

Advies over de risico's van de aardappelketen

Bijlagen

December 2020

TRCVWA/2020/6614

Inhoudsopgave

1. Doel van de risicobeoordeling, afbakening en beoordelingskader BuRO	5
1.1. Doel	5
1.2. Afbakening	5
1.2.1. De aardappelketen	5
1.2.2. Buiten de scope	6
1.3. Gevaren en maatschappelijke waarden	6
1.4. Beoordelingskader	6
2. Wet- en regelgeving en private kwaliteitsborging	8
2.1. Regelgeving	8
2.2. Wettelijke controles	9
2.2.1. Plantgezondheid	9
2.2.2. Wettelijke kwaliteit van pootaardappelen	10
2.2.3. Voedselveiligheid van consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen	10
2.2.4. Milieu en gezondheid van de mens	11
2.2.5. Wettelijke kwaliteit van consumptieaardappelen	11
2.2.6. Biologische productie	11
2.3. Private kwaliteitsborging	11
2.3.1. Plantgezondheid	11
2.3.2. Voedselveiligheid	12
3. Beschrijving van de aardappelketen	13
3.1. Inleiding	13
3.2. Ketenschakel 1: Veredeling en selectie van nieuwe cultivars	15
3.3. Ketenschakel 2: Productie van pootaardappelen	17
3.4. Ketenschakel 3A: Teelt en opslag van consumptieaardappelen	19
3.5. Ketenschakel 3B: Teelt en opslag van zetmeelaardappelen	21
3.6. Ketenschakel 4A: Bewerking van aardappelen en verwerking tot aardappelproduct	22
3.7. Ketenschakel 4B: Verwerking van zetmeelaardappelen	24
3.8. Ketenschakel 5: Distributie van aardappel(product)en naar voedselbereiders en bereiding van aardappel(product)en	25
3.9. Productieketen van biologische aardappelen	26
4. Risicobeoordeling van voor planten schadelijke organismen: wetgeving, afbakening en methodiek	27
4.1. Inleiding	27
4.2. EU-wetgeving	27
4.3. Nationale teeltvoorschriften	30
4.4. Methodiek van de risicobeoordeling	30
5. Risico's van (potentiële) quarantaineorganismen voor de teelt, handel en export van aardappelen	32

5.1.	<i>Inleiding</i>	32
5.2.	<i>EU-Q's gevestigd in Nederland</i>	32
5.2.1.	Globodera pallida en G. rostochiensis	32
5.2.2.	Meloidogyne chitwoodi en M. fallax.....	33
5.2.3.	Ralstonia solanacearum	34
5.2.4.	Synchytrium endobioticum	34
5.3.	<i>EU-Q's 'transient'</i>	35
5.4.	<i>EU-Q's afwezig</i>	36
5.4.1.	Bactericera cockerelli	36
5.4.2.	Epitrix cucumeris en E. papa	37
5.5.	<i>Nieuwe schadelijke organismen</i>	41
5.5.1.	Globodera ellingtonae (nematode).....	41
5.5.2.	Meloidogyne enterolobii (nematode).....	41
5.5.3.	Meloidogyne luci (nematode)	41
5.5.4.	Scutellonema bradys (nematode).....	41
5.5.5.	Virussen en viroïden.....	42
5.6.	<i>Pathways van niet-gevestigde (potentiële) EU-Q's en risicoreducerende maatregelen</i>	44
5.6.1.	Pathway 1: invoer van aardappelen uit andere EU-lidstaten en import uit derde landen, die (via een derogatie) niet vallen onder het EU-importverbod.....	45
5.6.2.	Pathway 2: illegale import van aardappelknollen, ander aardappelmateriaal en planten bestemd voor opplant van Solanaceae.....	46
5.6.3.	Pathway 3: import van vruchten van Solanaceae	46
5.6.4.	Pathway 4: gebruik van in het verleden geïmporteerd materiaal voor onderzoeks- en veredelingsdoeleinden 47	
5.6.5.	Pathway 5: import van planten bestemd voor opplant van Solanaceae, m.u.v. pootaardappelen, uit Europese en Mediterrane landen die zijn uitgezonderd van het importverbod.....	47
5.6.6.	Pathway 6: import van aardappel en planten bestemd voor opplant van <i>Solanum</i> -soorten voor onderzoeks- en veredelingsdoeleinden	48
5.7.	<i>Annex: Beschrijving van EU-quarantaineorganismen die gevestigd zijn in Nederland en relevant zijn voor de aardappelketen</i>	50
5.7.1.	Globodera pallida (Stone) Behrens en Globodera rostochiensis (Wollenweber) Behrens	50
5.7.2.	Meloidogyne chitwoodi Golden et al. en Meloidogyne fallax Karssen	52
5.7.3.	Ralstonia solanacearum (Smith) Yabuuchi et al. emend. Safni et al.	54
5.7.4.	Synchytrium endobioticum (Schilbersky) Percival	55
6.	Voedselveiligheid in de aardappelketen	68
6.1.	<i>Inleiding</i>	68
6.2.	<i>Gegevens</i>	69
6.2.1.	Consumptiegegevens	69
6.2.2.	Databases	69
7.	Microbiologische risico's voor de voedselveiligheid	71
7.1.	<i>Inleiding</i>	71
7.2.	<i>Aanpak microbiologische risicobeoordeling</i>	71
7.2.1.	Gevareninventarisatie	71
7.2.2.	Gevarenkarakterisatie	72
7.2.3.	Blootstellingsschatting	72
7.2.4.	Risicokarakterisatie	75
7.2.5.	Toelichting op de risicobeoordeling.....	75
7.3.	<i>Risicobeoordeling microbiologische gevaren</i>	75
7.3.1.	Gevareninventarisatie	76

7.3.2.	Bacillus spp.....	77
7.3.3.	Campylobacter spp.	81
7.3.4.	Clostridium spp.	84
7.3.5.	Pathogene Escherichia coli (STEC).....	90
7.3.6.	Listeria monocytogenes	93
7.3.7.	Salmonella spp.	96
7.3.8.	Staphylococcus aureus.....	100
7.3.9.	Overige bacteriën.....	103
7.3.10.	Virussen en parasieten	104
7.4.	<i>Risicobeoordeling aardappelketen en beheersmaatregelen</i>	106
7.4.1.	Inleiding.....	106
7.4.2.	Teelt, opslag en transport (primaire fase).....	108
7.4.3.	Bewerking van aardappelen en verwerking tot aardappelproduct (secundaire fase).....	109
7.4.4.	Distributie en voedselbereiding (tertiaire fase)	112
7.4.5.	Beheersmaatregelen	117
7.5.	<i>Data</i>	119
7.5.1.	Meldingsplicht infectieziekten	119
7.5.2.	Informatie over aardappel(product)en en pathogene micro-organismen	120
7.5.3.	Aantreffen in de keten	122
7.5.4.	Toename	128
7.5.5.	Ziektegevallen en uitbraken.....	129
8.	Chemische risico's voor de voedselveiligheid	131
8.1.	<i>Inleiding</i>	131
8.2.	<i>Aanpak chemische risicobeoordeling</i>	131
8.2.1.	Gevareninventarisatie	131
8.2.2.	Gevarenkarakterisatie	132
8.2.3.	Blootstellingsschatting	132
8.2.4.	Risicokarakterisatie	132
8.2.5.	Toelichting op de risicobeoordeling.....	132
8.3.	<i>Risicobeoordeling chemische gevaren</i>	134
8.3.1.	Teeltfase.....	137
8.3.2.	Oogst, opslag en transport.....	137
8.3.3.	Bewerking en verwerking.....	137
8.3.4.	Planttoxines.....	140
8.3.5.	Mycotoxines.....	144
8.3.6.	Persistente organische stoffen.....	145
8.3.7.	Radioactieve stoffen	148
8.3.8.	Zware metalen	149
8.3.9.	Mest(stoffen) en verontreinigingen	152
8.3.10.	Gewasbeschermingsmiddelen.....	154
8.3.11.	Kiemremmingsmiddelen.....	164
8.3.12.	Hydraulische oliën en smeermiddelen	169
8.3.13.	Koudemiddelen	170
8.3.14.	Reinigings- en desinfectiemiddelen.....	171
8.3.15.	Proceshulpstoffen.....	173
8.3.16.	Levensmiddelenadditieven.....	174
8.3.17.	Stoffen die ontstaan bij verhitting.....	175
8.3.18.	Stoffen uit verpakkingsmaterialen en andere voedselcontactmaterialen	180
9.	Fysische risico's voor de voedselveiligheid in de aardappelketen	182
9.1.	<i>Inleiding</i>	182
9.2.	<i>Aanpak</i>	182

9.2.1.	Gevareninventarisatie	182
9.2.2.	Gevarenkarakterisatie	182
9.2.3.	Blootstellingsschatting	182
9.2.4.	Risicokarakterisatie	183
9.2.5.	Toelichting op de risicobeoordeling	183
9.3.	<i>Risicobeoordeling fysische gevaren</i>	183
9.3.1.	Teeltfase	185
9.3.2.	Oogst, opslag en transport	185
9.3.3.	Bewerking en verwerking	185
9.3.4.	Resultaten brononderzoek	185
9.3.5.	Beheersmaatregelen	186
9.3.6.	Conclusie	187
10.	Overige risico's in de aardappelketen: volksgezondheid, milieu en natuur	188
10.1.	<i>Risico's van gewasbeschermingsmiddelen</i>	188
10.1.1.	Wetgeving	188
10.1.2.	Toelating	189
10.1.3.	Gebruik, middelen en werkzame stoffen	190
10.1.4.	Risico's voor volksgezondheid	194
10.1.5.	Risico's voor milieu en natuur	197
10.2.	<i>Fysische risico's voor volksgezondheid</i>	201
11.	Afkortingen en begrippen risicobeoordeling aardappelketen	202
11.1.	<i>Afkortingen</i>	202
11.2.	<i>Plantgezondheid</i>	204
11.3.	<i>Voedselveiligheid</i>	209
11.4.	<i>Teelt, bewerking en verwerking</i>	210
11.5.	<i>Medisch</i>	212
11.6.	<i>Overig</i>	212
12.	Literatuur	213

1. Doel van de risicobeoordeling, afbakening en beoordelingskader BuRO

1.1. Doel

De risicobeoordeling van de productieketen van aardappelen (hierna: aardappelketen) heeft als doel het in kaart brengen van de gevaren en het beoordelen van de risico's voor plantgezondheid en voedselveiligheid, die kunnen optreden in alle schakels van de aardappelketen, en het adviseren over maatregelen om deze risico's te reduceren. Daarnaast worden andere risico's als gevolg van de productie van aardappelen en aardappelproducten (hierna: aardappel(product)en) voor de volksgezondheid en voor natuur en milieu beschreven.

1.2. Afbakening

1.2.1. De aardappelketen

De risicobeoordeling van de aardappelketen is onderdeel van de risicobeoordeling van de productieketen van voedselgewassen, die door BuRO wordt opgesteld.

Aardappelen zijn knollen van de plantensoort *Solanum tuberosum*. De aardappelplant zelf wordt ook aangeduid met de naam aardappel. Zoete aardappelen (bataten; knollen van *Ipomoea batatas*) en Japanse aardappelen (ook Chinese artisjok genaamd; knollen van *Stachys affinis*) vallen buiten de scope van deze risicobeoordeling.

Het woord 'aardappel' verwijst afhankelijk van de context naar groeiende aardappelplanten in verschillende omstandigheden (bijvoorbeeld als gewas in het veld, als plant in een kas van een veredelingsbedrijf of als meristemecultuur in een laboratorium) of naar aardappelknollen in verschillende stadia van de aardappelketen. Aardappelproducten zijn verwerkte aardappelen, met uitzondering van samengestelde producten.

Aardappelen worden geproduceerd voor consumptie door de mens (consumptieaardappelen) en voor de winning van zetmeel (zetmeelaardappelen). Consumptieaardappelen worden onderscheiden in tafelaardappelen en industrieaardappelen. Tafelaardappelen worden gesorteerd en eventueel gewassen en verpakt, maar zonder verder bewerking, verkocht aan consumenten. Industrieaardappelen worden geleverd aan aardappelverwerkende bedrijven voor verwerking tot geschilde koelverse producten, voorgebakken frites, chips, vlokken, puree, etc. Zetmeelaardappelen worden geleverd aan zetmeelfabrieken voor verwerking tot zetmeel.

Voor deze risicobeoordeling is de aardappelketen afgebakend tot activiteiten van bedrijven in alle stadia van productie, verwerking en verkoop van aardappel(product)en in Nederland. De eerste ketenschakel is de veredeling en selectie van nieuwe cultivars door veredelingsbedrijven, gevolgd door ketenschakels voor de productie van pootaardappelen, de productie van consumptie- en zetmeelaardappelen en de verwerking van consumptie- en zetmeelaardappelen. De afzet van tarragrond, die als afvalproduct ontstaat bij de verwerking van aardappelen, wordt tot de activiteiten gerekend. De laatste ketenschakel is de distributie van aardappel(product)en naar consumenten en grote cateraars¹ en de bereiding van aardappel(product)en. De invloed van de wijze van bereiding van aardappel(product)en door consumenten en professionele voedselbereiders bij grote cateraars op risico's voor voedselveiligheid, die in voorafgaande ketenschakels zijn geïntroduceerd, zijn beschreven. Afhankelijk van de activiteiten in de verschillende ketenschakels kunnen risico's voor plantgezondheid en voedselveiligheid optreden.

¹ Grote cateraars: bedrijven of instellingen (inclusief voertuigen en vaste of mobiele kramen), zoals restaurants, kantines, scholen, ziekenhuizen en cateringbedrijven waarin in het kader van een bedrijfsactiviteit voedsel wordt bereid dat klaar is voor consumptie door de eindverbruiker.

Gedefinieerd in: Verordening (EU) 1169/2011 van het Europees Parlement en de Raad van 25 oktober 2011 betreffende de verstrekking van voedselinformatie aan consumenten.

Opslag en transport van aardappel(product)en in elke ketenschakel binnen Nederland, inclusief transport van gecertificeerde partijen voor export naar landen buiten de EU tot de buitengrens van Nederland, worden tot de activiteiten gerekend.

De invoer en uitvoer (uit lidstaten van de EU) en import en export (uit derde landen) van aardappel(product)en in diverse ketenschakels zijn onderdeel van deze risicobeoordeling. aardappel(product)en, afkomstig uit EU lidstaten, kunnen zonder inspectie in Nederland worden ingevoerd en verhandeld. De bevoegde autoriteit van de lidstaat en de producent, die de zending in het verkeer brengt, zijn er verantwoordelijk voor dat de zending voldoet aan de eisen van de plantgezondheidsverordening² van de EU voor het betreffende product. Voor import geldt dat partijen aardappel(product)en uit derde landen in deze risicobeoordeling worden meegenomen vanaf het moment dat de zending onder douanetoezicht is geplaatst. Een zending blijft onder douanetoezicht totdat de fytosanitaire controle en de controle op residuen van gewasbeschermingsmiddelen, contaminanten en genetisch gemodificeerde organismen (ggo's) zijn afgerond. Partijen die niet voldoen worden geweigerd.

1.2.2. Buiten de scope

- Keukens van voedselbereiders (consumenten in private huishoudens en professionele voedselbereiders bij grote cateraars). Risico's voor voedselveiligheid in aardappel(product)en, die in de keuken worden geïntroduceerd als gevolg van handelingen van de voedselbereider, zijn niet in de risicobeoordeling meegenomen. De invloed van de bereidingswijze op de voedselveiligheidsrisico's, die in de voorafgaande schakels van de productieketen kunnen zijn ontstaan, is wel in de risicobeoordeling meegenomen.
- De productie van samengestelde producten: producten waarin naast aardappelen ingrediënten uit andere productieketen dan de aardappelketen zijn verwerkt, met uitzondering van toegevoegd zout, kruiden en specerijen.
- De toepassing van aardappelzetmeel en aardappeleiwit in samengestelde voedingsmiddelen en in industriële non-food producten.
- Bijproducten, die ontstaan in de aardappelketen en die in andere productieketen worden verwerkt, en afvalproducten. De risico's van het gebruik van bijproducten van aardappelverwerking in diervoeder zijn elders beoordeeld (NVWA BuRO, 2019a).
- Het gebruik van biociden voor knaagdierbestrijding in schuren voor aardappelopslag en schuren voor werktuigen.
- Allergenen in aardappel.

1.3. Gevaren en maatschappelijke waarden

De risicobeoordeling betreft de risico's van chemische, fysische en microbiologische gevaren voor voedselveiligheid en fytosanitaire gevaren voor de plantgezondheid. In de aardappelketen kunnen ook risico's voor de volksgezondheid, anders dan voedselveiligheid, en voor milieu en natuur optreden, zoals nadelige effecten van gewasbeschermingsmiddelen op de gezondheid van toepassers van de middelen of voor omwonenden van aardappelpercelen. Deze risico's worden in bijlage 10 benoemd maar niet beoordeeld, omdat de beoordeling ervan onder de verantwoordelijkheid van andere Ministeries valt.

De afbakening van de gevaren is beschreven in de betreffende bijlagen 4 t/m 10.

1.4. Beoordelingskader

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

² Verordening (EU) 2016/2031 van het Europees Parlement en de Raad van 26 oktober 2016 betreffende beschermende maatregelen tegen plaagorganismen bij planten, tot wijziging van de Verordeningen (EU) 228/2013, (EU) 652/2014 en (EU) 1143/2014 van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van de Richtlijnen 69/464/EEG, 74/647/EEG, 93/85/EEG, 98/57/EG, 2000/29/EG, 2006/91/EG en 2007/33/EG van de Raad.

Voor de wetenschappelijke onderbouwing is gebruik gemaakt van wetenschappelijke artikelen en andere rapportages die zijn gepubliceerd vóór 1 april 2020.

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

BuRO gebruikt als afbakening van het begrip 'risico' de definitie zoals deze is geformuleerd door Rosa (Rosa, 1998): Risk is "a situation or an event where something of human value (including humans themselves) is at stake and where the outcome is uncertain". BuRO onderscheidt in het begrip risico dus de *kans* op een bedreiging van een waarde en het *effect* ervan. Bij de productieketen aardappel betreft het effecten op de waarden plantgezondheid en voedselveiligheid.

De gebruikte methodiek van de risicobeoordeling aardappelketen is in belangrijke mate gebaseerd op die van de Codex Alimentarius en de werkwijze van EFSA. Deze methodiek is in lijn met de systematische risicobeoordeling zoals genoemd in de Algemene Levensmiddelenverordening (ALV)⁴. Hoewel deze aanpak in de verordening specifiek staat omschreven voor de risicobeoordeling van voedselveiligheid is deze op hoofdpunten vergelijkbaar met internationale methodieken die gebruikt worden voor risicobeoordeling van plantgezondheid (EFSA Scientific Committee, 2012).

De methode van risicobeoordeling bestaat uit vier stappen:

- **Gevareninventarisatie:** inventarisatie van de gevaren (bedreigingen) van de plantgezondheid en voedselveiligheid in de aardappelketen die in verschillende bronnen waaronder de wetenschappelijke literatuur en onderzoeksrapporten zijn beschreven.
- **Gevarenkarakterisatie:** beoordeling van de relevantie van de bedreigingen van de plantgezondheid en voedselveiligheid in de Nederlandse aardappelketen. Bij plantgezondheid gaat het om de inschatting van de potentiële gevolgen van de aanwezigheid van schadelijke organismen in Nederland voor opbrengst en/of kwaliteit van aardappel en voor handel en export van aardappelen en andere planten. Voor voedselveiligheid is dit de mate waarin microbiologische, chemische en fysische gevaren in aardappel(product)en bij consumptie ervan bijdragen aan ziektelast of negatieve lange-termijneffecten op de gezondheid van de mens.
- **Blootstellingsschatting:** beoordeling van de kans op de bedreigingen. Voor plantgezondheid is dit de kans dat een schadelijk organisme Nederland binnenkomt en zich vestigt, en de mate waarin het organisme zich in Nederland verspreidt. Voor voedselveiligheid is dit de mate waarin de consument daadwerkelijk wordt blootgesteld aan microbiologische, chemische en fysische gevaren in aardappelen en aardappelproducten.
- **Risicokarakterisatie:** de totale beoordeling van aard en ernst per bedreiging en de kans/prevalentie in Nederland (conclusie van de risicobeoordeling).

2. Wet- en regelgeving en private kwaliteitsborging

De risicobeoordeling van de aardappelketen is uitgevoerd tegen de achtergrond van, maar niet begrensd door, het bestaande kader van wet- en regelgeving en private kwaliteitsborging.

2.1. Regelgeving

Met betrekking tot risico's in de aardappelketen is de volgende EU wet- en regelgeving van belang:

Plantgezondheid	
Verordening (EU) 2016/2031	Beschermende maatregelen tegen plaagorganismen bij planten
Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072	Uitvoering van beschermende maatregelen tegen plaagorganismen bij planten
Gedelegeerde Verordening (EU) 2019/829	Aanvulling van Verordening (EU) 2016/2031 voor tijdelijke afwijkingen te voorzien ten behoeve van officiële tests, wetenschappelijke of onderwijskundige doeleinden, proefnemingen, selectiewerkzaamheden of veredeling
Gedelegeerde Verordening (EU) 2019/1702	Vaststelling van de lijst van prioritaire plaagorganismen.
Richtlijn 69/464/EEG	Bestrijding van wratziekte
Richtlijn 93/85/EEG	Bestrijding van aardappelringrot
Richtlijn 98/57/EG	Bestrijding van <i>Ralstonia solanacearum</i> (Smith) Yabuuchi et al.
Richtlijn 2007/33/EG	Bestrijding van het aardappelcysteeltje
Richtlijn 2002/56/EG	Het in de handel brengen van pootaardappelen
Uitvoeringsrichtlijn 2014/20/EU	EU-klassen voor basispootgoed en gecertificeerd pootgoed van aardappelen
Uitvoeringsrichtlijn 2014/21/EU	Minimumeisen prebasispootgoed van aardappelen
Voedselveiligheid	
Verordening (EG) 178/2002	Algemene voorschriften van levensmiddelenwetgeving
Verordening (EG) 852/2004	Hygiëne op levensmiddelenbedrijven, inclusief bedrijven voor primaire productie
Verordening (EG) 396/2005	Geharmoniseerde maximumgehalten aan bestrijdingsmiddelenresiduen in of op levensmiddelen en diervoeders van plantaardige en dierlijke oorsprong
Verordening (EG) 2073/2005	Microbiologische criteria voor levensmiddelen
Verordening (EG) 1881/2006	Maximumgehalten contaminanten in levensmiddelen
Verordening (EU) 2017/2158	Risicobeperkende maatregelen en referentieniveaus voor de reductie van de acrylamidegehalten in levensmiddelen
Gewasbescherming	
Verordening (EG) 1107/2009	Regels voor de toelating en het op de markt brengen van gewasbeschermingsmiddelen en voor het gebruik en de controle binnen de EU
Richtlijn 2009/128/EG	Duurzaam gebruik van pesticiden
Biociden	
Verordening (EU) 528/2012	Regels voor het op de markt aanbieden en het gebruik van biociden

Genetisch gemodificeerde organismen	
Richtlijn 2001/18/EG	Doelbewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu
Verordening (EG) 1830/2003	Traceerbaarheid en etikettering van genetisch gemodificeerde organismen
Biologische productie	
Verordening (EG) 834/2007	Biologische productie en etikettering van biologische producten
Verordening (EG) 889/2008	Uitvoeringsbepalingen biologische productie en etikettering van biologische producten
Controlevoorschriften	
Verordening (EU) 2017/625	Officiële controles op de naleving van wetgeving inzake levensmiddelen, diervoeder, diergezondheid, dierenwelzijn, plantgezondheid en gewasbeschermingsmiddelen
Uitvoeringsverordening (EU) 2019/1793	Tijdelijke verhoging van de officiële controles en noodmaatregelen met betrekking tot de binnenkomst in de Unie van bepaalde goederen uit bepaalde derde landen tot uitvoering van de Verordeningen (EU) 2017/625 en (EG) 178/2002
Verordening (EG) 669/2009 (vervallen 2019)	Uitgebreide officiële controles op de invoer van bepaalde diervoeders en levensmiddelen van niet-dierlijke oorsprong
Uitvoeringsverordening (EU) 543/2011	Handelsnormen groenten en fruit

Op basis van deze regelgeving worden wettelijke controles uitgevoerd en zijn private kwaliteitssystemen ontwikkeld.

2.2. Wettelijke controles

2.2.1. Plantgezondheid

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is aangewezen als de 'bevoegde autoriteit' voor Verordening (EU) 2016/2031² (hierna : Plantgezondheidsverordening) en de 'centrale autoriteit' voor Verordening (EU) 2017/625 (hierna: Controleverordening)³. De uitvoering van de taken en bevoegdheden voor de Plantgezondheidsverordening zijn door de Minister van LNV gemandateerd aan de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (hierna: NVWA). De NVWA is tevens aangewezen als de National Plant Protection Organization (hierna: NPPO) op grond van het Internationaal Verdrag voor de bescherming van planten (IPPC). De Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen (NAK), een privaatrechtelijk zelfstandige bestuursorgaan, is met betrekking tot landbouwgewassen aangewezen als bevoegde autoriteit voor enkele specifieke deelterreinen van de Plantgezondheidsverordening zoals het toezicht op gereguleerde niet-quarantaineorganismen (Regulated Non-Quarantine Pests, RNQP's) en het toezicht op de afgifte van plantenpaspoorten. De NAK en het Kwaliteits-Controle-Bureau (KCB) zijn bevoegd voor de uitvoering van importinspecties van aardappelen.

Voor de teelt van aardappelen gelden specifieke wettelijke teeltvoorschriften (NVWA, 2018b). De controle van de teeltvoorschriften voor akkerbouw en tuinbouw wordt uitgevoerd door NVWA en NAK.

De NVWA houdt als NPPO toezicht op alle activiteiten onder de Plantgezondheidsverordening.

³ Regeling houdende tijdelijke maatregelen Plantenziektenwet. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0042859/2019-12-14>.

2.2.2. Wettelijke kwaliteit van pootaardappelen

Pootaardappelen mogen alleen in de handel worden gebracht als bij officiële keuring is vastgesteld dat de pootaardappelen voldoen aan kwaliteitseisen voor rasechtheid, gezondheid, groei­kracht, zuiverheid, classificatie, etikettering, etc., zoals beschreven in de Zaaizaad- en plantgoedwet 2005⁴. De NAK is verantwoordelijk voor deze kwaliteitskeuring van pootaardappelen.

2.2.3. Voedselveiligheid van consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen

De bedrijven in de aardappelketen die consumptieaardappelen of zetmeelaardappelen en producten daarvan leveren zijn exploitanten van levensmiddelenbedrijven. Ze zijn volgens Verordening (EG) 852/2004 zelf verantwoordelijk voor het leveren van veilige levensmiddelen.

Bedrijven met primaire productie (landbouwbedrijven) moeten voldoen aan de voorschriften beschreven in bijlage I, deel A van Verordening (EG) 852/2004. Het gaat hierbij onder andere om maatregelen voor het onder controle houden van verontreiniging vanuit lucht, bodem, water, mest, gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Men dient te werken volgens goede hygiënische praktijken. Voor de Nederlandse akkerbouw bestaat daarvoor het certificatieschema 'Voedsel- en Voederveiligheid Akkerbouw' (VVAK), volgens de voorwaarden die zijn beschreven in het handboek VVAK (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019) Het VVAK is door het ministerie van LNV goedgekeurd⁵ als hygiëncode voor akkerbouwmatige primaire productie. In het handboek staan bijvoorbeeld voorschriften t.a.v. gebruik en opslag van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen, het gebruik van machines, het watergebruik en de klimaatbeheersing tijdens opslag. De controle op naleving door de VVAK-gecertificeerde akkerbouwbedrijven wordt uitgevoerd door instanties die zijn erkend door het Akkerbouw Certificeringsoverleg.

Bedrijven met productie, verwerking en distributie van levensmiddelen volgend op primaire productie, moeten voldoen aan de voorschriften beschreven in bijlage II van Verordening (EG) 852/2004. Deze bedrijven moeten bovendien zorgen voor permanente, op HACCP⁶-principes gebaseerde, procedures voor voedselveiligheid. Dit principe is verder uitgewerkt in een stelsel van Europese verordeningen die bekend staan als "het Hygiënepakket". Op basis van deze voorwaarden moeten alle levensmiddelenbedrijven een door de NVWA beoordeeld voedselveiligheidsplan opstellen (NVWA, 2020g). Er zijn drie mogelijkheden:

- een bedrijfseigen voedselveiligheidsplan,
- een hygiëncode die is opgesteld door een bedrijfsbranche en is erkend door de NVWA (NVWA, 2020f),
- een certificatieschema: een hygiëncode in combinatie met regels en eisen voor toetsing door een onafhankelijke organisatie. De eigenaar van een certificatieschema kan het schema laten toetsen door de NVWA (Ketenborging.nl, 2020). Als het schema door de NVWA is geaccepteerd, kan de intensiteit van toezicht door de NVWA op de deelnemende bedrijven worden verminderd.

De overheid is verantwoordelijk voor het toezicht op het naleven van de levensmiddelenwetgeving van de EU. Zij doet dit op basis van de controleverordening van de EU⁷ aan de hand van officiële controles en andere activiteiten, die regelmatig en op basis van een risicobeoordeling worden uitgevoerd. De NVWA is hiervoor aangewezen als bevoegde autoriteit. Er is echter geen regelgeving m.b.t. het handelen van de consument. Dit staat expliciet vermeld in Verordening (EG) 852/2004: de werkingssfeer van de verordening is niet van toepassing op de primaire productie voor particulier huishoudelijk gebruik alsmede op de huishoudelijke bereiding, het hanteren of de opslag van levensmiddelen voor particulier huishoudelijk gebruik. Het toezicht van de NVWA houdt dus op na de kassa: wat de consument daarna zelf doet met de producten, valt niet onder de verantwoordelijkheid van de overheid. Wel ziet de NVWA erop toe dat wanneer er een product is verkocht dat een onacceptabel risico blijkt te vormen voor de gezondheid van de consument, dit product wordt teruggehaald en, wanneer van toepassing, de consument hiervan op de hoogte wordt gesteld. Ook speelt de overheid in samenwerking met het Voedingscentrum een rol in het geven van voorlichting aan de consument op het gebied van voedselveiligheid.

⁴ Zaaizaad- en plantgoedwet 2005. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0018040/2020-01-01>.

⁵ Staatscourant 1 februari 2006, nr. 23 / pag. 27

⁶ HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Points

⁷ Verordening (EU) 2017/625 van het Europees Parlement en de Raad van 15 maart 2017 betreffende officiële controles en andere officiële activiteiten die worden uitgevoerd om de toepassing van de levensmiddelen- en diervoederwetgeving en van de voorschriften inzake diergezondheid, dierenwelzijn, plantgezondheid en gewasbeschermingsmiddelen te waarborgen.

2.2.4. Milieu en gezondheid van de mens

NVWA houdt toezicht op de naleving van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden bij gebruik van deze middelen in de land- en tuinbouw, waaronder de aardappelketen. De NVWA controleert of bedrijven, die poot-, consumptie- of zetmeelaardappelen telen, opslaan, vervoeren en verwerken, uitsluitend toegelaten gewasbeschermingsmiddelen gebruiken en of ze deze middelen op de juiste wijze toepassen. De NVWA ziet ook toe op de naleving van de keuringsplicht van toedieningsapparatuur voor gewasbeschermingsmiddelen.

2.2.5. Wettelijke kwaliteit van consumptieaardappelen

Voor aardappelen gelden de algemene handelsnormen voor kwaliteit van groenten en fruit; er zijn geen specifieke 'handelsnormen' voor aardappel vastgesteld (Bijlage I, deel A, bij Uitvoeringsverordening (EU) 543/2011). Volgens deze algemene normen moet het verpakte product o.a. vrij zijn van rot, zichtbare vreemde stoffen, geuren of smaken, en plagen. De kwaliteitscontrole wordt uitgevoerd door de NAK en het Kwaliteits-Controle-Bureau (KCB).

2.2.6. Biologische productie

Stichting Skal Biocontrole houdt wettelijk toezicht op de naleving van regels voor de biologische productie in de aardappelketen. Skal Biocontrole is een ZBO en is door de minister van LNV aangewezen⁸ als controlerende autoriteit in de zin van de EU-Verordening 834/2007.

2.3. Private kwaliteitsborging

2.3.1. Plantgezondheid

PCC-Hygiëneprotocol Ringrot

Het 'PCC Hygiëneprotocol Ringrot' is een privaat certificeringsschema met als doel om besmetting en verspreiding van *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, de bacterie die ringrot bij aardappelen veroorzaakt, in de keten tegen te gaan (NAO, 2020a). Dit protocol is ontwikkeld door de Pootgoed Contact Commissie (PCC), een samenwerkingsverband tussen de Nederlandse Aardappel Organisatie (NAO) en de Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO). Het hygiëneprotocol bestaat uit specifieke schema's per type bedrijf in de ketenschakel voor productie van pootaardappelen: telers, centrale bewerkers, transportbedrijven, bedrijven die transportmiddelen wassen en ontsmetten, en handelaren. Certificering en toezicht bij telers en bewerkers wordt uitgevoerd door de NAK. Certificering en toezicht bij transport-, was- en handelsbedrijven wordt gedaan door de NAO. De NVWA heeft in een advies de reinigings- en ontsmettingsmaatregelen voor preventie van besmetting met de ringrotbacterie beschreven (NVWA, 2016b).

NAO Erkenningsregeling Tarragrond

De NAO heeft in overleg met de NVWA de 'NAO Erkenningsregeling Tarragrond voor Handelaren' (NAO-regeling) opgesteld (NAO, 2015). De regeling is bedoeld voor handelaren, die aardappelen verhandelen die zijn geteeld op officieel AM-besmette percelen (AM-partijen). De handelaar moet ervoor zorgen dat de teler een document ontvangt waarmee deze aantoont dat zijn aardappelen zijn verwerkt door een erkende verwerker (NVWA, 2020h). Door deelname aan de NAO-regeling is de handelaar hiervan vrijgesteld

⁸ artikel 15 van het Landbouwkwaliteitsbesluit 2007

2.3.2. Voedselveiligheid

Telers van aardappelen

Telers van consumptieaardappelen, die hun product leveren aan een aardappelverwerkend bedrijf dat is aangesloten bij de Vereniging Aardappelverwerkende Industrie (VAVI), moeten volgens de leveringsvoorwaarden van de VAVI in het bezit zijn van het "Voedselveiligheid certificaat aardappelen verwerkende industrie" (VVA-certificaat) (VAVI, 2019). De voorwaarden voor het VVA-certificaat worden beheerd door de VAVI. Ze zijn als module opgenomen in het VVAK certificeringsschema, dat door het ministerie van LNV als hygiëncode voor akkerbouwbedrijven is erkend (zie paragraaf 2.2.3). Aardappelverwerkende bedrijven kunnen naast het VVA-certificaat ook andere certificaten accepteren, zoals GlobalG.A.P. (Aviko, 2020).

Voor levering van tafelaardappelen aan de detailhandel via aardappelhandelshuizen en groothandelsbedrijven wordt het VVAK certificaat geaccepteerd (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2020b).

Telers van zetmeelaardappelen moeten voor levering aan zetmeelfabrikant Avebe in het bezit zijn van het "Voedselveiligheidscertificaat Zetmeelaardappelen". De eisen hiervoor zijn als module opgenomen in het VVAK certificeringsschema (zie paragraaf 2.2.3).

Voor loonwerkers, die teelthandelingen uitvoeren in opdracht van akkerbouwbedrijven, bestaat het certificaat VoedselKwaliteit Loonwerk (Stichting Pro aCt, 2020).

Handelaren en verpakkers van aardappelen

Voor handelaren in en (klein)verpakkers van ongeschilde aardappelen en was-, klei, zout- en sorteerbebedrijven is de NAO Hygiëncode ontwikkeld (NAO, 2020c). Deze hygiëncode is goedgekeurd door het ministerie van VWS⁹ en is erkend door de NVWA (NVWA, 2020f).

Aardappelverwerkende bedrijven

Voor aardappelverwerkende bedrijven zijn op maat geschreven kwaliteitssystemen, op basis van IFS Food of FSSC 22000, van toepassing. Deze zijn geaccepteerd door de NVWA (Ketenborging.nl, 2020).

⁹ Staatscourant Nr 48861. 30 augustus 2017.

3. Beschrijving van de aardappelketen

3.1. Inleiding

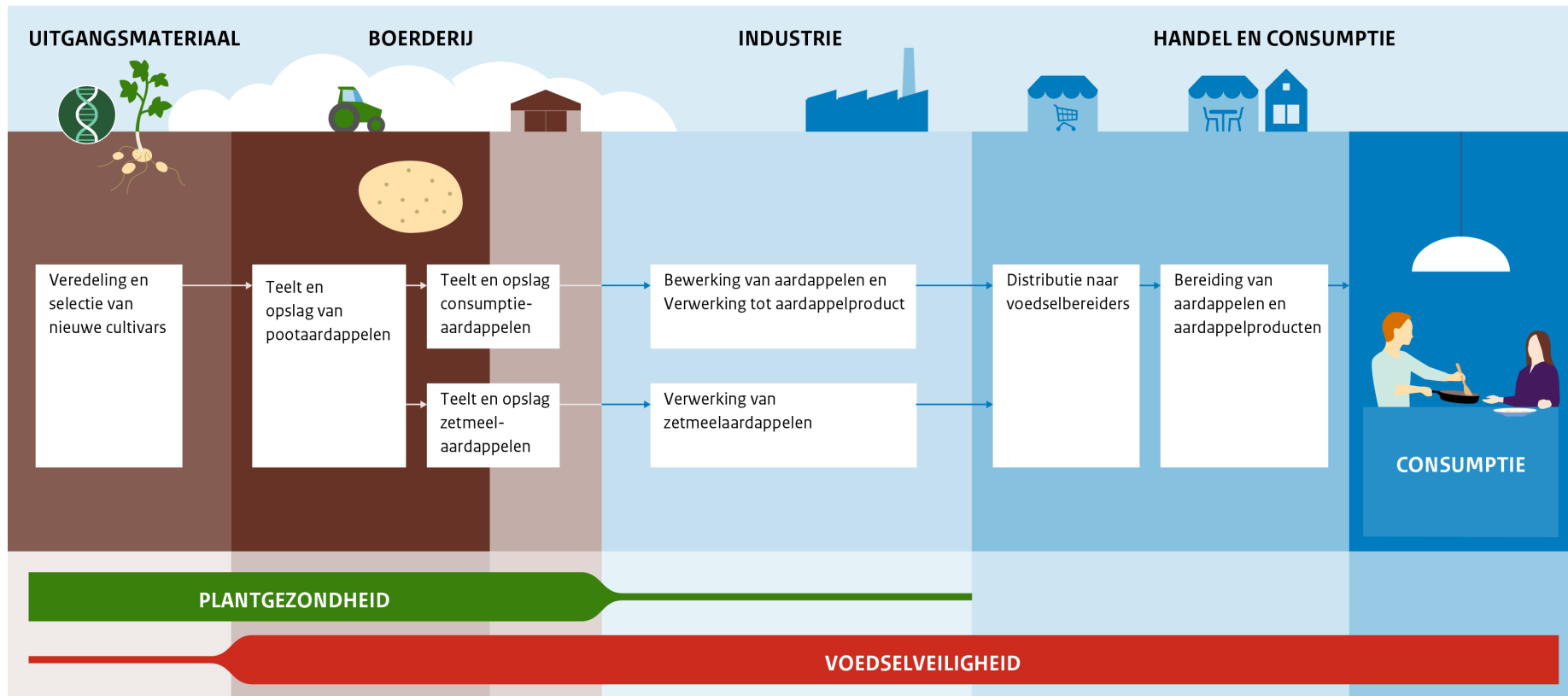
Voor deze risicobeoordeling is de aardappelketen onderverdeeld in vijf ketenschakels en afgebakend tot activiteiten van levensmiddelenbedrijven met aardappel of aardappelproducten (hierna: aardappel(product)en) (zie Tabel 3.1 en Figuur 3.1):

Tabel 3.1 Ketenschakels van de productieketen van aardappelen

Ketenschakel		Fase
1	Veredeling en selectie van nieuwe cultivars	Uitgangsmateriaal
2	Teelt en opslag van pootaardappelen	
3A	Teelt en opslag van consumptieaardappelen	Primair: Boerderij
3B	Teelt en opslag van zetmeelaardappelen	
4A	Bewerking van aardappelen en verwerking tot aardappelproduct	Secundair: Industrie, kleinverpakkers, sorteerbedrijven
4B	Verwerking van zetmeelaardappelen	
5	Distributie van aardappel(product)en naar voedselbereiders (consument, grote cateraar ¹⁰) en de bereiding van aardappel(product)en	Tertiair: Handel en consumptie

¹⁰ Grote cateraars: bedrijven of instellingen (inclusief voertuigen en vaste of mobiele kramen), zoals restaurants, kantines, scholen, ziekenhuizen en cateringbedrijven waarin in het kader van een bedrijfsactiviteit voedsel wordt bereid dat klaar is voor consumptie door de eindverbruiker.

