet geschikt is voor vluchtige stoffen. Op een andere plaats in het ECHC-rapport wordt echter gemeld dat vervluchtiging niet waarschijnlijk is vanwege de goede oplosbaarheid in water. De concentraties in de testgrond zullen tijdens de test wel zijn afgenomen door de snelle afbraak. Dit wordt bevestigd door de resultaten met *Folsomia candida*. De LC50 en NOEC zijn nagenoeg gelijk. De effecten op het aantal juvenielen zijn dus hoogstwaarschijnlijk het gevolg van initiële sterfte van de oudergeneratie. Omdat de  $PEC_{\text{bodem}}$  ook is uitgedrukt als een initiële concentratie, kunnen de toxiciteitswaarden wel worden gebruikt voor de veiligheidsbeoordeling.

### 2.3.2 Emissies naar de bodem

Furfural wordt gebruikt voor de bestrijding van nematoden (aaltjes) en schimmels en tast de buitenste beschermende laag (cuticula) van organismen aan<sup>10</sup>. Bodemorganismen kunnen worden blootgesteld aan furfural als gevolg van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen met furfural zoals opgenomen in Tabel 1. Voor potplanten in de kas (Tabel 8, nummer 6) is blootstelling van bodemorganismen echter niet relevant, omdat de potten meestal niet op natuurlijke grond staan. Voor de overige toepassingen wordt de concentratie in de bodem berekend met de standaard aannames die worden gebruikt in de toelating van gewasbeschermingsmiddelen (Ctgb, 2018). Hierbij wordt uitgegaan van een uniforme verspreiding over 5 cm diepte en een bulkdichtheid (gewicht per volume) van 1500 kg/m<sup>3</sup>. Furfural breekt snel af in de bodem. In een evaluatie van Environment Canada/Health Canada (ECHC, 2011) staan halfwaardetijden (DT50) van 0,7 tot 28,8 uur voor afbraak in een aerobe bodem (lemig zand) bij een dosering van 150 mg/kg. Voor de huidige beoordeling is uitgegaan van de hoogste DT50 van 28,8 uur

<sup>10</sup> <http://www.multiguardprotect.com/nematicide/mode-of-action/>

(1,2 dagen). Door de snelle afbraak vindt er bij de voorgeschreven toepassingen geen stapeling plaats. Bij een gegeven dosering zijn de maximum concentraties na enkel- en meervoudige toepassing gelijk. Voor de meeste bodemtoepassingen kan worden aangenomen dat furfural niet wordt weggevangen door het gewas, maar voor een aantal toepassingen is het aannemelijk dat de bespuiting het gewas ook raakt. Dat geldt voor vollegrondsbespuiting van bloemen (nummer 1), groente na beplanting (nummer 5), golf- en sportvelden (nummer 7) en grasmatten (nummer 8). Bij deze toepassingen zal een deel van de spuitvloeistof op het gewas blijven (interceptie) en de grond niet bereiken. Voor deze toepassingen is daarom rekening gehouden met de interceptiewaarden die het Ctgb bij de toelating hanteert (Ctgb, 2018). Op basis van het voorgaande wordt de voorspelde concentratie in de bodem als volgt berekend:

$$PEC_{\text{bodem}} = \text{Dosis} \times \text{CONV}_{\text{kg} \rightarrow \text{mg}} \times (1 - F_{\text{interceptie}}) / \text{BDH} \times \text{Diepte} \times \text{CONV}_{\text{ha} \rightarrow \text{m}^2}$$

waarin

$PEC_{\text{bodem}}$  = Predicted Environmental Concentration in bodem [mg furfural/kg bodem]

Dosis = dosering per toepassing [kg furfural/ha]

$\text{CONV}_{\text{kg} \rightarrow \text{mg}}$  = omrekeningsfactor van kg furfural naar mg furfural [1000000 mg/kg]

$F_{\text{interceptie}}$  = fractie die achterblijft op het gewas [-]

BDH = bulkdichtheid [1500 kg/m<sup>3</sup>]

Diepte = bodemdiepte [0,05 m]

$\text{CONV}_{\text{ha} \rightarrow \text{m}^2}$  = omrekeningsfactor van hectare naar m<sup>2</sup> [10000 m<sup>2</sup>/ha]

Voor toepassing 1 (bloemen, volle grond) is de  $PEC_{\text{bodem}}$  dus

$8,0 \times 1000000 \times 0,75 / 1500 \times 0,05 \times 10000 = 8,00 \text{ mg/kg}$ , voor toepassing 4 (kale grond) is de  $PEC_{\text{bodem}}$

$16 \times 1000000 / 1500 \times 0,05 \times 10000 = 21,3 \text{ mg/kg}$

In Tabel 8 staan de interceptiewaarden en de berekende concentraties in de bodem ( $PEC_{\text{bodem}}$ ). Ontzettend ontzettend

Tabel 8. Interceptiewaarden en concentraties in de bodem na de laatste toepassing van middelen met furfural. Concentraties in de bodem zijn in mg/kg grond, afgerond op drie significante cijfers.

Nummer	Middel/Teelt	$F_{\text{interceptie}}$ [-]	$PEC_{\text{bodem}}$ [mg furfural/kg]
	<b>Middel 1</b>		
1	Bloemen, volle grond	0,25 <sup>a</sup>	8,00
2	Bloemen, rugspuit	n.r.	10,7
3	Bloemen, druppelleiding	n.r.	10,7
	<b>Middel 2</b>		
4	Kale grond voor beplanting	n.r.	21,3
5	Groente na beplanting	0,25 <sup>b</sup>	8,00
6	Potplanten (kas)	n.r.	n.r.
7	Golf- en sportvelden	0,90 <sup>c</sup>	1,07
8	Grasmatten	0,90 <sup>c</sup>	2,13
9	Boomgaarden	n.r.	21,3
10/11	Aardbeien, frambozen, bessen (volle grond)	n.r.	2,67
12	Steen- en pitfruit (kas)	n.r.	2,67
13	Tomaten (kas)	n.r.	2,67

a: waarde voor 'cut flowers', tijdens bladontwikkeling

b: waarde voor 'leafy vegetables', tijdens bladontwikkeling

c: waarde voor 'established turf'

n.r. = niet relevant

### 2.3.3 Resultaten veiligheidsbeoordeling voor bodemorganismen

In de veiligheidsbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen wordt het risico uitgedrukt als de Toxicity Exposure Ratio (TER), dit is het quotiënt van de acute LC50 of chronische NOEC en de  $PEC_{\text{bodem}}$ . Bij een acute TER van 1 is de blootstelling gelijk aan de LC50 en wordt er acute sterfte van regenwormen verwacht. Daarom wordt volgens de Europese regels voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen een veiligheidsmarge van 10 gebruikt en mag de acute TER ( $LC50/PEC_{\text{bodem}}$ ) voor regenwormen niet kleiner zijn dan 10 (bij deze waarde is de blootstelling een factor 10 lager dan de acute LC50). Bij een chronische TER van 1 voor springstaarten, is de blootstelling op het geen-effectniveau, maar is er geen veiligheidsmarge. Voor springstaarten wordt een veiligheidsmarge van 5 gebruikt en mag de chronische TER ( $NOEC/PEC_{\text{bodem}}$ ) niet lager zijn dan 5. Voor toepassing 1 (bloemen, volle grond) is de acute TER voor regenwormen dus  $406,18 / 8,00 = 51$  en de chronische TER voor springstaarten  $37,5 / 8,00 = 4,7$ . Tabel 8 geeft de TERs voor de verschillende toepassingen van beide middelen met furfural. Voor springstaarten is de blootstelling boven de referentiewaarde alleen bij de toepassing op bloemen, kale grond, groente en in boomgaarden. Voor regenwormen is de blootstelling bij geen van de scenario's boven de norm.

Tabel 9. Toxicity Exposure Ratios (TERs) voor regenwormen en springstaarten bij toepassing van middelen met furfural. TERs die op een risico duiden zijn rood en schuin gedrukt, dit is het geval als de TER voor regenwormen kleiner is dan 10 en/of de TER voor springstaarten kleiner is dan 5.

Nummer	Middel/Teelt	TER regenworm	TER springstaart
	<b>Middel 1</b>		
1	Bloemen, volle grond	51	4.7
2	Bloemen, rugspuit	38	3.5
3	Bloemen, druppelleiding	38	3.5
	<b>Middel 2</b>		
4	Kale grond voor beplanting	19	1.8
5	Groente na beplanting	51	4.7
6	Potplanten (kas)	n.r.	n.r.
7	Golf- en sportvelden	369	34
8	Turfgrass	193	18
9	Boomgaarden	19	1.8
10/11	Aardbeien, frambozen, bessen (volle grond)	152	14
12	Steen- en pitfruit (kas)	152	14
13	Tomaten (kas)	152	14

### 5.3 Risico's voor bijen

Zoals hierboven is gemeld, is het voor de meeste toepassingen aannemelijk dat het gewas niet wordt mee-bespoten, maar dit geldt mogelijk niet voor vollegrondsbespuiting van bloemen (nummer 1), groente na beplanting (nummer 5), golf- en sportvelden (nummer 7) en grasmatten (nummer 8). Van deze toepassingen is de toepassing in bloemen relevant voor bijen. De toepassing in groente na beplanting zou ook kunnen plaatsvinden op vruchtgroenten, maar er wordt aangenomen dat er ten tijde van de toepassing nog geen bloemen zijn. Bovendien wordt de dosering voor groente afgedekt door die van bloemen. De acute LD50 van furfural voor bijen is  $>100 \mu\text{g}$  furfural/bij na orale toediening en via contactdosering (EHC, 2011). Volgens de Europese regels voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen is er een risico voor bijen als het quotiënt