Gedefinieerd in: Verordening (EU) Nr. 1169/2011 van het Europees Parlement en de Raad van 25 oktober 2011 betreffende de verstrekking van voedselinformatie aan consumenten.



Figuur 3.1 De productieketen van aardappelen in vijf ketenschakels (zie Tabel 3.1).

De aardappelketen wordt gekenmerkt door een hoge mate van organisatie en coördinatie tussen de ketenschakels. Aardappel is van oudsher een vegetatief vermeerderd gewas, waarbij niet het zaad, maar de knollen van de plant worden gebruikt als uitgangsmateriaal (pootaardappelen) voor een volgende teelt. De productie van pootaardappelen, consumptie- en zetmeelaardappelen vindt plaats op akkerbouwbedrijven. De basis van elk akkerbouwbedrijf is het bouwplan: het overzicht van de te telen plantensoorten met de bijbehorende arealen en de percelen die voor de verschillende gewassen worden gekozen. Op elk perceel vindt vruchtwisseling plaats, d.w.z. dat na de oogst van een plantensoort een andere plantensoort op dat perceel wordt geteeld. De vruchtopvolging is de volgorde waarin de verschillende gewassen op één perceel worden geteeld. De term gewasrotatie wordt gebruikt wanneer een vaste volgorde van een reeks gewassen op een perceel wordt gehanteerd. De teeltfrequentie van een gewas is het aandeel van dat gewas in de vruchtwisseling op een perceel: een teeltfrequentie van bijvoorbeeld 1:4 geeft aan dat het gewas één keer per vier jaar op dat perceel wordt geteeld. Vruchtwisseling en vruchtopvolging zijn belangrijke maatregelen op akkerbouwbedrijven om het optreden van bodemgebonden plantenziekten en -plagen te beheersen.

Aan pootaardappelen worden hoge kwaliteitseisen gesteld en de productie ervan vindt plaats op gespecialiseerde akkerbouwbedrijven. De pootaardappelteelt vindt vooral plaats in de provincies Friesland, Groningen, Noord-Holland, Flevoland en Zeeland. Er is zeer weinig invoer en import van pootaardappelen. Een groot deel van de pootaardappelen wordt uitgevoerd of geëxporteerd.

Voor consumptieaardappelen zijn Zeeland, Zuid-Holland, Noord-Brabant en Flevoland de belangrijkste teeltgebieden. Het grootste deel van de consumptieaardappelen (ca. 90%) wordt in Nederland verwerkt tot voorgebakken, diepgevroren producten, voornamelijk in de vorm van friet. De overige consumptieaardappelen worden verwerkt tot chips en gedroogde aardappelproducten (vlokken en pureepoeder), bewerkt en verpakt tot geschilde en voorgekookte koelverse producten of als verse tafelaardappelen verkocht. Aardappelen die in Nederland worden verwerkt zijn voor een deel ingevoerd, met name uit Duitsland.

Zetmeelaardappelen worden voornamelijk geteeld in de Veenkoloniën (Drenthe en Groningen) en tot zetmeel verwerkt bij drie fabrieken van Avebe. Er is nauwelijks invoer, import, uitvoer en export van zetmeelaardappelen.

3.2. Ketenschakel 1: Veredeling en selectie van nieuwe cultivars

Deze ketenschakel begint met het beheer van plantmateriaal van aardappelcultivars en -klonen door aardappelkweekbedrijven. Dit plantmateriaal wordt als ouderlijnen gebruikt in kruisingsprogramma's, die zijn gericht op het produceren van nieuwe lijnen met onbekende nieuwe combinaties van genen. De Nederlandse veredelingsbedrijven produceren jaarlijks ca. 1,5 miljoen zaailingen. Vervolgens vindt gedurende drie jaar selectie van deze nakomelingen onder veldomstandigheden plaats. Daarbij worden de knollen van deze nieuwe lijnen jaarlijks uitgeplant en beoordeeld op gewenste eigenschappen. Alleen de goede lijnen worden behouden, de overige (jaarlijks ca. 90%) worden vernietigd. Dit selectieproces wordt deels uitgevoerd door de veredelingsbedrijven en deels door de boeren- of hobbykwekers, op basis van een contract met een veredelingsbedrijf. De beste lijnen worden afgewerkt tot een nieuwe cultivar, waarvoor het kwekersrecht op naam van het handelshuis of het veredelingsbedrijf wordt geregistreerd. Deze klonale selectie is anno 2019 nog met afstand de meest toegepaste methode in de aardappelveredeling (van Loon, 2019).

De ketenschakel eindigt met de vorming van een voorraad van ca. 50.000 pootaardappelen van de nieuwe, geregistreerde cultivar door het kweekbedrijf (Tabel 5.1. in (van Loon, 2019)), welke als basis dient voor de marktintroductie.

Anno 2019 zijn er in Nederland ca. 25 aardappelkweekbedrijven. Daarvan zijn er 15 verbonden aan een pootaardappelhandelshuis, de overige zijn kleine kwekers die hun eigen kruisingen maken. Sinds de invoering van de Zaaizaad- en plantgoedwet (1967) heeft uitsluitend de kweker (de houder van het kwekersrecht) van een geregistreerde cultivar het recht om teeltmateriaal van die cultivar voort te brengen en te vermeerderen. In reactie daarop hebben de grote en middelgrote pootaardappelhandelshuizen (ongeveer 15) zelf veredelingsbedrijven opgericht om het kwekersrecht over eigen aardappelcultivars te verkrijgen, of zijn licenties aangegaan voor de exclusieve productie en verkoop van pootaardappelen van cultivars van zelfstandige veredelingsbedrijven (van Loon, 2019). De aardappelveredeling is daardoor sterk verbonden geraakt met de productie en handel van pootaardappelen. Naast de kweekbedrijven zijn er ca.

150 kleine kwekers (boeren- of hobbykwekers) die, op basis van een contract met een veredelingsbedrijf, de selectie van waardevolle nieuwe lijnen van veredelingsbedrijven onder veldomstandigheden uitvoeren.

Aardappelveredeling is gericht op een groot aantal kwaliteiten van de plant, waarbij de eigenschappen die tijdens gewasgroei een goede opbrengst bepalen worden gecombineerd met gunstige eigenschappen voor verwerking en consumptiewaarde (smaak, houdbaarheid, kooktype) van het geoogst product.

Veredelingsdoelen die van belang zijn voor plantgezondheid en volksgezondheid (vanwege blootstelling van mensen aan gewasbeschermingsmiddelen) zijn resistentie tegen en tolerantie voor schadelijke organismen, waaronder *Phytophthora infestans*, aardappelvirussen en de gereguleerde organismen *Globodera rostochiensis*, *G. pallida* en *Synchytrium endobioticum*. Voor het onderzoek aan gereguleerde organismen is een vergunning van de NVWA vereist. De beoordeling van het niveau van resistentie tegen of tolerantie voor gereguleerde organismen vindt plaats onder toezicht van de NVWA. Belangrijke veredelingsdoelen voor voedselveiligheid zijn verlaging van de gehaltes van glycoalkaloïden (een groep van toxische stoffen die door planten worden geproduceerd, vooral solanine) en van de gehaltes van asparagine en reducerende suikers in de aardappelknol (vanwege de vorming van acrylamide bij verhitting boven 120 °C) (Haasse, 2010), (EFSA CONTAM Panel, 2015b). Voor de wettelijke registratie van nieuwe rassen van consumptieaardappelen geldt dat het gehalte glycoalkaloïden maximaal gelijk mag zijn aan het meerjarig gemiddelde van het ras Innovator (Zaaizaad- en pootgoedwet⁴, Raad voor Plantenrassen, 2020). De bepaling van het gehalte glycoalkaloïden is onderdeel van het Cultuur- en Gebruikswaarde Onderzoek dat wordt uitgevoerd door de NAK.

Er is tijdens de veredeling en selectie van nieuwe aardappelcultivars veel uitwisseling van genetisch materiaal tussen (internationale) vestigingen van een veredelingsbedrijf onderling en tussen veredelingsbedrijven en gecontracteerde hobbykwekers. Wanneer dat materiaal besmet is met schadelijke organismen is er een risico, dat schadelijke organismen onbedoeld in een kweekprogramma worden geïntroduceerd (Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2014) of dat schadelijke organismen buiten de beschermde omgeving van de veredelingsbedrijven worden verspreid. De import van voortkwekingsmateriaal van aardappel uit landen buiten de EU is verboden, met uitzondering van Zwitserland¹¹. Ontheffing van dit verbod voor veredelings- en selectiewerkzaamheden is mogelijk met een tijdelijke officiële toestemming van de NVWA¹². Bij verplaatsing van partijen plantmateriaal tussen verschillende bedrijven in NL of in EU lidstaten moet elke partij plantmateriaal vergezeld gaan van een certificaat (plantenpaspoort) op basis van een keuring van het materiaal, om risico's voor plantgezondheid te voorkomen. De keuring en afgifte van het certificaat wordt door de NAK gedaan onder toezicht van de NVWA. Bij verplaatsing van partijen tussen Nederlandse locaties van hetzelfde bedrijf geldt deze eis niet.

Sinds het einde van de twintigste eeuw worden nieuwe technieken ontwikkeld om het veredelingsproces te versnellen en te verbeteren, zoals weefselkweek, aardappelteelt uit zaad en technieken voor genetische modificatie, zoals RNA-interference en cis-genese (Hameed et al., 2018). Bij genetische modificatie wordt het DNA van een organisme (in dit geval de aardappelplant) veranderd met als doel om het organisme een nieuwe of aangepaste eigenschap te geven. Er geldt strenge wetgeving voor het werken met en het op de markt brengen van genetisch gemodificeerde organismen (GGO's). Voor de teelt en import van levende GGO's is een vergunning¹³ nodig. Het Joint Research Centre is het Europese referentielaboratorium voor GGO's en publiceert de dossiers voor GGO's waarvoor een vergunning is aangevraagd (JRC, 2020). De GGO's met een marktoelating worden openbaar gemaakt in het 'EU Register of Authorised GMOs' (EC, 2020a). In de EU zijn momenteel geen aardappelcultivars toegelaten die zijn ontwikkeld met genetische modificatie. Ook de import van genetisch gemodificeerde aardappelen bestemd voor consumptie is niet toegestaan. Bij de import van aardappel(product)en wordt hierop gecontroleerd (NVWA, 2020k) en overtredingen worden gemeld via RASFF.

De aardappelcultivar Amflora voor de teelt van zetmeelaardappelen, waarin het gen dat zorgt voor de productie van de ongewenste zetmeelvariant amylose met genetische modificatie is uitgeschakeld, werd in

¹¹ Bijlage VI, punt 15 van: Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072 van de Commissie van 28 november 2019 tot vaststelling van eenvormige voorwaarden voor de uitvoering van Verordening (EU) 2016/2031 van het Europees Parlement en de Raad, wat betreft beschermende maatregelen tegen plaagorganismen bij planten, en tot intrekking van Verordening (EG) 690/2008 van de Commissie en tot wijziging van Uitvoeringsverordening (EU) 2018/2019 van de Commissie.

¹² Artikel 48 van Verordening (EU) 2016/2031².

¹³ Richtlijn 2001/18/EG van het Europees Parlement en de Raad van 12 maart 2001 inzake de doelbewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu en tot intrekking van Richtlijn 90/220/EEG van de Raad.

2010 toegelaten door de Europese Commissie. In 2012 werd de toelating echter onwettelijk bevonden en ingetrokken (Reuters, 2013). De Innate aardappel, waarin via cis-genese een aantal kwaliteiten zijn ingebouwd waaronder verlaagde gehalten van asparagine, glucose en fructose en resistentie tegen de aardappelziekte *Phytophthora infestans*, heeft een toelating in de VS ((USDA APHIS, 2016)) en in Canada ((CFIA, 2019)).

Veredelingsbedrijven werken momenteel aan technieken voor hybride veredeling van aardappelcultivars, waarmee de productie van aardappelzaad als uitgangsmateriaal voor de aardappelteelt mogelijk wordt (Edelenbosch & Munnichs, 2020). De basis voor het zaaizaad wordt gevormd door twee homozygote diploïde ouderlijnen. Door kruising van deze ouderlijnen wordt het hybride zaad geproduceerd, waarin de eigenschappen van beide lijnen zijn verenigd. Deze techniek heeft een aantal voordelen. Gewenste eigenschappen van de aardappel, zoals resistentie tegen de aardappelziekte (veroorzaakt door de pseudoschimmel *Phytophthora infestans*), kunnen sneller in een nieuwe cultivar worden ingebracht waardoor minder fungiciden in de teelt nodig zijn. Belangrijke bacterieziekten van aardappel, zoals bruinrot en ringrot, worden via besmette pootaardappelen overgedragen naar een nieuw gewas maar deze bacteriën komen niet in of op het zaad voor. Daardoor wordt de verspreiding van deze bacteriën beperkt. Aardappelzaad is makkelijker te bewaren en te transporteren dan pootaardappelen, waardoor opslag en vervoer eenvoudiger zijn. Voor de introductie van dergelijke hybride aardappelcultivars is o.a. nieuwe wetgeving voor het kwekersrecht nodig, is een nieuwe aanpak van de productie en keuring van uitgangsmateriaal voor de aardappelteelt noodzakelijk en is een nieuwe logistieke organisatie voor de aardappelketen nodig. Naar verwachting worden de eerste hybride aardappelcultivars over enkele jaren in Nederland geïntroduceerd (Engwerda, 2018).

3.3. Ketenschakel 2: Productie van pootaardappelen

Pootaardappelen zijn aardappelknollen die zijn geproduceerd om als uitgangsmateriaal te dienen voor een volgende aardappelteelt. Dit kan opnieuw een pootaardappelteelt zijn of de teelt van een eindproduct (consumptieaardappel of zetmeelaardappel).

De ketenschakel voor de productie van pootaardappelen begint met de opbouw van stammen voor elke aardappelcultivar via stamselectie door gespecialiseerde telers, de stamselecteurs. In de opbouw van een stam worden drie fasen onderscheiden: prebasis, basis en gecertificeerd pootgoed. Een stam kan beginnen met de selectie van gezond uitzijende planten van de betreffende cultivar tijdens de groei op een perceel, of met de teelt van *in vitro* geproduceerde miniknollen. De vermeerdering van pootgoed uitgaande van miniknollen neemt sterk toe (Meijering, 2015). De knollen van elke plant, of de dochterknollen van de geteelde miniknollen, worden apart geogst, bewaard en onder een unieke code geregistreerd. Uit deze knollen groeit het volgende jaar een eerstejaars stam. De eerstejaars en volgende stammen worden intensief gecontroleerd door de NAK op cultivareigenschappen en de afwezigheid van schadelijke virussen en bacteriën, die via de knol op de volgende generatie planten (dochterplanten) kunnen worden overgedragen. Deze controle is van belang om de plantgezondheid van de aardappelketen te bewaken. Met elke volgende generatie wordt het aantal knollen van de stam ongeveer vertienvoudigd (Kennisplatform Aardappels, 2020). Na vier generaties prebasis pootaardappelen is de fase van stamselectie afgerond. De volgende vijf generaties zijn basis- of gecertificeerde pootaardappelen en worden vermeerderd door pootaardappel telers. Het geproduceerde pootgoed kan worden gebruikt voor een volgende generatie van de stam of als uitgangsmateriaal voor de teelt van eindproduct (consumptie- of zetmeelteelt). Via een 'afkapsysteem' wordt de kwaliteitsklasse van elke generatie pootaardappelen één niveau verlaagd (NAK, 2016). Na 10 jaar verliest de stam de status van pootaardappel.

De ketenschakel eindigt bij de levering van pootaardappelen aan akkerbouwbedrijven voor de teelt van consumptieaardappelen of zetmeelaardappelen.

Er geldt wet- en regelgeving voor de pootaardappelteelt die o.a. gericht is op plantgezondheid, raszuiverheid en vitaliteit (Zie Bijlage 2). Iedereen die zaaizaad en/of pootgoed teelt en bewerkt moet aangesloten zijn bij de Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaadgoed en pootgoed van landbouwgewassen (NAK). Pootaardappelen mogen alleen in de handel worden gebracht als bij officiële keuring door de NAK is vastgesteld dat de pootaardappelen voldoen aan kwaliteitseisen voor rasechtheid, gezondheid, groeikracht, zuiverheid, classificatie, etikettering, etc., zoals beschreven in de Zaaizaad- en plantgoedwet 2005⁴. Daarnaast moeten pootaardappelen die in de handel worden gebracht voldoen aan de

eisen van de Europese plantgezondheidsverordening². De NAK is aangewezen als bevoegde autoriteit voor de uitvoering van deze fytosanitaire inspecties, onder toezicht van de NVWA³.

Gemiddeld over 2016-2018 waren er in Nederland 2360 bedrijven met teelt van pootaardappelen (Tabel 3.2). Op ruim 1100 bedrijven worden naast pootaardappelen ook consumptieaardappelen en/of zetmeelaardappelen geteeld. Het areaal pootaardappelen bedroeg gemiddeld ca 42.000 ha en de totale jaarlijkse opbrengst in Nederland was ca 1,5 miljoen ton. De hoeveelheid gecertificeerde pootaardappelen was ca 1,1 miljoen ton per jaar. Het verschil van gemiddeld 0,4 miljoen ton per jaar wordt gevormd door pootaardappelen, geproduceerd voor de teelt van consumptieaardappelen op het eigen bedrijf (ca 0,03 miljoen ton per jaar (NAK, 2020)), door de NAK afgekeurde partijen en bovenmaatse pootaardappelen. Bovenmaatse pootaardappelen zijn knollen groter dan 55 mm diameter en zijn minder geschikt voor gebruik als uitgangsmateriaal. Een deel van de afgekeurde partijen en bovenmaatse pootaardappelen wordt als consumptieaardappel verkocht. De hoeveelheid wordt bepaald door vraag en aanbod in zowel de markt voor pootaardappelen als de markt voor consumptieaardappelen.

Invoer van pootaardappelen uit EU lidstaten is toegestaan onder de voorwaarden van Verordening (EU) 2016/2031. Daarbij moet voor de partij pootaardappelen een plantenpaspoort worden afgegeven op basis van een keuring door de bevoegde autoriteit van het producerende land. Gemiddeld per jaar werd gedurende 2016-2018 ca. 82.000 ton pootaardappelen uit EU lidstaten ingevoerd (Tabel 3.2). Er heeft invoer van pootaardappelen uit alle lidstaten plaatsgevonden. Import van pootaardappelen uit landen buiten de Europese Unie is verboden, met uitzondering van Zwitserland¹¹.

De uitvoer van pootaardappelen naar EU-lidstaten en export naar derde landen gedurende 2016-2018 bedroeg volgens de Nederlandse Aardappel Organisatie (NAO) ongeveer 800.000 ton/jaar (NAO, 2020b). Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek was de uitvoer en export in deze periode ongeveer 940.000 ton/jaar (StatLine, 2019). Uitgaande van de opgave van de NAO was voor Nederlands gebruik gemiddeld 370.000 ton per jaar beschikbaar over 2016-2018 (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Data pootaardappel: bedrijven, areaal, productie en handel, gemiddeld per jaar voor de periode 2016-2018.

Pootaardappelen productie en handel gemiddeld over 2016-2018		
Aantal bedrijven NL ^a	2.360	-
Areaal NL ^b	42.426	ha
Totale opbrengst NL ^b	1.456.471	ton/jaar
Gecertificeerde pootaardappelen NL^{d,e}	1.086.704	ton/jaar
Invoer uit EU ^c	82.040	ton/jaar
Voorraad NL	1.168.744	ton/jaar
Export en uitvoer^f	800.000	ton/jaar
Beschikbaar uitgangsmateriaal NL	369.012	ton/jaar
Niet gecertificeerde pootaardappelen NL (verschil tussen geproduceerde en gecertificeerde pootaardappelen)	369.767	ton/jaar

Bronnen (Bewerkt door NVWA):

- a) (StatLine, 2020a)
- b) (StatLine, 2020b)
- c) (StatLine, 2019)
- d) (NAK, 2017)
- e) (NAK, 2018)
- f) (NAO, 2020b)

Pootaardappelen worden in een wettelijk verplichte teeltfrequentie van 1 op 3 jaar of ruimer met andere gewassen geteeld om de bedreiging van plantgezondheid door *G. rostochiensis* en *G. pallida* (aardappelpycnostictes) te beperken (NVWA, 2020e). Dat betekent dat in de twee jaren voorafgaand aan de

teelt van pootaardappelen geen aardappelen op het perceel geteeld mogen zijn (ongeacht of het consumptie-, zetmeel- of pootaardappelen betref). Daarmee wordt ook de ontwikkeling van andere bodemgebonden organismen die schadelijk zijn voor aardappel vertraagd. Voor de bemesting van het pootaardappelgewas worden kunstmeststoffen gebruikt. De gewasbescherming rust voor een belangrijk deel op het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen tegen onkruiden, luizen en ziekten, vooral de aardappelziekte veroorzaakt door *Phytophthora infestans*. In de fase waarin aardappelplanten ondergrondse stengels ('stolonen') vormen, aan het einde waarvan nieuwe aardappelknollen worden gevormd, is voldoende vocht in de bodem essentieel. In de meeste jaren is irrigatie door beregening noodzakelijk. Het gebruik van oppervlaktewater is daarbij in geheel Nederland verboden vanwege de aanwezigheid daarin van het quarantaineorganisme *Ralstonia solanacearum*, de bacterie die bruinrot veroorzaakt¹⁴. Bij de teelt van pootaardappelen mag voor beregening, maar ook voor gewasbespuitingen, uitsluitend leidingwater of bronwater worden gebruikt. Voorafgaand aan de oogst wordt het loof gedood met een herbicide of d.m.v. loofbranden. De geoogste knollen van één perceel worden afzonderlijk van de knollen van andere percelen opgeslagen op het bedrijf van de teler zelf, bij een andere pootgoedteler, bij het handelshuis of bij een gespecialiseerd opslagbedrijf. Tijdens de bewaring worden kiemremmers toegepast en kunnen partijen worden behandeld met fungiciden.

Ongeveer 40% van de bedrijven met teelt van pootaardappel heeft ook teelt van consumptie- of zetmeelaardappelen, die eveneens op het bedrijf worden opgeslagen. Op sommige bedrijven worden ook poot-, consumptie- of zetmeelaardappelen van andere bedrijven opgeslagen. In private kwaliteitszorgsystemen zijn eisen aan bedrijfshygiëne gesteld voor verschillende categorieën bedrijven die met pootaardappelen werken (NAO, 2020a).

Een deel van de geproduceerde pootaardappelen wordt door de NAK niet gecertificeerd, bijvoorbeeld omdat de knollen niet aan de kwaliteitseisen voldoen of omdat de knollen te groot of te klein zijn. Alleen gecertificeerde pootaardappelen mogen als uitgangsmateriaal voor de aardappteelt worden gebruikt en voor dat doel worden verhandeld. De knolgrootte van de geoogste aardappelen is afhankelijk van verschillende factoren, waaronder cultivar, bodemomstandigheden en weersomstandigheden tijdens stolonvorming en knolzetting (Bus et al., 1996). Bovenmaatse pootaardappelen (> 55 mm doorsnede) produceren minder stengels per kilogram en zijn minder geschikt als uitgangsmateriaal voor een volgend gewas (Reestman et al., 1960). Bovenmaatse pootaardappelen kunnen worden gesneden om een kleinere maat pootgoed te verkrijgen. Het gebruik van gesneden pootgoed voor de teelt van pootgoed is verboden om verspreiding van deze schadelijke organismen te voorkomen (NVWA, 2018h). Gesneden pootgoed is wel toegestaan op bedrijven zonder pootaardappteelt, voor de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen.

Bovenmaatse pootaardappelen worden deels afgezet als consumptieaardappelen (Van Berkhout et al., 2015). De hoeveelheid varieert van jaar tot jaar en wordt bepaald door vraag en aanbod in zowel de markt voor pootaardappelen als de markt voor consumptieaardappelen. Het Handboek voedsel- en voederveiligheid (VVAK) geeft aan dat pootaardappelen die als consumptie- of zetmeelaardappel worden verkocht, moeten voldoen aan de eisen die gelden voor consumptie- en/of zetmeelaardappelen (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019).

3.4. Ketenschakel 3A: Teelt en opslag van consumptieaardappelen

Er zijn twee ketenschakels voor de productie van aardappelen, die bestemd zijn voor consumptie of verwerking: de productie van consumptieaardappelen, die hier wordt besproken, en de productie van zetmeelaardappelen, die in paragraaf 3.5 wordt besproken).

Consumptieaardappelen worden geteeld voor consumptie door de mens en worden onderscheiden in tafelaardappelen en industrieaardappelen. Tafelaardappelen zijn bestemd voor directe consumptie, en worden verkocht via de supermarkten, ambulante handel of direct via de boer. De industrieaardappelen worden geteeld voor de verwerking tot voorgebakken producten, chips, en aardappelvlokken en koelverse verwerkte producten. Afhankelijk van de bestemming van de aardappelen worden specifieke cultivars geteeld en worden teeltmaatregelen zoals bemesting en gewasbescherming aangepast. Het grootste deel van de consumptieaardappelen wordt geteeld onder contract met de afnemer (Van Berkhout et al., 2015).

¹⁴ Richtlijn 98/57/EG van de Raad van 20 juli 1998 betreffende de bestrijding van *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al.

Daarbij zijn kwaliteitszorgsystemen zoals GlobalG.A.P., VVA en NAO-hygiëneprotocol (Zie Bijlage 1) van toepassing.

De ketenschakel 'teelt en opslag van consumptieaardappel' begint met de levering van pootaardappelen aan akkerbouwbedrijven voor de teelt van consumptieaardappelen. Consumptieaardappelen worden, net als pootaardappel, in een wettelijk verplichte teeltfrequentie van 1 op 3 jaar of ruimer met andere gewassen geteeld om de bedreiging van plantgezondheid door *G. rostochiensis* en *G. pallida* (aardappelcystealtjes) te beperken. Deze verplichting geldt niet voor de consumptieaardappelteelt in het Noordoostelijk zandgrondgebied en dalgrondgebied (NVWA, 2020e). Voor de bemesting van het consumptieaardappelgewas worden voorafgaand aan de teelt dierlijke mest en kunstmeststoffen gebruikt (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2020a), (Van Geel, 2015), (RVO, 2020b). Indien nodig wordt met kunstmest tijdens de teelt bijgemest. De gewasbescherming rust voor een belangrijk deel op het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen tegen onkruiden, luizen en ziekten, vooral de aardappelziekte veroorzaakt door *Phytophthora infestans*. Het gebruik van oppervlaktewater voor beregening van percelen met consumptieaardappelen is in een groot deel van Nederland verboden, in verband met de aanwezigheid van de bruinrotbacterie in het oppervlaktewater (NVWA, 2020d). Voorafgaand aan de oogst wordt het loof gedood met een herbicide of d.m.v. loofbranden. De geoogste knollen worden opgeslagen op het bedrijf van de teler zelf, bij een andere pootgoedteler, bij het handelshuis of bij een gespecialiseerd opslagbedrijf. Tijdens de bewaring worden kiemremmers toegepast en kunnen partijen worden behandeld met fungiciden. Tijdens de bewaring worden rotte en ongewenste knollen uit de partij gesorteerd en verzameld in afvalhopen. Telers hebben de plicht om deze aardappelhopen af te dekken om vroege verspreiding van *Phytophthora infestans*, de verwekker van aardappelziekte, tegen te gaan. De NAK houdt toezicht op deze afdekplicht (NVWA, 2020b).

Vanuit de bewaring bij akkerbouwbedrijven, handelshuizen en opslagbedrijven worden partijen getransporteerd naar aardappelverwerkende of -bewerkende bedrijven en naar locaties voor uitvoer naar EU lidstaten of export naar landen buiten de EU.

De ketenschakel 'teelt en opslag van consumptieaardappel' eindigt met het transport van aardappelen uit de bewaarplaatsen naar de aardappelverwerkende bedrijven en aardappelverpakingsbedrijven. In het Handboek VVAK (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019) zijn hygiënische maatregelen opgesteld om verontreiniging met vreemde bestanddelen zoals eerder vervoerde materialen (kunstmest, mest, diervoeder, etc.), stenen en andere voorwerpen te voorkomen.

In Tabel 3.3 zijn de data van de productie en handel van consumptieaardappelen samengevat. Daarin is ook de invoer en import door aardappelverwerkende en -bewerkende bedrijven opgenomen. Gemiddeld over 2016-2018 waren er in Nederland 6853 bedrijven met teelt van consumptieaardappelen. Het areaal bedroeg ca 75.000 ha en de totale jaarlijkse opbrengst in Nederland was ca 3,4 miljoen ton.

Voor bewerking en verwerking van consumptieaardappelen in Nederland worden verse consumptieaardappelen ingevoerd uit EU lidstaten of geïmporteerd uit landen buiten de EU (Tabel 3.3). Invoer van verse consumptieaardappelen uit EU lidstaten is onder voorwaarden¹⁵ toegestaan. Gemiddeld per jaar werd gedurende 2016-2018 ruim 1,5 miljoen ton consumptieaardappelen uit EU lidstaten ingevoerd, waarvan ruim 1 miljoen ton uit Duitsland. Dit is inclusief de invoer van 'primeurs': verse aardappelen die verhandeld worden tussen 1 januari en 30 juni. De invoer heeft uit alle lidstaten plaatsgevonden. Import van verse consumptieaardappelen uit landen buiten de Europese Unie is verboden, met uitzondering van Zwitserland en enkele andere genoemde landen¹⁶. De geïmporteerde partijen moeten voldoen aan de in Bijlage VII van deze uitvoeringsverordening gestelde eisen. Gemiddeld over 2016-2018 werd ruim 45.000 ton consumptieaardappelen per jaar geïmporteerd uit derde landen (Tabel 3.3). Daarvan bestaat 75% uit 'primeurs' afkomstig uit Afrikaanse en Aziatische landen rond het Middellandse Zeegebied. Gedurende 2016-2018 werd gemiddeld ruim 600.000 ton verse consumptieaardappelen per jaar uitgevoerd naar EU lidstaten en 265.000 ton per jaar geëxporteerd naar derde landen.

Wanneer de productie in Nederland wordt verrekend met de van invoer, import, uitvoer en export is jaarlijks in Nederland, gemiddeld over 2016-2018, 4,3 miljoen ton consumptieaardappelen beschikbaar voor verwerking en bewerking.

¹⁵ Bijlage VIII, punt 11, van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072¹¹.

¹⁶ Bijlage VI, punt 17, van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072¹¹.

Tabel 3.3 Data consumptieaardappel: bedrijven, areaal, productie en handel, gemiddeld per jaar voor de periode 2016-2018.

Consumptieaardappelen productie en handel gemiddeld over 2016-2018		
Aantal bedrijven NL ^a	6.853	-
Areaal NL ^b	75.324	ha
totale opbrengst NL^b	3.414.218	ton/jaar
Bovenmaat pootaardappelen	184.883	ton/jaar
Invoer verse aardappelen uit EU ^c	1.571.349	ton/jaar
Import verse aardappelen uit derde landen ^c	45.052	ton/jaar
Voorraad NL	5.215.502	ton/jaar
Uitvoer verse aardappelen naar EU ^c	622.642	ton/jaar
Export verse aardappelen naar derde landen ^c	265.701	ton/jaar
export en uitvoer totaal	888.342	ton/jaar
Beschikbaar voor gebruik in NL	4.327.160	ton/jaar
1. Verwerkt tot voorgebakken product ^d	3.569.133	ton/jaar
2. Verwerkt tot koelvers product ^d	420.000	ton/jaar
3. Overige verwerking, waaronder kleinverpakking (tabelaardappelen) ^d	338.027	ton/jaar

Bronnen (Bewerkt door NVWA):

- a) (StatLine, 2020a)
- b) (StatLine, 2020b)
- c) (StatLine, 2019)
- d) (NAO, 2019)

3.5. Ketenschakel 3B: Teelt en opslag van zetmeelaardappelen

Zetmeelaardappelen zijn aardappelen die geteeld worden om in aardappelzetmeelfabrieken te worden verwerkt tot aardappelzetmeel en -eiwit. Cultivars voor zetmeelaardappelen zijn veredeld en geselecteerd voor een hoog zetmeelgehalte. Ze kunnen hoge gehalten aan glycoalkaloiden (een groep van giftige stoffen die door planten worden geproduceerd) bevatten en zijn daarom niet bedoeld of geschikt voor consumptie als tafelaardappel of verwerking tot frites of chips. Vanwege de ongewenste smaak en kook- en bakkwaliteit komt onbedoelde consumptie van zetmeelaardappelen niet voor.

De ketenschakel 'teelt en opslag van zetmeelaardappel' begint met de levering van pootaardappelen aan akkerbouwbedrijven voor de teelt van zetmeelaardappelen. De teelt van zetmeelaardappelen vindt voornamelijk plaats in het Noordoostelijk zandgrondgebied en dalgrondgebied. Daar geldt geen beperking aan de teeltfrequentie van aardappelgewassen. In 2017 had 57% van de percelen een teeltfrequentie van 1 op 2 jaar, 28% een teeltfrequentie van 1 op 3 jaar en 15% een teeltfrequentie van 1 op 4 jaar of hoger (Avebe, 2018). Bij deze intensieve gewasrotaties worden hoge populaties van bodemgebonden schadelijke organismen, met name de nematoden *G. rostochiensis* en *G. pallida*, opgebouwd. Om opbrengstverlies door deze organismen te beperken wordt op nagenoeg alle percelen de grond voorafgaand aan de teelt van zetmeelaardappelen behandeld met nematiciden. De teelt, oogst en bewaring vinden op vergelijkbare manier plaats als voor consumptieaardappelen.

Gemiddeld over 2016-2018 waren er in Nederland 1600 bedrijven met teelt van zetmeelaardappelen. Het areaal zetmeelaardappelen bedroeg ca 44.000 ha en de totale jaarlijkse opbrengst in Nederland was ca 1,8 miljoen ton (StatLine, 2020b), (StatLine, 2020a).

Invoer van verse zetmeelaardappelen uit EU lidstaten is toegestaan onder de voorwaarden van Verordening 2016/2031. Gemiddeld per jaar werd gedurende 2016-2018 ruim 66.000 ton zetmeelaardappelen uit EU lidstaten ingevoerd, waarvan 62.000 ton uit Duitsland. Invoer heeft uit alle lidstaten plaatsgevonden. Import van verse zetmeelaardappelen uit landen buiten de Europese Unie is verboden, met uitzondering van

Zwitserland en enkele genoemde landen¹⁶), en komt nauwelijks voor. Gemiddeld over 2016-2018 werd 9 ton per jaar zetmeelaardappelen geïmporteerd uit Zwitserland (StatLine, 2019).

Gedurende 2016-2018 werd gemiddeld 7.600 ton zetmeelaardappelen per jaar uitgevoerd naar EU lidstaten en 6.000 ton per jaar geëxporteerd naar derde landen. Voor Nederlands gebruik was gemiddeld ruim 1,8 miljoen ton per jaar beschikbaar.

3.6. Ketenschakel 4A: Bewerking van aardappelen en verwerking tot aardappelproduct

De ketenschakel 'bewerking van aardappelen en verwerking tot aardappelproduct' begint met de ontvangst van consumptieaardappelen door bedrijven die aardappelen bewerken of verwerken. De ketenschakel eindigt met de levering van producten aan groothandelaren in aardappelen, groenten en fruit (AGF), detailhandel (incl. supermarkt) en ambulante handel.

Er wordt onderscheid gemaakt in bewerking en verwerking van consumptieaardappelen. Onder bewerking worden handelingen verstaan, die geen grote verandering van het product tot gevolg hebben, zoals borstelen en wassen om grond te verwijderen en verpakken in kleinverpakking. Bewerkte aardappelen worden verse aardappelen of tafelaardappelen genoemd en zijn bestemd voor verkoop aan de eindgebruiker (consument, grote cateraar). Onder verwerking worden handelingen verstaan waarbij verandering van het product optreedt. Er worden vier categorieën verwerkte aardappelproducten onderscheiden: gedroogd, koelvers, vorgebakken en overige verwerkte producten.

Gedroogde aardappelproducten zijn lang houdbaar en gemakkelijk wat betreft opslag en transport. Voorbeelden zijn aardappelpoeder en aardappelvlokken. Ze worden als ingrediënt van andere levensmiddelen gebruikt, zoals de productie van snacks, aardappelkroketten en friet (raspatat). Als eindproduct is instant aardappelpuree bekend.

Koelverse aardappelproducten worden onderscheiden in "ready-to-cook" en "ready-to-eat". Ready-to-cook producten zijn mild verhit, maar nog niet gaar. De milde verhitting zorgt voor behoud van sensorische eigenschappen en nutriënten, voorkomt verlies van kwaliteit door inactivatie van enzymen die bruinkleuring veroorzaken en zorgt voor garing. Voor dit kwaliteitsbehoud wordt vaak blancheren uitgevoerd. Om verdere bruinkleuring te voorkomen kan sulfiet, ascorbinezuur of citroenzuur worden toegevoegd. Afhankelijk van het type product en de gewenste houdbaarheid worden de koelverse aardappelproducten onder vacuüm, beschermende atmosfeer of gewone lucht verpakt. Tevens kan napasteurisatie in de eindverpakking plaatsvinden. Ready-to-cook producten dienen door de eindgebruiker nog te worden gekookt of gebakken, zoals bijvoorbeeld voorverpakte koelverse aardappelschijfjes, krieltjes en friet. Ready-to-eat producten zijn geschikt voor directe consumptie en bestaan daarmee uit volledig gegaarde aardappel(producten), al dienen sommige voor de smaak te worden opgewarmd. Het gaat hierbij vaak om producten waarin naast aardappelen als hoofdingrediënt, nog andere ingrediënten zijn verwerkt, zoals aardappelsalades, aardappel in maaltijd salades en koelverse aardappelpuree.

Onder vorgebakken, bevroren aardappelproducten vallen friet en aardappelpartjes, aardappelkroketten, rösti en dergelijke die voor gebruik nog gebakken moeten worden. Friet e.d. worden kort geblancheerd en vorgebakken, ingevroren en verpakt.

De categorie "overig" omvat tenslotte producten als chips en gesteriliseerde aardappelproducten (in blik of glas). Deze laatste productgroep vormt slechts een kleine stroom binnen de aardappelketen, zeker in Nederland.

De productie in NL van industrieel verwerkte en koelverse aardappelproducten bedraagt, gemiddeld over 2016-2018, ca 2,3 miljoen ton/jaar. (NAO, 2019). De invoer + import van deze producten bedroeg 0,5 miljoen ton per jaar en de uitvoer + export ca 2,4 miljoen ton/jaar (StatLine, 2019). Er is in Nederland ca 0,4 ton/jaar industrieel verwerkte en koelverse producten geconsumeerd.

Naast de industriële verwerking en productie van koelvers product werd ruim 7% (0,3 miljoen ton) van de verse consumptieaardappelen bewerkt door verpakkingsbedrijven voor verkoop als tafelaardappelen. De aardappelverpakkende bedrijven werken volgens de betreffende NAO Hygiëncode (NAO, 2020c).

Industriële verwerking consumptieaardappelen - proces

Er zijn in Nederland 13 aardappelverwerkende bedrijven, met in totaal 20 vestigingen (Knuivers, 2015). Op deze bedrijven worden consumptieaardappelen verwerkt tot voorgebakken aardappelproducten, zoals frites, en overige producten, zoals chips of aardappelvlokken. Bij een aantal bedrijven vinden meerdere vormen van verwerking plaats. Zes van deze bedrijven zijn lid van de Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI); deze vertegenwoordigen ca. 95% van de aardappelverwerkende industrie in Nederland (VAVI, 2020). Er is een onbekend aantal akkerbouwbedrijven die hun eigen aardappelen verwerken, en een onbekend aantal kleinere verwerkende bedrijven, zoals plaatselijke of regionale frietbakkers, die aardappelen afnemen van een beperkt aantal vaste leveranciers (Smit & Jager, 2018). De bedrijfsprocessen en de hoeveelheid op deze bedrijven verwerkte aardappelen zijn niet bekend.

Bij alle vormen van verwerking vindt een ingangscntrole van elke partij plaats en wordt een droge en/of een natte reiniging uitgevoerd om ongewenst organisch materiaal, stenen en grond te verwijderen. De van de aardappelen verwijderde grond wordt tarragrond genoemd. Omdat de te verwerken aardappelen afkomstig kunnen zijn van percelen die besmet zijn met aardappelcysteaaltjes, moet de afvoer van tarragrond plaatsvinden volgens de eisen van de EU bestrijdingsrichtlijn voor aardappelmoetheid¹⁷. Het verwerkend bedrijf moet door de NVWA erkend zijn, waarmee het bedrijf voldoet aan de voorwaarde dat het bedrijf een afzetmethode heeft voor de tarragrond, die waarborgt dat de grond niet ongecontroleerd in de landbouw wordt afgezet. Het aardappelverwerkend bedrijf heeft daarvoor drie mogelijkheden (NVWA, 2020h):

- Afzet naar een perceel landbouwgrond, waarvoor door de NVWA een besmetverklaring aardappelmoetheid is afgegeven.
- Afzet naar een locatie buiten de landbouw.
- Behandelen van tarragrond voorafgaand aan afzet in of buiten de landbouw.

Bij de afzet van tarragrond gelden ook eisen voor de gehalten van chemische stoffen, waaronder PFAS en PFOS¹⁸. Per 1 december 2019 is PFAS toegevoegd aan bijlage 1 van het Besluit Bodemkwaliteit en is er een update gekomen van het 'Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie' (Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2019), waar tarragrond onder valt. Hierin is de toepassingswaarde van PFAS algemeen vastgesteld op 0,8 µg/kg droge stof, en voor PFOS op 0,9 µg/kg.

Tijdens de verwerking (Janssens & Smit, 2016) wordt veel schoon bron- of leidingwater gebruikt, dat tijdens het proces verontreinigd raakt met grondresten, zetmeel, vet, aardappelresten en mineralen. Het vervuilde proceswater wordt veelal gereinigd zodat het proceswater kan worden hergebruikt. Grondresten, zetmeelresten en vetten worden apart verzameld en afgevoerd. Vervuild proceswater dat niet wordt hergebruikt wordt gezuiverd in afvalwaterzuiveringsinstallaties.

Bij de verwerking tot voorgebakken producten (Aviko, 2016) worden de schone aardappelen achtereenvolgens:

- geschild met stoom onder hoge druk;
- gesorteerd om productvreemde materialen en rotte aardappelen te verwijderen;
- gesneden;
- geblancheerd om een teveel aan suikers te extraheren;
- gedroogd en eventueel voorzien van een coating met kruiden ('gebatterd');
- gebakken;
- gekoeld of diepgevroren;
- verpakt in plastic folie.

Bij de verwerking tot chips worden voor sommige producten ongeschilde aardappelen gebruikt of wordt de schil verwijderd door de aardappelen te schrapen, en wordt het gebakken product op de gewenste smaak gebracht.

Bij de verwerking tot aardappelvlokken worden de geschilde aardappelen gekookt, gedroogd en gewalst.

¹⁷ Richtlijn 2007/33/EG van de Raad van 11 juni 2007 betreffende de bestrijding van het aardappelcysteaaltje en houdende intrekking van Richtlijn 69/465/EEG.

¹⁸ PFAS: Poly- en perfluoralkylverbindingen; PFOS: perfluorooctaansulfonaat

Bij de verwerking tot koelverse producten kunnen de geschilde en gesorteerde aardappelen worden gesneden en geblancheerd. Ze worden verpakt in dichte plastic zakken, met een beschermende atmosfeer (verlaagd zuurstof- en verhoogd kooldioxidegehalte) of in vacuüm.

Naast de ruim 2 miljoen in Nederland geproduceerde verwerkte aardappelproducten werden gemiddeld over 2016-2018 bijna 500.000 ton verwerkte aardappelproducten ingevoerd uit nagenoeg alle lidstaten van de EU, maar vooral uit België (StatLine, 2019). Van deze gemiddelde jaarlijkse Nederlandse voorraad aan aardappelproducten werd 85% uitgevoerd naar EU lidstaten of geëxporteerd naar landen buiten de EU, zodat gemiddeld ongeveer 400.000 ton verwerkte aardappelproducten is geconsumeerd in Nederland.

Tafelaardappelen -proces

In Nederland zijn ca. 80 bedrijven die verse aardappelen voor de tafelaardappelmarkt afzetten (Silvis, 2020). De aardappelen worden uit de opslag bij akkerbouwbedrijven vervoerd naar de verpakkende bedrijven, waar de aardappelen worden gewassen, gesorteerd en verpakt. Voor het wassen wordt bron- of leidingwater gebruikt. Bij een aantal van deze bedrijven vindt ook industriële verwerking van aardappelen (bijvoorbeeld verwerking tot voorgebakken friet) plaats. Op sommige van deze bedrijven wordt het afvalwater van het industriële proces na zuivering gebruikt als waswater voor de tafelaardappelen (bijvoorbeeld (Waterstromen.nl)). Voor de afzet van grondtarra door verpakkende bedrijven gelden dezelfde eisen als hierboven beschreven onder "Industriële verwerking consumptieaardappelen – proces". De aardappelen worden verpakt in zakken of balen, in grootte variërend tussen 1 en 25 kg.

3.7. Ketenschakel 4B: Verwerking van zetmeelaardappelen

De ketenschakel begint met de levering van zetmeelaardappelen aan de aardappelzetmeelfabriek en eindigt met de levering van aardappelzetmeel aan consumenten en aan Avebe vestigingen of andere industrieën voor industriële verwerking.

In Nederland is in 2016-2018 gemiddeld per jaar 1,8 miljoen ton zetmeelaardappelen beschikbaar, voor 97% afkomstig van binnenlandse aardappelteelt en voor 3% afkomstig uit Duitsland (Tabel 3.4). De hoeveelheid uitgevoerde zetmeelaardappelen bedraagt slechts 0,4% van de productie. Avebe, een coöperatie met ruim 2500 Nederlandse en Duitse leden (Avebe, 2020b), is in Nederland het enige bedrijf dat zetmeelaardappelen verwerkt, met fabrieken op drie locaties.

Tabel 3.4 Data zetmeelaardappel: bedrijven, areaal, productie en handel, gemiddeld per jaar voor de periode 2016-2018.

Zetmeelaardappel productie en handel NL 2016-18		
Aantal bedrijven NL ^a	1.600	-
Areaal NL ^b	44.097	ha
Totale opbrengst NL^b	1.779.849	ton/jaar
Invoer uit EU ^c	66.621	ton/jaar
Import uit derde landen ^c	9	ton/jaar
Voorraad NL	1.846.479	ton/jaar
Uitvoer EU ^c	7.614	ton/jaar
Export naar derde landen ^c	5.961	ton/jaar
Export en uitvoer totaal ^c	13.575	ton/jaar
Verbruik NL	1.832.904	ton/jaar

Bronnen (bewerkt door NVWA):

- a) (StatLine, 2020a)
- b) (StatLine, 2020b)
- c) (StatLine, 2019)

Bij een zetmeelpercentage in de knollen van 20% (Avebe, 2018) werd jaarlijks 366.000 ton aardappelzetmeel geproduceerd (Tabel 3.5). Er werd jaarlijks bijna 90.000 ton aardappelzetmeel ingevoerd uit EU lidstaten en ruim 200.000 ton uitgevoerd, vooral naar landen buiten de EU.

Tabel 3.5 Productie en handel van aardappelzetmeel in NL, gemiddeld over 2016-2018.

Aardappelzetmeel productie en handel NL 2016-18		
Productie aardappelzetmeel^a	366.581	ton/jaar
Invoer (EU) + import (3e landen) ^b	89.472	ton/jaar
Beschikbaar in NL vóór uitvoer ^b	456.053	ton/jaar
Uitvoer (EU) + export (3e landen) ^b	206.994	ton/jaar
Verbruik in NL	249.059	ton/jaar

Bronnen (Bewerkt door NVWA):

- a) (StatLine, 2020b)
- b) (StatLine, 2019)

Avebe produceert 30% van de mondiale voorraad van aardappelzetmeel. Telers leveren zetmeelaardappelen aan Avebe op basis van de aandelen die ze bezitten: telers met aandelen zijn verplicht te leveren. De aardappelen worden bij aankomst in de fabriek gewassen en vermalen tot een aardappelbrij. Uit deze brij worden aardappelzetmeel en aardappeleiwit gewonnen. Deze producten worden geïsoleerd en gezuiverd waarna ze gereed zijn om te worden verhandeld. Van het aardappelzetmeel wordt 30% toegepast in voedingsmiddelen, de rest wordt in andere industriële processen gebruikt, zoals de productie van bioplastics.

Aardappeleiwit heeft een aminozuursamenstelling die potentieel zeer geschikt is voor verwerking in voedsel, maar was tot voor kort bestemd voor diervoeder omdat er geen effectieve techniek bestond om het eiwit zuiver te isoleren. Sinds 2007 is een nieuwe techniek ontwikkeld waarmee Avebe zuiver aardappeleiwit wint en verkoopt onder de naam Solanic (Avebe, 2020a). Solanic wordt onder andere toegepast in de productie van vleesvervangers, plantaardige kaas en geschuimde snoepjes.

3.8. Ketenschakel 5: Distributie van aardappel(product)en naar voedselbereiders en bereiding van aardappel(product)en

De eindgebruiker in deze keten is gedefinieerd als de voedselbereider. Dat is de consument die het voedsel bereidt voor de leden van zijn of haar huishouding, of de professionele voedselbereider van een grote cateraar. De bereiding van aardappel(product)en kan op veel manieren plaatsvinden, zoals geschild of ongeschild koken, bakken en frituren.

Verpakte tafelaardappelen worden door aardappelverpakkingsbedrijven direct of via groothandelsbedrijven geleverd aan detailhandel en horeca- en cateringbedrijven. Ongeveer 90% van de tafelaardappelen wordt via de supermarkten verkocht, waarbij de acht grootste verwerkende bedrijven 80-90% van de levering aan supermarkten verzorgen (Silvis, 2020).

Verpakte verwerkte aardappelproducten worden door aardappelverwerkende bedrijven direct of via groothandelsbedrijven geleverd aan detailhandel en horeca- en cateringbedrijven.

Aardappelzetmeel voor gebruik in keukens wordt door Avebe verpakt geleverd via groothandelsbedrijven aan eindgebruikers.

Korte ketens

Een klein deel van de consumptieaardappelen wordt via korte ketens geleverd aan eindgebruikers. Tot de korte ketens behoren rechtstreekse levering van boerderij aan frietbakkers, boerderijverkoop aan consumenten, internetverkoop, maaltijdboxen, etc.

3.9. Productieketen van biologische aardappelen

Er zijn gemiddeld over 2016-2018 ongeveer 200 bedrijven met gecertificeerd biologische teelt van aardappelen, dat is ruim 2% van het totale aantal bedrijven met aardappelteelt (Tabel 3.6). Deze bedrijven produceren 0,8% van de totale hoeveelheid pootaardappelen en 1,3% van de totale hoeveelheid consumptieaardappelen. Biologische aardappelen mogen alleen worden geteeld door bedrijven die daarvoor zijn gecertificeerd door Skal Biocontrole. Er gelden specifieke voorwaarden voor het gebruik van meststoffen, bodemverbeteraars, gewasbeschermingsmiddelen en biociden (SKAL, 2019). Biologische pootaardappelen worden, net als gangbaar geproduceerde pootaardappelen, gekeurd door de NAK.

Tabel 3.6. Aantal bedrijven, areaal en opbrengst van biologische aardappelen 2016-18

Biologische aardappel productie gemiddeld over 2016-2018			
	landbouw NL	biologisch teelt	percentage biologische teelt
Aantal bedrijven NL			
Aardappel	9.648	209	2,2%
Pootaardappel	2.360	59	2,5%
Consumptieaardappel	6.851	168	2,5%
Zetmeelaardappel	1.603	3	0,2%
Areaal NL (ha)			
Aardappel	161.847	1.576	1,0%
Pootaardappel	42.425	418	1,0%
Consumptieaardappel	75.324	1.146	1,5%
Zetmeelaardappel	44.097	12	0,0%
Opbrengst NL (ton)			
Aardappel	4.870.688	55.952	1,1%
Pootaardappel	1.456.471	11.507	0,8%
Consumptieaardappel	3.414.218	44.445	1,3%

Bron: (StatLine, 2020c). Bewerkt door NVWA.

Biologische consumptieaardappelen worden afgezet als tafelaardappelen (mogelijk gewassen en verpakt) of verwerkt tot voorgebakken producten, koelverse producten en salades. Voor de verwerking van biologische aardappelen geldt dat de bedrijven hiervoor door Skal Biocontrole moeten zijn gecertificeerd. Er gelden specifieke voorwaarden voor het gebruik van additieven en hulpstoffen en voor etikettering bij de verwerking van aardappelen (SKAL, 2018b).

4. Risicobeoordeling van voor planten schadelijke organismen: wetgeving, afbakening en methodiek

4.1. Inleiding

Er is een groot aantal organismen (viroïden, virussen, bacteriën, (pseudo)schimmels, insecten, mijten, nematoden, slakken en planten) die planten kunnen aantasten of verdringen (onkruiden), hierna aangeduid als 'schadelijke organismen'. Schadelijke organismen kan men op basis van fyto-sanitaire wetgeving onderverdelen in niet-gereguleerde organismen, gereguleerde organismen en potentieel te reguleren organismen. Gereguleerde organismen zijn de met name genoemde organismen in de EU-wetgeving. Potentieel te reguleren organismen zijn organismen die nu niet genoemd staan in de EU-wetgeving maar wel voldoen aan de criteria voor regulering. Hieronder wordt besproken: (i) de EU-wetgeving met de verschillende categorieën van gereguleerde organismen, (ii) nationale teeltvoorschriften met betrekking tot schadelijke organismen en (iii) de gevolgde aanpak bij de risicobeoordeling voor Nederland van de gereguleerde organismen.

4.2. EU-wetgeving

Fyto-sanitaire wetgeving is geharmoniseerd binnen de EU. De basis van de Europese fyto-sanitaire wetgeving zijn Verordening (EU) 2016/2031 (Plantgezondheidsverordening)² en Verordening (EU) 2017/625 (Controleverordening)⁷.

De Controleverordening (EU) 2017/625 is niet alleen van toepassing op plantgezondheid, maar ook op ander domeinen binnen de NVWA. Ten aanzien van plantgezondheid stelt de Controleverordening regels met betrekking tot officiële inspecties bij import van planten en plantaardige producten en andere materialen¹⁹ waarop schadelijke organismen mee kunnen liften. Ook regelt de verordening de aanwijzing van (referentie)laboratoria die diagnoses mogen verrichten op monsters die in het kader van officiële controles zijn genomen. Zo is het Nationaal Referentie Centrum fyto-sanitair (NRC-fyto-sanitair) van de NVWA is aangewezen als Europees Referentielaboratorium (EURL) voor bacteriën en virussen.

De Plantgezondheidsverordening (EU) 2016/2031 is alleen van toepassing op plantgezondheid. De Plantgezondheidsverordening is organismegericht, wat betekent dat de meeste planten en plantaardige producten zonder risicobeoordeling vooraf mogen worden geïmporteerd. Na identificatie van een voor de EU nieuw schadelijk organisme wordt het organisme op een speciale lijst geplaatst, de lijst van EU-quarantaineorganismen (EU-Q's) en worden vaak bijzondere eisen gesteld aan de planten en producten waarop het organisme kan zitten. Voor een aantal planten en producten gelden algemene importvereisten (bijzondere voorschriften die niet zijn gekoppeld aan een met name genoemd organisme) of zelfs importverboden om de kans op introductie van (bepaalde) schadelijke organismen te reduceren. Er is ook een artikel op basis waarvan een tijdelijk importverbod kan worden ingesteld voor "*planten, plantaardige producten en andere materialen*" waarvan de import als een groot onaanvaardbaar risico wordt beschouwd voor het binnenbrengen van voor de EU nieuwe schadelijke organismen ('high-risk plants'). Op basis van dit artikel is momenteel de import verboden van 35 genera en soorten van planten bestemd voor opplant (met uitzondering van zaden, in vitro materiaal en bonsais) en de import van een aantal andere producten (uit bepaalde landen) (Uitvoeringsverordening (EU) 2018/2019)²⁰.

¹⁹ Onder 'planten en zaden' wordt hier verstaan 'planten bestemd voor opplant', gedefinieerd in Verordening (EU) 2016/2031² als "planten die bedoeld zijn om geplant te blijven, te worden uitgeplant of opnieuw te worden geplant". Hieronder valt alle teeltmateriaal zoals zaden, weefselkweekplanten, stekken en jonge planten, maar ook volledige planten met kluit of in pot. Onder 'plantaardige producten' wordt verstaan: producten van plantaardige oorsprong die niet zijn verwerkt of die een eenvoudige bewerking hebben ondergaan, zoals snijbloemen, snijtakken, groenten, fruit en houten verpakkingsmateriaal, niet zijnde 'planten bestemd voor opplant'.

²⁰ Uitvoeringsverordening (EU) 2018/2019 van de Commissie van 18 december 2018 tot vaststelling van een voorlopige lijst van planten, plantaardige producten of andere materialen met een hoog risico in de zin van artikel 42 van Verordening (EU) 2016/2031 en een lijst van planten waarvoor geen fyto-sanitair certificaat is vereist voor het binnenbrengen in de Unie in de zin van artikel 73 van die verordening.

De Plantgezondheidsverordening definieert verschillende categorieën van gereguleerde organismen en stelt regels voor het reduceren van het risico van deze organismen. De volgende categorieën organismen worden daarbij onderscheiden:

- EU-quarantaineorganismen (Union quarantine pests; EU-Q's),
- Voorlopige EU-quarantaineorganismen,
- Prioritaire plaagorganismen (Priority pests),
- Zona Protecta-quarantaineorganismen (Protected zone quarantine pests; ZP-Q's),
- EU gereguleerde niet-quarantaineorganismen (Union regulated non-quarantine pests, RNQPs).

In dit document en de ketenbeoordelingen worden ook de volgende termen gebruikt:

- nieuwe schadelijke organismen,
- potentiële EU-quarantaineorganismen,
- quarantainewaardige organismen.

Deze begrippen en de verschillende EU-categorieën worden hieronder toegelicht.

EU-quarantaineorganismen (Union quarantine pests; EU-Q's)

EU-Q's zijn organismen die gereguleerd zijn in de gehele EU. Wetgeving en maatregelen tegen EU-Q's zijn erop gericht om introductie van deze organismen te voorkomen of wanneer het organisme reeds in een bepaald gebied gevestigd is verspreiding tegen te gaan. EU-Q's moeten voldoen aan de volgende criteria (artikel 4 van Verordening (EU) 2016/2031):

- a) de identiteit is vastgesteld,
- b) het organisme komt niet of slechts in beperkte mate voor in de EU,
- c) het organisme heeft het vermogen binnen te komen, zich te vestigen en te verspreiden,
- d) vestiging en verspreiding van het organisme heeft onaanvaardbare economische, sociale of milieugevolgen tot gevolg, en
- e) er zijn haalbare maatregelen beschikbaar waarmee het risico kan worden gereduceerd.

EU-Q's staan in bijlage II van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072. Om introductie en verspreiding van bepaalde EU-Q's tegen te gaan kunnen bijzondere eisen gelden voor planten en producten waarin of waarop de organismen aanwezig kunnen zijn. Deze vereisten staan beschreven in bijlagen VII en VIII van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072. Lidstaten zijn verplicht surveys uit te voeren om de aan- of afwezigheid van EU-Q's te bepalen. Ter ondersteuning heeft EFSA in opdracht van de Europese Commissie algemene richtlijnen opgesteld voor het uitvoeren van risico-gerichte surveys (EFSA et al., 2020). Bij een vondst van een EU-Q in een gebied waar het niet eerder bekend was voor te komen, zijn uitroeingsmaatregelen verplicht. Voor de bestrijding van een aantal EU-Q's, die aanwezig zijn in de EU, gelden specifieke maatregelen die momenteel zijn vastgelegd in EU-richtlijnen (ook wel bestrijdingsrichtlijnen genoemd). Deze richtlijnen zullen vervangen worden door uitvoeringshandelingen (implementing acts). Het is de bedoeling dat voor alle in de EU gevestigde EU-Q's dergelijke uitvoeringshandelingen worden opgesteld.

Voorlopige EU-quarantaineorganismen (tijdelijke EU-maatregelen)

De Plantgezondheidsverordening regelt ook de maatregelen die een lidstaat moet nemen bij vondst van een organisme dat (nog) niet staat op de lijst van EU-Q's, maar wel voldoet aan criteria a t/m d van een EU-Q (artikel 29). Wanneer een lidstaat een schadelijke organisme vindt dat mogelijk voldoet aan de criteria, dient de lidstaat een voorlopige risicobeoordeling te maken en wanneer daarbij de conclusie is dat het organisme aan de criteria voldoet moet de lidstaat onmiddellijk uitroeimaatregelen nemen of bij vondst in een zending planten of producten maatregelen om introductie en verspreiding van het organisme te voorkomen. De lidstaat moet de Commissie en andere lidstaten informeren over het organisme, de risicobeoordeling en de genomen maatregelen. Indien de Commissie ook tot het oordeel komt dat het organisme kwalificeert voor een EU-Q stelt zij onmiddellijk bij uitvoeringshandeling tijdelijke maatregelen vast met betrekking tot het organisme (artikel 30). Ook zonder notificatie van een nieuw schadelijk organisme door een lidstaat kan de Commissie tijdelijk maatregelen vaststellen indien zij van oordeel is dat

het voldoet aan criteria a t/m de van een EU-Q. Organismen waarvoor tijdelijke maatregelen (noodmaatregelen) gelden, worden in dit document en de ketenbeoordelingen ook als EU-Q's aangeduid²¹.

Prioritaire plaagorganismen (Priority pests)

Binnen de EU-Q's zijn een aantal organismen aangewezen als 'prioritaire plaagorganismen'. Dit zijn EU-Q's die bij vestiging of verdere verspreiding in de EU een zeer grote impact zullen hebben (artikel 6, Verordening (EU) 2016/2031). Voor prioritaire plaagorganismen gelden ten aanzien van de 'gewone' EU-Q's aanvullende eisen. Zo moet er jaarlijks een survey worden uitgevoerd naar aan/afwezigheid van deze organismen en moeten lidstaten een draaiboek hebben klaarliggen in geval het organisme wordt gevonden.

Zona protecta-quarantaineorganismen (Protected zone quarantine pests; ZP-Q's)

ZP-Q's zijn organismen die gereguleerd zijn in bepaalde gebieden in de EU, de zogenoemde 'beschermde gebieden' (artikel 32, Verordening (EU) 2016/2031). Voor ZP-Q's gelden dezelfde criteria als voor een EU-Q met dat verschil dat het organisme niet mag voorkomen in het 'beschermde gebied'. Nederland kent (momenteel) geen 'beschermde gebieden'.

EU gereguleerde niet-quarantaineorganismen (Union regulated non-quarantine pests, RNQPs)

RNQPs zijn organismen die gereguleerd zijn op bepaalde planten. Ze zijn als zodanig gereguleerd in de gehele EU en moeten voldoen aan de volgende criteria (artikel 36, Verordening (EU) 2016/2031):

- a) de identiteit is vastgesteld,
- b) het organisme is aanwezig in de EU,
- c) het organisme is geen EU-Q en er gelden ook geen tijdelijke maatregelen tegen het organisme,
- d) het organisme wordt hoofdzakelijk overgedragen door specifieke voor opplant bestemde planten,
- e) aanwezigheid van het organisme op deze planten heeft onaanvaardbare economische gevolgen wat betreft het voorgenomen gebruik,
- f) er zijn haalbare maatregelen beschikbaar waarmee de aanwezigheid van het organisme op de planten kan worden voorkomen.

Per organisme – plant – combinatie gelden tolerantieniveaus. Het vastgestelde tolerantieniveau van een RNQP hoeft niet nul te zijn maar kan bijvoorbeeld ook een maximaal percentage aangetaste planten zijn wanneer dat aanvaardbaar wordt geacht. Voor RNQPs geldt geen verplichting tot uitroeien, maar partijen die besmet zijn boven een bepaald tolerantieniveau mogen niet in het verkeer worden gebracht.

Nieuwe schadelijke organismen, potentiële EU-Q's en quarantainewaardige organismen

Schadelijke organismen die geen (voorlopige) EU-Q zijn maar wel voldoen aan criterium (b) van een EU-Q, het organisme komt niet of slechts in beperkte mate voor in de EU, worden hier beschouwd als 'nieuwe schadelijke organismen'. Nieuwe schadelijke organismen, die ook voldoen aan de overige criteria van een EU-Q en waarvoor ook (nog) geen noodmaatregelen gelden, vallen onder de noemer 'potentiële EU-Q's'. Een potentiële EU-Q wordt een (voorlopige) EU-Q indien er tijdelijke EU-maatregelen voor worden ingesteld of wanneer het organisme wordt geplaatst op Annex II van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072. Indien in Nederland een organisme wordt onderschept of gevonden dat mogelijk voldoet aan de criteria van een EU-Q, maakt de NVWA een voorlopige risicobeoordeling (Quickscan) op basis waarvan wordt besloten of het organisme wel/niet voldoet aan de criteria. Indien het voldoet krijgt het organisme de nationale status 'quarantainewaardig' (Q-waardig). Ook wanneer een bedrijf of instelling een aanvraag doet om te werken met een nieuw schadelijk organisme wordt een Quickscan gemaakt op basis waarvan wordt besloten of het organisme de Q-waardige status moet krijgen en het bedrijf of de instelling uitsluitend met het organisme mag werken onder inperkende voorwaarden. Indien de Commissie besluit om voor een organisme dat Nederland Q-waardig heeft gemaakt EU-maatregelen in te stellen krijgt het organismen een (voorlopige) EU-Q-status (en daarbij vervalt automatisch de nationale status Q-waardig).

²¹ NB Volgens Verordening (EU) 2016/2031 zijn alleen de organismen in bijlage II van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072 EU-quarantaineorganismen.

4.3. Nationale teeltvoorschriften

Voor een beperkt aantal schadelijke organismen, waaronder enkele quarantaineorganismen, die voorkomen in Nederland gelden nationale teeltvoorschriften (NVWA, 2018b). De voorschriften hebben als doel verspreiding van de specifiek benoemde organismen tegen te gaan. Voor pootgoed van aardappel zijn daarnaast voorschriften die in zijn algemeenheid gericht zijn op het voorkomen van verspreiding van schadelijke organismen (Teeltvoorschrift goedgekeurd pootgoed).

4.4. Methodiek van de risicobeoordeling

Afbakening van de risicobeoordeling

Nederland kent zeer veel verschillende gewassen en elk gewas wordt belaagd door een groot aantal verschillende schadelijke organismen. Vanwege het grote aantal schadelijke organismen is ervoor gekozen om alleen het risico te beoordelen van de schadelijke organismen die officieel moeten worden bestreden en op een EU-lijst of nationale lijst staan: de EU-Q's (inclusief de organismen waarvoor tijdelijke maatregelen gelden op basis van artikel 30 van Verordening (EU) 2016/2031) en de Q-waardige organismen. Daarnaast is per keten/sector een korte inventarisatie gemaakt van potentiële EU-Q's en is mede op basis van kennis over introducties van nieuwe schadelijke organismen uit het verleden het risico beoordeeld van potentiële EU-Q's in meer algemene zin.

Risicobeoordelingen van EU-Q's en Q-waardige organismen

Van elke EU-Q en Q-waardig organisme is een korte risicobeoordeling gemaakt tenzij het organisme:

- zich vrijwel zeker niet in het Nederlandse klimaat kan handhaven en/of waarvan waardplant(en) hier nauwelijks aanwezig zijn;
- een zeer kleine kans op introductie heeft omdat de relevante introductieroute(s) gesloten is/zijn middels een importverbod.

Indien organismen de EU-Q status hebben op het niveau van een genus of hoger taxon zijn uit het genus of hoger taxon de meest risicovol geachte soorten geselecteerd op basis van kennis bij NVWA-deskundigen.

In de korte risicobeoordelingen staan:

- de belangrijkste introductieroutes (pathways), waarmee de organismen Nederland binnen kunnen komen,
- een inschatting van de kans op introductie (binnenkomen en vestigen), en
- de potentiële impact voor de teelt, groene ruimte²² en export.

In die korte risicobeoordelingen is de kans geschat dat het organisme binnenkomt met import of invoer van planten en producten (P1), de kans dat het organismen vervolgens op een plek komt waar het zich kan vestigen (P2) en de kans dat het organisme zich vervolgens vestigt (P3) op een schaal van 1 tot 5. Ook is de kans geschat dat het organisme na een vondst nog kan worden uitgeroeid middels officiële maatregelen (P4) op een schaal van 1 tot 4. Combinaties van deze scores geven een score voor de kans op een besmetting in de teelt of groene ruimte (P1-P2), de kans op een uitbraak (P1-P3) en de kans dat het organisme zich vestigt ondanks officiële uitroeimaatregelen (P1-P4). Schadelijke organismen zijn een gevaar doordat ze kunnen leiden tot opbrengstderving en extra gewasbeschermingskosten, maar ook doordat ze kunnen leiden tot belemmeringen voor de handel en export van planten en plantaardige producten. Voor elk organisme is dan ook de potentiële impact beoordeeld voor de teelt (schade door opbrengstderving en toegenomen gewasbeschermingskosten) en de handel en export (schade door verlies aan afzetmarkten en/of extra kosten voor het kunnen garanderen dat het organisme afwezig is op de te verhandelen planten of producten). Ook is een schatting gemaakt van de potentiële impact van het organisme voor de groene ruimte op basis van de ernst van de verwachte schade bij de plantensoorten die het organisme kan aantasten en de mate waarin deze plantensoorten voorkomen in de groene ruimte. Bij de risicobeoordeling is rekening gehouden met alle geldende wet- en regelgeving inclusief nationale teeltvoorschriften. Voor wat betreft het risico voor de export is een inschatting gemaakt van het gemak waarmee productvrijheid kan worden gegarandeerd op basis van de biologie van het organisme zonder dat daarbij is gekeken naar de

²² Groene ruimte: alle open ruimte, particulier en publiek, in Nederland waarop geen commerciële teelt plaats vindt. Groene ruimte en natuur worden in de ketenbeoordelingen als synoniemen gebruikt.

huidige derde landeneisen, exportvolumina en exportbestemmingen. De daadwerkelijke impact voor de export bij vestiging van een organisme kan dus sterk afwijken van de potentiële impact. Een uitgebreide beschrijving van de methodiek staat in NVWA (2017a).

Risicobeoordelingen per keten

EU-Q's en Q-waardige organismen

De voor de keten relevante EU-Q's en Q-waardige organismen zijn geselecteerd, inclusief organismen die op de nominatie staan om EU-Q te worden (organismen waarbij in EU-werkgroepen wordt gewerkt aan een voorstel voor opname in de lijst van EU-Q's). In de ketenbeoordelingen worden de organismen kort besproken. Meer informatie over de individuele organismen staan in de eerder genoemde korte risicobeoordelingen op internet (de niet in Nederland gevestigde EU-Q's) of in een aparte bijlage (gevestigde EU-Q's).

Inventarisatie van potentiële EU-Q's nog niet benoemd als quarantainewaardig

Per keten is een korte inventarisatie gemaakt van nieuwe potentiële gevaren. Hierbij is in de regel gebruik gemaakt van bestaande 'pest alert' systemen van EPPO²³ en APHIS²⁴ (EPPO, 2018a; PestLens, 2018) en kennis bij NVWA-deskundigen. In een aantal gevallen is in de EPPO Global Database en de Crop Protection Compendium gezocht op alle organismen die in de database staan als aantaster van een bepaalde plantensoort of genus (EPPO, 2018b; CABI, 2019).

²³ EPPO: European and Mediterranean Plant Protection Organisation, <https://www.eppo.int/>.

²⁴ APHIS: 'Animal and Plant Health Inspection Service' van de 'United States Department of Agriculture'.

5. Risico's van (potentiële) quarantaineorganismen voor de teelt, handel en export van aardappelen

5.1. Inleiding

Er is een groot aantal organismen (viroïden, virussen, bacteriën, (pseudo)schimmels, insecten, mijten, nematoden, slakken en planten) die planten kunnen aantasten of verdringen (onkruiden), hierna aangeduid als 'schadelijke organismen'. Deze bijlage richt zich op de risico's van schadelijke organismen die relevant zijn voor aardappel en de quarantaine status hebben in de Europese Unie (EU-Q's) of daarvoor in aanmerking komen (potentiële EU-Q's). Onder EU-Q's worden hier verstaan de organismen in Bijlage II van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072 en de organismen waarvoor noodmaatregelen gelden op basis van artikel 30 van Verordening 2016/2031²¹. Voor deze organismen geldt een Europese bestrijdingsverplichting. In bijlage 4 staan meer details over de fytosanitaire wetgeving. Hieronder worden eerst de EU-Q's besproken, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen EU-Q's die in Nederland zijn gevestigd en de EU-Q's die dat (niet zijn). Vervolgens wordt aandacht besteed aan schadelijke organismen die (nog) niet of slechts in beperkte mate voorkomen in de EU (nieuwe schadelijke organismen) en waarvan een aantal mogelijk in aanmerking komt voor de status van EU-Q. Details over de methodologie staan in bijlage 4.

5.2. EU-Q's gevestigd in Nederland

Zes EU-Q's zijn gevestigd in Nederland die relevant zijn voor aardappel (Tabel 5.1). Deze organismen zijn schadelijk voor aardappel, maar opbrengstderving blijft over het algemeen beperkt doordat telers preventieve maatregelen nemen. Bij vondst van deze organismen moeten besmette partijen worden vernietigd of mogen (afhankelijk van het organisme) onder bepaalde restricties worden afgezet als consumptie- of zetmeelaardappel. Voor sommige van de organismen gelden bij een vondst ook beperkingen voor het besmet bevonden perceel (en aangrenzende en mogelijke besmette percelen) of zelfs de gehele productieplaats voor een of meerdere jaren. Het zijn alle zes bodempathogenen en in principe kan besmetting voorkomen worden door de teelt te beginnen met schoon pootgoed op een schoon perceel en, niet-besmet water te gebruiken bij irrigatie. Probleem is echter dat een aantal van de organismen al behoorlijk wijd verspreid voorkomt in Nederland. Daarnaast is er altijd de kans dat bij bemonstering en toetsing van grond het organisme niet wordt gedetecteerd terwijl het wel aanwezig is. Hieronder worden de zes organismen besproken (meer details over deze organismen staan in Annex I van deze bijlage).

5.2.1. *Globodera pallida* en *G. rostochiensis*

De aardappelpysteaaltjes *Globodera pallida* en *G. rostochiensis* veroorzaken aardappelmoehheid. De nematoden tasten de wortels van de aardappelplant aan, waardoor deze achterblijft in groei en de opbrengst afneemt. *G. pallida* en *G. rostochiensis* komen oorspronkelijk uit de Andes (Zuid-Amerika) en zijn vermoedelijk in het midden van de 19^e eeuw met aardappelen in Europa geïntroduceerd. In 1941 werden aardappelpysteaaltjes voor het eerst in Nederland gevonden (Molendijk, 2018). Beide soorten komen nu algemeen voor in akkerbouwgebieden in Nederland. Verplaatsing van besmette grond, met aardappelen of op andere wijze, is de belangrijkste verspreidingsroute van deze nematoden. Er is EU-regelgeving om verspreiding van de nematoden tegen te gaan (zie ook Annex I). Zo mogen pootaardappelen uitsluitend worden geteeld op percelen die na officieel onderzoek vrij zijn bevonden van de nematoden. Tarragrond (en ander afval) van consumptie- en zetmeelaardappelen geteeld op een besmet perceel moet dusdanig worden verwerkt dat er geen kans is op verspreiding van de nematoden. Toegestane opties voor de tarragrond zijn (i) afzet op een landbouwperceel waarna dit perceel besmet wordt verklaard, (ii) afzet buiten de landbouw en (iii) de grond onder water te zetten (inundatie) (NVWA, 2020a). Inundatie reduceert in sterke mate *G. pallida*- en *G. rostochiensis*-populaties (Overbeek et al., 2014; Runia et al., 2014; Ebrahimi et al., 2016) en doet dat ook met populaties van een andere Q-nematode, *Meloidogyne chitwoodi* (WUR, 2016). Belangrijk daarbij is dat de grond lang genoeg onder water staat en temperaturen voldoende hoog zijn. In Nederland dienen bedrijven, die erkend zijn om aardappelen te verwerken van met *G. pallida* en *G. rostochiensis* besmette percelen, alle tarragrond op dezelfde wijze te verwerken en worden op vrijwillige basis meer maatregelen genomen om verspreiding van bodempathogenen via tarragrond tegen te gaan. Zo wordt tarragrond afkomstig van de aardappelzetmeelindustrie standaard geïnundeerd en buiten de landbouw

afgezet om verspreiding van bodempathogenen te voorkomen. De nematoden kunnen echter ook meeliften met aanhangende grond van niet-waardplanten en onzeker is of alle tarragrond fytoosanitair verantwoord wordt verwerkt.

In 2007 zijn de EU-verplichte maatregelen met betrekking tot *G. pallida* en *G. rostochiensis* aangepast, waarbij maatregelen voor niet-waardplantgewassen minder strikt zijn geworden. Er zijn echter derde landen die strenge eisen stellen aan import van niet-waardplanten. Nederland kent daarom vijf 'Aardappelteeltverbodsgebieden'. Dit zijn gebieden waar veel boomkwekerijgewassen en bloembollen worden geteeld. De teelt van aardappelen is verboden in deze gebieden om ze vrij te houden van *G. pallida* en *G. rostochiensis* en zo te kunnen voldoen aan derde-landeneisen. Er gelden in Nederland ook nationale maatregelen wat betreft de frequentie waarmee aardappelen op hetzelfde perceel mogen worden geteeld (1:3 of lager) met een aantal uitzonderingen. De maatregel moet populatie-opbouw van *Globodera* spp. tegengaan. Een teeltfrequentie van 1:3 is niet voldoende om aardappelmoehheid te beheersen, daarvoor zou een veel lagere teeltfrequentie van gemiddeld eens in de zes tot acht jaar nodig zijn (Molendijk, 2018). Een belangrijke maatregel om schade door *G. pallida* en *G. rostochiensis* te voorkomen is dan ook het gebruik van rassen met een hoge mate van resistentie tegen de nematoden. Jaarlijks stelt de NVWA een lijst op van aardappelrassen met bijbehorend resistentieniveau conform Richtlijn 2007/33/EG (NVWA, 2020i). Zonder rassen met een hoge mate van resistentie zou er veel meer schade optreden en dan met name in het Noordoostelijk zandgrondgebied en dalgrondgebied, dat is uitgezonderd van de '1:3 regel' en waar veel zetmeelaardappelen worden geteeld in nauwe rotaties. Ontwikkeling van nieuwe virulente *Globodera*-populaties, waarbij bestaande resistenties worden doorbroken, kan dan ook grote gevolgen hebben voor de teelt. De kans daarop lijkt het grootst wanneer aardappelen relatief frequent op hetzelfde perceel (in nauwe rotatie) worden geteeld. In 2015 zijn er nieuwe virulente populaties van *G. pallida* vastgesteld in Noordoost-Nederland. Deze virulente populaties vermeerderen zich sterker op bepaalde rassen dan op basis van het bekende resistentieniveau wordt verwacht. Als deze populaties zich verder uitbreiden kan opbrengstderving door *G. pallida* toenemen. Ook bij *G. rostochiensis* lijkt sprake van nieuwe virulentere populaties (NVWA, 2018a). Niet-Europese populaties van beide *Globodera* soorten, met name uit Zuid-Amerika, vormen een additioneel gevaar. In Zuid-Amerika zijn *G. pallida* populaties bekend waarvoor de resistente Europese aardappelrassen 100% vatbaar zijn (Molendijk et al., 2017) en introductie van nieuwe genotypen kunnen grote impact hebben omdat het veel tijd kost om nieuwe resistente rassen te ontwikkelen (EFSA PLH Panel, 2012). De kans op introductie van niet-Europese populaties is echter klein vanwege bestaande regelgeving (importverboden voor aardappelknollen en planten bestemd voor opplant van Solanaceae uit de meeste derde landen (zie ook paragraaf 5.5). Het grootste risico wat betreft *G. pallida* en *G. rostochiensis* lijkt dan ook de ontwikkeling van nieuwe virulente populaties binnen de EU en dan met name in gebieden met krappe rotaties.