van de dosering (uitgedrukt in g werkzame stof (w.s.)/ha) en de LD50 (uitgedrukt in  $\mu\text{g}$  werkzame stof/bij) groter is dan 50 (EC, 2002; Ctgb, 2016). De dosering voor bloemen is 8 kg w.s./ha (8000 g w.s./ha), met de LD50 van  $>100 \mu\text{g}$  w.s./bij levert dit een quotiënt van  $<80$ . Het werkelijke risicoquotient zou beneden de 50 kunnen liggen, dit is het geval als de echte LD50 van  $160 \mu\text{g}$  w.s./bij of hoger is. Omdat er in de bijenstudies geen hogere doseringen dan  $100 \mu\text{g}$ /bij zijn getest, is niet duidelijk hoe hoog de LD50 in werkelijkheid is. In de US EPA Ecotoxdatabase wordt de  $100 \mu\text{g}$  w.s./bij aangeduid als No Observed Effect Level (NOEL). Dit betekent dat er bij die dosering geen sterfte is geweest als gevolg van furfural en dat de daadwerkelijke LD50 inderdaad hoger dan de kritische grens van  $160 \mu\text{g}$  w.s./bij kan zijn. Gezien het werkingsmechanisme van furfural (desintegratie van de cuticula, zie boven), wordt verwacht dat contactdosering het meest schadelijk is voor bijen, maar de blootstelling via contact met residuen op het blad is waarschijnlijk beperkt. ECHC (2011) vermeldt namelijk dat furfural in water afbreekt onder invloed van zonlicht. Het is aannemelijk dat dit ook op planten gebeurt en eventueel achtergebleven furfural snel verdwijnt. Alles overwegende zijn acute effecten op bijen niet waarschijnlijk. Zoals vermeld in paragraaf 2.3.2 zijn er geen gegevens over eventuele opname van furfural via de wortels van de plant en verspreiding naar nectar en pollen. Het is dus niet bekend of bijen via een andere route dan direct contact met residuen kunnen zijn blootgesteld.

### 3 Conclusies

#### Vraag 1: Wat is de toelatingsgeschiedenis in de Europese Unie van furfural in gewasbeschermingsmiddelen, cosmetica en als smaakstof?

In de Europese Unie is furfural niet toegelaten of toegelaten geweest als gewasbeschermingsmiddel. Een toelatingsprocedure voor furfural in cosmetica loopt nog; er is een positieve expert opinie van de Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) van de Europese Commissie beschikbaar uit 2012. Daarbij staat furfural niet op de Annex van verboden stoffen van de cosmeticawetgeving. Furfural is toegelaten als smaakstof zonder beperkingen sinds 2008.

#### Vraag 2: Is furfural als gewasbeschermingsmiddel toegelaten in derde landen (d.w.z. buiten de Europese Unie)?

Voor zover bekend is furfural alleen in de USA geregistreerd als gewasbeschermingsmiddel. In de USA wordt furfural gezien als een nieuwe actieve stof, die kan worden toegepast als fumigant ter bestrijding van wortel-infesterende plantparasieten en tegen schimmelziektes van planten in kasgrond (substraatgronden) bij het kweken van siergewassen en andere niet-voedselgewassen. Er zijn door de 'Codex Committee on Pesticide Residues' geen maximale residu limieten (MRLs) vastgesteld voor gebruik van furfural als gewasbeschermingsmiddel. Dit is een indicatie dat er geen groot legaal gebruik is van furfural als gewasbeschermingsmiddel buiten Europa op consumptiegewassen, aangezien Codex MRLs nodig zijn voor internationale handel van behandelde gewassen (Er zijn wel MRLs voor furfural vastgesteld binnen de EU die gelden voor het handelsverkeer binnen de EU – zie ook vraag 3b).

#### Vraag 3a: Kan bij/na toepassing van furfural als gewasbeschermingsmiddel de stof terecht komen in of op producten (bijv. (zacht) fruit) die een consument consumeert?

Furfural werd illegaal toegepast in Nederland via druppelleidingsystemen bij de wortels of direct toegepast op de bodem of onder de plant. Er is geen toepassing bekend direct op het consumeerbare deel van de plant. Er kan echter niet worden uitgesloten dat furfural wordt opgenomen via de bodem en dat er spuitnevel op de te consumeren delen van een plant terecht komen bij de spuittoepassingen. Er is geen informatie beschikbaar over de opname en distributie van furfural naar eetbare delen van de plant, of over residuniveaus na toepassen in eetbare delen van de plant. Hoewel additioneel residu door het gebruik van furfural-bevattende middelen op of in het eetbare deel van de plant niet kan worden uitgesloten achten we de kans daarop gering gezien de manier van toepassen (niet direct op het eetbare deel) en/of vluchtigheid en snelle afbraak van furfural.

#### Vraag 3b: Zijn er risico's voor de gezondheid van de consument wanneer hij/zij (zacht) fruit (aardbeien, blauwe bessen, meloenen, druiven en citrusvruchten) of groenten (courgettes, komkommers, tomaten en paprika's) consumeert dan wel in aanraking komt met residuen van furfural?

Furfural komt van nature voor in levensmiddelen van plantaardige oorsprong. Voor het handelsverkeer zijn daarom door de EU maximum residu limieten (MRL's) vastgesteld voor gewassen (en voor producten van dierlijke oorsprong). Voor de veiligheidsbeoordeling van een chronisch dieet van furfural via consumptie van plantaardige en dierlijke producten is er gebruik gemaakt van alle MRLs uit verordening (EG) Nr. 839/2008, de acceptabele dagelijkse inname (ADI) van 0,54 mg/kg

lichaamsgewicht per dag (EFSA, 2004) en het Nederlands TMDI-NEDI<sup>11</sup> (Nederlands Dieetmodel voor de inname berekening van gewasbeschermingsmiddelen). De maximale blootstelling is 21% van de ADI, met als hoogste bijdrage melk (11%), en banaan (0,9%) voor het Nederlandse peuterdieet. Voor alle overige leeftijdsgroepen is de blootstelling lager. Hieruit blijkt dat de chronische inname van furfural via levensmiddelen veilig is bij residuniveaus gelijk aan de MRL.