5.2.2. Meloidogyne chitwoodi en M. fallax

De wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* veroorzaken knobbels op aardappelen en diverse andere gewassen. Beide soorten hebben een zeer brede waardplantenreeks. De knobbels kunnen, vanwege de misvorming, aardappelen ongeschikt maken voor industriële verwerking en voor afzet als tafelaardappel. *M. chitwoodi* en *M. fallax* zijn reeds decennialang aanwezig in Nederland en vermoedelijk nog langer. De herkomst van deze soorten is niet bekend. De soorten komen in Nederland officieel alleen voor in specifieke gebieden, de 'aangewezen gebieden', maar zijn vermoedelijk wijder verspreid. Zo waren er in 2016 meerdere vondsten buiten de 'aangewezen gebieden' (NVWA, 2017b). De belangrijkste verspreidingswijzen van beiden nematoden is de handel in en transport van besmet plantmateriaal en verplaatsing van besmette grond (Van der Gaag et al., 2011b;2011a). Momenteel, zijn er in de EU bijzondere voorschriften voor pootaardappelen, maar niet voor andere gewassen en ook niet voor tarragrond. Pootaardappelen moeten afkomstig zijn uit gebieden of van productieplaatsen waar de organismen niet voorkomen of een monster moet in het laboratorium zijn onderzocht en vrij zijn bevonden van de organismen (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VII, punt 20 en Bijlage VIII, punt 8). In Nederland is deze regelgeving als volgt ingevuld: pootaardappelen die afkomstig zijn van een perceel waarop eerder een besmetting is geconstateerd moeten in het laboratorium worden getoetst. Tevens wordt rondom elke nieuwe vondst voor het volgende teeltjaar een gebied afgebakend met een straal van 1 km, waarbij alle pootgoedpartijen van percelen die, geheel of gedeeltelijk, binnen dat gebied zijn gelegen

worden getoetst. Dit 'aangewezen gebied' wordt na een jaar beperkt tot het 'topografische perceel'²⁵ van de oorspronkelijk vondst. Elke nieuwe vondst leidt tot afbakening van een nieuw '1 - km - gebied'. Een besmetverklaring van een 'topografisch perceel' kan worden opgeheven indien in twee opeenvolgende pootaardappelteelten op het besmet bevonden perceel(sgedeelte) de nematoden niet zijn aangetoond. Buiten de aangewezen gebieden wordt een deel van de partijen getoetst met gemiddeld één partij per teler per jaar (NVWA, 2020j). Teeltmateriaal van andere gewassen wordt alleen visueel onderzocht en veel waardplanten laten bij infectie geen of nauwelijks symptomen zien waardoor besmettingen makkelijk onopgemerkt blijven. Er zijn diverse beheersmaatregelen waarmee schade in de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen (en andere gewassen) kan worden voorkomen of sterk gereduceerd. Het grootste gevaar voor Nederland is dan ook dat percelen na besmetting ongeschikt raken voor de teelt van pootaardappelen en ander uitgangsmateriaal. Teelt op besmette percelen is niet verboden, maar de kans op afkeuring van partijen of verspreiding van de nematoden bij teelt van uitgangsmateriaal op besmette percelen is als groot beoordeeld (Van der Gaag et al., 2011b;2011a).

5.2.3. *Ralstonia solanacearum*

De bacterie *Ralstonia solanacearum* veroorzaakt bruinrot in aardappel en kan met name bij hogere temperaturen opbrengstreductie veroorzaken. *R. solanacearum* is in Nederland gevestigd in oppervlaktewater, waar het in stand wordt gehouden doordat waardplanten (met name *Solanum dulcamare*, bitterzoet) die langs het water staan besmet raken. Voor het tegengaan van bruinrotbesmettingen geldt in grote delen van Nederland voor consumptie- en zetmeelaardappelen een beregeningsverbod met oppervlaktewater. Voor pootgoed geldt in heel Nederland een beregeningsverbod. Daarnaast worden alle partijen pootgoed bemonsterd en getoetst op aanwezigheid van de bacterie. Mede door deze maatregelen komen bruinrotbesmettingen alleen nog incidenteel voor in de aardappelteelt (zie ook paragraaf 5.7.3). Incidentele besmettingen door bijvoorbeeld overstroming van percelen met besmet oppervlaktewater, zijn lastig te voorkomen.

5.2.4. *Synchytrium endobioticum*

De bodemschimmel *Synchytrium endobioticum* veroorzaakt wratziekte bij aardappel. De schimmel vormt wratachtige structuren op de aardappelknollen en vermindert de opbrengst (minder kilo's en aangetaste knollen zijn vanwege hun uiterlijk onverkoopbaar). *S. endobioticum* komt net als *Globodera pallida* en *G. rostochiensis* oorspronkelijk uit de Andes (Zuid-Amerika) en is in de 19^e eeuw in Europa geïntroduceerd. In Nederland is *S. endobioticum* voor het eerst waargenomen in 1915 (Baayen et al., 2006). Het organisme komt nu voor in gebieden in het noordoosten en zuidoosten van Nederland. De schimmel wordt vooral verspreid door verplaatsing van besmette grond, via besmette knollen en besmet plantafval en kan vele jaren in de bodem overleven. De mate waarin wind een rol speelt bij de verspreiding is onzeker. Een vondst van aangetaste aardappelen heeft grote gevolgen voor de teler omdat op het betreffende terrein ten minste 20 jaar lang geen aardappelen en voortkwekingsmateriaal mogen worden geteeld. Ook gelden er beperkingen voor de teelt van aardappel en plantmateriaal voor terrein(en) grenzend aan het besmet terrein (buffer) en voor de productie-eenheid (NVWA, 2015c). Onder bepaalde voorwaarden en afhankelijk van het gevonden fyso kan de periode van 20 jaar worden ingekort maar de impact voor de teler blijft groot. Er worden verschillende fyso's onderscheiden en aardappelrassen kunnen tegen het ene fyso resistent zijn en voor het andere fyso vatbaar. Jaarlijks stelt de NVWA een naamlijst op van aardappelrassen die resistent zijn tegen de in Nederland voorkomende fyso's (NVWA, 2020c). Van de in Nederland bekend fyso's is vooral fyso 18(T1) een gevaar omdat weinig (aardappel)rassen beschikbaar zijn met een (aangetoond) hoog resistentieniveau tegen dit fyso. Daarnaast kunnen door selectie nieuwe meer virulente populaties ontstaan. Ook kunnen nieuwe fyso's optreden door introductie vanuit ander landen. In Nederland geldt voor bepaalde gebieden (de 'preventiegebieden') dat alleen rassen met een minimaal resistentieniveau mogen worden geteeld tegen de in dat gebied bekende fyso's. In recent onderzoek is echter aangetoond dat de teelt van partieel resistente rassen de ontwikkeling van virulentere populaties in de hand kan werken (van de Vossenberget al., 2018; van de Vossenberget al., 2019a). Rassen die volledig resistent zijn lijken voorsnog de beste keuze. Naast het gebruik van volledig resistente rassen wordt

²⁵ Topografisch perceel: oppervlakte grond omsloten door topografische (bestendige) grenzen, zoals wegen, water, houtwallen, hekwerk en bebouwing

hygiëne en een ruime rotatieduur gezien als maatregelen om verspreiding en opbouw van populaties te voorkomen. De laatste jaren heeft de NVWA weinig nieuwe vondsten gedaan van *S. endobioticum* tijdens officiële surveys: drie in de periode 2010 t/m september 2019. Het is echter onzeker hoe effectief deze surveys zijn (welk percentage van de besmette percelen gedetecteerd wordt). Begin 2020 is de schimmel vastgesteld in tarragrond afkomstig uit Duitsland. De grond was bemonsterd na signalen vanuit de praktijk. De huidige wet- en regelgeving stelt geen eisen aan tarragrond afkomstig uit besmette gebieden, terwijl deze grond een groot gevaar vormt voor verspreiding van de schimmel. *S. endobioticum* is lastig te elimineren omdat de rustsporen van deze schimmel zeer persistent zijn. Op dit moment zijn diep ingraven en afzet buiten de landbouw de enige opties voor het onschadelijk maken van besmette grond.

Tabel 5.1. In Nederland gevestigde EU-Q's die relevant zijn voor de aardappelketen.

Organisme (Nederlandse naam tussen haakjes)	Officiële pest status in NL
Bacteriën	
<i>Ralstonia solanacearum</i> (bruinrotbacterie)	Transient: incidental findings, under eradication in potato production chain; pest eradicated in <i>Solanum melongena</i> ; Present: in natural environment (surface water)
Nematoden	
<i>Globodera pallida</i> (wit aardappelpycysteaaltje)	Present: except in specified pest free areas (de 'Aardappelteeltverbodsgebieden')
<i>Globodera rostochiensis</i> (geel aardappelpycysteaaltje)	Present: except in specified pest free areas (de 'Aardappelteeltverbodsgebieden')
<i>Meloidogyne chitwoodi</i> (maiswortelknobbelaaltje)	Present: only in demarcated area(s)
<i>Meloidogyne fallax</i> (bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje)	Present: only in demarcated area(s)
Schimmels	
<i>Synchytrium endobioticum</i> (veroorzaker van aardappelwratziekte)	Present: only in demarcated area(s)

5.3. EU-Q's 'transient'

Er is één EU-quarantaineorganisme, de ringrotbacterie *Clavibacter sepedonicus*, geïdentificeerd die aardappel kan aantasten en 'transient' (aanwezig, maar niet leidend tot gevestigde populaties) is in Nederland. Besmet pootgoed en mechanische overdracht (overdracht via contact) zijn de belangrijkste introductie- en verspreidingsroutes van deze bacterie. Er zijn in de afgelopen 10 jaar op meerdere bedrijven vondsten gedaan van *C. sepedonicus* in aardappel. Over deze vondsten en de maatregelen die zijn genomen is verslag gedaan in de rapportages Fytosignalering (NVWA, 2018a). Vondsten van ringrot in pootaardappelen in 2010 waren aanleiding om een verbod in te stellen op het snijden van pootgoed²⁶ met uitzondering van een aantal situaties waarbij de kans op snelle verspreiding van ringrot middels snijden klein is (Teeltvoorschrift gesneden pootgoed, (NVWA, 2018h)). Het verbod geldt sinds 2014. Daarnaast hebben sectororganisatie en bedrijven in de keten een hygiëneprotocol ontwikkeld, het 'PCC Hygiëneprotocol ringrot' (NAO, 2020a). Het snijverbod, communicatie over het risico van het organisme, en de hygiënemaatregelen door de sector hebben waarschijnlijk in sterke mate bijgedragen aan de beheersing van het probleem. De laatste vondst van *C. sepedonicus* dateert van 2013. Invoer van aardappelen uit landen waar *C. sepedonicus* voorkomt, lijkt de belangrijkste pathway waarmee *C. sepedonicus* in de aardappelketen kan worden geïntroduceerd (NVWA, 2018a).

²⁶ Bij het snijden van pootgoed wordt een knol door midden gesneden om zo de hoeveelheid teeltmateriaal te vergroten: uit elk deel kan een aardappelplant groeien.

5.4. EU-Q's afwezig

Er zijn 16 (groepen van) EU-Q's geïdentificeerd die aardappel kunnen aantasten en afwezig zijn in Nederland (Tabel 5.2). Voor één EU-Q, de bacterie *Ralstonia syzygii* subsp. *celebesensis*, is het onzeker of het aardappel kan aantasten. Dit organisme wordt in de EU-regelgeving specifiek genoemd met betrekking tot aardappel (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VII, punten 19 en 21), maar er is in de literatuur geen informatie gevonden dat het aardappel kan aantasten. Safni et al. (2018) refereren naar een studie van Baharuddin uit 1994 waarin stammen van deze ondersoort aardappel juist niet aantastten.

Import van aardappelknollen is voor de meeste van de 16 (groepen van) EU-Q's de belangrijkste route voor introductie (pathway) in Nederland en de EU. Daarnaast worden planten bestemd voor opplant van Solanaceae ook als belangrijke pathway beschouwd. Import van zowel aardappelknollen als planten bestemd voor opplant van Solanaceae is echter verboden uit de meeste derde landen waardoor deze routes in principe zijn afgesloten. Aardappelknollen en andere planten en producten kunnen echter ook via passagiersbagage en pakketpost binnenkomen waarbij bewust of onbewust importverboden worden omzeild (zie ook paragraaf 5.6).

Afgezien van eventuele illegale import en rekening houdend met bestaande EU-regelgeving, lijkt de kans op introductie relatief groot van EU-Q's die reeds in de EU voorkomen: de bladhaantjes *Epitrix cucumeris* en *E. papa*. De EU-Q *Tecia solanivora* (een motje) komt net als deze organismen ook voor op het vasteland van Europa (in Spanje), maar het klimaat in Nederland is ongunstig voor vestiging van dit organisme. Dit organisme lijkt dan ook vooralsnog geen groot risico voor Nederland (door klimaatverandering zal het klimaat waarschijnlijk wel gunstiger worden voor vestiging). Sinds 2016 heeft de NVWA een survey uitgevoerd naar *T. solanivora* waarbij feromoonvallen zijn ingezet bij aardappelverwerkende bedrijven die (mogelijk) consumptieaardappelen uit Spanje invoeren. Binnen deze survey is het organisme nog nooit aangetroffen. Een korte risicobeoordeling van *T. solanivora* staat op de website van de NVWA (NVWA, 2018j).

De bacteriën *Ralstonia pseudosolanacearum* en *R. syzygii* subsp. *indonesienis* kunnen ook met import van sierplanten binnenkomen waarvoor geen importverbod geldt en ook geen bijzondere voorschriften. Deze bacteriesoorten vormen voor de aardappelteelt echter een klein risico vanwege het ongunstige klimaat in Nederland (Safni et al., 2018). De soorten zijn vooral bekend uit tropische streken. *R. pseudosolanacearum* is meerdere malen in Nederlandse kasteelten gevonden, o.a. in *Anthurium*, *Curcuma* en *Rosa* (indertijd geïdentificeerd als *R. solanacearum* race 1) en vervolgens geëlimineerd (NVWA, 2015e;2016e;2019a).

De potentiële impact van de aardappelbladvlo *Bactericera cockerelli* in combinatie met de bacterie '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' is als zeer groot beoordeeld. *Bactericera cockerelli* kan binnenkomen met import van vruchten van Solanaceae. Hieronder worden de risico's van *Bactericera cockerelli* en van de twee *Epitrix*-soorten kort besproken. Van deze organismen staan korte risicobeoordelingen op de website van de NVWA.

5.4.1. *Bactericera cockerelli*

Bactericera cockerelli (de aardappelbladvlo) is de belangrijkste vector van de Zebra chip ziekte in aardappel die veroorzaakt wordt door de bacterie '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'. De bacterie veroorzaakt diverse bovengrondse symptomen, zoals verkleuringen in het blad, verwelking en dwerggroei, wat leidt tot opbrengstderving. Daarnaast vertonen geïnfecteerde aardappelknollen strepen die vooral tot uiting komen bij het frituren van de aardappel (Zebra chip). Dit maakt de knollen onverkoopbaar als consumptieaardappel. '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' komt reeds voor in Europa, waar de meeste infecties zijn gevonden in Apiaceae (wortel en selderij). Incidenteel zijn infecties gevonden in aardappel (in Spanje en Finland). Binnen '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' bestaat genetische variatie en er worden verschillende varianten (haplotypen) onderscheiden. De haplotypen gevonden in Europa zijn andere haplotypen dan degenen die zijn gevonden in Amerika. Vooralsnog is het vermoeden dat Europese haplotypen schadelijk zijn voor aardappel omdat de geïnfecteerde aardappelen in Spanje Zebra chip symptomen vertoonden. In afwezigheid van de vector *B. cockerelli* lijkt geen van de haplotypen een groot gevaar voor de aardappelteelt omdat de vectorsoorten die bekend zijn in Europa zelden of niet op aardappelplanten voeden. Zonder een efficiënte vector zal nauwelijks verspreiding optreden en zal de ziekte vrij eenvoudig te beheersen zijn. De belangrijkste pathway voor introductie van de vector, *B. cockerelli*, lijkt vooralsnog de import van vruchten van Solanaceae uit gebieden waar het organisme voorkomt (Noord-en Zuid-Amerika, Nieuw Zeeland, Australië en Norfolk-eiland). Het Verenigd Koninkrijk heeft *B. cockerelli* ook

gevonden op geïmporteerde vruchten. Sinds 1 september 2019 gelden er bijzondere voorschriften voor vruchten van Solanaceae ten aanzien van *B. cockerelli* uit Australië, Noord- en Zuid-Amerika en Nieuw Zeeland, maar het is onzeker of deze vereisten afwezigheid van de vectorsoort kan garanderen. Import blijft namelijk toegestaan uit besmette gebieden met als één van de maatregelopties dat de vruchten afkomstig moeten zijn van "een productieplaats waar (en in de directe omgeving waarvan) in de laatste drie maanden vóór uitvoer officiële inspecties en onderzoeken naar de aanwezigheid van *Bactericera cockerelli* (Sulc.) zijn verricht, en die zijn onderworpen aan doeltreffende behandelingen om te verzekeren dat zij vrij zijn van dat plaagorganisme, en er vóór uitvoer representatieve monsters van de vruchten zijn geïnspecteerd, en gegevens over de traceerbaarheid zijn opgenomen in het in artikel 71 van Verordening (EU) 2016/2031 bedoelde certificaat" (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VII, punt 67, optie c). De soort kan met wind over grote afstanden worden verspreid en stadia kunnen aanwezig zijn op plaatsen, bijvoorbeeld onder kelkbladeren op de vruchten, waar ze lastig te detecteren en bestrijden zijn. Het is daarom met de genoemde optie lastig te garanderen dat de vruchten volledig vrij zijn van het organisme. EPPO (2012) geeft ook als enige effectieve optie voor vruchten van Solanaceae 'landsvrijheid' of, maar alleen als onderdeel van een bilaterale afspraak, een insectwerende productielocatie. Voor tomaten wordt nog de optie gegeven: "grown under protected conditions, removal of green parts followed by washing and fumigation, and inspection of consignment (on the basis of a bilateral agreement)". Landen kunnen heel groot zijn en organismen trekken zich niets aan van landsgrenzen. 'Gebiedsvrijheid' is dan ook technisch gezien een betere optie dan 'landsvrijheid'. In zijn algemeenheid hangt de effectiviteit van de verschillende bijzondere voorschriften in de EU-regelgeving in sterke mate af van de implementatiegraad door landen (de intensiteit en kwaliteit van surveys en inspecties, de kwaliteit van insectwerend materiaal e.d.). Vanwege de biologische karakteristieken van *Bactericera cockerelli* wordt bovengenoemde optie c in de regelgeving echter als beperkt effectief beschouwd. Mede daarom is het risico van *B. cockerelli* als groot beoordeeld. Het organisme staat op de lijst van Europese prioritaire plaagorganismen²⁷ (Gedelegeerde Verordening (EU) 2019/1702), wat onder andere inhoudt dat lidstaten een draaiboek klaar moeten hebben liggen om een uitbraak uit te roeien. De inschatting is dat een uitbraak pas vrij laat zal worden gedetecteerd en het organisme zich in de EU snel zal verspreiden (EFSA, 2019c). De kans op eliminatie van *B. cockerelli* wordt dan ook als klein ingeschat. Zie voor meer details de korte risicobeoordeling en de rapporten Fytosignalering 2015 en 2016 (NVWA, 2016d;2017b).

5.4.2. *Epitrix cucumeris* en *E. papa*

Epitrix cucumeris en *E. papa* zijn aardvlooien uit de familie van de bladhaantjes. Voor deze soorten en twee andere *Epitrix*-soorten, *E. subcrinata* en *E. tuberosa*, gelden EU-noodmaatregelen²⁸. Het risico van deze laatste twee soorten wordt kleiner ingeschat vanwege de kleinere kans op introductie; deze soorten komen (nog) niet voor in Europa. De biologie van de vier soorten is vergelijkbaar. De adulten voeden zich met de bladeren en de larven zitten in de grond en voeden zich met de knollen en de wortels. Vraatschade door adulten kan leiden tot lagere opbrengsten. Er zijn verschillen tussen de soorten. Zo voeden de larven van *E. cucumeris* zich vooral met de wortels en schade aan knollen, zoals waargenomen in Spanje en Portugal, wordt vermoedelijk vooral door *E. papa* veroorzaakt. Vraatschade aan knollen zoals beschreven voor Portugal is oppervlakkig (cosmetisch). Larven van *E. tuberosa* kunnen tot 1 cm diep in de knol vreten (EPPO, 2016)

Epitrix cucumeris, *E. subcrinata* en *E. tuberosa* komen voor in Noord- en Zuid-Amerika, *E. cucumeris* is geïntroduceerd op het vasteland van Portugal en Spanje. *E. papa* is een relatief recent beschreven soort, waarvan het oorsprongsgebied (nog) onbekend is. *E. cucumeris* en *E. papa* vormen voor Nederland met name een gevaar voor de uitvoer en export van aardappelen (opbrengstderving bij vestiging van de twee soorten in Nederland zal naar verwachting beperkt zijn). De meest waarschijnlijke route waarmee de organismen kunnen worden geïntroduceerd is middels de invoer van aardappelen uit EU-lidstaten waar de organismen voorkomen (Portugal en Spanje). Larven van de *Epitrix*-soorten kunnen meeliften met

²⁷ Prioritaire organismen zijn Q's met de "meest ernstige economische, sociale of milieugevolgen" (artikel 6, Verordening (EU) 2016/2031²). Het zijn organismen waarvoor bijzondere bepalingen gelden, "met name wat betreft de voorlichting van het publiek, onderzoeken, noodplannen, simulatieoefeningen, op uitroeping gerichte actieplannen en medefinanciering van maatregelen door de Unie".

²⁸ Uitvoeringsbesluit 2012/270/EU van de Commissie van 16 mei 2012 betreffende noodmaatregelen om het binnenbrengen en de verspreiding in de Unie van *Epitrix cucumeris* (Harris), *Epitrix similis* (Gentner), *Epitrix subcrinata* (Lec.) en *Epitrix tuberosa* (Gentner) te voorkomen.

aardappelen die niet vrij zijn gemaakt van grond. Aardappelen afkomstig uit besmette gebieden dienen dan ook geborsteld of gewassen te zijn zodat ze vrijwel vrij zijn van grond. Er is wel enige onzekerheid dat in of op aardappelen, die vrij zijn van grond, helemaal geen levende larven meer aanwezig kunnen zijn. Detectie van het organisme in een veld is bovendien lastig en gebieden kunnen reeds enige tijd besmet zijn voordat het organisme officieel is vastgesteld en maatregelen zijn ingesteld. Vanwege deze onzekerheden is er discussie of de EU-eisen wel voldoende garantie geven. Zo eist het Verenigd Koninkrijk dat aardappelen uit niet-afgebakende gebieden in Spanje gewassen moeten zijn (naast de EU-eisen die gelden voor aardappelen uit afgebakende gebieden) (Defra, 2017). De NVWA voert al een aantal jaren inspecties uit op bedrijven die aardappelen importeren uit Spanje en Portugal. Tot nu toe is het organisme daarbij niet aangetroffen. Het risico van *Epitrix* voor aardappel is als groot beoordeeld met name vanwege de potentiële impact voor de export van pootaardappelen. Meer details over de *Epitrix*-soorten staan in de korte risicobeoordeling en de NVWA rapporten Fytosignalering (NVWA, 2018a;2018j).

Tabel 5.2. Voor aardappel relevante EU-Q's die niet in Nederland voorkomen of de status 'transient' hebben, hun verspreidingsgebied en belangrijkste (potentiële) pathway(s) voor introductie in Nederland (situatie op 1 maart 2020).

Organisme	Verspreidingsgebied (EPPO Global database)	Belangrijkste (potentiële) pathway(s) voor introductie/producten waarop het organisme kan binnenkomen
Bacteriën		
<i>Clavibacter sepedonicus</i> (ringrotbacterie)	Azië, Europa, Noord-Amerika, (transient in Nederland)	Aardappelknollen
<i>Ralstonia pseudosolanacearum</i>	Azië, Afrika (mogelijk op meer continenten)	Planten bestemd voor opplant van Solanaceae ² en van sierteeltgewassen, met uitzondering van zaden
<i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>indonesiensis</i>	Azië (Safni et al., 2018)	Planten bestemd voor opplant van Solanaceae ² en van sierteeltgewassen, met uitzondering van zaden
Insecten en mijten		
<i>Bactericera cockerelli</i> (aardappelbladvlo)	Australië, Nieuw Zeeland, Noord-Amerika, Zuid-Amerika, Norfolk-eiland	Planten bestemd voor opplant van Solanaceae ² , met uitzondering van zaden; import van vruchten van Solanaceae
<i>Epitrix cucumeris</i>	Europa (Portugal, Spanje), Noord- en Zuid-Amerika	Aardappelknollen met aanhangende grond uit Spanje en Portugal
<i>Epitrix papa</i>	Portugal, Spanje (vermoedelijke herkomst Noord-Amerika)	Aardappelknollen met aanhangende grond uit Spanje en Portugal
<i>Epitrix subcrinita</i>	Noord-Amerika, Zuid-Amerika (Peru)	Aardappelknollen met aanhangende grond ¹
<i>Epitrix tuberis</i>	Noord-Amerika, Zuid-Amerika (Ecuador)	Aardappelknollen met aanhangende grond ¹
<i>Naupactus leucoloma</i>	Afrika (Zuid-Afrika), Australië, Europa (Azoren), Australië, Nieuw Zeeland, Noord- en Zuid-Amerika	Meeliften met (plantaardige) producten; planten bestemd voor opplant (met aanhangend groeimedium)
<i>Premnotrypes</i> spp. (niet-Europese)	Zuid-Amerika	Aardappelknollen ¹
<i>Tecia solanivora</i>	Europa (Canarische eilanden, Spanje), Noord- en Zuid-Amerika	Aardappelknollen uit Spanje ³
Nematoden		

Organisme	Verspreidingsgebied (EPPO Global database)	Belangrijkste (potentiële) pathway(s) voor introductie/producten waarop het organisme kan binnenkomen
<i>Nacobbus aberrans</i>	Noord- en Zuid-Amerika	Aardappelknollen ¹ ; planten bestemd voor opplant (polyfaag organisme)
(pseudo)Schimmels		
<i>Puccinia pittieriana</i>	Noord- en Zuid-Amerika	Blad van aardappel- en tomatenplanten ⁴
<i>Septoria malagutii</i>	Zuid-Amerika	Blad van aardappel en ander knolvormende <i>Solanum</i> -soorten ⁴
<i>Stagonosporopsis andigena</i>	Zuid-Amerika	Blad van aardappel ⁴
<i>Thecaphora solani</i>	Noord- en Zuid-Amerika	Aardappelknollen ¹
Virussen, viroïden en fytoplasma's		
Aardappelvirussen, -viroïden en -fytoplasma's, zoals ⁵ :		
<i>Andean potato latent virus</i>	Zuid-Amerika	Aardappelknollen ¹
<i>Andean potato mottle virus</i>	Noord- en Zuid-Amerika	Aardappelknollen ¹
<i>Arracacha virus B, oca strain</i>	Zuid-Amerika	Aardappelknollen ¹
Niet-Europese isolaten van de aardappelvirussen A, M, S, V, X en Y (incl. Yo, Yn en Yc), en <i>Potato leafroll virus</i>	Meerdere continenten	Aardappelknollen ¹
<i>Potato black ringspot virus</i>	Zuid-Amerika (Peru)	Aardappelknollen ¹
<i>Potato virus T</i>	Zuid-Amerika	Aardappelknollen ¹

¹ Er geldt een importverbod van aardappelknollen uit de meeste derde landen (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VI, punten 15 en 17). Van dit importverbod zijn in de regelgeving met name genoemde (delen van) Europese landen en landen in het Middellandse Zeegebied uitgezonderd. Het organisme komt, zover bekend, niet voor in deze (delen van) landen.

² Er geldt een importverbod voor planten bestemd voor opplant van Solanaceae, met uitzondering van zaden, uit de meeste derde landen (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VI, punt 18). Van dit importverbod zijn in de regelgeving met name genoemde (delen van) Europese landen en landen in het Middellandse Zeegebied uitgezonderd. De organismen komen, zover bekend, niet voor in deze (delen van) landen. Import van pootaardappelen en aardappelzaden is verboden uit alle derde landen met uitzondering van Zwitserland (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VI, punt 15).

³ *Tecia solanivora* is in 2015 gevonden op het vasteland van Spanje (zie de korte risicobeoordeling voor dit organisme).

⁴ Er geldt geen importverbod voor blad van Solanaceae. Er is echter geen import bekend van blad van aardappel of tomaat en ook geen toepassing van deze bladeren voor consumptie.

⁵ De specifiek benoemde (isolaten van) virussen en alle niet-Europese virussen, viroïden en fytoplasma's van aardappel hebben de EU-Q-status.

5.5. Nieuwe schadelijke organismen

Schadelijke organismen die niet of slechts in beperkte mate in de EU voorkomen en (nog) geen EU-Q-status hebben, worden hier beschouwd als 'nieuwe schadelijke organismen'. Dergelijke organismen komen mogelijk in aanmerking voor een EU-Q-status. Hieronder wordt het risico van een aantal 'nieuwe schadelijke organismen' besproken. De organismen zijn geïdentificeerd middels EPPO-publicaties en signalering door NVWA-deskundigen.

5.5.1. *Globodera ellingtonae* (nematode)

De nematode *Globodera ellingtonae* is een relatief recent beschreven soort en is bekend uit het noordoosten van de Verenigde Staten (VS) en Argentinië (Handoo et al., 2012; CABI, 2018). De soort kan aardappel aantasten en is nauw verwant aan de EU-Q's *Globodera pallida* en *G. rostochiensis* (Phillips et al., 2017). Behalve aardappel kan de soort ook tomaat en enkele onkruiden, *Solanum nigrum* (zwarte nachtschade), *S. dulcamare* (bitterzoet) en *S. rostratum* (stekelnachtschade) uit de familie van de Solanaceae aantasten (Peetz et al., 2019). Onduidelijk is de mate waarin de soort opbrengstderving kan veroorzaken bij aardappel. Resultaten van proeven in de VS waren niet consistent (Zasada et al., 2019). De kans op introductie via reguliere handel is klein omdat import van aardappelknollen en planten bestemd voor opplant van Solanaceae, met uitzondering van zaden, verboden is uit de meeste landen waaronder de landen in Noord- en Zuid-Amerika. Vooral nog lijkt het organisme dan ook geen groot risico voor de aardappelteelt in Nederland.

5.5.2. *Meloidogyne enterolobii* (nematode)

Het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne enterolobii* kan een groot aantal plantensoorten aantasten. De soort is door Nederland verschillende keren onderschept en is in Europa op enkele plaatsen gevonden (EPPO, 2020). De soort krijgt binnenkort mogelijk de EU-Q-status. Aardappel is door EPPO (2020) aangegeven als incidentele waardplant. Het is een tropische nematodensoort en het Nederlandse klimaat is ongunstig voor vestiging (EPPO, 2010). De soort lijkt voor Nederland dan ook vooral een risico voor bedekte grondteelten en niet voor aardappel.

5.5.3. *Meloidogyne luci* (nematode)

In 2013 werd in Portugal het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne luci* gevonden op aardappel (Maleita et al., 2018). Er is weinig bekend over economische schade in aardappel maar het organisme is mogelijk een gevaar voor de aardappelteelt in Europe (Maleita et al., 2018). *M. luci* is nu bekend uit landen in Midden- en Zuid-Amerika, Iran en Turkije en de EU-lidstaten Griekenland, Italië en Portugal (EPPO, 2018b). In Slovenië is de soort in een bedekte teelt (greenhouse) gevonden (Strajnar et al., 2011). Het Nederlandse klimaat lijkt ongunstig voor de ontwikkeling van de soort; in onderzoek had de soort 67 dagen nodig om zijn cyclus te voltooien bij gemiddelde temperatuur van 18,3°C en bij 13,9°C was er geen reproductie (Strajnar et al., 2011). Ter vergelijking, de minimum temperatuur voor de ontwikkeling van *M. chitwoodi* is ca. 5°C (Pinkerton et al., 1991) en de gemiddelde temperatuur in juli, de warmste maand in Nederland is 17,9°C (langjarig gemiddelde, weerstatistieken KNMI De Bilt). De soort lijkt voor Nederland dan ook vooral een risico voor bedekte grondteelten.

5.5.4. *Scutellonema bradys* (nematode)

De nematode *Scutellonema bradys* is bekend als aantaster van het wortelgewas yam, maar kan ook andere gewassen aantasten waaronder aardappel. Belgisch onderzoek heeft aangetoond dat het organisme regelmatig binnenkomt met import van yam uit Afrika (Mwamula et al., 2015). Het Nederlandse klimaat is echter ongunstig voor vestiging van dit organisme en het risico van *S. bradys* voor de Nederlandse aardappelteelt wordt daarom als zeer klein ingeschat.

5.5.5. Virussen en viroïden

In de EU hebben alle niet-Europese (isolaten van) aardappelvirussen en -viroïden de EU-Q-status, waarbij een aantal virussen met name wordt genoemd (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage IIA, F. virussen, viroïden en fytoplasma's, punt 8). Hoewel deze virussen strikt genomen niet onder de definitie van 'nieuwe schadelijke organismen' vallen (ze hebben immers de EU-Q-status) worden ze hieronder wel kort besproken omdat de meesten niet met name in de regelgeving staan genoemd.

EFSA PLH Panel (2020a) hebben een inventarisatie gemaakt van niet-EU virussen en viroïden (als groep verder aangeduid als virussen) die aardappel en andere knolvormende *Solanum*-soorten kunnen aantasten. Hierbij zijn 45 virussen geïdentificeerd: 40 virussen die zover bekend alleen buiten de EU voorkomen of een beperkt verspreidingsgebied hebben binnen de EU en nog eens vijf virussen met 'onbepaalde status' (virussen waarvan de aanwezigheid en mate van verspreiding binnen de EU onzeker is). Een van deze vijf virussen met 'onbepaalde status' is *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) die vooral bekend is als aantaster van tomaat. TYLCV is echter al behoorlijk verspreid in de EU. EFSA PLH Panel (2014) concludeerde eerder: "*TYLCV appears to be present in almost all EU regions with suitable ecoclimatic conditions for its establishment in open fields*". Sinds 14 december 2019 is dit virus gereguleerd als RNQP²⁹ en niet als EU-Q. EFSA PLH Panel (2020b) geeft voor 33 van de 45 virussen een 'Pest categorisation'. Voor 23 van deze 33 virussen was de conclusie dat ze voldoen aan de criteria van een EU-Q. Voor acht virussen kon geen conclusie worden getrokken omdat geen informatie was gevonden over schade aan gewassen of de natuur. Voor twee virussen was de conclusie dat ze niet voldoen aan de criteria van een EU-Q. Voor de andere twaalf virussen (van de 45) is eerder een opinie verschenen van het EFSA Panel on Plant Health. Vier van deze virussen (*Beet curly top virus*, *Cherry rasp leaf virus*, *Chrysanthemum stunt viroid* en *Tomato ringspot virus*) staan met name genoemd in de lijst van EU-Q's. Deze virussen zijn vooral een gevaar voor andere gewassen maar kunnen aardappel (mogelijk) ook aantasten. Zes virussen zijn tospovirussen. Deze virussen kunnen een groot aantal plantensoorten aantasten waaronder aardappel en worden op natuurlijke wijze verspreid door bepaalde tripssoorten. De overige twee virussen zijn het eerder besproken TYLCV en de pospiviroïde *Tomato planto macho viroid*. Hieronder worden een aantal van de 45 door de EFSA Panel on Plant Health geïdentificeerde virussen kort besproken: (i) virussen die voorkomen in Nederland: *Chrysanthemum stunt viroid*, *Tomato chlorosis virus*, *Tomato ringspot virus*, (ii) *Tomato leaf curl New Delhi virus* dat aanwezig is in meerdere lidstaten en waarvan de kans op introductie in Nederland als relatief groot is beoordeeld en (iii) SB 26/29, een virus dat eerder door de NVWA is geïdentificeerd als nieuw gevaar voor aardappel. Daarnaast worden virussen besproken die geassocieerd zijn met het knolgewas *Ullucus tuberosus* en mogelijk een gevaar zijn voor aardappel. Voor planten van *Ullucus tuberosus* geldt sinds 14 december 2019 ook een (tijdelijke) importverbod (Verordening (EU) 2018/2019).

Tomato chlorosis virus (ToCV) komt voor in de tomatenteelt in Nederland en wordt overgedragen door kaswittevlies en tabakswittevlies. EFSA PLH Panel (2020b) verwacht economische schade in aardappel door ToCV op basis van een publicatie waarin bladsymptomen staan beschreven op oude bladeren van aardappelplanten in Brazilië. Het virus is al meer dan 20 jaar aanwezig in de EU en er zijn geen publicaties gevonden waarin economische schade in aardappel wordt gemeld. In Spanje is ToCV gedetecteerd in symptoomloze aardappelplanten die in een veld met paprikaplanten stonden en zwaar besmet waren met *Bemisia tabaci* (tabakswittevlies) (Fortes & Navas-Castillo, 2012). Het risico van het virus voor de aardappelopbrengst in de EU lijkt dus zeer klein. Het virus is in het onderzoek van Fortes & Navas-Castillo (2012) wel aangetoond in aardappelknollen en, afhankelijk van derde landeneisen, zou het virus een gevaar kunnen zijn voor de export van pootaardappelen.

Tomato ringspot virus heeft de status 'transient, under eradication' in Nederland. In 2018 is het gevonden in de vaste plant *Iris germanica*. In het verleden en in andere lidstaten is het virus ook

²⁹ RNQP: Regulated Non Quarantine Pest; zie Bijlage 4.2.

gevonden in andere sierplanten en bomen. Het virus staat met name genoemd in de EU-Q-lijst maar niet onder aardappelvirussen. Het virus, dat op natuurlijke wijze wordt overgedragen door bepaalde nematodensoorten, is vooral een gevaar voor de sierteelt en de fruitteelt. In Nederland komen zover bekend geen natuurlijke vectoren van het virus voor (zie ook de korte risicobeoordeling van dit virus op de website van de NVWA). Het virus is een keer gerapporteerd in aardappel (EFSA PLH Panel, 2020a), maar lijkt een onbelangrijke pathogeen voor aardappel.

Tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV) wordt door EFSA PLH Panel (2020b) genoemd als potentiële EU-Q en schadelijk voor aardappel. Dit virus staat al met name genoemd in de EU-Q-lijst maar niet onder aardappelvirussen. Het virus wordt overgedragen door *B. tabaci*. ToLCNDV is aanwezig in de EU en is vooral een gevaar van de bedekte vruchtgroenteteelt in Nederland (zie de korte risicobeoordeling van dit virus). Binnen ToLCNDV bestaat variatie. De stam die aanwezig is in de EU veroorzaakt vooral schade in Cucurbitaceae. Er zijn geen meldingen gevonden van aantastingen in aardappel in de EU. *B. tabaci* kan zich in Nederland niet buiten vestigen en ook daarom wordt het risico van ToLCNDV voor de aardappelteelt in Nederland als zeer klein beoordeeld. Overigens wordt *B. tabaci* in de zomer ook buiten kassen gevonden en in potentie kan *B. tabaci* virussen overdragen naar planten buiten kassen, maar voor planten die niet dichtbij kassen staan wordt de kans daarop als klein ingeschat.

De pospiviroïde *Chrysanthemum stunt viroid* (CSVd) komt voor in Nederland in sierteeltgewassen. CSVd heeft sinds 14 december 2019 de status van RNQP voor planten bestemd voor opplant, met uitzondering van zaden, van *Argyranthemum* en *Chrysanthemum* (Uitvoeringsverordening 2019/2072, Bijlage IV, deel D). Recent is een natuurlijke infectie van *Chrysanthemum stunt viroid* in aardappel in Rusland gerapporteerd (Matsushita et al., 2019). CSVd is verwant aan *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd), een bekende aantaster van aardappel. PSTVd veroorzaakt bij aardappel groei- en kwantitatieve opbrengstverliezen en het vermoeden is dat verwante pospiviroïden dat ook kunnen (EFSA PLH Panel, 2011). Pospiviroïden kunnen mechanisch tussen verschillende plantensoorten worden overgedragen. De kans op overdracht vanuit andere gewassen naar aardappel is echter klein tenzij aardappel wordt geteeld in combinatie met besmette planten in een kas. Bij hogere temperaturen is de kans op overdracht namelijk groter dan bij lagere temperaturen. Vooral in de veredelingsfase kunnen aardappelplanten in kassen staan. Door hygiënemaatregelen te nemen en uit te gaan van basismateriaal dat getoetst en vrij bevonden is van pospiviroïden is de kans op introductie in de aardappelketen echter klein.