Er is geen referentiedosis voor acute toxiciteit (ARfD) beschikbaar voor furfural, deze is op basis van de beschikbare data ook niet nodig (niet acuut toxisch). Echter, wanneer als worst-case aanname gebruik gemaakt wordt van de ADI (deze is per definitie lager dan of identiek aan de ARfD) voor de acute veiligheidsbeoordeling, en er wederom gebruik gemaakt wordt van de MRLs en het Nederlands dieet model (NESTI)<sup>1</sup> is de hoogste bijdrage aardappel en meloen (beide 28% van de ADI). Hieruit kan geconcludeerd worden dat de acute inname van furfural veilig is bij residuniveaus gelijk aan de MRL. Voor zowel de chronische als acute berekening geldt dat de MRLs rekening houden met een natuurlijke achtergrondconcentratie furfural in producten. Door gebrek aan data is echter onzeker en niet te controleren of de MRLs ook daadwerkelijk hoog genoeg zijn, of dat ze een overschatting geven van de daadwerkelijke situatie. Daarbij is het onduidelijk of de MRLs in voldoende mate de furfural niveaus afdekken bij vorming van furfural door verhitting. Voor de chronische en de acute veiligheidsbeoordeling geldt wel dat de additionele blootstelling via cosmetica (2,9 µg/kg lg/dag) en smaakstoffen (10 µg/kg lg/dag) verwaarloosbaar is.

Vraag 3c: Wat zijn de maximale concentraties furfural die (zacht) fruit (aardbeien, blauwe bessen, meloenen, druiven en citrusvruchten) en groenten (courgettes, komkommers, tomaten en paprika's) mogen bevatten voordat, na consumptie van deze producten, effecten op de gezondheid van de consument optreden?

De maximale veilige hoeveelheid furfural die dagelijks geconsumeerd kan worden en waarbij er geen nadelige effecten op de gezondheid verwacht worden, de ADI, is 0,54 mg/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA, 2004). Voor een chronische blootstelling kunnen individuele veilige maximale concentraties voor gewassen en producten niet worden afgeleid, aangezien de chronische berekening rekening houdt met meerdere gewassen tegelijkertijd. Er dient een verdeling gemaakt te worden van de gehalten tussen de verschillende gewassen. Dit is op voorhand niet uitvoerbaar, het ene gewas zou een hogere concentratie mogen bevatten als het andere gewas een lagere concentratie bevat. Voor een kortdurende hoge inname kunnen deze individuele waarden wel berekend worden indien gebruik gemaakt wordt van de ADI van 0,54 mg/kg lichaamsgewicht (in plaats van een ARfD). Voor acute inname berekeningen wordt er altijd vanuit gegaan dat iemand slechts van één gewas een liefhebbersportie eet. De maximale concentraties zijn berekend voor aardbeien (33,0 mg/kg), blauwe bessen (134,5 mg/kg), meloenen (8,4 mg/kg), druiven (8,0 mg/kg), citrusvruchten (minimaal 5,6 mg/kg voor sinaasappel), courgettes (15,2 mg/kg), komkommers (13,2 mg/kg), tomaten (9,6 mg/kg) en paprika's (27,9 mg/kg).

---

<sup>11</sup> Met de National Estimated Daily Intake (NEDI) (Bijlage 2) en de Nederlandse National Estimate of Short Term Intake (NESTI) (Bijlage 3) dieetmodellen wordt respectievelijk de chronische en de acute blootstelling aan residuen van gewasbeschermingsmiddelen berekend.



Vraag 4a: Zijn er risico's voor de gezondheid van de toepasser, werker of omstander<sup>12</sup> wanneer een gewasbeschermingsmiddel met furfural wordt toegepast bij de teelt van (zacht) fruit, groenten, bloembollen en grasland?

Voor de **toepasser** van de furfural-middelen kunnen effecten op de gezondheid bij het machinaal neerwaarts spuiten van grasmatten, het spuiten in de kas, en het handmatig spuiten van bloemen niet worden uitgesloten wanneer deze geen gebruik maakt van persoonlijke beschermingsmiddelen. De blootstelling kan tot een veilig niveau gereduceerd worden met overall en handschoenen. Inhalatiebescherming is niet nodig. Aangezien inhalatiebescherming als meest belastend wordt ervaren wordt in principe eerst berekend of een veilige blootstelling kan worden gerealiseerd met alleen handschoenen en/of overall). Of persoonlijke beschermingsmiddelen ook daadwerkelijk gebruikt zijn is niet te achterhalen.

Voor de **werker** kunnen voor alle vier de spuitscenario's effecten op de gezondheid niet worden uitgesloten wanneer deze geen gebruik maakt van persoonlijke beschermingsmiddelen. Alleen de handmatige toepassing in de kas kan tot een veilige blootstelling gereduceerd worden als handschoenen worden gedragen.

Voor volwassen **omstanders** is er geen risico, voor kinderen kunnen effecten op de gezondheid niet worden uitgesloten bij het buiten machinaal neerwaarts spuiten en handmatig spuiten. Met drift-reducerende maatregelen is er geen risico voor kinderen te verwachten bij een machinaal neerwaartse bespuiting. Het is niet bekend of de toepassers drift-reducerende maatregelen hebben gebruikt bij het toepassen van de furfural-middelen.

Vraag 4b: Zijn er risico's bij het verwerken van de bespoten producten voor de (ver)werker.