In Zuid-Amerika is een virus beschreven onder de code SB26/29 dat hoge opbrengstverliezen kan veroorzaken in aardappel. Dit virus voldoet volgens EFSA PLH Panel (2020b) ook aan de criteria van een EU-Q. Het virus wordt waarschijnlijk verspreid door de aardappelbladvlo *Russelliana solanicola*, die alleen bekend is uit gebieden in Zuid-Amerika (Salazar, 2006; NPPO, 2013a; 2013b). *R. solanicola* is ook een potentiële vector van de bacterie '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' (zie de paragraaf over '*Bactericera cockerelli*'). Volgens een recente modelstudie zou het Europese klimaat niet of weinig geschikt zijn voor vestiging van *R. solanicola* (Syfert et al., 2017). NPPO (2013b) schatte in een initiële risicobeoordeling (Quick scan) echter wel in dat de soort zich in Europa kan handhaven met name in Zuid-Europa. De soort heeft een brede waardplantenreeks (Serbina & Burckhardt, 2017) en zou in principe met verschillende soorten planten en plantaardige producten mee kunnen liften. Het is niet bekend of de soort vruchten van Solanaceae aantast (zoals de eerder besproken aardappelbladvlo *Bactericera cockerelli* doet). Er zijn geen intercepties of vondsten bekend buiten Zuid-Amerika van *R. solanicola* en vooralsnog lijkt de kans op introductie klein.

Recent zijn in de plantensoort *Ullucus tuberosus* virussen vastgesteld die verwant zijn aan gereguleerde aardappelvirussen (Fox et al., 2019). *U. tuberosus* is net als aardappel een belangrijk voedselgewas in de Andes (Zuid-Amerika), maar is niet verwant aan aardappel. Het is onzeker of de virussen in *Ullucus* aardappel (op natuurlijke wijze) kunnen aantasten en andersom. Ook is niet bekend of deze virussen via vectoren kunnen worden verspreid. *U. tuberosus* lijkt vooral hobbymatig te worden geteeld in Nederland. De planten waarin de virussen zijn aangetoond waren

afkomstig van Europese bedrijven en virus-geïnficeerde planten zijn mogelijk al vele jaren aanwezig in Europa. De virussen zijn waarschijnlijk al in de jaren '90 in *U. tuberosus* aangetroffen in Zuid-Amerika (Lizarraga et al., 1999; Lizarraga et al., 2000; Lizarraga et al., 2001). Toen zijn ze als Q's (aardappelvirussen) geïdentificeerd, maar moeten nu op basis van beschikbare sequentiedata van het virusgenoom als nieuwe soorten worden beschouwd. Het is niet bekend of deze virussen aardappel kunnen aantasten en een risico vormen voor de aardappelteelt. Per 14 december 2019 is import van planten bestemd voor opplant en plantaardige producten van *Ullucus tuberosus* uit derde landen verboden²⁰.

5.6. Pathways van niet-gevestigde (potentiële) EU-Q's en risicoreducerende maatregelen

Aantasters van aardappel kunnen vooral binnenkomen met aardappelmateriaal (met name aardappelknollen) en teeltmateriaal van verwante soorten. Zo kunnen veel virussen die aardappel aantasten ook andere soorten uit de familie van de Solanaceae aantasten (EFSA PLH Panel, 2020b). Voor aardappelknollen, aardappelzaden, planten bestemd voor opplant van andere stolon- of knollenvormende soorten van *Solanum* L. en planten bestemd voor opplant van Solanaceae, met uitzondering van zaden, gelden dan ook importverboden uit de meeste derde landen (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VI, punten 15-18). Rekening houdend met deze regelgeving zijn, in zijn algemeenheid, als meest waarschijnlijke pathways voor introductie van (potentiële) quarantaineorganismen voor aardappel geïdentificeerd:

1. invoer van aardappelknollen uit EU-lidstaten en import van aardappelknollen uit derde landen die (via een derogatie) niet vallen onder het importverbod,
2. illegale import van aardappelknollen, aardappelzaden en planten bestemd voor opplant van Solanaceae door consumenten en bedrijven (o.a. via passagiersbagage en pakketpost),
3. import van vruchten van Solanaceae, zoals paprika, Spaanse peper en tomaat,
4. het gebruik van in het verleden geïmporteerd materiaal voor onderzoeks- en veredelingsdoeleinden, dat zonder toetsing is opgeslagen,
5. import van planten bestemd voor opplant van Solanaceae, m.u.v. pootaardappelen, uit Europese en Mediterrane landen die zijn uitgezonderd van het importverbod (import van pootaardappelen is verboden uit alle derde landen m.u.v. Zwitserland),
6. import van aardappel en planten bestemd voor opplant van *Solanum*-soorten voor onderzoeks- en veredelingsdoeleinden.

N.B. Er zijn meer 'pathways' voor (potentiële) EU-Q's die aardappel aantasten en voor specifieke organismen kunnen andere pathways waarschijnlijker zijn dan een van de hierboven genoemde pathways. Zo lijkt 'meeliften met (plantaardige) producten' (een van) de meest waarschijnlijke pathway(s) voor introductie van de snuitkever *Naupactus leucoloma* (Tabel 5.2). Polyfage organismen die planten uit verschillende families aantasten kunnen ook binnenkomen met import van niet-Solanaceae, bijvoorbeeld *Ralstonia pseudosolanacearum* en *R. syzygii* subsp. *indonesiensis* (Tabel 5.2). Deze twee soorten vormen echter een klein risico voor de aardappelteelt in Nederland zoals eerder besproken in paragraaf 5.4.

De kans op introductie (binnenkomen en vestigen) is met name groot wanneer een organisme meekomt met pootaardappelen of ander teeltmateriaal. Pootaardappelen (of ander teeltmateriaal) worden immers geplant en het organisme hoeft niet op zoek naar een gewas waarop het zich kan vermenigvuldigen. Organismen die meeliften met consumptie- of zetmeelaardappelen zullen na binnenkomst een gewas moeten vinden om zich te kunnen vestigen ('transfer'). Transfer is bijvoorbeeld mogelijk vanuit afvalhopen (besmette afvalresten of tarragrond), bij uitrijden van tarragrond op akkerbouwpercelen of wanneer consumenten consumptieaardappelen als pootgoed gebruiken. Organismen die kunnen vliegen of via de wind worden verspreid kunnen ook op natuurlijke wijze vanaf geïmporteerde aardappelen in de teelt terecht komen mits de juiste mobiele stadia van het organisme aanwezig zijn of wanneer tijd en condities voldoende zijn voor de ontwikkeling van deze stadia.

Een relatief nieuwe ontwikkeling is het gebruik van zaad als uitgangsmateriaal in plaats van pootaardappelen. Import van aardappelzaden is (vooral nog) verboden uit derde landen met uitzondering van Zwitserland (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VI, punt 16). In zijn algemeenheid is de kans op associatie van zaden met (potentiële) EU-Q's kleiner dan met knollen (Van der Gaag et al., 2015). Met zaden zouden bepaalde virussen mee kunnen komen (zie bijvoorbeeld Jones (1982)). Vanwege het huidige importverbod wordt het risico van aardappelzaden als pathway hier verder niet beoordeeld.

In Figuur 5.1 staan, rekening houdend met bestaande wet- en regelgeving, de meest waarschijnlijke pathways waarmee (potentiële) Q's in de aardappelketen kunnen worden geïntroduceerd inclusief de organismen die reeds in Nederland zijn gevestigd in de akkerbouw. Hieronder worden de meest waarschijnlijke pathways voor introductie van organismen, die (nog) niet in Nederland zijn gevestigd, kort besproken. De snelheid waarmee na introductie een organisme zich uiteindelijk in de aardappelteelt zal verspreiden zal sterk afhangen van de biologie van het organisme. Voor meer informatie over de verspreidingsmechanismen en snelheid van verspreiding van de organismen wordt verwezen naar de korte risicobeoordelingen en bestaande datasheets (EPPO, 2018b; NVWA, 2018j).

5.6.1. Pathway 1: invoer van aardappelen uit andere EU-lidstaten en import uit derde landen, die (via een derogatie) niet vallen onder het EU-importverbod

Pootaardappelen mogen alleen in de EU worden geïmporteerd uit Zwitserland en landen waarvoor een derogatie bestaat. Er geldt een derogatie voor Griekenland, Spanje, Italië, Cyprus, Malta en Portugal voor de import van pootaardappelen uit bepaalde Canadese provincies³⁰. Deze derogatie geldt dus niet voor Nederland, maar na introductie van potentiële EU-Q's in genoemde EU-lidstaten, kunnen deze via EU-intern verkeer vervolgens in Nederland komen. Voor het verbod op de import van consumptie- en zetmeelaardappelen zijn Zwitserland en een groot aantal Europese landen en landen uit het Middellandse Zeegebied uitgezonderd mits deze voldoen aan de Europese regelgeving voor *Clavibacter sepedonicus* (Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072, Bijlage VI, punt 17). Voor import van consumptie- en zetmeelaardappelen bestaan derogaties voor bepaalde gebieden in Cuba en Libanon³¹. Rekening houdend met de huidige importverboden, uitzonderingen en derogaties zijn invoer en import van aardappelen waarschijnlijk de belangrijkste pathways voor de volgende EU-Q's:

- *Clavibacter sepedonicus* uit met name landen waar de bacterie relatief wijd verspreid voorkomt (NVWA, 2017b),
- *Epitrix papa* en *E. cucumeris* uit Spanje en Portugal,
- Nieuwe fysio's van *Synchytrium endobioticum*,
- *Tecia solanivora* uit Spanje,
- *Epitrix* spp. uit Canada.

Om verspreiding van *Epitrix papa* en *E. cucumeris* binnen de EU tegen te gaan gelden er noodmaatregelen in de EU (zie paragraaf 5.4).

Riscoreducerende maatregelen. In principe is het bestaande importverbod van aardappelen zeer effectief om introductie van (potentiële) EU-Q's te voorkomen. Voor landen die zijn uitgezonderd van dit verbod is het belangrijk dat er voldoende garanties zijn dat er geen (potentiële) EU-Q's

³⁰ Uitvoeringsbesluit 2014/368/EU van de Commissie van 16 juni 2014 tot wijziging van Uitvoeringsbesluit 2011/778/EU tot machtiging van bepaalde lidstaten om voor pootaardappelen van oorsprong uit bepaalde provincies van Canada tijdelijk af te wijken van sommige bepalingen van Richtlijn 2000/29/EG van de Raad

³¹ Beschikking 2003/63/EG van de Commissie van 28 januari 2003 tot machtiging van de lidstaten om voor niet voor opplant bestemde aardappelen van oorsprong uit bepaalde provincies van Cuba tijdelijk af te wijken van sommige bepalingen van Richtlijn 2000/29/EG van de Raad. Uitvoeringsbesluit (EU) 2019/1614 van de Commissie van 26 september 2019 tot machtiging van de lidstaten om voor andere dan voor opplant bestemde aardappelen uit de regio's Akkar en Bekaa in Libanon af te wijken van sommige bepalingen van Richtlijn 2000/29/EG van de Raad

mee kunnen liften met de aardappelen. Men zal ook alert moeten zijn op eventuele introductie van (potentiële) EU-Q's in deze landen nadat een derogatie is afgegeven.

5.6.2. Pathway 2: illegale import van aardappelknollen, ander aardappelmateriaal en planten bestemd voor opplant van Solanaceae

Illegale import van aardappelknollen en ander aardappelmateriaal vormt naast de reguliere invoer en import van aardappelen mogelijk het grootste risico omdat door het illegale karakter geen enkele garantie gegeven kan worden voor wat betreft de fytosanitaire status van het materiaal. Bij illegale import kan het bijvoorbeeld gaan om aardappelknollen in passagiersbagage of pakketpost (internethandel) zonder een geldig fytosanitair certificaat of uit landen van waaruit import verboden is. De introductie van het motje *Tecia solanivora* op de Canarische eilanden was mogelijk het gevolg van illegale import van aardappelen uit Zuid-Amerika (EPPO, 2005). Op het vasteland van Spanje is het organisme gevonden bij particulieren en mogelijk was ook hier sprake van illegale import, maar dan van de Canarische eilanden naar het vasteland van Spanje (hoewel onderdeel van Spanje worden de Canarische eilanden binnen de Europese fytosanitaire wetgeving beschouwd als een derde land). De NVWA voert in samenwerking met de douane toezicht uit op reizigersbagage en in samenwerking met douane en koeriersdiensten op pakketpost (NVWA, 2018e). Aardappelen worden op internet aangeboden. Er zijn geen onderscheppingen bekend van aardappelmateriaal in pakketpost, maar Kaminski et al. (2012) konden in Duitsland eenvoudig via internet pootaardappelen bestellen van verboden herkomst. In Nederland zijn aardappels meerdere malen onderschept in passagiersbagage op Schiphol (NVWA, 2017b). In 2016 zijn aardappelen onderschept in passagiersbagage afkomstig uit Peru. In de aardappelen werden diverse schadelijke organismen geconstateerd waaronder *Synchytrium endobioticum* en diverse quarantaine-virussen. In juni 2018 werden bij de controle van passagiersbagage van één vlucht uit Peru in drie koffers aardappelen aangetroffen. Bagage van passagiers in transit wordt door de douane wel gecontroleerd op verdovende middelen, munitie en wapens. maar niet op aanwezigheid van planten die verboden zijn om fytosanitaire redenen. Bagage van passagiers met eindbestemming Nederland wordt wel maar alleen steekproefsgewijs gecontroleerd op planten die verboden zijn om fytosanitaire redenen. De pakkans van verboden plantaardig materiaal in passagiersbagage dat de EU binnenkomt is dus klein en aardappelen zouden vaker met passagiersbagage de EU binnen kunnen komen. Indien de aardappelen geconsumeerd worden zal de kans dat met passagiersbagage (potentiële) EU-Q's worden geïntroduceerd over het algemeen klein zijn, maar mogelijk worden ook aardappelen illegaal geïmporteerd om uit te planten (bijvoorbeeld door hobby-veredelaars). De kans op introductie van schadelijke organismen is dan aanmerkelijk groter.

Risicoreducerende maatregelen. De nieuwe verordening, die op 14 december 2019 in werking is getreden (Verordening (EU) 2016/2031), verplicht "lidstaten, zeehavens, luchthavens en internationale transportbedrijven" reizigers te informeren over de fytosanitaire vereisten voor reizigersbagage, waaronder het importverbod van aardappelen. Ook voor postdiensten geldt een informatieplicht (artikel 45). Of deze risicocommunicatie voldoende zal zijn, zal moeten blijken uit controles van pakketpost en passagiersbagage.

5.6.3. Pathway 3: import van vruchten van Solanaceae

Import van vruchten van Solanaceae lijkt de belangrijkste pathway voor *Bactericera cockerelli* en mogelijk ook voor *Russelliana solanicola* (zie de paragrafen over deze organismen). Mogelijk dat vruchten van Solanaceae ook een pathway kunnen zijn voor nog andere nieuwe schadelijke organismen van aardappel.

Risicoreducerende maatregelen. Sinds 1 september 2019 gelden er voor vruchten van Solanaceae bijzondere voorschriften ten aanzien van *Bactericera cockerelli*, maar niet ten aanzien van andere schadelijke organismen voor aardappel. Het meest effectief om introductie van (potentiële) EU-Q's te voorkomen is een (tijdelijk) importverbod van vruchten van Solanaceae. Import zou dan eventueel hervalt kunnen worden indien uit een risicobeoordeling zou blijken dat de risico's van de import (na eventuele specifieke maatregelen in het land van herkomst, tijdens transport of bij

aankomst) klein zijn. Artikel 42 van de nieuwe verordening (Verordening (EU) 2016/2031) geeft daartoe ook de wettelijke mogelijkheden maar het moet dan wel gaan om producten die "op grond van een voorlopige beoordeling, een onaanvaardbaar risico op plaagorganismen oplevert voor het grondgebied van de Unie". Wat een 'onaanvaardbaar risico' is, is niet duidelijk gedefinieerd. Het Verenigd Koninkrijk heeft *Bactericera cockerelli* vier maal onderschept op vruchten van Solanaceae uit Mexico in 2017 en 2018 (Defra, 2018)(Europhyt, 19.09.2019). Behalve voor *B. cockerelli* zijn er geen aanwijzingen gevonden dat met import van vruchten van Solanaceae (potentiële) EU-Q's binnenkomen die relevant zijn voor aardappel. Er zijn wel veel EU-intercepties van schadelijke organismen (bijvoorbeeld 244 notificaties in de periode 1 januari 2018 – 25 juni 2019 op *Solanum*-vruchten vanwege de aanwezigheid van een schadelijk organisme), maar de meeste van deze organismen zijn geen of nauwelijks een gevaar voor de aardappelteelt in Nederland. Daarnaast zijn het organismen die vaak ook op andere producten worden onderschept of al aanwezig zijn in de EU en niet zijn gereguleerd. Een importverbod voor alleen vruchten van Solanaceae kan het binnenkomen van die organismen dan niet voorkomen.

5.6.4. Pathway 4: gebruik van in het verleden geïmporteerd materiaal voor onderzoeks- en veredelingsdoeleinden

Aardappelmateriaal dat aanwezig is in collecties en genenbanken in Europa dat is geïmporteerd nog voordat materiaal uitgebreid werd getoetst en beoordeeld, of nog voordat bepaalde toetsen beschikbaar waren, bevat mogelijk schadelijke organismen. In 2016 werd nog een vondst gedaan van PSTVd in een verdelingsmateriaal dat was geïmporteerd uit Noord-Ierland (NVWA, 2016a). De besmetting werd gevonden tijdens een regulier toetsingsprogramma van verdelingsmateriaal op PSTVd. Een paar jaar daarvoor, in 2014, waren er ook vondsten van PSTVd in verdelingsmateriaal. Die vondsten waren aanleiding voor het nemen van maatregelen (bemonstering en toetsing van materiaal) om de kans op herhaling te voorkomen (NVWA, 2015b).

Risicoreducerende maatregelen. Onderzoekinstellingen en veredelingsbedrijven kunnen materiaal uit collecties en genenbanken eerst (laten) toetsen op aanwezigheid van schadelijke virussen en viroïden voordat ze het gaan gebruiken voor onderzoek en veredeling om zo introductie in de keten te voorkomen.

5.6.5. Pathway 5: import van planten bestemd voor opplant van Solanaceae, m.u.v. pootaardappelen, uit Europese en Mediterrane landen die zijn uitgezonderd van het importverbod

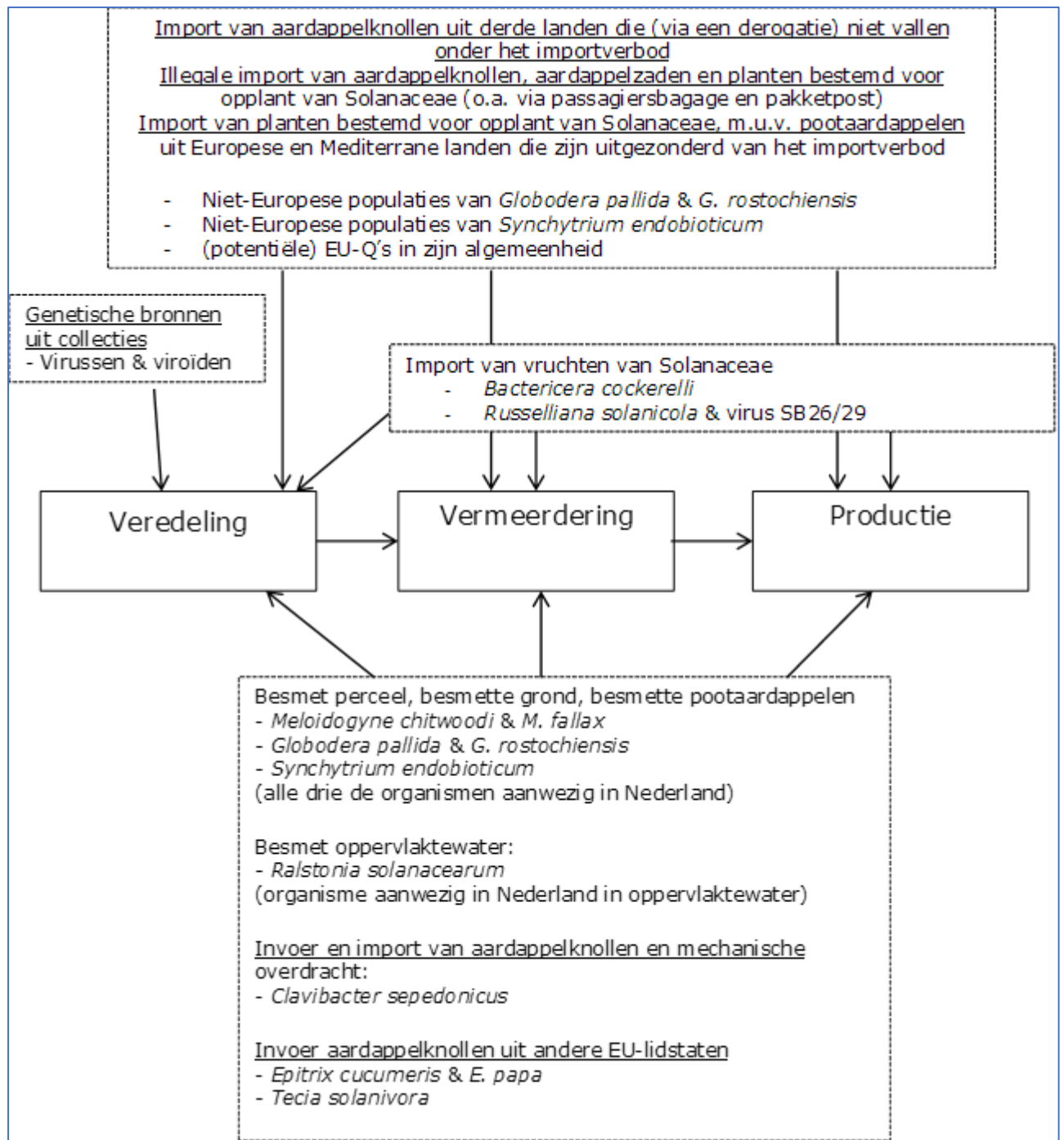
Er is import van planten bestemd voor opplant van Solanaceae uit derde landen. Import betreft vooral planten uit Israël (o.a. petuniastekken). Er zijn geen organismen geïdentificeerd in Europese landen of landen in het Mediterrane gebied die afwezig zijn in de EU en een gevaar vormen voor aardappel in Nederland. In 2016 is wel een vondst gedaan van PSTVd in planten van *Capsicum* (paprika en Spaanse peper). PSTVd had indertijd een Q-status en is met name een gevaar voor de aardappelteelt. Mogelijk is PSTVd toen geïntroduceerd met import van planten uit Israël die vegetatief werden vermeerderd (NVWA, 2016c). Sinds 14 december heeft PSTVd de RNQP-status, maar op vergelijkbare wijzen zouden andere niet-geïdentificeerde (potentiële) quarantaineorganismen met import van planten bestemd voor opplant kunnen binnenkomen.

Risicoreducerende maatregelen. Er zijn geen (potentiële) EU-Q's van aardappel geïdentificeerd in landen die zijn uitgezonderd van het importverbod voor planten van Solanaceae. Vanwege de uitzondering zal men wel alert moeten zijn op eventuele introductie van nieuwe schadelijk organismen in deze derde landen.

5.6.6. Pathway 6: import van aardappel en planten bestemd voor opplant van *Solanum*-soorten voor onderzoeks- en veredelingsdoeleinden

Een ontheffing van de importverboden voor aardappel en planten bestemd voor opplant van Solanaceae met uitzondering van zaden (en andere planten waarvoor een importverbod geldt) kan worden verleend op basis van Gedelegeerde verordening (EU) 2019/829 voor materiaal bestemd voor officiële tests, wetenschappelijke of onderzoeksdoeleinden, proefnemingen, selectiewerkzaamheden of veredeling waarbij het materiaal in quarantaine wordt genomen voor visuele beoordeling en toetsing op alle relevante quarantaineorganismen (Werkman et al., 2004). Vrij bevonden materiaal wordt ter beschikking gesteld aan de importeur. Door deze maatregelen is de kans op insleep van (potentiële) EU-Q's via deze route zeer klein.

Risicoreducerende maatregelen. Met de huidige officiële vereisten is het risico zeer klein.



Figuur 5.1 Overzicht van de meest waarschijnlijke pathways waarmee (potentiële) EU-Q's kunnen worden geïntroduceerd in de aardappelketen. Binnen de aardappelketen kunnen veel van de organismen worden verspreid via besmet pootgoed. Organismen kunnen op verschillende planten en producten Nederland binnenkomen en vervolgens via contact of natuurlijk verspreiding in de aardappelketen worden geïntroduceerd.

5.7. Annex: Beschrijving van EU-quarantaineorganismen die gevestigd zijn in Nederland en relevant zijn voor de aardappelketen.

5.7.1. *Globodera pallida* (Stone) Behrens en *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens

Korte beschrijving:

De nematodensoorten *Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida* (respectievelijk het geel aardappelpycysteaaltje en het wit aardappelpycysteaaltje) veroorzaken aardappelmoehed (AM). De nematoden tasten de wortels van de planten aan en aangetaste planten blijven achter in de groei. In het veld is dat zichtbaar via zogenoemde valplekken. Potentieel zijn beide soorten zeer schadelijk. Daarnaast vormen beide soorten een gevaar voor de handel en export van pootaardappelen. Er is al veel geschreven over aardappelmoehed en informatie over de biologie van de nematode en bestrijdingsmogelijkheden staan o.a. in een recent geactualiseerde brochure (Molendijk, 2018). Hieronder staat een korte beschrijving.

G. rostochiensis en *G. pallida* overleven in de grond als eieren in zogenoemde cysten (omhulsel van de eieren gevormd uit een nematodenvrouwtje). De wortels van waardplanten scheiden stoffen af waardoor de larven uit de eieren komen en vervolgens de wortel binnendringen. De belangrijkste verspreidingsroute is verplaatsing van besmette grond (met (poot)aardappelen, andere planten, machines, gereedschap e.d.). Behalve het voorkomen van verspreiding met grond zijn er verschillende maatregelen om AM te beheersen:

- aanpassing teeltfrequentie (de eieren in de cysten kunnen meerdere jaren overleven maar jaarlijks sterft een deel van de eieren af),
- gebruik van resistente rassen (de NVWA publiceert jaarlijks een officiële lijst met de resistentiegegevens van aardappelrassen zoals Richtlijn 2007/33/EG ook verplicht. Probleem bij het gebruik van resistente rassen is dat in de loop van de tijd resistenties kunnen worden doorbroken door de opbouw van virulentere populaties),
- gebruik van aardappel als vanggewas (een vanggewas lokt de larven maar reproductie wordt voorkomen door de waardplant (vanggewas) tijdig dood te spuiten),
- gebruik van raketblad als lokgewas (een lokgewas lokt de larven, maar reproductie wordt voorkomen doordat het gewas geen waardplant is),
- inundatie (de grond onder water zetten) is effectief (NVWA, 2015a). Probleem bij inundatie kan zijn dat de grond waarmee dijkes rond een perceel wordt gemaakt niet ontsmet wordt). Een oplossing daarvoor is om geen grond te gebruiken om het water tegen te houden, maar schotjes te plaatsen.
- anaërobie (grondontsmetting door onderwerken van organisch materiaal en de bodem vervolgens afdekken met folie),
- natte grondontsmetting (grondontsmetting met gewasbeschermingsmiddelen op basis van metam-natrium is een optie, maar is nog maar zeer beperkt toegestaan),
- granulaten.

EU-wetgeving

In Bijlage VII van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072 staan bijzondere voorschriften met betrekking tot *Globodera pallida* en *G. rostochiensis*. Er gelden bijzondere voorschriften voor de import van planten bestemd voor opplant met wortels die geteeld zijn in de open lucht, voor aardappelknollen, voor planten bestemd voor opplant met wortels van *Capsicum* spp., *Solanum lycopersicum* L. en *Solanum melongena* L. en bollen, knollen en wortelstokken van aantal specifiek benoemde plantensoorten. Daarnaast zijn er diverse importverboden, o.a. van pootaardappelen uit alle derde landen behalve Zwitserland (Bijlage VI)) en gelden er bijzondere voorschriften voor aanhangende grond bij import van planten bestemd voor opplant (Bijlage VII). Voor beide nematodensoorten is ook een EU-bestrijdingsrichtlijn van kracht (Richtlijn 2007/33/EG)¹⁷. In

Bijlage VIII³² van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072 wordt naar deze richtlijn verwezen. Het doel van de richtlijn is de verspreiding van *Globodera pallida* en *G. rostochiensis* in de EU in beeld te brengen en verdere verspreiding te voorkomen. Om verspreiding te voorkomen gelden er zowel eisen voor waardplanten als voor een aantal niet-waardplanten. Dit laatste omdat de nematoden met aanhangende grond van zowel waard- als niet-waardplanten mee kunnen liften. De strengste vereisten gelden in de richtlijn voor de waardplanten van de nematoden:

- *Solanum tuberosum* L. (aardappel)
- *Solanum lycopersicum* L. (tomaat)
- *Solanum melongena* L. (aubergine)
- *Capsicum* L. (paprika, Spaanse peper)

Voor de teelt van vermeerderings- en uitgangsmateriaal van deze gewassen geldt dat het perceel, na officieel onderzoek, vrij bevonden moet zijn van deze organismen. Omdat teeltmateriaal van tomaat, aubergine, paprika en Spaanse peper in Nederland niet in de grond wordt geteeld is de regelgeving weinig relevant voor deze gewassen in Nederland. De nematoden kunnen echter ook met aanhangende grond van niet-waardplanten worden verspreid. Daarom gelden voor een aantal niet-waardplantgewassen (de 'licht gereguleerde gewassen') eisen ten aanzien van aanhangende grond. Hierbij is de minimumeis dat het materiaal grondvrij moet zijn gemaakt en anders moet het perceel na bemonstering en toetsing vrij zijn bevonden van beide nematodensoorten. De 'licht gereguleerde gewassen' zijn bloembollen en -knollen van dahlia, gladiool, hyacint, iris, lelie, narcis en tulp en planten van prei, bieten, kool, aardbei, asperge, uien en sjalotten. De eisen voor export naar landen buiten de EU van planten kunnen echter strenger zijn. Er zijn dan ook een aantal gebieden in Nederland waarvoor een aardappelteeltverbod geldt om vestiging van *Globodera pallida* en *G. rostochiensis* te voorkomen (de "Aardappelteeltverbodsgebieden"). Dit zijn gebieden waar veel uitgangsmateriaal wordt geteeld. Voor meer details over de regelgeving wordt verwezen naar de website van de NVWA.

Op besmet verklaard terrein mogen geen pootaardappelen worden geteeld. Consumptie- en zetmeelaardappelen mogen alleen worden geteeld op besmet terrein na het nemen van officieel vastgestelde bestrijdingsmaatregelen, waaronder de teelt van voldoende resistente rassen. Ook voor tarragrond afkomstig van besmette percelen gelden eisen om verspreiding van de nematoden tegen te gaan. Om een besmetverklaring op te heffen dient aan bepaalde voorwaarden (o.a. een wachtperiode) te worden voldaan voordat op basis van de resultaten van grondonderzoek de besmetverklaring wordt opgeheven. Details staan op de website van de NVWA (NVWA, 2018g).

EU-lidstaten moeten volgens Richtlijn 2007/33/EG ook een survey uitvoeren naar de spreiding van *Globodera pallida* en *G. rostochiensis* in de teelt van 'niet-pootgoed – aardappelen' (eindteelt: consumptie- en zetmeelaardappelen). Jaarlijks moet ten minste 0,5 % van het niet-pootgoed areaal worden onderzocht op aanwezigheid van de nematoden.

Nationale teeltvoorschriften

Naast de EU-vereisten, waaronder perceelvrijheid bij teelt van uitgangsmateriaal van waardplanten, zijn er nationale teeltvoorschriften die het risico van beide *Globodera*-soorten moeten reduceren (details staan op de website van de NVWA):

- aardappelen mogen niet vaker dan één keer in de 3 jaar (1:3) op hetzelfde perceel worden geteeld (geen teelt van aardappelen in de 2 voorafgaande jaren). Hierop zijn een aantal uitzonderingen (NVWA, 2020e):
 - o aardappelteelt in het 'Noordoostelijk zand- en dalgrondgebied' (m.u.v. NAK-pootaardappelen),

³² Lijst van planten, plantaardige producten en andere materialen afkomstig uit het grondgebied van de Unie en de overeenkomstige bijzondere voorschriften voor het verkeer ervan binnen het grondgebied van de Unie

- via een ontheffing verstrekt door de NVWA,
- of door deelname aan de vroegrooiregeling. Bij de vroegrooiregeling geldt dat de aardappelen voor een bepaalde datum moeten zijn gerooid zodat het aardappelcystealtje weinig kans heeft zich te vermeerderen.
- In 5 gebieden, waar veel voortkwekingsmateriaal wordt geteeld, een verbod om aardappelen te telen (de eerder genoemde 'Aardappelteeltverbodsgebieden').
- bedrijven die aardappelen telen op AM-besmette grond mogen deze aardappelen alleen afzetten bij door de NVWA-erkende bedrijven. Dit zijn bedrijven die de tarragrond (aanhangende grond die vrijkomt bij het behandelen van de aardappelen na de oogst) op een fytosanitair verantwoorde wijze afvoeren (NVWA, 2020a).

Situatie in Nederland

G. rostochiensis en *G. pallida* komen verspreid voor in Nederland met uitzondering van de 'Aardappelteeltverbodsgebieden'. In de periode 2012 – 2017 zijn jaarlijks ca. 10.000 percelen bedoeld voor de teelt van pootaardappelen bemonsterd waarbij op 6-7% van de percelen een besmetting is gevonden (NVWA, 2018a). Het jaarlijks besmet verklaarde areaal op basis van dit onderzoek varieerde in die zelfde periode van 1.476 tot 1.748 ha.

In de eindteeltsurvey zijn in de periode 2015 – 2017 jaarlijks 120 tot 129 percelen onderzocht waarbij op 3,9 tot 6,7% van de percelen een besmetting is gevonden (NVWA, 2016d;2017b;2018a). Bij deze surveys zijn geen percelen onderzocht in het zetmeelaardappelgebied in Noordoost Nederland. In 2017 is wel een aparte survey uitgevoerd in dit gebied waarbij op 19 van de 33 onderzochte percelen een besmetting is gevonden (NVWA, 2018a).

In 2015 zijn in Noordoost-Nederland *Globodera pallida*-populaties vastgesteld die zich relatief sterk vermeerderen op rassen die bekend stonden als 'pallida-resistent' (Molendijk et al., 2017). Vanuit Duitsland waren er al eerder meldingen van virulente populaties van *Globodera pallida*. Ook voor *G. rostochiensis* zijn er aanwijzingen voor virulentere populaties (NVWA, 2018a). De virulentere populaties zijn tot dusverre aangetroffen in het Noordoostelijk zand- en dalgrondgebied waar geen beperkingen gelden voor wat betreft de teeltfrequentie van zetmeel- en consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen doorgaans in een frequentie van 1:2 worden geteeld. In dit gebied was in 2016 ook meer dan 50% van de percelen besmet met *Globodera pallida* en/of *G. rostochiensis* (TBM, 2018). Frequente teelt van hoog-resistente aardappelrassen speelt de opbouw van virulentere populaties in de kaart (Molendijk et al., 2017). Het gevaar bestaat dat via versleping van planten en grond de virulentere populaties verder worden verspreid binnen Nederland waardoor ook de teelt van pootgoed in gevaar kan komen.

Niet-Europese populaties

In Zuid-Amerika zijn *G. pallida* populaties bekend waarvoor de resistente Europese aardappelrassen 100% vatbaar zijn (Molendijk et al., 2017) en introductie van nieuwe genotypen kunnen grote impact hebben omdat het veel tijd kost om nieuwe resistente rassen te ontwikkelen (EFSA PLH Panel, 2012).

5.7.2. Meloidogyne chitwoodi Golden et al. en Meloidogyne fallax Karssen

Korte beschrijving:

Meloidogyne chitwoodi (maiswortelknobbelaaltje) en *Meloidogyne fallax* (bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje) zijn twee nauw verwante wortelknobbelaaltjes, die elk een zeer brede waardplantenreeks hebben. Schade is vooral bekend bij aardappel, wortel en schorseneer in lichte gronden. *M. chitwoodi* en *M. fallax* veroorzaken knobbels op de te oogsten producten van deze

gewassen waardoor ze onverkoopbaar kunnen worden (Van der Gaag et al., 2011b;2011a). In een aantal ander gewassen waaronder erwten wordt schade door verminderde groei gemeld, maar in veel waardplantgewassen is de schade over het algemeen gering of afwezig. Een besmetting kan wel grote gevolgen hebben voor de handel en export van met name teeltmateriaal omdat *M. chitwoodi* en *M. fallax* een quarantaine status hebben in de EU en een groot aantal derde landen.

EU-wetgeving

Er gelden bijzondere eisen voor pootaardappelen met betrekking tot *M. chitwoodi* en *M. fallax* uit derde landen en EU-lidstaten (punt 20 in bijlage VII en punt 8 in bijlage VIII van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072). Pootgoed moet afkomstig zijn uit gebieden of van productieplaatsen waar beide organismen niet voorkomen of een random monster van de knollen moet na oogst zijn onderzocht en vrij zijn bevonden van beide organismen. Daarnaast zijn er diverse importverboden die relevant zijn met betrekking tot de organismen, o.a. van pootaardappelen uit alle derde landen behalve Zwitserland (punt 15 in bijlage VI) en gelden er bij import van planten bestemd voor opplant bijzondere eisen voor aanhangende grond (punt 1 in bijlage VII).

Situatie in Nederland

Beide soorten komen in Nederland in meerdere teeltgebieden voor. Gebieden met officiële vondsten krijgen de status 'aangewezen gebied'. Binnen zo'n gebied geldt dat alle partijen pootaardappelen moeten worden bemonsterd en getoetst op *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Sinds 1 januari 2019 is dit beleid op een aantal punten aangepast. Na een vondst wordt nog steeds een gebied met een straal van 1 km afgebakend waarbinnen alle pootgoedpartijen van percelen die, geheel of gedeeltelijk, binnen het gebied zijn gelegen moeten worden getoetst. Sinds de beleidsaanpassing wordt dit 'aangewezen gebied' na één jaar beperkt tot het 'topografische perceel'³³ waarbinnen de vondst is gedaan. Elke nieuwe vondst leidt tot afbakening van een nieuw '1 - km - gebied'. Een besmetverklaring van een 'topografisch perceel' kan worden opgeheven indien in twee opeenvolgende pootaardappelteelten op het besmet bevonden perceel(sgedeelte) de nematoden niet zijn aangetoond. Buiten de aangewezen gebieden wordt een deel van de partijen getoetst met gemiddeld een partij per teler per jaar (NVWA, 2020j). Daarnaast vinden inspecties (en toetsingen) plaats in de eindteelt van aardappel als onderdeel van het jaarlijkse surveyprogramma (zie bijvoorbeeld tabel 5.5 in NVWA (2018a)). Er zijn meer vondsten in pootaardappelen dan in de eindteelt. Pootaardappelen worden echter stelselmatig getoetst in gebieden waar de organismen officieel voorkomen en consumptie- en zetmeelaardappelen niet. Bloembollen, vaste planten en boomkwekerijgewassen worden in de regel visueel geïnspecteerd. Overzichten van het aantal vondsten per jaar (t/m 2017) staan in de rapportages Fytosignalering die op de NVWA-website staan. Vondsten worden voornamelijk gedaan in de aardappelteelt. In 2017 was er een sterke toename van het aantal vondsten t.o.v. de jaren daarvoor (Tabel 5.3; NVWA (2018a)).

Tabel 5.3. Aantal vondsten van *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax* in de eindteelt (Eind) en pootgoedteelt (Poot) van aardappelen uitgedrukt in het aantal herkomstpercelen¹ in de periode 2013 – 2019 (bron: NVWA).

Organisme	Jaar									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	Eind	Poot	Eind	Poot	Eind	Poot	Eind	Poot	Eind	Poot
<i>M. chitwoodi</i>	9	28	15	19	12	46				
<i>M. fallax</i>	1	1	2	4	3	10	19	56	13	54
Totaal	10	29	17	23	15	56	19	56	13	54

³³ Topografisch perceel: oppervlakte grond omsloten door topografische (bestendige) grenzen, zoals wegen, water, houtwallen, hekwerk en bebouwing

¹ Percelen waarvan de besmet bevonden aardappelen afkomstig waren

Doordat de waardplantenreeks van beide *Meloidogyne*-soorten zo breed is en veel waardplanten niet of weinig symptomen laten zien is de kans op verspreiding met plantmateriaal groot. Daarnaast kunnen de nematoden met grond worden verspreid. Het vermoeden is dat beide soorten op meer plaatsen voorkomen dan nu officieel bekend is, maar in veel gevallen geen significante schade veroorzaken en (mede) daarom niet gedetecteerd worden.