Het gezondheidsrisico van het verwerken van met furfural bespoten producten is niet specifiek beoordeeld, er zijn geen specifieke geharmoniseerde modellen beschikbaar voor het beoordelen van dit scenario. Echter het scenario van 'werker' gaat uit van een intensieve blootstelling met het behandelde product (oogsten van behandelde gewassen, snoeien, ect.) direct na het toepassen wanneer het gewas is opgedroogd. Gezien de vluchtigheid en snelle afbraak van furfural kan het 'werker' scenario als worst-case gezien worden voor het beoordelen van het risico bij verwerking.

Vraag 5a: Zijn er risico's voor de gezondheid van omwonenden<sup>13</sup> wanneer een teler furfural gebruikt als gewasbeschermingsmiddel?

Er worden geen gezondheidseffecten verwacht voor volwassen omwonenden. Effecten op de gezondheid kunnen niet worden uitgesloten voor omwonende kinderen bij het machinaal neerwaarts spuiten op grasmatten. Dit kan gereduceerd worden tot een veilige blootstelling door drift reducerende maatregelen. Ook kunnen de effecten op de gezondheid voor omwonende kinderen bij het handmatig toepassen met een rugspuit op bloemen buiten niet worden uitgesloten.

Vraag 5b: Zijn er risico's voor de gezondheid voor volwassenen en kinderen bij het betreden van behandeld grasland (bv. golfbanen, sportvelden, gazons).

Effecten op de gezondheid kunnen niet worden uitgesloten voor volwassenen en kinderen die het behandelde gras betreden.

---

<sup>12</sup> De definities van een toepasser, werker en omstander is beschreven in paragraaf 2.3.4.

<sup>13</sup> De definitie van omwonenden is beschreven in paragraaf 2.3.4.

Vraag 6: Zijn er risico's voor niet-doelwit arthropoden (geleedpotigen) en andere niet-doelwit organismen wanneer furfural wordt gebruikt als gewasbeschermingsmiddel?

Voor springstaarten is de blootstelling boven de referentiewaarde alleen bij de toepassing op bloemen, kale grond, groente en in boomgaarden. Voor regenwormen is de blootstelling bij geen van de scenario's boven de norm. Effecten op bijen door furfural is niet waarschijnlijk.

#### 4 Referenties

Ctgb, 2014. Evaluation Manual for the Authorisation of plant protection products according to Regulation (EC) No 1107/2009 EU part Plant protection products Chapter 8 Efficacy, Bijlage C Sputvolumina versie 2.0.

Ctgb, 2016. Evaluation Manual for the Authorisation of plant protection products according to Regulation (EC) No 1107/2009 EU part Plant protection products Chapter 7 Ecotoxicology; terrestrial; bees version 2.1; October 2016.

Ctgb, 2017. Evaluation Manual for the Authorisation of plant protection products according to Regulation (EC) No 1107/2009 EU part Plant protection products Chapter 4 Human toxicology; risk operator, worker bystander and resident; persistence version 2.2; March 2017.

Ctgb, 2018. Evaluation Manual for the Authorisation of plant protection products according to Regulation (EC) No 1107/2009 EU part Plant protection products Chapter 6 Fate and behaviour in the environment; behaviour in soil; persistence version 2.2; January 2018.

EC. 2002. Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC. European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General. Directorate E - Food Safety: plant health, animal health and welfare, international questions. E1 - Plant health. SANCO/10329/2002 rev 2 final 17 October 2002.

ECHC, 2011. Screening Assessment for the Challenge. 2-Furancarboxaldehyde (Furfural) Chemical Abstracts Service Registry Number 98-01-1 Environment Canada Health Canada. September 2011.  
<https://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=837DCDA5-1>

EFSA, 2004. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from the Commission related to Furfural and Furfural Diethylacetal. EFSA Journal (2004) 67, 1-27

EFSA, 2014a. Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products. EFSA Journal 2014; 12(10):3874.

EFSA, 2014b. EFSA Guidance Document for evaluating laboratory and field dissipation studies to obtain DegT50 values of active substances of plant protection products and transformation products of these active substances in soil. EFSA Journal 12 (5): 3662

EFSA, 2017: Guidance on dermal absorption. EFSA Journal 2017;15(6):4873

EU RAR, 2008. Risk Assessment 2-FURALDEHYDE (Furfural) CAS-No.: 98-01-1. EINECS-No.: 202-627-7. Final report, February 2008. FINAL APPROVED VERSION.  
<https://echa.europa.eu/documents/10162/ed4e7680-4100-4411-be19-74c19bbc4ce0>.

JECFA, 2000. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. 55th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives WHO Technical Report Series No.901. World Health Organization, Geneva.

Jonker, 2000. Sub-chronic (13-week) oral toxicity study in rats with microencapsulated furfural. Unpublished report V99.520 from TNO, Zeist, Netherlands. Submitted to WHO by the Flavor and Extract Manufacturers' Association of the United States.

SCCS, 2012. Scientific Committee on Consumer Safety opinion on furfural.  
SCCS/1461/12

[https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/consumer\\_safety/docs/sccs\\_o\\_083.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_083.pdf)

US EPA, 2006. US EPA Pesticide Fact Sheet. September 2006.

[https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-043301\\_01-Sep-06.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-043301_01-Sep-06.pdf)

US EPA, Ecotoxdatabase. <https://cfpub.epa.gov/ecotox/index.html>. Geraadpleegd 25 juni 2018.