Er is veel onderzoek gedaan naar de bestrijding van de nematoden. Grondontsmetting met gewasbeschermingsmiddelen is nog maar beperkt mogelijk en werkt niet voor 100% (Runia et al., 2006). Voor *M. chitwoodi* is een zeer goede werking van inundatie aangetoond en ook biologische grondontsmetting heeft een goed bestrijdend effect. Het is niet bekend of inundatie ook werkt tegen *M. fallax* (Termorshuizen et al., 2020). Telers kunnen verliezen (deels) ook voorkomen door het toepassen van een geïntegreerde aanpak die bestaat uit het laten analyseren van grondmonsters op aanwezige plantparasitaire nematodensoorten en afhankelijk van de resultaten van de analyse een keuze maken wat betreft rotatieschema, cultivar en/of gewaskeuze (resistentie cultivars of weinig gevoelige gewassen), zaaitijdstip en duur van de teeltperiode (bijvoorbeeld later zaaien bij wortels of een kortere teeltperiode bij aardappelen) en/of de toepassing van nematiciden.

Uitgebreide informatie over de biologie van de organismen, de waardplantenreeks, een beschrijving van de pathways waarmee de organismen verspreid kunnen worden en een inschatting van de impact staat in (Van der Gaag et al., 2011b;2011a).

5.7.3. *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. emend. Safni et al.

Korte beschrijving:

De bacterie *Ralstonia solanacearum* veroorzaakt bruinrot bij aardappel. Aangetaste knollen vertonen een bruine ring wanneer ze door worden gesneden. Onder warme omstandigheden kunnen planten verwelken, maar onder Nederlandse omstandigheden komt dat zelden voor. De bacterie kan met name worden verspreid via besmet pootgoed en via besmet oppervlaktewater.

EU-wetgeving

In Bijlage VII en VIII van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072 staan bijzondere voorschriften voor planten van bepaalde soorten met betrekking tot *Ralstonia solanacearum*. Daarnaast zijn er diverse importverboden die relevant zijn met betrekking tot het organisme, o.a. van pootaardappelen uit alle derde landen behalve Zwitserland (Bijlage VI). Voor aardappelen uit Egypte zijn bijzondere voorschriften vastgelegd met betrekking tot *Ralstonia solanacearum* in Uitvoeringsbesluit 2011/787/EU. Er is ook een bestrijdingsrichtlijn voor *Ralstonia solanacearum* van kracht (Richtlijn 98/67/EC gewijzigd bij Richtlijn 2006/63/EC). Het doel van deze richtlijn is de spreiding van *Ralstonia solanacearum* in de EU in beeld te brengen en verdere verspreiding te voorkomen. Zo moeten lidstaten jaarlijks surveys uitvoeren. De richtlijn geeft details over bemonsterings- en detectiemethoden en te nemen maatregelen bij een vondst.

Situatie in Nederland

In Nederland is de bacterie gevestigd in oppervlaktewater, waar het in stand wordt gehouden door de aanwezigheid van waardplanten langs de oevers, met name *S. dulcamare* (bitterzoet) (Wenneker et al., 1999; Janse et al., 2009). De grootste kans op een besmetting van aardappelen is door gebruik van oppervlaktewater of middels contaminatie met oppervlaktewater. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren wanneer het water bij een storm op een perceel terecht komt. In Nederland

geldt dan ook een verbod op het gebruik van oppervlaktewater voor de teelt van pootaardappelen in het gehele land. Voor overige aardappelen geldt een verbod op het gebruik van oppervlaktewater in die gebieden waar het organismen bekend is voor te komen (de beregeningsverbodsgebieden). In de periode 2010 t/m 2019 is bruinrot in totaal op 19 bedrijven vastgesteld (Tabel 5.4). Details over vondsten t/m 2017 staan in de rapportages Fytsignalering (NVWA, 2018a). Bij een vondst van *R. solanacearum* in pootaardappelen gelden er niet alleen maatregelen voor de besmet bevonden partij maar ook voor partijen die mogelijk besmet zijn, de zogenoemde 'waarschijnlijk besmette partijen'. Voor het perceel waarop de besmetting is geconstateerd geldt een teeltverbod voor aardappel voor vier of vijf jaar. Voor de gehele productieplaats geldt dat in het eerstvolgende jaar na de vondst geen pootaardappelen mogen worden geteeld. Details over de NVWA-maatregelen bij een vondst staan in NVWA (2019b)

Tabel 5.4. Het aantal bedrijven met een bruinrotbesmetting in de periode 2010/11 – 2019/20.

Gewas	Teeltseizoen						
	2010/11	2011/12	2012/13 t/m 2015	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20
NAK-pootgoed ¹	0	0	0	4	2	2	3
ATR- en TBM-pootgoed ²	0	0	0	0	0	0	0
Eindteelt	1	4	0	0	0	2	1
Totaal	1	4	0	4	2	4	4

¹NAK-pootgoed: gecertificeerd pootgoed

²ATR-pootgoed: vermeerdering pootgoed voor eigen consumptieteelt; TBM-pootgoed: vermeerdering pootgoed voor eigen zetmeelteelt.

5.7.4. *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival

Korte beschrijving

De schimmel *S. endobioticum* veroorzaakt wratten (uitstulpingen) op aardappelen (aardappelwratziekte), wat aardappelen onverkoopbaar maakt en de opbrengst sterk reduceert. Het pathogeen komt van oorsprong uit Zuid-Amerika en is in de 19^e eeuw in Europa geïntroduceerd. In Nederland is *S. endobioticum* in 1915 voor het eerst waargenomen (Baayen et al., 2006). Het pathogeen kan meer dan 30 jaar in de grond overleven, maar in een actief bewerkte grond is de overlevingsduur vermoedelijk een stuk korter (zie verderop). Verspreiding van het pathogeen kan vooral plaats vinden door menselijk handelen via (poot)aardappelen, afval en (aanhangende) grond. Daarnaast is windverspreiding mogelijk, maar niet bekend is in welke mate wind bijdraagt aan de verspreiding van het organisme in Nederland.

Overlevingsduur in de bodem

Wintersporen van *S. endobioticum* kunnen lang overleven. Studies van Schaffnit & Voss (1918) en Köhler (1931) geven aan dat wintersporangia ten minste 9-10 jaar in de grond kunnen overleven. Hartman (1955) beschrijft experimenten in Pennsylvania op teeltbedden waarin overleving gedurende 15 jaar werd aangetoond, maar na 20 jaar waren alle 'eenheden' vrij van wratziekte. Een citatie van dezelfde (Hartman, 1955) is echter ook "*definite evidence is at hand which shows that potato wart has persisted in sods, abandoned gardens, and over-grown weed patches for 25 or more years and in one instance, 30 years*" (bij deze uitspraak werden geen referenties gegeven). Pratt (1976) refereert naar een studie van (Holmberg, 1944) in Zweden waaruit bleek

dat wintersporen nog steeds vitaal waren na 16 jaar 'onder grasland', terwijl er geen overleving was in grond die jaarlijks bewerkt werd. Dus regelmatige bewerking van de grond lijkt de overlevingsduur te bekorten. Door kieming gaan rustsporen dood en een gebrek aan zuurstof remt waarschijnlijk de rijping en kieming van wintersporen (Esmarck, 1924; Weiss, 1925).

Fysio's

Er zijn verschillende *S. endobioticum* fysio's die van elkaar kunnen worden onderscheiden via rassentoetsen (de mate waarin een aardappelras resistent is tegen *S. endobioticum* kan verschillen tussen fysio's). De ontwikkeling of introductie van een nieuw fysio kan grote gevolgen hebben voor een teeltgebied wanneer de daar gangbare aardappelrassen (zeer) vatbaar zijn voor het nieuwe fysio. Er zijn tientallen fysio's beschreven waarbij fysio's 1(D1), 2(G1), 6(O1), 8(F1) en 18(T1) als meest wijd verspreid en economisch meest relevant worden beschouwd voor Europa (Busse et al., 2017; Van de Vossenberg, 2019). In een recent gepubliceerde EPPO-standaard staat een rassenset beschreven waarmee fysio's 1(D1), 2(G1), 6(O1) en 18(T1) van elkaar kunnen worden onderscheiden (EPPO, 2017). Er is discussie in hoeverre isolaten gekarakteriseerd als fysio 8(F1) tot een duidelijk ander fysio behoren dan isolaten gekarakteriseerd als 18(T1). Er zouden partiële verschillen zijn tussen fysio 8(F1) en fysio 18(T1) in de mate van aantasting van sommige aardappelrassen (Przetakiewicz, 2017). In een fysio-identificatietoets uitgevoerd door de NVWA, waarbij alleen onderscheid wordt gemaakt tussen 'vatbaar' en 'volledig resistent' op een bepaalde set aan rassen classificeerde een Duitse fysio 8(F1)-isolaat dat dichtbij de Nederlandse grens was gevonden als fysio 18(T1).

Veel aardappelrassen zijn volledig resistent tegen fysio 1(D1) en infecties met dit fysio worden nog zelden gevonden in Europa (EPPO, 2017), maar tegen de andere fysio's zijn (veel) minder rassen bekend met volledige resistentie. Nieuwe fysio's kunnen optreden in een gebied door selectie binnen aanwezige populaties van de schimmel of door introductie van een bestaand fysio vanuit een ander gebied. In een recente studie is aangetoond dat isolaten van *S. endobioticum* genetisch heterogeen zijn en dat door selectie de populaties virulenter kunnen worden op de aardappelrassen die worden geteeld (van de Vossenberg et al., 2018; van de Vossenberg et al., 2019a). Het onderzoek toonde aan dat fysio's 2(G1) en 6(O1) meest waarschijnlijk meerdere keren onafhankelijk van elkaar door selectie zijn ontstaan vanuit genetisch diverse isolaten/populaties en dat fysio 18(T1) vermoedelijk in Europa is geïntroduceerd. In Europa en landen buiten Europa zijn diverse fysio's beschreven, die, zover bekend, niet aanwezig zijn in Nederland en andere West-Europese landen. Zo zijn in Polen fysio's 3(M1), 39(P1) en 40(BN1) beschreven en in Turkije fysio 38(Nevsehir) beschreven (Çakir et al., 2009; Przetakiewicz, 2010; Van de Vossenberg, 2019). Daarnaast is Fysio 8(F1) gerapporteerd in Duitsland dicht bij de Nederlandse grens, maar zoals eerder al aangegeven is er onzekerheid in hoeverre sprake is van een ander fysio dan 18(T1). Via invoer en import van aardappelen kunnen nieuwe fysio's Nederland binnenkomen. Import van aardappelen is verboden uit de meeste derde landen, maar is toegestaan uit Europese landen en een aantal landen uit het Middellandse Zeegebied waaronder Turkije (zie ook hieronder bij 'EU-wetgeving').

EU-wetgeving

EU-vereisten die de kans op introductie uit derde landen reduceert

In Bijlage VI van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072 staan importverboden voor aardappelknollen waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen pootgoed en overige aardappelknollen:

Lijst van planten, plantaardige producten en andere materialen waarvan het binnenbrengen in de Unie vanuit bepaalde derde landen verboden is			
	Beschrijving	GN-code	Derde land, groep van derde landen of specifiek gebied van derde land

15.	Knollen van <i>Solanum tuberosum</i> L., pootaardappelen	0701 10 00	Derde landen, met uitzondering van Zwitserland
17.	Knollen van soorten van <i>Solanum</i> L. en hybriden daarvan, met uitzondering van knollen als bedoeld in rubrieken 15 en 16	ex 0601 10 90 ex 0601 20 90 0701 90 10 0701 90 50 0701 90 90	Derde landen, met uitzondering van: a) Algerije, Egypte, Israël, Libië, Marokko, Syrië, Zwitserland, Tunesië en Turkije, of b) die aan de volgende bepalingen voldoen: i) het betreft een van de volgende landen: Albanië, Andorra, Armenië, Azerbeidzjan, Belarus, Bosnië en Herzegovina, Canarische Eilanden, de Faeröer, Georgië, IJsland, Liechtenstein, Moldavië, Monaco, Montenegro, Noord-Macedonië, Noorwegen, Rusland (alleen de volgende delen: Centraal Federaal District (Tsentralny federalny okrug), Noordwestelijk Federaal District (Severo-Zapadny federalny okrug), Zuidelijk Federaal District (Yuzhny federalny okrug), Noord-Kaukasisch Federaal District (Severo-Kavkazsky federalny okrug) en Federaal District Privolzjski (Wolga) (Prilozhsky federalny okrug)), San Marino, Servië en Oekraïne en ii)- het land is volgens de in artikel 107 van Verordening (EU) 2016/2031 bedoelde procedure erkend als zijnde vrij van <i>Clavibacter sepedonicus</i> (Spieckermann & Kottho) Nouioui et al, of - in het land is voldaan aan wetgeving die is erkend als gelijkwaardig aan de voorschriften van de Unie inzake bescherming tegen <i>Clavibacter sepedonicus</i> (Spieckermann & Kottho) Nouioui et al. overeenkomstig de in artikel 107 van Verordening (EU) 2016/2031 bedoelde procedure.

In Bijlage VII van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072 staan ten aanzien van *S. endobioticum* een aantal bijzondere voorschriften:

Lijst van planten, plantaardige producten en andere materialen afkomstig uit derde landen, en de overeenkomstige bijzondere voorschriften voor het binnenbrengen ervan op het grondgebied van de Unie				
	Planten, plantaardige producten en andere materialen	GN-codes	Oorsprong	Bijzondere voorschriften
3.	Voor opplant bestemde planten met wortels, gekweekt in de volle grond	ex 0601 20 30 ex 0601 20 90 ex 0602 20 20 ex 0602 20 80 ex 0602 30 00 ex 0602 40 00	Derde landen	Officiële verklaring dat: a) de productieplaats bekend staat als zijnde vrij van <i>Clavibacter sepedonicus</i> (Spieckermann & Kottho) Nouioui et al. en

		<p>ex 0602 90 20 ex 0602 90 30 ex 0602 90 41 ex 0602 90 45 ex 0602 90 46 ex 0602 90 47 ex 0602 90 48 ex 0602 90 50 ex 0602 90 70 ex 0602 90 91 ex 0602 90 99 ex 0706 90 10</p>		<p>Synchytrium endobioticum (Schilb.) Percival, en</p> <p>b)de planten afkomstig zijn van een perceel waarvan bekend is dat het vrij is van <i>Globodera pallida</i> (Stone) Behrens en <i>Globodera rostochiensis</i> (Wollenweber) Behrens.</p>
17.	Knollen van <i>Solanum tuberosum</i> L.	<p>0701 10 00 0701 90 10 0701 90 50 0701 90 90</p>	<p>Derde landen waarvan bekend is dat <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Percival er voorkomt.</p>	<p>Officiële verklaring dat:</p> <p>a)de knollen afkomstig zijn uit gebieden waarvan bekend is dat zij vrij zijn van <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Percival (alle rassen behalve ras 1, het gewone Europese ras) en er gedurende een adequate periode geen symptomen van <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Percival zijn waargenomen op de productieplaats noch in de directe omgeving daarvan, of</p> <p>b)in het land van oorsprong de hand is gehouden aan bepalingen die overeenkomstig de procedure van artikel 107 van Verordening (EU) 2016/2031 als gelijkwaardig zijn erkend aan de communautaire bepalingen inzake de bestrijding van <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Percival.</p>

EU-vereisten bij een vondst

Er is een Europese Bestrijdingsrichtlijn (69/464/EEG), waarop de nationale maatregelen bij een vondst zijn gebaseerd. De bestrijdingsrichtlijn schrijft de minimale eisen voor waaraan bij een vondst van *S. endobioticum* moet worden voldaan; deze eisen zijn:

- Het afbakenen van besmette terreinen en een veiligheidszone rondom deze terreinen, breed genoeg om omliggende gebieden te beschermen. Een terrein wordt als besmet beschouwd indien symptomen op ten minste één plant zijn vastgesteld (artikel 2).
- Het zodanig behandelen van knollen en loof van aardappelen afkomstig van een besmet terrein dat het organisme wordt vernietigd (artikel 3).
- Op besmette terreinen mogen geen aardappelen worden verbouwd en ook geen planten voor opplant worden verbouwd, ingekuild of opgeslagen (artikel 4).
- In de veiligheidszone mogen alleen aardappelrassen worden verbouwd die resistent zijn tegen het gevonden fyso. Resistent betekent hier dat er geen kans is op secundaire infecties en dus vermeerdering van *S. endobioticum* (artikel 5).

- De maatregelen mogen pas worden opgeheven indien *S. endobioticum* niet meer wordt vastgesteld (artikel 6).

Situatie in Nederland

S. endobioticum komt voor in het noordoosten en het zuidoosten van Nederland. In het noordoosten zijn fyso's 2(G1), 6(O1) en 18(T1) aanwezig en in het zuidoosten fyso 1(D1). In Nederland geldt bij een vondst van *S. endobioticum* een teeltverbod voor ten minste 20 jaar op het besmet bevonden perceel (voor 2000 was dat 5 jaar). Gedeeltelijke vrijgave (teelt van resistente consumptie- of fabrieksaardappellassen) is mogelijk m.u.v. fyso 18 (T1) na minimaal 5 of 10 jaar wanneer na respectievelijk intensieve (na 5 jaar) of extensieve bemonstering (na 10 jaar) *S. endobioticum* niet meer kan worden aangetoond. Meer details over de maatregelen bij een vondst en het verschil tussen een, 'intensieve' en 'extensieve' bemonstering staan beschreven in een informatiefolder op de website van de NVWA (NVWA, 2015c).

Nationale teeltvoorschriften: preventiegebieden

Naast de maatregelen die genomen moeten worden bij een vondst en gebaseerd zijn op EU-wetgeving, gelden nationale teeltvoorschriften in een aantal gebieden waar *S. endobioticum* in de afgelopen decennia is gevonden. Deze teeltvoorschriften heeft de Nederlandse aardappelsector via een indertijd geldende Productschapsverordening in 2000 ingesteld. Met het opheffen van de productschappen zijn per 1 januari 2015 de teeltvoorschriften in de Nederlandse wetgeving opgenomen. De teeltvoorschriften schrijven voor dat in een groter gebied rondom een besmetting, de 'preventiegebieden', alleen (zetmeel)aardappelen mogen worden geteeld met een minimaal resistentieniveau (een minimaal resistentiecijfer) tegen de daar voorkomende fyso's van *S. endobioticum*. De preventiegebieden beslaan het gehele aardappelzetmeelgebied in het noordoosten en oosten (gebieden A en B in Figuur 5.2) en twee kleinere gebieden in het zuidoosten (gebied C in Figuur 5.2) van Nederland. Het minimale resistentieniveau is voor pootaardappelen in preventiegebied A lager dan voor consumptie- en zetmeelaardappelen. In preventiegebied B, waar slechts incidenteel wratziekte is vastgesteld (twee vondsten in 1997) geldt een minimaal resistentieniveau alleen voor zetmeelaardappelen. In preventiegebied C komt alleen fyso 1(D1) voor en tegen dat fyso zijn veel rassen beschikbaar met een hoge mate van resistentie. In gebied C, waar vooral consumptieaardappelen worden geteeld, is het minimale resistentieniveau voor alle aardappeltypen gelijk. Binnen de preventiegebieden worden nog kleinere gebieden, kerngebieden, onderscheiden waarbinnen aanvullende eisen gelden voor een alleen in die gebieden gevonden fyso, fyso 18(T1). Een kerngebied heeft een straal van 1 km rondom een vondst van fyso 18(T1). Er zijn relatief weinig rassen beschikbaar waarvan het resistentiecijfer bekend is tegen fyso 18(T1). Hieronder zijn de teeltvoorschriften samengevat:

Teeltvoorschriften in de preventiegebieden (maart 2019)

Er gelden vereisten voor het resistentieniveau van te telen aardappellassen in de 'preventiegebieden'. Het resistentieniveau wordt uitgedrukt in een cijfer op een schaal van 1 tot 10, waarbij '10' staat voor volledige resistentie onder laboratoriumomstandigheden. Een ras met een cijfer 9 is volledige resistent onder veldomstandigheden maar laat onder laboratoriumomstandigheden wel enige ontwikkeling van het betreffende fyso zien.

Gebied A (fyso 2(G1)/6(O1)): minimaal resistentiecijfer 6 voor alle aardappelen m.u.v. NAK-pootgoed, waarvoor minimaal een '5' geldt.

Gebied B (fyso 2(G1)/6(O1)): minimaal resistentiecijfer 6 voor zetmeelaardappelen

Gebied C (fyso 1): minimaal resistentiecijfer 6 voor alle aardappelen

Kerngebieden fysio 18(T1):

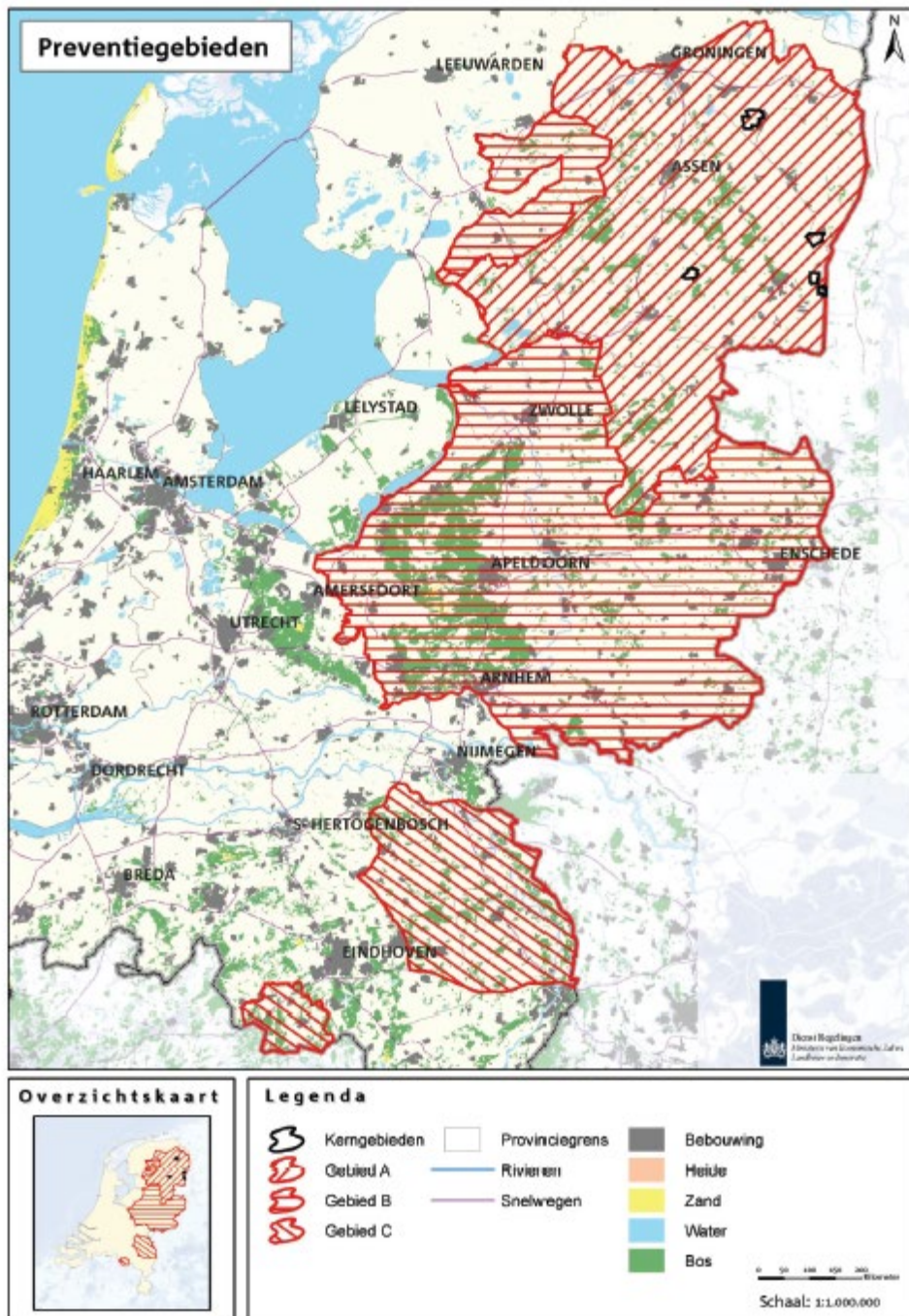
- 1 km rondom vondst
 - Minimaal '6' voor zetmeelaardappelen
 - Geen eisen voor consumptieaardappelen en NAK-pootgoed

Fysio 18(T1) is tot nu alleen in Gebied A gevonden (Noordoost-Nederland)

Zie voor details en de meest actuele voorschriften de website van de NVWA:

<https://www.nvwa.nl/onderwerpen/teeltvoorschriften-akkerbouw-en-tuinbouw/inhoud/teeltvoorschrift-wratziekte>

Overzichtskaart wratziektepreventiegebieden



Figuur 5.2 Preventiegebieden aardappelwratziekte in Nederland

Aantal vondsten

Sinds 2000 is het aantal nieuw ontdekte besmettingen sterk afgenomen (Figuur 5.3; Tabel 5.5). De afname kan komen door een afname van het besmettingsniveau in de preventiegebieden, maar ook (mede) doordat besmettingen onontdekt blijven door een toename van het resistentieniveau van de geteelde rassen. Zetmeelaardappeltelers hebben over het algemeen rassen met een hoog resistentieniveau geteeld, veel hoger dan minimaal vereist. In de periode 2000 t/m 2015 en 2011 t/m 2015 stond op ca. 68, respectievelijk 81% van het areaal een ras met een resistentiecijfer van 9 of 10 tegen fyso 6(O1) (volledig resistent (onder veldomstandigheden)). In de jaren 1997 – 1999 lag dit percentage een stuk lager, nl. 15%, waarbij wel moet worden opgemerkt dat de categorie 'diverse rassen met onbekend cijfer' met 16% relatief groot was (ter vergelijking: deze 'restcategorie' was 2% voor de perioden 2000 – 2015 en 2011 – 2015) (Figuur 5.4). Bij de berekening van de percentages is de aanname gedaan dat het percentage van het areaal TBM-pootgoed van een bepaald ras in een jaar gelijk is aan het percentage van hetzelfde ras in de eindteelt in het jaar erna. Het resistentiecijfer van de geteelde rassen tegen fyso 2(G1) was vaak niet bekend maar het aantal vondsten van fyso 2(G1) is net als die van fyso 6(O1) ook sterk afgenomen (Tabel 5.5). Mogelijk dat de (meeste) geteelde rassen ook een hoge mate van resistentie tegen fyso 2(G1) hadden. Obidiegwu et al. (2015) vonden een sterke correlatie bij aardappelgenotypen tussen het resistentieniveau tegen fyso 2(G1) en fyso 6(O1).

Voor fyso 18(T1), waarvoor alleen in de kerngebieden een minimaal resistentieniveau geldt lag het gemiddelde resistentiecijfer lager en werd op 47 respectievelijk 52% van het zetmeelareaal een ras met een cijfer 9 of 10 geteeld in de perioden 2000 t/m 2015 en 2011 t/m 2015. Sinds 2000 is fyso 18(T1) het meest aangetroffen fyso in preventiegebied A (Noordoost Nederland) (Tabel 5.5).

Voor preventiegebied C (Zuidoost-Nederland) geldt vermoedelijk dat veel geteelde rassen een hoog niveau van resistentie hebben tegen het daar voorkomende fyso (fyso 1(D1)) omdat er veel rassen zijn die volledig resistent zijn tegen dat fyso.

In het aardappelzetmeelgebied worden ook consumptieaardappelen geteeld. Er zijn geen areaalcijfers van consumptieaardappelen beschikbaar voor de preventiegebieden maar wel per provincie. Zo is in Drenthe, de provincie met de meeste vondsten van fyso 18(T1), het areaal consumptieaardappelen toegenomen van 1291 ha in 2006 tot 4498 ha in 2018 en is nu beduidend hoger dan in 2000, het jaar dat de preventiegebieden werden ingesteld. Het areaal zetmeelaardappelen is in dezelfde periode juist gedaald (Figuur 5.5). Het gemiddelde resistentiecijfer van consumptieaardappelrassen ligt vermoedelijk lager dan dat van de zetmeelaardappelrassen in het aardappelzetmeelgebied. Dit omdat er minder consumptieaardappelrassen beschikbaar zijn waarbij gericht veredeld is op een hoog resistentiecijfer tegen de in het gebied voorkomende fyso's. Gezien de areaaltoename zou de kans op wrastiekte juist in de consumptieteelt kunnen toenemen.

Verschillen in aantal vondsten tussen jaren kunnen deels verklaard worden door de omvang van de surveys. Zo zijn nadat in 2003 was vastgesteld dat twee vondsten uit 2001 fyso 18(T1) betrof in 2003 en 2004 uitgebreide surveys rondom deze vondsten uitgevoerd (PD, 2006), wat mogelijk het hogere aantal vondsten verklaard in die jaren ten opzichte van het jaar 2002.

Bestrijdingsmaatregelen

Resistentie

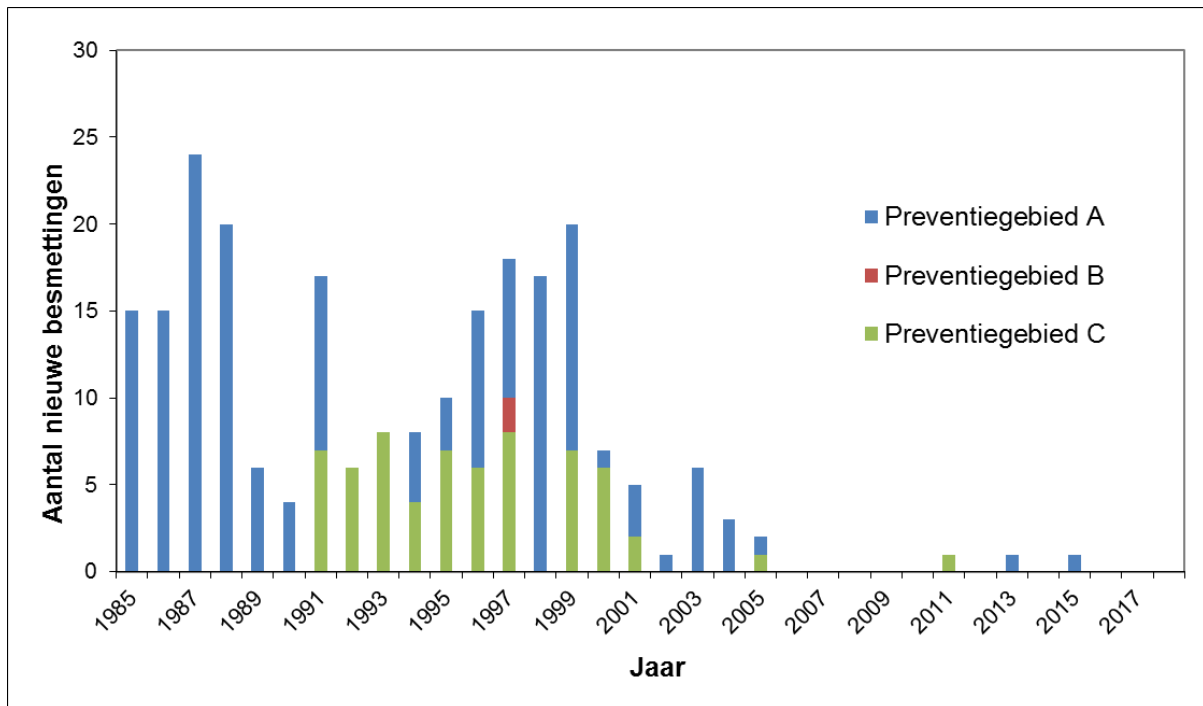
Resistentie speelt een belangrijke rol bij de beheersing en bestrijding van aardappelwratziekte. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen partiële resistentie en volledige resistentie. Er is, met name internationaal, discussie of het telen van partiële resistentie rassen een goede strategie is om aardappelwratziekten te beheersen. Het zou de ontwikkeling van nieuwe meer virulente populaties in de hand kunnen werken. Zo verkregen van de Vossenberget al. (2018) na vermeerdering op een partiële resistent aardappelras van een isolaat van het type fysio 1(D1) een isolaat van het type fysio 6(O1). Het gebruik van partiële resistente rassen in besmette gebieden werd tijdens een in 2019 gehouden *Synchytrium endobioticum* dan ook afgeraden (Van de Vossenberget al., 2019b). Probleem is echter dat tegen de hogere fysio's (nu nog) weinig of geen consumptieaardappelrassen beschikbaar zijn met volledige resistentie. Tot nu toe zijn er in de preventiegebieden, waar sinds 2000 alleen partiële en volledige resistente rassen mogen worden geteeld, geen aanwijzingen dat zich sindsdien nieuwe fysio's hebben gevormd. Na 2000 is weliswaar een nieuw fysio, 18(T1), vastgesteld in het preventiegebied A (Figuur 5.2), maar dit fysio is waarschijnlijk geïntroduceerd vanuit een gebied buiten Europa en heeft zich waarschijnlijk niet ontwikkeld uit reeds in Europa aanwezige populaties (van de Vossenberget al., 2018).

Teeltmaatregelen

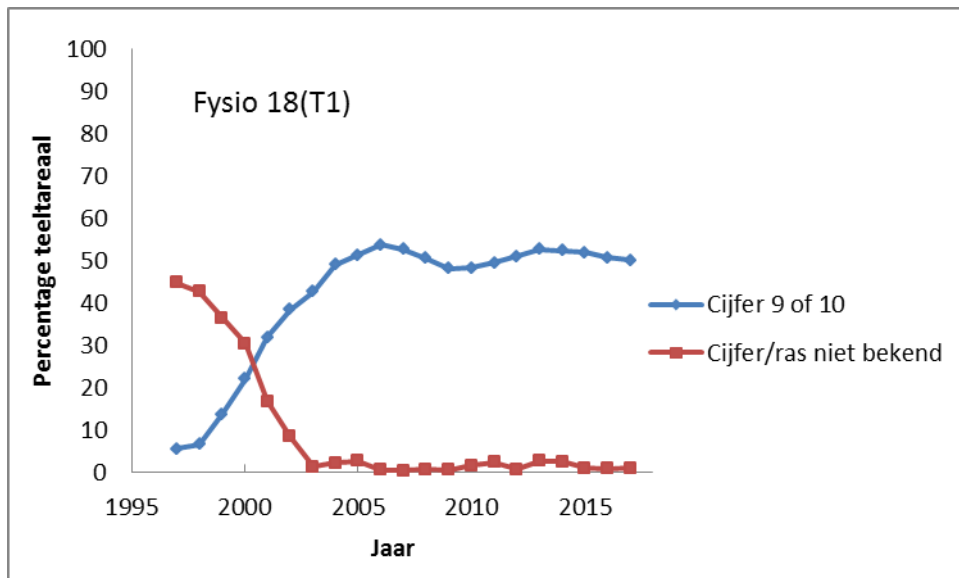
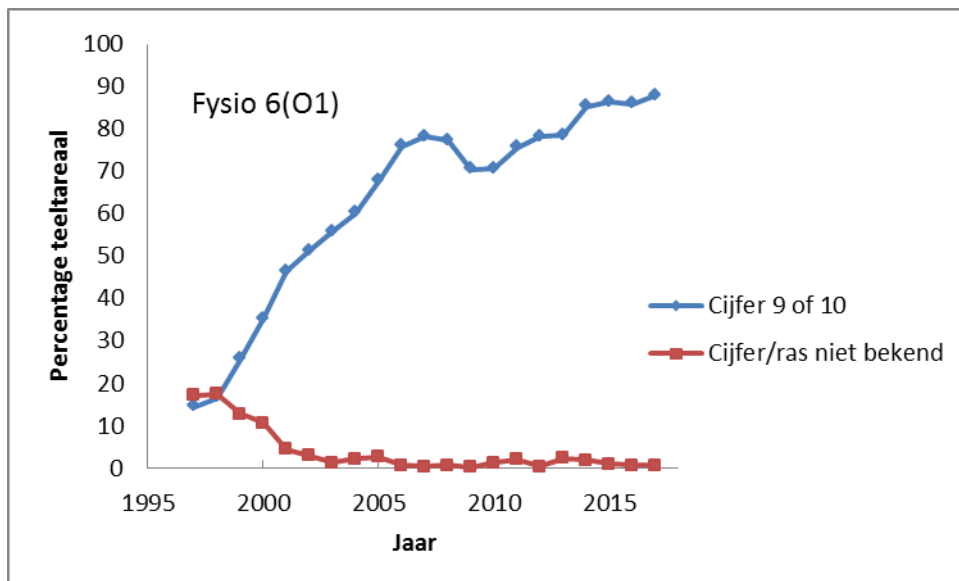
Vermoedelijk worden via surveys niet alle besmettingen gevonden, waardoor de schimmel ongezien kan worden verspreid. Preventieve teeltmaatregelen om verspreiding en opbouw van populaties zijn belangrijk, ook omdat resistenties doorbroken kunnen worden en resistente (consumptieaardappel)rassen niet of nauwelijks beschikbaar zijn tegen bepaalde fysio's. Preventieve maatregelen zijn:

- teelt van pootaardappelen in gebieden die vrij zijn van *S. endobioticum*;
- reinigen van schoeisel, machines e.d. voordat een volgend perceel wordt betreden;
- zo min mogelijk grond verslepen in en vanuit besmette gebieden. Tarragrond afkomstig uit gebieden waar *S. endobioticum* voorkomt uitsluitend een niet-agrarische bestemming geven of terugbrengen op het perceel waar het vandaan komt.

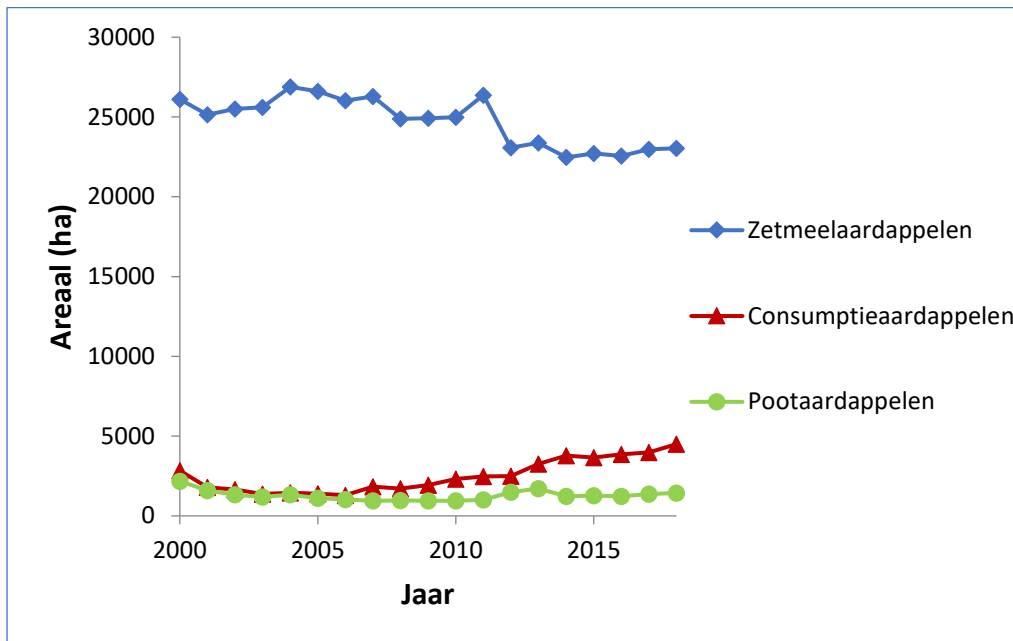
Tevens draag een ruime(re) rotatie mogelijk bij aan de beheersing van de ziekte. *S. endobioticum*-populaties kunnen weliswaar vele jaren in de bodem overleven, maar het vermoeden is dat in de eerste jaren het besmettingsniveau sterk afneemt indien de bodem regelmatig wordt bewerkt. Verlenging van de rotatieduur met één jaar kan dan al effect hebben en draagt ook bij aan de beheersing van andere bodemziekten. Een ruimere rotatie kan ook bijdragen aan de beheersing van andere bodempathogenen.



Figuur 5.3 Het aantal nieuwe percelen in Nederland waarop in de periode 1985-2018 *Synchytrium endobioticum* jaarlijks is vastgesteld in de preventiegebieden (zie Figuur 5.2).



Figuur 5.4 Percentage areaal zetmeelaardappelen met rassen met een resistentiecijfer 9 of 10 tegen *Synchytrium endobioticum* fysio 6(O1) en fysio 18(T1) in de periode 1997-2017.



Figuur 5.5 Het areaal aardappelen (beteeld oppervlakte) in Drenthe in de periode 2000 – 2018 (<http://statline.cbs.nl/>, 7 augustus 2019; cijfers 2018 zijn voorlopig).

Tabel 5.5. Het aantal nieuwe percelen in Nederland waarop in de periode 1985-2018 *Synchytrium endobioticum* jaarlijks is vastgesteld na toetsing van aardappelen met symptomen per gebied en fysio¹.

Jaar	NON fysio 2	NON fysio 2 en/of 6	NON fysio 6	NON fysio 18	NON fysio 2/ fysio 18 ³	ZON ² fysio 1	De Kempen fysio 1	Schaarsbergen fysio 2	Giethoorn fysio 6
1985	15	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	15	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	24	-	-	-	-	-	-	-	-
1988	20	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	6	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	4	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	10	-	-	-	-	7	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	6	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	8	-	-	-
1994	4	-	-	-	-	4	-	-	-
1995	3	-	-	-	-	7	-	-	-
1996	9	-	-	-	-	6	-	-	-
1997	8	-	-	-	-	7	1	2	-
1998	1	-	16	-	-	-	-	-	-
1999	3	-	10	-	-	7	-	-	-
2000	-	-	1	-	-	6	-	-	-
2001	-	-	-	2	1	2	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2003	2	1	2	1	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	3	-	-	-	-	-
2005	-	-	1	-	-	1	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	1	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	1	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	1	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Alle vondsten in NON (Noordoost Nederland), Giethoorn en de twee vondsten in Schaarsbergen betroffen zetmeelaardappelen. In NON is daarnaast 1 besmetting in 2003 gevonden in TBM-pootgoed. In de rest van Nederland zijn de vondsten gedaan in consumptie-aardappelen.

² ZON: Zuidoost Nederland

³ Mengbesmetting: fysio's 2(G1) en 18(T1) op één perceel

6. Voedselveiligheid in de aardappelketen

6.1. Inleiding

Voedsel hoort veilig te zijn. Dat is ook zo vastgelegd in de wet³⁴: "Levensmiddelen worden niet in de handel gebracht als ze onveilig zijn. Levensmiddelen worden geacht onveilig te zijn indien zij worden beschouwd als schadelijk voor de gezondheid of ongeschikt voor menselijke consumptie". Onveilig heeft met gevaar te maken, wat wordt omschreven als "een biologisch, chemisch of fysisch agens in een levensmiddel, of de toestand van een levensmiddel, met mogelijke nadelige gevolgen voor de gezondheid". Het bijbehorende risico van een gevaar is omschreven als de "functie van de kans op een nadelig gezondheidseffect en de ernst van dat effect". Ondanks alle maatregelen die worden getroffen om te zorgen dat ons voedsel veilig is, komen er agentia (microbiologisch, chemisch, fysisch) in ons eten voor die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid. Dat leidt tot ziekten en daarmee tot ziektelast.

De ziektelast afkomstig van pathogene micro-organismen uit ons voedsel wordt jaarlijks in beeld gebracht door het RIVM (Pijnacker et al., 2019). De schatting van het RIVM is dat jaarlijks bijna 654.000 keer (gemiddelde 2013-2018) iemand ziek wordt door het consumeren van met pathogenen besmet voedsel. Met zo'n 20 miljard consumpties die in Nederland per jaar worden genuttigd, komt dat neer op 1 op de 30.000 consumpties.

In de meeste gevallen zijn de ziekteverschijnselen mild. Bij ongeveer 1 op de 100 tot 1 op de 1000 voedselinfecties duren de verschijnselen echter langer (enkele weken) en kunnen de effecten ernstiger zijn. Naar schatting treden jaarlijks bij ongeveer enkele honderden mensen blijvende gezondheidseffecten op, zoals nierfalen, het Guillain-Barré-syndroom, inflammatoire darmziekte of prikkelbare darmsyndroom. Jaarlijks sterven er ongeveer 90 mensen als gevolg van een (extra) besmetting die zij hebben opgelopen door het consumeren van een besmet voedingsmiddel. Vooral jonge kinderen, ouderen, zwangeren (foetus) en mensen met een matig functionerend immuunsysteem lopen een groter risico op het oplopen van de meer ernstige aandoeningen. De ziektelast veroorzaakt door pathogene micro-organismen afkomstig uit ons voedsel wordt voor 2018 geschat op 4300 DALY, dit is een maat voor het verlies aan aantal gezonde levensjaren in de totale bevolking (Pijnacker et al., 2019).

In tegenstelling tot blootstelling aan microbiologische agentia, leidt blootstelling aan chemische stoffen in voedsel meestal niet tot direct aantoonbare ziektelast (van Kreijl et al., 2004). Dat komt omdat chemische stoffen doorgaans langetermijneffecten hebben op de gezondheid, in tegenstelling tot micro-organismen, die binnen uren of dagen of hooguit enkele weken ziekte veroorzaken. In een enkel geval is wel sprake van acute effecten als gevolg van een blootstelling aan een chemische stof. Voorbeelden zijn vergiftiging door toxines, vaak afkomstig van algen, in schaal en schelpdieren of verontreiniging van plantaardige producten (bijvoorbeeld kruidenmengsels) met planttoxines.

Fysische gevaren in voedsel zijn verontreinigingen die in een product aanwezig kunnen zijn en vervolgens bij gebruik of consumptie van het product een bedreiging voor de gezondheid van de consument kunnen vormen. Daarbij gaat het bij voedsel om vreemde voorwerpen die onbedoeld in levensmiddelen terecht kunnen komen, en kunnen resulteren in verstikking, snijwonden en ander fysiek letsel. Daarbij gaat het om verontreinigingen, vreemde voorwerpen zoals stenen, glas, dierlijk materiaal, plantaardig materiaal (inclusief hout), metaal en plastics.

³⁴ Verordening (EG) 178/2002 van het Europees Parlement en de Raad van 28 januari 2002 tot vaststelling van de algemene beginselen en voorschriften van de levensmiddelenwetgeving, tot oprichting van een Europese Autoriteit voor voedselveiligheid en tot vaststelling van procedures voor voedselveiligheidsaangelegenheden.

6.2. Gegevens

6.2.1. Consumptiegegevens

Voor de beoordeling van microbiologische gevaren is uitgegaan van de relatieve consumptiehoeveelheid van aardappelen binnen de categorie "aardappelen, groenten en fruit" (AGF). De reden hiervoor is dat in de ziektelastschattingen van het RIVM gebruik wordt gemaakt van verschillende categorieën levensmiddelen en niet van individuele producten. Aardappelen vallen hierbij in de categorie AGF. De totale consumptiehoeveelheid aardappelen-groente-fruit (AGF) per persoon (1 t/m 79 jaar) per dag bedroeg 337 gram. Aardappelen dragen hier voor 21% aan bij.

Voor de blootstellingschatting aan chemische stoffen zijn consumptiegegevens nodig. Voor de beoordeling van chemische gevaren is uitgegaan van de absolute consumptiehoeveelheid van aardappelen door de Nederlandse bevolking. Hiervoor zijn de Voedsel Consumptie Peilingen (VCP) van 2012-2016 gebruikt (RIVM, 2018a;2020a).

Gemiddeld worden in Nederland 3 á 4 keer per week aardappelen³⁵ gegeten, omgerekend geeft dat een gemiddelde van 72 gram per dag. Mannen eten meer dan vrouwen (resp. 83 g per dag en 61 gram per dag) en volwassenen (18 t/m 80 jaar) eten meer dan kinderen (1 t/m 18 jaar) (resp. 76 g per dag en 59 gram per dag) (RIVM, 2018a).

De porties zijn gemiddeld 154,9 gram (variërend van 46,1 gram (P5, kleine eters) tot 308 gram (P95, grote eters)) voor volwassenen. Voor kinderen tot en met 18 jaar zijn dat gemiddelde porties van 116,9 gram (variërend van 26,5 gram (P5, kleine eters) tot 258 gram (P95, grote eters)) (RIVM, 2020a).

6.2.2. Databases

Voor de risicobeoordeling van de microbiologische, chemische en fysische risico's (bijlage 7, 8 en 9) zijn data verzameld uit diverse (soms dezelfde) databases.

NVWA database

Gegevens over het voorkomen van verontreinigingen in levensmiddelen in Nederland zijn beschikbaar in de NVWA-database. Hierin staan resultaten van analyses van monsters (microbiologisch, chemisch) uit zowel selectieve als aselectieve steekproeven.

Chemische database (KAP)

De databank Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten (KAP) bevat gegevens over het voorkomen van residuen van gewasbeschermingsmiddelen en contaminanten in voeding en diervoeders in Nederland, gemeten door de overheid (NVWA en Wageningen Food Safety Research). Deze database, die is ondergebracht bij RIVM, verzorgt de levering van gegevens aan EFSA. EFSA gebruikt de gegevens voor het opstellen van risicobeoordelingen.

EFSA databases

Gegevens over het voorkomen van pathogene micro-organismen in levensmiddelen in Europa zijn beschikbaar via de jaarlijkse zoönosen-rapportage van EFSA en ECDC. Deze rapportage omvat gegevens uit monitorings- en surveillanceprogramma's op het gebied van microbiologische voedselveiligheid die EU-lidstaten jaarlijks rapporteren aan EFSA.

³⁵ Dit zijn aardappelen, aardappelproducten en ander knolgewassen

Terugroepacties Europa (RASFF)

Gegevens over terugroepacties van onveilige levensmiddelen op de internationale markt van de EU staan vermeld in de database van het Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). Het RASFF-systeem wordt door de EU-landen (incl. de Commissie, EFSA, Noorwegen, Liechtenstein, IJsland en Zwitserland) gebruikt om elkaar snel over dit soort situaties te informeren. De database bevat geen/nauwelijks meldingen over producten die alleen binnen een lidstaat op de markt zijn gebracht. Daarnaast kan het zijn dat product-parameter combinaties waarvoor specifieke normen zijn vast gelegd in EU of waarvoor nationale regelgeving is zijn over vertegenwoordigd. De gegevens in het RASFF-systeem zijn dus slechts een indicatie van welke microbiologische, chemische en fysische gevaren in de verschillende levensmiddelen in de EU en daarbuiten aanwezig kunnen zijn. Ze geven geen totaalbeeld van het vóórkomen op/in aardappel(product)en. Ook geeft het geen beeld van de relatieve bijdrage van de verschillende gerapporteerde gevaren.

In het RASFF-systeem zijn alle meldingen in de periode 1990-2018 met "potato", "gnocchi", "chips" of "crisps" in het subject opgevraagd en geanalyseerd. Het betreft in totaal 131 meldingen. Hiervan zijn er 104 die betrekking hebben op aardappel(product)en.

Terugroepacties derde landen

Gegevens over terugroepacties van onveilige levensmiddelen op de markt in de VS zijn beschikbaar via de website van de United States Food & Drug Administration (FDA, 2019b) en gebruikt bij de gevareninventarisaties van deze risicobeoordeling.

7. Microbiologische risico's voor de voedselveiligheid

7.1. Inleiding

Onder biologische gevaren van een levensmiddel verstaat EFSA de via levensmiddelen op mens overdraagbare dierziekten (zoönosen), evenals TSEs (transmissible spongiform encephalopathies; prionziekten), pathogene en bederfveroorzakende micro-organismen en antibioticaresistentie van micro-organismen. TSEs worden overgedragen via consumptie van risicomateriaal (hersenen, ruggenmerg) van herkauwers. TSEs vormen geen gevaar vanuit voedselgewassen, zoals aardappelen. Bederfveroorzakende micro-organismen worden niet meegenomen in deze risicobeoordeling, omdat ze niet schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens.

De term micro-organismen is bij wet³⁶ vastgelegd. Hieronder vallen bacteriën, virussen, gisten, schimmels, algen, parasitaire protozoa en microscopische parasitaire helminten, alsmede toxines en metaboliëten van deze organismen. Het gaat hierbij zowel om zoönotische als niet-zoönotische micro-organismen. De schimmeltoxines (mycotoxines) worden behandeld bij de chemische risicobeoordeling.

Micro-organismen komen overal voor en het aantal soorten micro-organismen waarmee mensen in aanraking komen is enorm. Ook in voedsel komen (soms veel) micro-organismen voor; micro-organismen zijn zelfs nodig om bepaalde soorten levensmiddelen te produceren (brood, bier, droge worst, zure kool). De meeste soorten micro-organismen zijn niet schadelijk voor de gezondheid van mens (of dier). Er is echter een beperkte groep micro-organismen die in staat is ziekte bij de mens te veroorzaken. Deze laatste groep pathogene micro-organismen wordt beschouwd als biologisch gevaar.

In deze onderbouwing van de microbiologische voedselveiligheidsrisico's wordt nagegaan welke pathogene micro-organismen vanuit de aardappelketen bij de mens terecht kunnen komen en via consumptie van aardappel(product)en een risico vormen voor de volksgezondheid in Nederland (paragraaf 7.3). Om de microbiologische risico's die vanuit de aardappelketen bij de mens terecht kunnen komen te beoordelen, zijn de vier stappen van een risicobeoordeling gevolgd:

Gevareninventarisatie, gevarenkarakterisatie, blootstellingschatting en risicokarakterisatie.

Vervolgens is op basis van de beoordeling van de individuele gevaren een beoordeling vanuit ketenperspectief gegeven waarbij tevens wordt ingegaan op opties voor beheersing van deze risico's (paragraaf 7.4).

7.2. Aanpak microbiologische risicobeoordeling

7.2.1. Gevareninventarisatie

Bij de inventarisatie (en beoordeling) van mogelijke microbiologische gevaren die voor kunnen komen in de aardappelketen zijn diverse bronnen geraadpleegd. Er is met name gebruik gemaakt van de literatuurstudie over *Microbiologische gevaren gerelateerd aan de consumptie van aardappelproducten* van Wageningen Food & Biobased Research (WFBR, 2018) die is uitgevoerd in het kader van deze risicobeoordeling. Daarnaast is gebruik gemaakt van de hier onder beschreven bronnen.

³⁶ Verordening (EG) 2073/2005 van de Commissie van 15 november 2005 inzake microbiologische criteria voor levensmiddelen.

7.2.2. Gevarenkarakterisatie

Om het risico van een pathogeen te kunnen beoordelen is kennis over de pathogeen zelf van belang. Wat zijn de gezondheidseffecten van de pathogeen en wanneer word je ziek van voedsel dat besmet is met de pathogeen. Is daarvoor groei - eventueel met toxinevorming - van de pathogeen nodig in het product of niet. En welke processen of omstandigheden hebben hier invloed op, positief dan wel negatief.

Hiervoor is informatie verzameld over de pathogeen zelf, zoals welke ziekteverschijnselen het veroorzaakt en hoe ernstig die zijn. Er is gekeken naar de manier waarop pathogenen in de aardappelketen terecht kunnen komen en of groei op of in het product noodzakelijk is om ziekte bij de mens te kunnen veroorzaken. En als groei nodig is, is gekeken onder welke omstandigheden dit plaats kan vinden. Dit hangt af van zowel de eigenschappen van het product, o.a. wateractiviteit (A_w) en zuurgraad (pH), als van de eigenschappen van het micro-organisme. De wateractiviteit is de hoeveelheid beschikbaar water in een product. Micro-organismen hebben water nodig voor hun groei.

Een overzicht van producteigenschappen (A_w en pH) van verschillende aardappel(product)en staat vermeld in Tabel 7.3. Een overzicht van de groei-eigenschappen van een aantal pathogene bacteriën is vermeld in Tabel 7.4.

Het overzicht in Tabel 7.4 bevat alleen die pathogenen die zijn aangetroffen in de aardappelketen, die via voedsel kunnen worden overgedragen en/of die relevante ziektelast in Nederland veroorzaken. Ook is in deze tabel opgenomen of groei in het product überhaupt nodig is om ziekte bij de mens te kunnen veroorzaken. Dit hangt af van de minimale infectieuze dosis (ID) van het micro-organisme. Dit is het aantal micro-organismen dat minstens nodig is om tot voedselinfectie of -vergiftiging te leiden. Een voedselinfectie wordt veroorzaakt door inname van het micro-organisme zelf, een voedselvergiftiging door inname van het toxine dat door het micro-organisme in het voedsel is geproduceerd. Voor dit laatste is altijd groei in het product nodig.

Eveneens wordt een overzicht gegeven van de wettelijke normen in aardappel(product)en voor de betreffende pathogenen.

7.2.3. Blootstellingsschatting

Om een indruk te krijgen of, waar, hoe vaak en in welke mate de pathogene micro-organismen in de aardappelketen voorkomen, zijn prevalentiegegevens van pathogenen op aardappel(product)en verzameld, net als gegevens over relevante terugroepacties van aardappel(product)en in de handel. Om na te gaan of deze blootstelling tot ziekte leidt en welke factoren daaraan bijdragen, is gezocht naar relevante gegevens over uitbraken en ziektegevallen van voedselinfecties en -vergiftigingen. Dit is aangevuld met relevante gegevens uit de ziektelastschattingen van voedseloverdraagbare pathogenen in Nederland.

Prevalentiegegevens

Voor het verzamelen van prevalentiegegevens is gebruik gemaakt van data uit de literatuur (mondiaal), aangevuld met data van de EU-lidstaten die aan EFSA zijn gerapporteerd (Europa) en data van de NVWA (Nederland).

De data die aan EFSA worden gerapporteerd, zijn beschikbaar via de jaarlijkse zoönosen-rapportage van EFSA en ECDC. Voor deze risicobeoordeling zijn de data van de periode 2011-2018 geraadpleegd (EFSA & ECDC, 2013;2014;2015a;2015b;2016;2017;2018;2019)³⁷. In de databases

³⁷ De referenties worden in de tekst als groep geciteerd als (EFSA: 2011-2018).

is gezocht naar "potato", "gnocchi" en "chips". Hiermee lijkt het merendeel, zo niet bijna alle relevante data m.b.t. deze risicobeoordeling te zijn verzameld uit de databases.

De NVWA heeft in de periode 2011-2018 geen microbiologisch onderzoek uitgevoerd op aardappel(product)en.

Een niet onuitputtelijk overzicht van diverse onderzoeksgegevens over het aantreffen van pathogenen, en in welke mate, op verschillende producten in de aardappelketen is weergegeven in Tabel 7.5 en Tabel 7.6.

Terugroepacties

Er zijn gegevens over terugroepacties verzameld en geanalyseerd uit de EU en de VS.

Gegevens over terugroepacties van onveilige levensmiddelen op de internationale markt van de EU staan vermeld in de database van het Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). In het RASFF-systeem zijn alle meldingen in de periode 1990-2018 met "potato", "gnocchi", "chips" of "crisps" in het subject opgevraagd en geanalyseerd. Het betreft in totaal 131 meldingen. Hiervan zijn er 104 die betrekking hebben op aardappel(product)en. Van deze meldingen waren er zeven van microbiologische aard, waarvan er vier over het aantreffen van pathogene micro-organismen (Tabel 7.7). Waar in de tekst van deze microbiologische risicobeoordeling over 'RASFF meldingen' wordt gesproken, gaat het om meldingen uit genoemde periode met betrekking tot micro-organismen.

Gegevens over terugroepacties van onveilige levensmiddelen op de markt in de Verenigde Staten van Amerika (VS) zijn beschikbaar via de website van de US FDA (FDA, 2019b). In de VS werden in de periode 2010-2018 42 terugroepacties geregistreerd door de US FDA met betrekking tot het aantreffen van pathogenen in aardappel(product)en of producten waarin aardappel is verwerkt. Hiervan waren er 19 (mogelijk) relevant voor deze risicobeoordeling (Tabel 7.8).

Ziektegevallen en uitbraken

Een overzicht van uitbraken en ziektegevallen van voedselinfectie en -vergiftiging die werden veroorzaakt door aardappel(product)en is opgenomen in Tabel 7.10. Deze tabel bevat (een niet onuitputtelijk overzicht van) data uit de wetenschappelijke literatuur (mondiaal) en gegevensoverzichten over voedselgerelateerde uitbraken en ziektegevallen in Europa en in de VS.

Het overzicht van Europese uitbraken veroorzaakt door consumptie van met pathogene micro-organismen besmet voedsel is afkomstig uit de EFSA database over de periode 2011-2017 (EFSA & ECDC, 2013;2014;2015a;2015b;2016;2017;2018)³⁸. De data over 2018 zijn niet gespecificeerd genoeg om uitbraken te herleiden naar de categorie "aardappelgerechten".

Van de gemelde uitbraken bij EFSA zijn alleen gegevens over 'strong evidence'-uitbraken³⁹ in beschouwing genomen. 'Strong evidence' uitbraken zijn uitbraken waarbij de associatie tussen de pathoog, het voedsel en de patiënt is gelegd op basis van epidemiologie en/of microbiologisch onderzoek. In de EFSA-gegevens over uitbraken is binnen de 'strong evidence' uitbraken gezocht op "potato", "chips", "crisps" en "gnocchi".

In de periode 2011-2017 werden 41 mogelijk relevante uitbraken waarbij aardappelen betrokken waren genoemd. Uit de literatuur is bekend dat er een uitbraak veroorzaakt door aardappelpuree besmet met *B. cereus* en *S. aureus* plaatsvond in Oostenrijk in 2013 (WFBR, 2018). Deze uitbraak staat wel in de EFSA database maar de aardappelpuree werd niet specifiek als bron genoemd; deze uitbraak is toegevoegd aan de dataset. In totaal werden daarmee 42 uitbraken die (mogelijk)

³⁸ De referenties worden in de tekst als groep geciteerd als (EFSA, 2011-2017).

³⁹ Waar in de tekst over 'EFSA uitbraken' wordt gesproken, gaat het alleen om deze 'strong evidence foodborne outbreaks' uit de periode 2011-2017.

werden veroorzaakt door (relevante) aardappel(product)en bij EFSA geregistreerd. Bij vier daarvan werd het aardappelproduct als bron aangewezen, alleen deze vier meldingen zijn opgenomen in Tabel 7.10.

Uitbraken die in Nederland plaatsvinden worden ook gemeld aan EFSA. Indien uitbraken in Nederland hebben plaatsgevonden is dit specifiek in deze risicobeoordeling aangegeven.

Gegevens over uitbraken veroorzaakt door consumptie van met pathogene micro-organismen besmet voedsel in de VS zijn afkomstig uit de online NORS-database van het CDC (Centers of Disease Control and Prevention) over de periode 1998-2017 (CDC, 2018b) en de rapporten van het CDC m.b.t. de National Botulism Surveillance over de periode 2001-2017 (CDC, 2018a).

In de NORS-database is gezocht naar uitbraken waarbij "potato" als mogelijke bron werd genoemd. In de periode 1998-2017 voldeden 331 uitbraken aan dit criterium. Het betreft vooral (85%, n=282) uitbraken waarbij aardappel onderdeel is van een verdachte maaltijd (meerdere componenten, bijv. aardappelen, groenten en vlees), of onderdeel van een gerecht (aardappelsalades, wraps). In de overige gevallen (15%, n=49) is alleen een aardappelgerecht verdacht (bijv. aardappelpuree) of werd specifiek aangegeven dat het ingrediënt aardappel de bron was van de uitbraak. Van deze 49 uitbraken zijn er 16 (33%) waarbij de verwekker daadwerkelijk is aangetroffen (confirmed). Eén daarvan was chemisch/toxisch van oorsprong, deze is buiten beschouwing gelaten. Alleen de 15 bevestigde uitbraken veroorzaakt door pathogene micro-organismen zijn opgenomen in Tabel 7.10.

Naast de database over uitbraken in het algemeen, heeft de CDC ook informatie beschikbaar over ziektegevallen en uitbraken van botulisme (CDC, 2018a). Deze informatie is doorzocht (2001-2017) en aanvullende gegevens zijn tevens opgenomen in Tabel 7.10.

Dit overzicht van uitbraken geeft slechts een indicatie van welke pathogenen in de aardappelketen in de EU en daarbuiten aanwezig kunnen zijn en een risico kunnen vormen en vormt geen absolute of relatieve maat.

Deels zullen deze uitbraken zijn veroorzaakt door nabesmetting in de laatste fase van de keten: de voedselbereider (grote cateraar, consument). Hoewel deze schakel buiten het risicobeoordelingskader van deze ketenbeoordeling valt, is inzicht in het risico van aardappelen voor de voedselveiligheid juist ook gebaseerd op gegevens over ziektegevallen. Informatie over waar de besmetting is ontstaan, vóór of na aankoop door een voedselbereider, en hoe de besmetting tot ziekte heeft geleid is essentieel om te bepalen waar en op welke manier in de keten beheersmaatregelen kunnen worden getroffen.

Om het risico afkomstig van aardappelen beter te kunnen beoordelen, is breder gekeken dan alleen naar ziektegevallen veroorzaakt door (bereide) verse aardappelen. Ook zijn producten die van aardappelen zijn gemaakt (o.a. patat/friet) of producten waarin aardappel als voornaamste hoofdbestanddeel is verwerkt (o.a. aardappelpuree) meegenomen in de beoordeling van het risico van de aardappelketen. Samengestelde producten (o.a. aardappelsalades) zijn buiten beschouwing gelaten, omdat hier de diversiteit aan ingrediënten dusdanig groot is dat het vaak moeilijk is om na te gaan welk specifieke ingrediënt de oorzaak van de ziektegevallen is.

Ziektelastschattingen

Niet alle ziektegevallen en uitbraken die zijn veroorzaakt door pathogene micro-organismen, al dan niet veroorzaakt door de consumptie van met besmet voedsel, worden door de daartoe aangewezen instanties geregistreerd en in nog mindere mate worden ze in de literatuur beschreven. De geregistreerde ziekte- en overlijdensgevallen vormen slechts het topje van de ijsberg van het totaal aantal mensen dat besmet (geïnfecteerd) raakt en vervolgens eventueel ziek wordt of daardoor komt te overlijden. Om inzicht te krijgen in hoe groot de totale incidentie van ziekte- en sterfgevallen in Nederland is die wordt veroorzaakt door pathogene micro-organismen

die ook via voedsel worden overgedragen en welke ziektelast en kosten hiermee gemoeid zijn, heeft het RIVM een model ontwikkeld om hiervan een schatting te maken. Dit model gaat o.a. uit van de ziekte- en overlijdensgevallen die wel zijn geregistreerd. Jaarlijks publiceert het RIVM een update van deze schattingen. De totale geschatte ziektelast (en kosten) wordt vervolgens op basis van expertschattingen geattribueerd aan verschillende besmettingsroutes: voedsel, milieu, mens, dier en reizen. Binnen de voedselroute wordt vervolgens onderscheid gemaakt tussen de categorieën rund & lam, varken, kip, eieren, zuivel, vis & schelpdieren, AGF (aardappel, groenten & fruit, "produce"), dranken, granen, overige levensmiddelen en mens & dier (Pijnacker et al., 2019).

Er zijn dus geen ziektelastschattingen specifiek voor aardappelen. Van die pathogenen die relevant zijn voor de aardappelketen, zal op basis van consumptiegegevens een schatting worden gemaakt van het relatieve aandeel dat aardappelen heeft in de ziektelast geattribueerd aan AGF (WFBR, 2018).

7.2.4. Risicokarakterisatie

Om het risico van elke pathogeen te karakteriseren is nagegaan of het aannemelijk is dat deze pathogeen in Nederland voorkomt in de aardappelketen, of die pathogeen in Nederland bijdraagt aan voedselgerelateerde ziektegevallen en of aardappelen daar een rol in spelen. De op deze manier geselecteerde pathogenen behoren tot de reële microbiologische gevaren voor de Nederlandse aardappelketen. Van deze reële gevaren wordt op basis van consumptiegegevens nagegaan welk aandeel aardappelen heeft in eerder genoemde ziektelastschattingen.

7.2.5. Toelichting op de risicobeoordeling

Deze risicobeoordeling gaat uit van de vier bovengenoemde stappen, maar de gevarenkarakterisatie en blootstellingsschatting zijn samengevoegd. De onderbouwing van het risico van elk geïnventariseerd potentieel gevaar volgt nu de route die het pathogene micro-organisme (het gevaar) aflegt via de aardappelketen naar mens: hoe kan de pathogeen in de keten terecht komen, komt het ook daadwerkelijk in de keten voor, kan het gevaar toenemen (kan er groei plaatsvinden), vindt er reductie plaats en zijn er daadwerkelijke mensen ziek geworden door deze pathogeen na consumptie van aardappel(product)en. Waarna op basis van deze gegevens de risicokarakterisatie volgt.

De risicobeoordeling is semi-kwantitatief uitgevoerd, daarbij gebruik makend van zoveel mogelijk kwantitatieve gegevens.

Eerst wordt de risicobeoordeling per potentieel gevaar beschreven (paragraaf 7.3). Vervolgens is dit op ketenniveau gedaan, waarbij tevens wordt ingegaan op maatregelen die getroffen kunnen worden om het eventuele risico afkomstig van pathogene micro-organismen uit de aardappelketen voor de volksgezondheid te beheersen (paragraaf 7.4).

7.3. Risicobeoordeling microbiologische gevaren

Om het risico van microbiologische gevaren in de aardappelketen te kunnen beoordelen zijn de vier stappen van de risicobeoordeling (gevareninventarisatie, gevarenkarakterisatie, blootstellingsschatting en risicokarakterisatie) uitgevoerd zoals eerder omschreven. In de laatste stap, de risicokarakterisatie, wordt voor elk gevaar aangegeven hoe BuRO het risico ervan voor de voedselveiligheid beoordeelt met betrekking tot de consumptie van aardappel(product)en zoals beschikbaar op de Nederlandse markt. De resultaten hiervan worden voor elk van de mogelijke gevaren hieronder gepresenteerd.

7.3.1. Gevareninventarisatie

Een overzicht van de met behulp van eerder genoemde bronnen geïnventariseerde pathogene micro-organismen die zijn aangetroffen op aardappel(product)en of die met ziektegevallen veroorzaakt door consumptie van aardappel(product)en zijn geassocieerd is weergegeven in Tabel 7.1. Deze gegevens beperken zich niet tot Nederland, maar betreffen vooral data uit Europa en andere delen van de wereld.

N.B. Voor een duidelijk overzicht is in de kolom 'Relevant' het resultaat van de risicobeoordeling weergegeven. De risicobeoordeling is beschreven in paragraaf 7.3.

Tabel 7.1 Overzicht van pathogene micro-organismen die geïsoleerd zijn van of geassocieerd zijn met ziektegevallen veroorzaakt door aardappel(product)en

Parameter	Komt voor in fase ^{1,2}			Ziekte ³	Relevant ⁴	Refs ⁵
	1	2	3			
Bacteriën						
<i>Bacillus</i> spp.	X	X	X			
<i>Bacillus cereus (sensu lato)</i> ⁶	X		X	Ja	Ja	*, \$
<i>Bacillus licheniformis</i>				Nee	Nee	*
<i>Campylobacter</i> spp.	X		X	Ja	Nee	\$, a
<i>Clostridium</i> spp.						
<i>Clostridium botulinum</i> type A, E	X	X	X	Ja	Ja	*
<i>Clostridium butyricum</i>			X	Nee ⁷	Nee	*
<i>Clostridium perfringens</i>			X	Ja	Nee	*, \$
Pathogene <i>Escherichia coli</i> (STEC)			X	Ja	Nee	*, \$
<i>Listeria monocytogenes</i>	X		X	Ja	Ja	*, \$
<i>Salmonella</i> spp.	X	X	X	Ja	Nee	*, \$
<i>Staphylococcus aureus</i>	X		X	Ja	Nee	*, \$
Overige bacteriën						
<i>Corynebacterium</i> spp.		X		Nee	Nee	b
<i>Cronobacter</i> spp.		X	X	Nee	Nee	*
<i>Enterobacter (cloacae / spp.)</i>		X	X	Nee	Nee	b, c
<i>Hafnia alvei</i>		X	X	Nee	Nee	*
<i>Klebsiella oxytoca</i>			X	Nee	Nee	*
<i>Pantoea</i> spp.		X		Nee	Nee	b
<i>Pseudomonas</i> spp. ⁸		X	X	Nee	Nee	*
<i>Vibrio</i> spp.			X	Nee	Nee	*, b
Virussen						
Norovirus			X	Ja	Nee	\$
Rotavirus				Nee	Nee	\$
Hepatitis-A virus				Nee	Nee	\$
Hepatitis-E virus				Nee	Nee	\$
Parasieten						
<i>Ascaris</i>	(X)			Nee	Nee	*
<i>Cryptosporidium</i> spp.				Nee	Nee	\$
<i>Giardia</i> spp.	(X)			Nee	Nee	\$
<i>Taenia saginata</i>	X			Nee	Nee	*
<i>Toxoplasma gondii</i>				Nee	Nee	\$

¹ Ketenfase 1: teelt, 2: be- en verwerkende industrie, 3: verkoop, voedselbereiding (cateraar, consument)
² X: daadwerkelijke geïsoleerd, (X): niet beschreven, alleen in veldexperiment
³ Ziekte: bewezen ziektegevallen en/of uitbraken; vet: ziektelast geattribueerd aan AGF
⁴ Relevant: beoordeling of het gevaar relevant is vanuit de aardappelketen
⁵ Refs: literatuurreferenties: *: Doan & Davidson, 2000; WFBR, 2018, \$: ziektelastschattingen RIVM Pijnacker et al., 2019, a: Park & Sanders, 1992, b: Manani et al., 2006, c: Nyenje et al., 2012
⁶ *B. cereus*-groep, ook *B. cytotoxicus* komt op aardappel(product)en voor
⁷ *C. butyricum* kan bij uitzondering botuline toxine E produceren
⁸ Nosocomiale overdracht

7.3.2. *Bacillus* spp.

Het geslacht *Bacillus* behoort tot de familie van *Bacillaceae*. Van de bacillus-soorten die ziekteverwekkend bij de mens kunnen zijn, is *B. cereus* de meest bekende. Deze pathogeen veroorzaakt relevante ziektelast, ook in Nederland. *B. cereus* behoort tot de *B. cereus*-groep, een groep van verwante bacilli. Deze groep wordt ook wel *B. cereus sensu lato*⁴⁰ genoemd. Het betreft de soorten *B. cereus (sensu stricto)*, *B. anthracis*, *B. thuringiensis*, *B. mycooides*, *B. pseudomycooides*, *B. weihenstephanensis*, *B. cytotoxicus* en *B. toyonensis* (EFSA BIOHAZ Panel, 2016; WFBR, 2018)

Het ziekteverwekkend vermogen van de soorten verschilt enorm. *B. anthracis* is zeer virulent, terwijl *B. mycooides*, *B. pseudomycooides*, *B. weihenstephanensis* nog nooit in verband zijn gebracht met voedselgerelateerde ziektegevallen (EFSA BIOHAZ Panel, 2016).

B. thuringiensis wordt gebruikt als insecticide in de landbouw, maar niet in de aardappelteelt (Ctgb, 2020e). In de risicobeoordeling van de voedselgewasketen zal dieper worden ingegaan op het eventuele risico van *B. thuringiensis*.

B. cereus is een Gram-positief, facultatief anaeroob sporenvormend micro-organisme. Voor overige relevante eigenschappen zie Tabel 7.4.

Er zijn echter ook andere bacilli die bij de mens tot ziekte kunnen leiden. Een soort die geassocieerd is met aardappel is *Bacillus licheniformis*. Deze bacterie is hoofdzakelijk pathogeen voor mensen met een verzwakt immuunsysteem, maar is ook geassocieerd met kankerpatiënten en gekatheteriseerde patiënten (Blue et al., 1995; Park et al., 2006; Haydushka et al., 2012). Deze pathogeen veroorzaakt naast voedselvergiftiging, ook aandoeningen als bacteriëmie, peritonitis en ooginfecties (Blue et al., 1995; Haydushka et al., 2012). Beschrijving van cases blijven echter bij sporadische gevallen (Blue et al., 1995; Park et al., 2006), zeker als het gaat om voedselvergiftiging. *B. licheniformis* wordt daarom ondanks het pathogene vermogen niet als risico voor de volksgezondheid in het algemeen, en afkomstig van aardappelen in het bijzonder, beschouwd op basis van de mate (kans op ziekte) waarin deze bacterie voedselgerelateerde ziektelast veroorzaakt.

B. cereus kan op twee manieren tot ziekte leiden bij de mens, waarbij het gaat om productie van braaktoxine (cereulide) in het voedsel (voedselvergiftiging of intoxicatie) of productie van enterotoxines in de darmen (na inname van cellen of sporen) met diarree als gevolg (toxicoinfectie) (FDA, 2012). Kans op ziekte ontstaat bij hoge aantallen *B. cereus* in het levensmiddel ($>10^5$ kve⁴¹/g) (Tabel 7.4). Kans op sterven door *B. cereus* wordt als laag ($<1:1.000$) beoordeeld (van Kreijl et al., 2004).

B. cytotoxicus is een thermotolerante bacillus-soort. Er zijn *B. cytotoxicus* isolaten bekend die hoog-virulent zijn (Heini et al., 2018). Hoeveel *B. cytotoxicus* bijdraagt aan de ziektelast veroorzaakt door de *B. cereus*-groep is onbekend. Ook of de kans op sterven verschilt van die van *B. cereus (sensu stricto)* is niet bekend.

⁴⁰ In de tekst wordt de term *B. cereus* gebruikt voor zowel *B. cereus sensu lato* als *B. cereus sensu stricto*. Vooral omdat de analytische bepaling niet verder gaat dan het aantonen van "vermoedelijke *B. cereus*" zijnde *B. cereus sensu lato* (ISO 7932:2004). Als extra informatie over het de bacillus-soort bekend is, wordt deze specifiek vermeld.

⁴¹ Kve: kolonievormende eenheid

Wetgeving

Er zijn geen specifieke voedselveiligheidscriteria vastgelegd in EU wetgeving³⁶ voor *B. cereus* in aardappel(product)en. Wel geldt nationale wetgeving⁴² voor deze pathogeen voor "eet- en drinkbaar, met uitzondering van eet- en drinkwaren die geen kiemreducerende behandeling hebben ondergaan en bij normaal gebruik pas na verhitting door de eindgebruiker geschikt zijn voor consumptie door de mens".

Besmettingsroutes

Bacillus spp. zijn sporenvormende bacteriën. Een bacteriële spore is een overlevingsvorm bedoeld om lang te kunnen overleven onder voor de bacterie zelf (vegetatieve vorm) ongunstige omstandigheden. Bacilli komen algemeen voor in het milieu, zoals grond (FDA, 2012). Er zullen bijna geen landbouwgewassen zijn die geen *B. cereus* zullen bevatten. Groenten en fruit die geteeld worden op de vollegrond of anderszins daarmee in contact komen, kunnen dus via de grond besmet raken (WFBR, 2018).

Bekend is dat *B. cereus* voorkomt in het rhizomicrobioom (de microbiële gemeenschap op en rond de wortels van een plant) van planten. Ook is *B. cereus* inwendig (endofiet) aangetoond in planten en wortelgroenten, zoals aardappelen (Hoorstra et al., 2013; WFBR, 2018). Hoorstra et al. (2013) toonde ook aan dat deze endofiete stammen in staat zijn cereulide (braaktoxine) te produceren (WFBR, 2018).

B. cereus is ook in staat om biofilms te vormen op oppervlakken in de productieomgeving (NVWA BuRO, 2017; WFBR, 2018). Op deze manier kunnen producten na verwerking worden nabesmet. Dit is ook beschreven voor industrieel bereide aardappelpuree (WFBR, 2018).

Aantreffen in de keten

Er zijn diverse publicaties verschenen waarin de aanwezigheid van bacilli op aardappel(product)en is onderzocht (Tabel 7.5). Het betreft voornamelijk *B. cereus* en *B. cytotoxicus*.

In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR zijn acht referenties gevonden waarin prevalentiegegevens van *B. cereus* in aardappel(product)en zijn opgenomen (Tabel 7.5). Aanvullend zijn vier andere referenties opgenomen in de tabel. Het gaat in totaal om 341 monsters waarvan 155 (45%) positief voor deze bacterie. Er werden diverse producten onderzocht (o.a. verse aardappels, diverse soorten aardappelpuree en gedroogde producten). De waargenomen prevalenties variëren van 10% tot 100%. Er is beperkt gekeken naar het niveau van de besmetting, deze varieert tussen de $10 \cdot 10^3$ kve/g product.

De onderzoeken tonen aan dat *B. cereus* in alle ketenschakels op verse aardappelen en in verschillende producten aanwezig is.