## Bijlage 1: EU MRLs Furfural (Regulation. EC 839/2008)

### Furfural

Pesticide residues and maximum residue levels (mg/kg)  
 (\*) Indicates lower limit of analytical determination

Pesticides - Web Version - EU MRLs (File created on 24/08/2018)

Code number	Groups and examples of individual products to which the MRLs apply (a)	Reg. (EC) No 839/2008
010000	. FRUITS, FRESH or FROZEN; TREE NUTS	1
011000	. Citrus fruits	1
0110010	. Grapefruits	1
0110020	. Oranges	1
0110030	. Lemons	1
0110040	. Limes	1
0110050	. Mandarins	1
0110990	. Others (2)	1
0120000	. Tree nuts	1
0120010	. Almonds	1
0120020	. Brazil nuts	1
0120030	. Cashew nuts	1
0120040	. Chestnuts	1
0120050	. Coconuts	1
0120060	. Hazelnuts/cobnuts	1
0120070	. Macadamias	1
0120080	. Pecans	1
0120090	. Pine nut kernels	1
0120100	. Pistachios	1
0120110	. Walnuts	1
0120990	. Others (2)	1
0130000	. Pome fruits	1
0130010	. Apples	1
0130020	. Pears	1
0130030	. Quinces	1
0130040	. Medlars	1
0130050	. Loquats/Japanese medlars	1
0130990	. Others (2)	1
0140000	. Stone fruits	1
0140010	. Apricots	1
0140020	. Cherries (sweet)	1
0140030	. Peaches	1
0140040	. Plums	1
0140990	. Others (2)	1
0150000	. Berries and small fruits	1
0151000	. (a) grapes	1
0151010	. Table grapes	1
0151020	. Wine grapes	1
0152000	. (b) strawberries	1
0153000	. (c) cane fruits	1
0153010	. Blackberries	1
0153020	. Dewberries	1
0153030	. Raspberries (red and yellow)	1

0153990	.	Others (2)	1
0154000	.	(d) other small fruits and berries	1
0154010	.	Blueberries	1
0154020	.	Cranberries	1
0154030	.	Currants (black, red and white)	1
0154040	.	Gooseberries (green, red and yellow)	1
0154050	.	Rose hips	1
0154060	.	Mulberries (black and white)	1
0154070	.	Azaroles/Mediterranean medlars	1
0154080	.	Elderberries	1
0154990	.	Others (2)	1
0160000	.	Miscellaneous fruits with	1
0161000	.	(a) edible peel	1
0161010	.	Dates	1
0161020	.	Figs	1
0161030	.	Table olives	1
0161040	.	Kumquats	1
0161050	.	Carambolas	1
0161060	.	Kaki/Japanese persimmons	1
0161070	.	Jambuls/jambolans	1
0161990	.	Others (2)	1
0162000	.	(b) inedible peel, small	1
0162010	.	Kiwi fruits (green, red, yellow)	1
0162020	.	Litchis/lychees	1
0162030	.	Passionfruits/maracujas	1
0162040	.	Prickly pears/cactus fruits	1
0162050	.	Star apples/cainitos	1
0162060	.	American persimmons/Virginia kaki	1
0162990	.	Others (2)	1
0163000	.	(c) inedible peel, large	1
0163010	.	Avocados	1
0163020	.	Bananas	1
0163030	.	Mangoes	1
0163040	.	Papayas	1
0163050	.	Granate apples/pomegranates	1
0163060	.	Cherimoyas	1
0163070	.	Guavas	1
0163080	.	Pineapples	1
0163090	.	Breadfruits	1
0163100	.	Durians	1
0163110	.	Soursops/guanabanas	1
0163990	.	Others (2)	1
0200000	.	VEGETABLES, FRESH or FROZEN	
0210000	.	Root and tuber vegetables	1
0211000	.	(a) potatoes	1
0212000	.	(b) tropical root and tuber vegetables	1
0212010	.	Cassava roots/manioc	1
0212020	.	Sweet potatoes	1
0212030	.	Yams	1
0212040	.	Arrowroots	1
0212990	.	Others (2)	1
0213000	.	(c) other root and tuber vegetables except sugar beets	1
0213010	.	Beetroots	1
0213020	.	Carrots	1

0213030	.	Celeriacs/turnip rooted celeries	1
0213040	.	Horseradishes	1
0213050	.	Jerusalem artichokes	1
0213060	.	Parsnips	1
0213070	.	Parsley roots/Hamburg roots parsley	1
0213080	.	Radishes	1
0213090	.	Salsifies	1
0213100	.	Swedes/rutabagas	1
0213110	.	Turnips	1
0213990	.	Others (2)	1
0220000	.	Bulb vegetables	
0220010	.	Garlic	1
0220020	.	Onions	5
0220030	.	Shallots	1
0220040	.	Spring onions/green onions and Welsh onions	1
0220990	.	Others (2)	1
0230000	.	Fruiting vegetables	1
0231000	.	(a) Solanaceae and Malvaceae	1
0231010	.	Tomatoes	1
0231020	.	Sweet peppers/bell peppers	1
0231030	.	Aubergines/eggplants	1
0231040	.	Okra/lady's fingers	1
0231990	.	Others (2)	1
0232000	.	(b) cucurbits with edible peel	1
0232010	.	Cucumbers	1
0232020	.	Gherkins	1
0232030	.	Courgettes	1
0232990	.	Others (2)	1
0233000	.	(c) cucurbits with inedible peel	1
0233010	.	Melons	1
0233020	.	Pumpkins	1
0233030	.	Watermelons	1
0233990	.	Others (2)	1
0234000	.	(d) sweet corn	1
0239000	.	(e) other fruiting vegetables	1
0240000	.	Brassica vegetables (excluding brassica roots and brassica baby leaf crops)	1
0241000	.	(a) flowering brassica	1
0241010	.	Broccoli	1
0241020	.	Cauliflowers	1
0241990	.	Others (2)	1
0242000	.	(b) head brassica	1
0242010	.	Brussels sprouts	1
0242020	.	Head cabbages	1
0242990	.	Others (2)	1
0243000	.	(c) leafy brassica	1
0243010	.	Chinese cabbages/pe-tsai	1
0243020	.	Kales	1
0243990	.	Others (2)	1
0244000	.	(d) kohlrabies	1
0250000	.	Leaf vegetables, herbs and edible flowers	1
0251000	.	(a) lettuces and salad plants	1
0251010	.	Lamb's lettuces/corn salads	1
0251020	.	Lettuces	1

0251030	.	Escaroles/broad-leaved endives	1
0251040	.	Cresses and other sprouts and shoots	1
0251050	.	Land cresses	1
0251060	.	Roman rocket/rucola	1
0251070	.	Red mustards	1
0251080	.	Baby leaf crops (including brassica species)	1
0251990	.	Others (2)	1
0252000	.	(b) spinaches and similar leaves	1
0252010	.	Spinaches	1
0252020	.	Purslanes	1
0252030	.	Chards/beet leaves	1
0252990	.	Others (2)	1
0253000	.	(c) grape leaves and similar species	1
0254000	.	(d) watercresses	1
0255000	.	(e) witloofs/Belgian endives	1
0256000	.	(f) herbs and edible flowers	1
0256010	.	Chervil	1
0256020	.	Chives	1
0256030	.	Celery leaves	1
0256040	.	Parsley	1
0256050	.	Sage	1
0256060	.	Rosemary	1
0256070	.	Thyme	1
0256080	.	Basil and edible flowers	1
0256090	.	Laurel/bay leaves	1
0256100	.	Tarragon	1
0256990	.	Others (2)	1
0260000	.	Legume vegetables	1
0260010	.	Beans (with pods)	1
0260020	.	Beans (without pods)	1
0260030	.	Peas (with pods)	1
0260040	.	Peas (without pods)	1
0260050	.	Lentils	1
0260990	.	Others (2)	1
0270000	.	Stem vegetables	1
0270010	.	Asparagus	1
0270020	.	Cardoons	1
0270030	.	Celeries	1
0270040	.	Florence fennels	1
0270050	.	Globe artichokes	1
0270060	.	Leeks	1
0270070	.	Rhubarbs	1
0270080	.	Bamboo shoots	1
0270090	.	Palm hearts	1
0270990	.	Others (2)	1
0280000	.	Fungi, mosses and lichens	1
0280010	.	Cultivated fungi	1
0280020	.	Wild fungi	1
0280990	.	Mosses and lichens	1
0290000	.	Algae and prokaryotes organisms	1
0300000	.	PULSES	1
0300010	.	Beans	1
0300020	.	Lentils	1
0300030	.	Peas	1



0300040	.	Lupins/lupini beans	1
0300990	.	Others (2)	1
0400000	.	OILSEEDS AND OIL FRUITS	1
0401000	.	Oilseeds	1
0401010	.	Linseeds	1
0401020	.	Peanuts/groundnuts	1
0401030	.	Poppy seeds	1
0401040	.	Sesame seeds	1
0401050	.	Sunflower seeds	1
0401060	.	Rapeseeds/canola seeds	1
0401070	.	Soyabeans	1
0401080	.	Mustard seeds	1
0401090	.	Cotton seeds	1
0401100	.	Pumpkin seeds	1
0401110	.	Safflower seeds	1
0401120	.	Borage seeds	1
0401130	.	Gold of pleasure seeds	1
0401140	.	Hemp seeds	1
0401150	.	Castor beans	1
0401990	.	Others (2)	1
0402000	.	Oil fruits	1
0402010	.	Olives for oil production	1
0402020	.	Oil palms kernels	1
0402030	.	Oil palms fruits	1
0402040	.	Kapok	1
0402990	.	Others (2)	1
0500000	.	CEREALS	1
0500010	.	Barley	1
0500020	.	Buckwheat and other pseudocereals	1
0500030	.	Maize/corn	1
0500040	.	Common millet/proso millet	1
0500050	.	Oat	1
0500060	.	Rice	1
0500070	.	Rye	1
0500080	.	Sorghum	1
0500090	.	Wheat	1
0500990	.	Others (2)	1
0600000	.	TEAS, COFFEE, HERBAL INFUSIONS, COCOA AND CAROBS	1
0610000	.	Teas	1
0620000	.	Coffee beans	1
0630000	.	Herbal infusions from	1
0631000	.	(a) flowers	1
0631010	.	Chamomile	1
0631020	.	Hibiscus/roselle	1
0631030	.	Rose	1
0631040	.	Jasmine	1
0631050	.	Lime/linden	1
0631990	.	Others (2)	1
0632000	.	(b) leaves and herbs	1
0632010	.	Strawberry	1
0632020	.	Rooibos	1
0632030	.	Mate/maté	1
0632990	.	Others (2)	1
0633000	.	(c) roots	1

0633010	.	Valerian	1
0633020	.	Ginseng	1
0633990	.	Others (2)	1
0639000	.	(d) any other parts of the plant	1
0640000	.	Cocoa beans	1
0650000	.	Carobs/Saint John's breads	1
0700000	.	HOPS	1
0800000	.	SPICES	1
0810000	.	Seed spices	1
0810010	.	Anise/aniseed	1
0810020	.	Black caraway/black cumin	1
0810030	.	Celery	1
0810040	.	Coriander	1
0810050	.	Cumin	1
0810060	.	Dill	1
0810070	.	Fennel	1
0810080	.	Fenugreek	1
0810090	.	Nutmeg	1
0810990	.	Others (2)	1
0820000	.	Fruit spices	1
0820010	.	Allspice/pimento	1
0820020	.	Sichuan pepper	1
0820030	.	Caraway	1
0820040	.	Cardamom	1
0820050	.	Juniper berry	1
0820060	.	Peppercorn (black, green and white)	1
0820070	.	Vanilla	1
0820080	.	Tamarind	1
0820990	.	Others (2)	1
0830000	.	Bark spices	1
0830010	.	Cinnamon	1
0830990	.	Others (2)	1
0840000	.	Root and rhizome spices	1
0840010	.	Liquorice	1
0840020	.	Ginger (10)	1
0840030	.	Turmeric/curcuma	1
0840040	.	Horseradish (11)	1
0840990	.	Others (2)	1
0850000	.	Bud spices	1
0850010	.	Cloves	1
0850020	.	Capers	1
0850990	.	Others (2)	1
0860000	.	Flower pistil spices	1
0860010	.	Saffron	1
0860990	.	Others (2)	1
0870000	.	Aril spices	1
0870010	.	Mace	1
0870990	.	Others (2)	1
0900000	.	SUGAR PLANTS	
0900010	.	Sugar beet roots	1
0900020	.	Sugar canes	2
0900030	.	Chicory roots	1
0900990	.	Others (2)	1
1000000	.	PRODUCTS OF ANIMAL ORIGIN - TERRESTRIAL ANIMALS	1

1010000	.	Commodities from	1
1011000	.	(a) swine	1
1011010	.	Muscle	1
1011020	.	Fat	1
1011030	.	Liver	1
1011040	.	Kidney	1
1011050	.	Edible offals (other than liver and kidney)	1
1011990	.	Others (2)	1
1012000	.	(b) bovine	1
1012010	.	Muscle	1
1012020	.	Fat	1
1012030	.	Liver	1
1012040	.	Kidney	1
1012050	.	Edible offals (other than liver and kidney)	1
1012990	.	Others (2)	1
1013000	.	(c) sheep	1
1013010	.	Muscle	1
1013020	.	Fat	1
1013030	.	Liver	1
1013040	.	Kidney	1
1013050	.	Edible offals (other than liver and kidney)	1
1013990	.	Others (2)	1
1014000	.	d) goat	1
1014010	.	Muscle	1
1014020	.	Fat	1
1014030	.	Liver	1
1014040	.	Kidney	1
1014050	.	Edible offals (other than liver and kidney)	1
1014990	.	Others (2)	1
1015000	.	(e) equine	1
1015010	.	Muscle	1
1015020	.	Fat	1
1015030	.	Liver	1
1015040	.	Kidney	1
1015050	.	Edible offals (other than liver and kidney)	1
1015990	.	Others (2)	1
1016000	.	(f) poultry	1
1016010	.	Muscle	1
1016020	.	Fat	1
1016030	.	Liver	1
1016040	.	Kidney	1
1016050	.	Edible offals (other than liver and kidney)	1
1016990	.	Others (2)	1
1017000	.	(g) other farmed terrestrial animals	1
1017010	.	Muscle	1
1017020	.	Fat	1
1017030	.	Liver	1
1017040	.	Kidney	1
1017050	.	Edible offals (other than liver and kidney)	1
1017990	.	Others (2)	1
1020000	.	Milk	1
1020010	.	Cattle	1
1020020	.	Sheep	1
1020030	.	Goat	1

1020040	.	Horse	1
1020990	.	Others (2)	1
1030000	.	Birds eggs	1
1030010	.	Chicken	1
1030020	.	Duck	1
1030030	.	Geese	1
1030040	.	Quail	1
1030990	.	Others (2)	1
1040000	.	Honey and other apiculture products (7)	1
1050000	.	Amphibians and Reptiles	1
1060000	.	Terrestrial invertebrate animals	1
1070000	.	Wild terrestrial vertebrate animals	1

### **Footnotes**

**The MRLs account for residues due to natural occurrence of furfural, with the exception of those set for Codes 0231010 and 0231020.**

## Bijlage 2: NEDI model

### Excel file:



Version 03\_Dutch  
TMDI\_NEDI\_calculatic

### **Bijlage 3: NESTI model**

#### **Excel file:**



Version 05\_Dutch  
NESTI\_calculation.xls

## **Bijlage 4: EFSA OPEX model**

### **Excel file:**



EFSA\_OPEX\_Model.x  
lsx

## **Bijlage 5: Nederlands model voor blootstellingsschattingen in de kas**

### **Excel file:**



NL kas model-V03.xls