In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR is één referentie gevonden waarin prevalentiegegevens van *B. cytotoxicus* in aardappel(product)en zijn opgenomen (Tabel 7.5). Aanvullend is nog één andere referenties opgenomen in de tabel. Het gaat in totaal om 170 monsters waarvan 61 (36%) positief voor deze bacterie. Er werden diverse producten onderzocht (o.a. verse aardappels, diverse soorten aardappelpuree, voorgedaarde/gefrituurde producten, gedroogde producten en chips). De waargenomen prevalenties variëren van 0% tot 100%. Met name gedehydrateerde producten of producten daarvan gemaakt bleken relatief vaak (>50%) positief (Contzen et al., 2014; WFBR, 2018). Ook onderzoek van Heini et al. (2018) toont *B. cytotoxicus* (rond 40%) aan in aardappelpuree gemaakt van gedehydrateerd product (geen duidelijke prevalentiedata). De onderzoeken laten echter zien dat *B. cytotoxicus* in elke keten schakel en op veel soorten producten aanwezig is.

⁴² WBBL: Warenwetbesluit Bereiding en behandeling van levensmiddelen

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA geen monsters afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van *B. cereus* (Tabel 7.5).

In het RASFF-systeem werden in de periode 1990-2018 twee meldingen van aardappel(product)en geregistreerd die besmet waren met te hoge ($>10^5$ kve/g) aantallen *B. cereus* (Tabel 7.7). In beide gevallen betrof het gnocchi, voorgedaarde aardappelballetjes. Onbekend is hoe het product besmet is geraakt, mogelijk was dat via een van de ingrediënten (aardappelvlokken, -zetmeel en/of -meel of tarwemeel) of door nabesmetting. Het besmettingsniveau van de producten varieerde van 10^4 - 10^6 kve/g.

In de VS werden in de periode 2010-2018 geen recall-meldingen geregistreerd over het voorkomen van *B. cereus* in aardappelproducten (Tabel 7.8).

Toename

B. cereus zal alleen tot voedselgerelateerde ziektelast leiden indien er groei in het levensmiddel heeft kunnen plaatsvinden. Dit geldt voor de beide ziektebeelden die *B. cereus* veroorzaakt, te weten braken of diarree. Het emetisch ziektebeeld (braken) wordt namelijk veroorzaakt door het *B. cereus* braaktoxine (cereulide) dat in voedsel wordt gevormd. Dit toxine wordt alleen geproduceerd als uitgroei tot hoge aantallen (ca. 10^6 kve/g) cellen in het product heeft plaats kunnen vinden. En het ziektebeeld met diarreeklachten wordt veroorzaakt door inname van hoge aantallen (ca. 10^5 kve/g) vegetatieve cellen of sporen van *B. cereus*, die – na de maagpassage te hebben overleefd – in de darmen het diarree-veroorzakend enterotoxine produceren (King et al., 2007; FDA, 2012).

Bacteriële sporen zullen ontkiemen wanneer de omstandigheden gunstig zijn. Voor *B. cereus* wordt verondersteld dat dit is bij contact met o.a. organisch materiaal of een dierlijke (inclusief mensen) gastheer. Ook in de bodem kan *B. cereus* ontkiemen, uitgroeien en sporen vormen (Stenfors Arnesen et al., 2008; Ceuppens et al., 2013). Het ontkiemen van sporen kan worden geactiveerd door invloeden van buitenaf. Verhitting is zo'n dergelijke activatiestap. Het koken of anderszins verhitten van levensmiddelen zet bacteriële sporen dus aan tot ontkieming, terwijl vegetatieve bacteriën zullen worden afgedood. Dit is in het voordeel van de net ontkiemde sporen, omdat er geen remmende werking of competitie om nutriënten is van / met andere micro-organismen. Of ontkiemde sporen kunnen uitgroeien hangt vervolgens af van de bewaartijd en -temperatuur (te lang bij een te hoge temperatuur) en het al dan niet aanwezig zijn van groeiremmende stoffen (conserveermiddelen) (King et al., 2007). Zo laat onderzoek naar het effect van verschillende conserveermiddelen op de uitgroei van *B. cereus* in koelverse gnocchi (industrieel bereid, vacuüm verpakt, houdbaarheidstermijn van 50 dagen) zien dat bij 8 °C groei door verschillende zuren wordt voorkómen, maar dat bij iets hogere temperatuur (12 °C) het type zuur van invloed is op het al dan niet voorkomen van uitgroei gedurende de houdbaarheidstermijn (Del Torre et al., 2001; WFBR, 2018).

B. cereus kan uitgroeien in verschillende soorten levensmiddelen, maar stammen die braaktoxine produceren groeien vooral uit in zetmeelrijke producten (King et al., 2007). Algemene groeikarakteristieke van *B. cereus* zijn te vinden in Tabel 7.4.

Er zijn verschillende onderzoeken beschreven naar het uitgroeien van *B. cereus* op aardappelproducten. Een niet onuitputtelijk overzicht hiervan staat vermeld in Tabel 7.9. Groei in aardappelproducten kan plaats vinden vanaf 5 °C, maar pas na een langere bewaartijd (>4 weken). Bij 7-8 °C vindt ca. 2,5 log toename plaats na 9-12 dagen bewaren. Om uitgroei van *B. cereus* in levensmiddelen te beperken houdt EFSA opslag bij ≤ 7 °C (liever zelfs ≤ 4 °C) aan (EFSA BIOHAZ Panel, 2016).

B. cereus kan snel uitgroeien tot hoge aantallen als de bewaartemperatuur niet adequaat is. Dat wil zeggen tussen de 10-60 °C, waarbij binnen een paar uur tot 4-5 log kve/g kunnen worden gevormd. Deze aantallen kunnen tot ziektelast leiden (WFBR, 2018).

Volgens een gevarenanalyse uitgevoerd door Van Gerven et al. (WFBR, 2018) voor vacuüm verpakte, gekookte of vorgebakken aardappelen is *B. cereus* een van de relevante gevaren, omdat deze pathogeen aanwezig is in de grondstof (verse aardappel), het kookproces overleeft en kan uitgroeien in de eindverpakking (koel vers product).

Er zijn geen studies gevonden die groei en/of toxinevorming hebben bestudeerd in ongekookte, verse aardappel(product)en. Aangenomen wordt dat dit wel mogelijk is, aangezien *B. cereus* ook in de bodem kan uitgroeien en sporuleren.

Reductie/decontaminatie

Vegetatieve cellen van *B. cereus* zijn hittegevoelig. Sporen van *B. cereus* overleven echter zowel het pasteurisatieproces als het standaard kook- of garingsproces van aardappelen. Vervolgens kunnen de sporen ontkiemen en uitgroeien in het levensmiddel.

Tijdens de groei in het levensmiddel kan braaktoxine worden gevormd. Dit gebeurt alleen als er voldoende hoge aantallen (ca. 10⁶ kve/g) cellen in het product zijn gevormd. Dit toxine is hittestabiel en eenmaal gevormd in voedsel kan dit niet geïnactiveerd worden (FDA, 2012).

Stammen die het diarree-ziektebeeld veroorzaken moeten ook groeien in het levensmiddel om in voldoende mate maagpassage te overleven. Het toxine dat deze stammen vormen is hittelabel (<56 °C), maar voorgevormd toxine in het levensmiddel speelt een minder belangrijke rol bij het ontstaan van ziektegevallen (King et al., 2007). Verhitte van voedsel kan dus wel effect hebben op voorkómen van dit ziektebeeld, omdat vegetatieve cellen wel gevoelig voor verhitte.

Er zijn niet veel studies in de literatuur gevonden over reductie van *B. cereus* tijdens de verschillende processen in de keten (WFBR, 2018). Vorgebakken friet waarop uitgroei van *B. cereus* sporen had plaatsgevonden en welke vervolgens werd afgebakken (2-3,5 min in 185 °C) liet een afname van *B. cereus* van ca. 4-5 log kve/g zien (Doan & Davidson, 1999).

Ziektegevallen en ziektelast

Uitbraken & ziektegevallen

Er zijn verschillende uitbraken beschreven (literatuur) of gerapporteerd (EFSA, VS) die werden veroorzaakt door *B. cereus* waarbij een aardappelproduct de bron was (Tabel 7.10).

Het gaat in de meeste gevallen om aardappelpuree (zowel o.b.v. gedroogd product als verse aardappelen), maar ook om gekookte aardappelen. De bron van besmetting is het aardappelproduct, maar onjuiste bewaaromstandigheden (te lang bij te hoge temperatuur) van het (bereide) eindproduct door de voedselbereider is de oorzaak van de uitbraken.

In Frankrijk heeft men van verschillende uitbraken die werden veroorzaakt door *B. cereus sensu lato* (*B. cereus*-groep) in de periode 2007-2014 uitbraakstammen getypeerd op basis van virulentiegenen. Hieruit valt te concluderen dat er uitbraken bij waren die werden veroorzaakt door *B. cytotoxicus*. En daarmee dat *B. cytotoxicus* bijdraagt aan de uitbraken (en dus ziektegevallen) die door de *B. cereus*-groep worden veroorzaakt (Glasset et al., 2016).

In de EFSA database (2011-2017) werd één *B. cereus*-uitbraak geregistreerd die kon worden gelinkt aan de aardappelketen. Het betrof gekookte aardappelen die niet goed gekoeld waren gehouden en verwerkt werden in een salade.

EFSA heeft een opinie uitgebracht over het risico van pathogenen in voedsel van niet-dierlijke oorsprong in de EU (EFSA BIOHAZ Panel, 2013). Hierbij is een analyse uitgevoerd op basis van bij Bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO) - december 2020

EFSA geregistreerde uitbraken in de periode 2007-2011. Hierbij werd een sterke associatie gevonden tussen *B. cereus* en aardappelpuree.

In de database van voedselgerelateerde uitbraken in de VS (1998-2017) staan 21 uitbraken vermeld (bevestigd, vermoedelijk) veroorzaakt door (o.a.) *B. cereus* waarbij aardappel genoemd wordt als een van de genuttigde ingrediënten. In twee gevallen gaat het om bevestigde uitbraken waarbij aardappel als bron worden aangewezen.

Ziekteelastschattingen

Er vindt in Nederland geen registratie plaats van ziektegevallen veroorzaakt door een *B. cereus*-voedselvergiftiging of -infectie, alleen in geval van een uitbraak is melding verplicht en wordt dit geregistreerd (zie 7.5.1). Humane incidentiegegevens van ziektegevallen veroorzaakt door *B. cereus* in Nederland zijn gebaseerd op schattingen. In 2018 werd het aantal mensen dat een *B. cereus* intoxicatie of toxico-infectie opliep geschat op 53.000⁴³ (waarvan er 0 overleden). De geschatte ziekteelast o.b.v. deze incidentie is 32 DALY en de kosten voor de samenleving € 11 miljoen voor dat jaar.

Bronattributie op basis van expertopinions schat dat 91% (29 DALY) van deze ziekteelast aan voedsel wordt toegeschreven. Binnen deze 29 DALY aan voedsel geattribueerde ziekteelast van *B. cereus* is het aandeel van AGF afgerond 2% (0,6 DALY, 950 zieken). Specifiek aan AGF wordt 2% van de totale 32 DALY ziekteelast van *B. cereus* geattribueerd (Figuur 7.4).

Van de totale aan AGF geattribueerde ziekteelast (287 DALY, 30.770 zieken) wordt 0,2% aan *B. cereus* toegeschreven (Figuur 7.3) en voor de ziektegevallen is dat 2% (Pijnacker et al., 2019).

Risicokarakterisatie

B. cereus komt voor op aardappelen en op diverse aardappelproducten (o.a. koelvers en gedroogd poeder). Besmetting van de aardappelen vindt plaats vanuit het milieu (grond). Deze pathogeen is aangetroffen in de procesomgeving en kan op die manier gegaarde producten nabesmetten. Als sporenvormer overleeft *B. cereus* het bereidingsproces van aardappelen. Op (voor)gegaarde aardappel(producten)en groeit *B. cereus* uit bij temperaturen vanaf 7 °C. Bij ongekoelde opslag is dat binnen enkele uren. Deze pathogeen veroorzaakt bewezen ziektegevallen door consumptie van aardappel(product)en, waarbij de besmetting (het gevaar) afkomstig is vanuit de aardappelketen, maar het risico ontstaat door onjuiste opslag, bijna altijd door voedselbereiders zelf, waardoor *B. cereus* kan uitgroeien tot concentraties die hoog genoeg zijn om ziekteverschijnselen te veroorzaken. Echter ook in industrieel bereide, koelverse producten kan deze pathogeen voor problemen zorgen. Even als in gedroogde producten (instant pureepoeder) als het bereide product niet juist wordt bewaard.

B. cereus wordt beschouwd als relevant gevaar voor bereide / (voor)gegaarde aardappelen en aardappelproducten. Het risico wordt beoordeeld als klein op basis van kans (redelijk) en effect (gering). Beheersing vindt plaats door adequate (gekoelde) opslag. Voor koelverse producten is dit bij temperaturen <7 °C. Of door directe consumptie van het klaargemaakte product.

7.3.3. Campylobacter spp.

Het geslacht *Campylobacter* behoort tot de familie van *Campylobacteriaceae*. Er zijn meerdere *Campylobacter*-soorten, waarvan bij de mens voornamelijk *C. jejuni* ziektegevallen veroorzaakt, gevolgd door *C. coli* en in mindere mate andere *Campylobacter* spp. zoals *C. lari*, *C. upsaliensis* en *C. fetus* (RIVM, 2006b; FDA, 2012).

Campylobacter spp. zijn Gram-negatieve, niet-sporevormende bacteriën. Voor overige relevante eigenschappen, zie Tabel 7.4.

⁴³ Dit getal suggereert een grote precisie, maar is echter een schatting die richting geeft aan de orde van grootte waarin de incidentie plaatsvindt.

Een infectie met *Campylobacter* wordt campylobacteriose genoemd. *Campylobacter*-infecties kunnen maag-darmontstekingen (gastro-enteritis) veroorzaken. Een groot deel van de infecties verloopt echter zonder ziekteverschijnselen. Postinfectieuze complicaties die geassocieerd zijn met campylobacteriose zijn reactieve artritis, Guillain-Barre-syndroom (GBS), 'IBD' (inflammatory bowel disease: inflammatoire darmziekte) en het Prikkelbare Darm Syndroom. Deze aandoeningen zijn chronisch (RIVM, 2006b).

De infectieuze dosis is laag, waarbij ziekteverschijnselen al kunnen optreden bij inname van minder dan 1.000 cellen (RIVM, 2006b). De ID₅₀ - de dosis waarbij 50% van de eraan blootgestelde mensen geïnfecteerd raakt - in melk wordt bijvoorbeeld op 37 cellen geschat (Rose et al., 2014). Bij goede behandeling is de kans op sterfte middelmatig (1:100-1:1.000) (van Kreijl et al., 2004).

Wetgeving

Er zijn geen specifieke voedselveiligheidscriteria vastgelegd in EU wetgeving³⁶ voor *Campylobacter* spp. in aardappelproducten. Wel geldt nationale wetgeving⁴² voor deze pathogeen voor "eet- en drinkbaar, met uitzondering van eet- en drinkwaren die geen kiemreducerende behandeling hebben ondergaan en bij normaal gebruik pas na verhitting door de eindgebruiker geschikt zijn voor consumptie door de mens".

Besmettingsroutes

Campylobacter behoort bij veel warmbloedige diersoorten, zoals kippen, wilde vogels en huisdieren (hond, kat) tot de normale darmflora en dus in hun feces. Via deze dierlijke feces komt *Campylobacter* in het milieu terecht, zoals grond en water (Kuhn et al., 2018). Voedselgewassen die worden geteeld op de vollegrond kunnen dus vanuit deze omgevingsbronnen of door mest besmet raken met *Campylobacter* spp. (WFBR, 2018).

Ook gebruik van water van mindere kwaliteit voor irrigatie kan een introductieroute zijn. Voorbeelden van dergelijk water zijn (on)behandeld afvalwater of afstromend water. In landen waar waterschaarste heerst (rond de Middellandse zee, Israël, Australië) wordt dergelijk water al gebruikt voor irrigatie. Forslund et al. (2011) onderzocht de overdracht van humaan pathogenen (*C. jejuni*, STEC, *Salmonella* en een bacteriofaag als virus-indicator) naar aardappelen wanneer gebruik werd gemaakt van met pathogenen besmet water in combinatie met een ondergronds irrigatiesysteem. Ondergrondse watersystemen zijn efficiënt in water verbruik en daarom een oplossing in gebieden met waterschaarste. Echter, met een dergelijk irrigatiesysteem worden bacteriën niet meer blootgesteld aan de negatieve gevolgen van UV-straling of uitdroging, wat hun overleving ten goede zou kunnen komen. De studie laat zien dat aardappelen die een maand voor hun oogst wekelijks (tot de dag voor de oogst) op deze manier werden geïrrigeerd, besmet waren met de onderzochte pathogenen. De aardappelen waren voorafgaand aan de analyse nog drie weken bewaard bij 5 °C. Mogelijk heeft dit nog tot afsterving van *C. jejuni* geleid. *Campylobacter* is namelijk erg gevoelig voor vochtverlies en overleeft niet goed op droge oppervlakken (Forsythe, 2000; FSANZ, 2019). Het water was echter wel relatief hoog besmet ten opzichte van rioolwater (3 log hoger), zodat deze studie uitgaat van een worst-case scenario.

Bekend is dat mensen campylobacteriose kunnen oplopen via contact met grond of water. Er zijn diverse campylobacteriose uitbraken beschreven waarbij de oorzaak omgevingsbronnen zijn, zoals contact met blubber(water) tijdens buitenactiviteiten (Stuart et al., 2010; Zeigler et al., 2014) en water (onbehandeld drinkwater/water uit een bron, zwemmen in openwater) (Ravel et al., 2016; Kuhn et al., 2018). In Denemarken zijn campylobacteriose uitbraken beschreven die werden veroorzaakt door (drink)water, waarbij in alle gevallen de oorzaak was te herleiden tot overstromen van de riolering na hevige regenval, waardoor het (drink)water werd vervuild (Kuhn et al., 2018).

Op basis van deze gegevens is het niet onaannemelijk dat aardappelen in de teeltfase vanuit de bodem besmet raken met *Campylobacter* spp.

Aantreffen in de keten

In het rapport van WFBR zijn geen gegevens opgenomen over studies naar het voorkomen van *Campylobacter* spp. op aardappel(product)en. Wel bevat het rapport twee literatuurreferenties waarin dergelijk onderzoek staat gepubliceerd (Tabel 7.6). De in die referenties genoemde onderzoeken omvatten ca. 240 monsters (verse aardappelen). In twee (0,8%) van de monsters werd deze pathogeen aangetroffen.

De monsters waarin *Campylobacter* spp. werden aangetroffen waren verse aardappelen afkomstig van een boerenmarkt (Park & Sanders, 1992). In het onderzoek van Park & Sanders (1992) werden ook andere groenten onderzocht, zowel van de boerenmarkt als de supermarkt. Alleen op monsters van de boerenmarkt werden *Campylobacter* spp. aangetoond (1,7%). Gezien het geringe aantal monsters is geen uitspraak te doen over het verschil tussen supermarkt en boerenmarkt.

In een meta-analyse uitgevoerd door Mohammadpour et al. (2018) werd een prevalentie van *Campylobacter* spp. op wortel/knol groenten berekend van 0,3% (9 van 961 monsters positief).

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA in totaal vier monsters afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van *Campylobacter* spp. Monsternamen waren selectief of o.b.v. verdenking. Het betrof chips. In geen van de producten werden *Campylobacter* spp. aangetroffen (deze data zijn niet opgenomen in Tabel 7.6).

In het RASFF-systeem werden in de periode 1990-2018 geen meldingen van aardappel(product)en geregistreerd die besmet waren met *Campylobacter* spp. (Tabel 7.7). Ook werden in de VS in de periode 2010-2018 geen recall-meldingen geregistreerd over het voorkomen van deze pathogeen in aardappel(product)en (Tabel 7.8).

Toename

Campylobacter is micro-aerofiel en groeit niet bij temperaturen lager dan 30 °C (Tabel 7.4). Er zal dus normaliter geen uitgroei plaatsvinden op aardappel(product)en, omdat deze bij lagere temperatuur worden bewaard. Gezien de lage infectieuze dosis is groei echter niet nodig om tot ziektelast te leiden (Forsythe, 2000). Er zijn geen studies bekend waarin de groeimogelijkheden van *Campylobacter* op aardappel(product)en zijn onderzocht.

Reductie/decontaminatie

Campylobacter spp. zijn erg gevoelig voor omgevingsomstandigheden, zoals temperatuur, beschikbaarheid van water en zuurstof. *Campylobacter* is gevoelig voor uitdrogen (Forsythe, 2000) en heeft een beperkte capaciteit om omgevingsstress te overleven (FSANZ, 2019). Het is aannemelijk dat eventueel aanwezige *Campylobacter* spp. op verse aardappelen zullen afnemen gedurende de bewaartijd.

Park & Sanders (1992) onderzochten het effect van wassen op de aanwezigheid van *Campylobacter* spp. aardappelen. Op ongewassen aardappelen bleek *Campylobacter* aanwezig (1,3%), maar op gewassen aardappelen (gechloreerd drinkwater) was deze pathogeen afwezig. Door de beperkte hoeveelheid (positieve) monsters is echter geen uitspraak te doen of wassen effectief is in het reduceren van *Campylobacter* op aardappel.

Campylobacter overleeft pasteurisatie niet en daarmee ook het kookproces van aardappelen niet (Forsythe, 2000). Aanwezigheid van deze pathogeen op (voor)gegaarde aardappel(product)en zal daarom afkomstig zijn van besmetting na deze bereidingsstap.

Ziektegevallen en ziektelast

Uitbraken & ziektegevallen

In de literatuur en in de EFSA database zijn geen campylobacteriose uitbraken en ziektegevallen beschreven of opgenomen die door aardappel(product)en zijn veroorzaakt (Tabel 7.10). Daarbij moet worden opgemerkt dat uitbraken van campylobacteriose sowieso niet vaak worden waargenomen, met uitzondering van rauwe melk en kippenvlees. Ziektegevallen van campylobacteriose lijken vaak op zich zelf te staan (EFSA & ECDC, 2019). Bronopsporing bij dit soort "enkele gevallen" (één patiënt) is bijna onmogelijk, zodat van deze enkele gevallen de bron zelden tot nooit zal worden opgespoord en/of gevonden. Zeker in geval het een zeer algemeen geconsumeerd product als aardappel betreft.

In de database van voedselgerelateerde uitbraken in de VS (1998-2017) komen een aantal (11) campylobacteriose uitbraken voor waarbij aardappel(product)en als bron worden genoemd. Het betreft uitbraken waarbij of aardappelsalade als bron wordt genoemd of uitbraken waarbij aardappel / puree onderdeel was van de maaltijd (met vlees en/of jus). Informatie over de oorzaak van de besmetting van het product in deze uitbraken wordt zelden gegeven. Aanvullende zoekacties in de literatuur en andere bronnen op internet naar extra informatie over deze uitbraken leverde geen resultaat. Aangenomen wordt dat in geen van deze uitbraken aardappel zelf de bron was, omdat campylobacter het bereidingsproces van aardappelen niet overleeft. Deze uitbraken zijn dan ook niet opgenomen in Tabel 7.10.

Ziektelastschatting

Campylobacteriose is in Nederland niet meldingsplichtig, behalve als het een uitbraak betreft met voedsel als vermoedelijke bron (zie 7.5.1). Wel vindt laboratoriumsurveillance plaats door het RIVM. De waargenomen incidentie van campylobacteriose in de Nederland bedroeg in 2018 35 patiënten per 100.000 inwoners. De totale geschatte incidentie van deze pathogeen in dat jaar wordt geschat op 71.000 ziektegevallen (waarvan 47 overleden). De geschatte ziektelast o.b.v. deze incidentie is 3.200 DALY en de kosten voor de samenleving € 60 miljoen voor dat jaar.

Bronattributie op basis van expertopinions schat dat 41% (1.300 DALY) van deze ziektelast aan voedsel wordt toegeschreven. Binnen deze 1.300 DALY aan voedsel geattribueerde ziektelast van *Campylobacter* is het aandeel van AGF afgerond 5% (71 DALY, 1.600 zieken). Specifiek aan AGF wordt 2% van de totale 3.200 DALY ziektelast van *Campylobacter* geattribueerd (Figuur 7.4).

Van de totale aan AGF geattribueerde ziektelast (287 DALY, 30.770 zieken) wordt 25% aan *Campylobacter* toegeschreven (Figuur 7.3) en voor de ziektegevallen is dat 4% (Pijnacker et al., 2019).

Risicokarakterisatie

Campylobacter spp. kunnen voorkomen op verse aardappelen, waarbij de besmetting wordt opgelopen via mest of met mest verontreinigde grond of (irrigatie)water. Aangenomen wordt dat *Campylobacter* spp. afsterven op verse aardappelen (uitdrogen). Deze pathogeen overleeft het kookproces niet en kan niet uitgroeien bij (on)gekoelde opslag. Er zijn geen uitbraken bekend waarin aardappel(product)en als bron werden aangewezen. *Campylobacter* spp. worden daarom niet als relevant gevaar voor de aardappelketen beschouwd. Het risico van *Campylobacter* spp. in de aardappelketen wordt als verwaarloosbaar ingeschat op basis van kans (verwaarloosbaar).

7.3.4. Clostridium spp.

Er zijn verschillende soorten clostridia bekend, waarvan met name *Clostridium botulinum* en *Clostridium perfringens* met voedselgerelateerde ziektegevallen in verband worden gebracht. *Clostridia* spp. zijn Gram-positieve sporenvormende bacteriën. Voor overige relevante eigenschappen zie Tabel 7.4.

C. botulinum veroorzaakt de ernstige aandoening botulisme. Van de zeven typen *C. botulinum* zijn type A, B, E, en F in staat botulisme bij de mens te veroorzaken. De meest gangbare besmettingsroute van de mens is via (zelf geweekt) voedsel, andere vormen zijn wondbotulisme en infantiel botulisme, aandoeningen die hier niet relevant zijn. De ziekteverschijnselen veroorzaakt door het toxine zijn ernstig. Het botulinetoxine is extreem giftig en er is zeer weinig van nodig om tot ziekteverschijnselen te leiden. Toxineproductie vindt alleen plaats tijdens groei van *C. botulinum* (RIVM, 2011c; FDA, 2012).

Botulisme is een ernstige aandoening. De kans op sterfte, ook bij goede behandeling, is hoog (>1:100) (van Kreijl et al., 2004).

C. perfringens stammen worden onderverdeeld in type A t/m E. *C. perfringens* kan verschillende toxines produceren, waarvan het enterotoxine (CPE) verantwoordelijk is voor *C. perfringens* type A voedselvergiftiging. Naast type A voedselvergiftiging komt ook type C voedselvergiftiging voor. Deze aandoening is zeldzaam in ontwikkelde landen en komt in Europa niet meer voor (Brynstad & Granum, 2002; FDA, 2012).

Ziekteverschijnselen van type A voedselvergiftiging worden veroorzaakt door cellen of sporen die in de darmen (ontkiemen en) uitgroeien en vervolgens sporuleren, waarbij het enterotoxine in de darmen vrijkomt. Echter, niet alle stammen kunnen CPE produceren (Brynstad & Granum, 2002; FDA, 2012).

Het type voedselvergiftiging dat door *C. perfringens* wordt veroorzaakt kenmerkt zich door milde klachten (gastro-enteritis), waarbij de kans op sterfte laag is (<1:1.000) (van Kreijl et al., 2004). Ziekteverschijnselen treden pas op na inname van >10⁶ kve/g Tabel 7.4).

Naast de twee genoemde bekende humaan pathogene soorten, komt van nature op, maar ook in, aardappel de minder bekende pathogeen *Clostridium butyricum* voor. Deze bacterie veroorzaakt aardappelrot (WFBR, 2018). Er is echter een zeer beperkt aantal stammen van deze pathogeen dat in staat is mogelijk ziekte bij de mens te veroorzaken door productie van botulinum toxine E (De Medici et al., 2009; RIVM, 2011c). Dat het hierbij inderdaad om een laag percentage stammen gaat wordt bevestigd door onderzoek in het Verenigd Koninkrijk, waarbij geen van de bijna 100 uit voedsel geïsoleerde *C. butyricum* stammen in staat bleek om dit toxine te produceren (WFBR, 2018). Er zijn echter wel een aantal ziektegevallen beschreven veroorzaakt door *C. butyricum*, waarbij het meestal om infantiel botulisme gaat. Daarnaast zijn er voor zo ver bekend een zeer beperkt aantal (twee) voedselgerelateerde uitbraken beschreven (Meng et al., 1997; WFBR, 2018). Hoewel ziektegevallen beschreven zijn en *C. butyricum* voorkomt op aardappelen, wordt het risico van deze pathogeen in het algemeen, en voor aardappel in het bijzonder, als verwaarloosbaar beschouwd.

Wetgeving

Er zijn geen specifieke voedselveiligheidscriteria vastgelegd in EU wetgeving³⁶ voor *C. botulinum* en *C. perfringens* in aardappel(product)en. Wel geldt nationale wetgeving⁴² voor *C. perfringens* voor "eet- en drinkwaar, met uitzondering van eet- en drinkwaren die geen kiemreducerende behandeling hebben ondergaan en bij normaal gebruik pas na verhitting door de eindgebruiker geschikt zijn voor consumptie door de mens".

Besmettingsroutes

Clostridia komen algemeen als spore voor in de grond en kunnen van daaruit landbouwgewassen besmetten (WFBR, 2018).

C. botulinum type E komt bijvoorbeeld langs de Baltische zee wijdverspreid voor in het milieu. In Zweden werd deze pathogeen aangetroffen op teeltakkers van aardappels, welke zelf ook vaak

besmet waren (Tabel 7.6) (WFBR, 2018). Dieren kunnen ook drager zijn van *C. botulinum*, zonder zelf ziek te zijn (Fohler et al., 2016; NVWA BuRO, 2019b). Op deze manier vindt verdere verspreiding via de mest plaats, onbekend is hoe groot deze bijdrage aan de verspreiding is.

C. perfringens komt algemeen voor in het spijsverteringskanaal van dier en mens (Brynstad & Granum, 2002; FDA, 2012). Onderzoek naar het voorkomen van *C. perfringens* in verschillende soorten gecultiveerde bodems (o.a. aardappelvelden) laat zien dat met name sporen in de bodem worden aangetroffen en in mindere mate vegetatieve cellen. Daarnaast worden hogere aantallen sporen van deze pathogeen gerelateerd aan grond die besmet is met fecaliën (mest) (Voidarou et al., 2011).

Aantreffen in de keten

C. botulinum komt wijdverspreid op onbewerkte agrarische producten voor. Het gaat hierbij normaliter om een (zeer) laag besmettingsniveau (EFSA BIOHAZ Panel, 2005). Dit hoeft geen probleem te zijn, als uitgroei en de daarbij gepaard gaande productie van toxines wordt voorkomen (Driehuis et al., 2018).

In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR zijn drie referenties gevonden waarin gegevens over het voorkomen van *C. botulinum* zijn opgenomen m.b.t. aardappel(producten). Twee hiervan bevatten prevalentiegegevens (Tabel 7.6). Aanvullend zijn nog drie andere referenties gevonden met prevalentiegegevens. De in de referenties genoemde onderzoeken omvatten ca. 325 monsters.

Er waren twee onderzoeken waarin *C. botulinum* werd aangetroffen. Dit betrof verse aardappelen, waarbij met name data uit Zweden een hoge prevalentie laten zien (68%), welke sterk gerelateerd is aan de besmetting van het milieu in die regio. De andere studies onderzochten een te beperkt aantal monsters om een betrouwbaar beeld te kunnen vormen over de mate waarin *C. botulinum* voorkomt in de verschillende aardappel(product)en. In de meeste onderzoeken werd *C. botulinum* niet aangetroffen.

In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR zijn geen gegevens opgenomen over het voorkomen van *C. perfringens*. In één van de aangehaalde referenties staat wel een prevalentiestudie vermeld. In de 50 monsters (verse aardappel) werd deze pathogeen niet aangetroffen (Tabel 7.6).

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA geen monsters afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van clostridia (Tabel 7.6).

In het RASFF-systeem werden in de periode 1990-2018 geen meldingen van aardappel(product)en geregistreerd die besmet waren met clostridia (Tabel 7.7). Ook werden in de VS in de periode 2010-2018 geen recall-meldingen geregistreerd over het voorkomen van deze pathogeen in aardappel(product)en (Tabel 7.8).

Toename

Om ziektegevallen te kunnen veroorzaken is het zowel voor *C. botulinum* als *C. perfringens* noodzakelijk dat groei optreedt in het levensmiddel. Voor *C. botulinum* is daarnaast van belang dat toxine kan worden gevormd. Dit vindt alleen plaats tijdens de groei van vegetatieve cellen. Sporen produceren geen toxine (en zijn daarmee zelf niet ziekteverwekkend), maar kunnen na ontkieming tot vegetatieve cellen uitgroeien (EFSA BIOHAZ Panel, 2005; RIVM, 2011c).

Bacteriële sporen ontkiemen gemakkelijk na een hitte-activatie, zoals het kookproces. Clostridia groeien alleen onder anaerobe omstandigheden. Door te koken, wordt voedsel echter zuurstof-arm. Zeker als het om stevigere massa's gaat, zoals bijvoorbeeld aardappelpuree, zal deze toestand langere tijd in stand blijven (EFSA BIOHAZ Panel, 2005).

C. botulinum is onder te verdelen in vier groepen. Stammen die bij de mens botulisme veroorzaken behoren tot groep I en II. Groep I bevat stammen die proteolytisch zijn, deze stammen zijn mesofiel (groeitemperatuur vanaf 10-12 °C) en de gevormde sporen zijn zeer hitteresistent. Het betreft de humaan pathogene soorten type A, B en F. Groep II bestaat uit de niet-proteolytische soorten, deze stammen zijn psychrofiel (groeitemperatuur vanaf 2,5 °C). Het gaat om de humaan pathogene soorten type B, E en F (EFSA BIOHAZ Panel, 2005; Carter & Peck, 2015; WFBR, 2018).

Verschillende onderzoeken tonen aan dat sporen van *C. botulinum* (zowel niet-proteolytisch als proteolytische stammen) op verse en op gekookte, verpakte (vacuüm of in folie) aardappelen kunnen ontkiemen, uitgroeien en toxine produceren als de bewaartemperatuur hoger dan 8-10 °C is (WFBR, 2018) (Tabel 7.9).

Toevoegen van sulfiet kan groei van *C. botulinum* voorkomen. Onder bepaalde condities (combinatie van bewaartemperatuur-concentratie sulfiet) kan echter toch toxine worden gevormd, zonder dat het product organoleptisch wordt beoordeeld als bedorven (Solomon et al., 1998).

Ook in gnocchi kan *C. botulinum* uitgroeien. Onderzoek laat zien dat niet-proteolytische (psychrotrofe) *C. botulinum* in dit product kan uitgroeien als geen verdere groeibeperkende maatregelen worden getroffen (groei bij 20 °C, geen conserveermiddel). Gebruik van conserveermiddel (sorbinezuur) en/of een lage temperatuur (8-12 °C) volstond om toxinevorming te voorkomen in het geteste product (WFBR, 2018).

Volgens een gevarenanalyse uitgevoerd door Van Gerwen et al. (WFBR, 2018) voor koelverse vacuüm verpakte gekookte aardappelen zijn, naast bacilli, *C. botulinum* en *C. perfringens* de enige gevaren die in het product aanwezig kunnen zijn (indien geproduceerd onder hygiënische omstandigheden). Onder gekoelde omstandigheden zouden alleen *B. cereus* en *C. botulinum* type E en type F een relevante gevaar zijn. Deze bacteriën zijn namelijk in staat bij lage temperatuur te groeien. (Tabel 7.4). Uitbraken worden echter vooral veroorzaakt door het niet voldoende beheersen van het productie- en/of bewaarproces. Dit verklaart ook dat *C. botulinum* type A in uitbraken redelijk vaak wordt genoemd, hoewel dit type *C. botulinum* pas bij iets hogere temperatuur groeit. Het type *C. botulinum* dat uitbraken veroorzaakt is ook regio gebonden, afhankelijk van het type dat in het milieu het meest voorkomt.

C. perfringens is minder strikt anaeroob dan *C. botulinum* en verdraagt een iets minder zuurstof-arm milieu. Groei bij koelkasttemperatuur (vanaf 4 °C) is mogelijk, maar in de meeste gevallen zal dat bij iets hogere temperaturen (>10 °C) pas plaatsvinden. *C. perfringens* wordt vooral geassocieerd met eiwitrijk voedsel, zoals vleesgerechten / jus en soepen waarin vlees is verwerkt, maar komt ook in andere levensmiddelen voor (Brynstad & Granum, 2002; EFSA BIOHAZ Panel, 2013).

Ziektegevallen worden geassocieerd met producten die te lang bij te hoge temperatuur zijn bewaard, zodat groei tot hoge aantallen (>10⁶ kve/g) in het levensmiddel heeft kunnen plaatsvinden (EFSA BIOHAZ Panel, 2005; FDA, 2012).

Ook in aardappelpuree kan *C. perfringens* bij 25 °C snel uitgroeien (Bourland et al., 1974). Er zijn geen andere studies gevonden die het groeipotentieel van *C. perfringens* op aardappel(product)en hebben onderzocht (WFBR, 2018).

Reductie/decontaminatie

Sporen van *C. botulinum* en *C. perfringens* zijn moeilijk te verwijderen als ze aanwezig zijn op voedsel. Sporen in het algemeen, maar die van *C. botulinum* in het bijzonder zijn namelijk zeer hitteresistent en overleven daardoor het standaard kookproces. In het gekookte voedsel kunnen de sporen ontkiemen en de ontstane vegetatieve cellen kunnen uitgroeien en/of toxine vormen indien de condities daartoe geschikt zijn. Alleen kookprocessen onder druk (121 °C/3min) kunnen deze sporen inactiveren, wat bekend staat als een "botulinum cook".

De toxines die *C. botulinum* produceert zijn relatief hitte-gevoelig. Een proces gelijk aan 10 min bij 80 °C volstaat, zodat een goed opwarmproces voldoende is om de toxines te inactiveren (EFSA BIOHAZ Panel, 2005).

Ziektegevallen en ziektelast

Uitbraken & ziektegevallen

Een overzicht van aardappel-gerelateerde uitbraken en ziektegevallen die door clostridia werden veroorzaakt en werden geregistreerd (VS) of in de literatuur beschreven staat vermeld in Tabel 7.10.

In de periode 1998-2017 werden in de VS in de NORS database 27 uitbraken (vermoedelijk/bevestigd) geregistreerd die werden veroorzaakt door *Clostridium* spp. waarbij aardappel als een van de ingrediënten van de maaltijd werd genoemd. In vijf uitbraken waarbij de pathogeen werd bevestigd als veroorzaker werd een aardappel(product) als bron aangewezen. Het ging hierbij om twee *C. botulinum*-uitbraken en drie *C. perfringens*-uitbraken. Onduidelijk is of in geval van de *C. perfringens*-uitbraken aardappelen werkelijk de bron waren, omdat er of jus bij het gerecht zat of dat de uitbraak werd geclassificeerd als "samengestelde maaltijd/product".

Naast de NORS database, staan aanvullende gegevens over botulisme-gevallen in de VS in de jaarlijkse botulisme surveillance rapporten (2001-2017). In beide registraties samen staan zes *C. botulinum*-uitbraken en zes enkele gevallen vermeld die werden veroorzaakt door consumptie van een aardappelproduct. In totaal waren hierbij 78 ziektegevallen betrokken.

Van de geregistreerde uitbraken betrof het eenmaal een uitbraak veroorzaakt door thuis ingeblikte aardappelen. In alle andere uitbraken en ziektegevallen ging het om verhitte aardappelen of producten gemaakt met aardappelen, die langere tijd (dagen) ongekoeld werden bewaard. Het betrof vijf uitbraken en één enkel geval veroorzaakt door pruno, een zelf gemaakte alcoholische drank (o.b.v. gekookt/gebakken aardappel; gevangenis). Bij twee enkele gevallen was de bron aardappelsoep (verpakt). Gebakken of gepofte aardappelen waren de oorzaak van drie enkele gevallen. Ook in de literatuur zijn uitbraken (VS: 1978 en 1994) en een sporadisch geval (CA: 2002) beschreven waarbij gepofte/gebakken aardappel de bron was.

In de EFSA database (2011-2017) werden 5 *Clostridium* spp. uitbraken geregistreerd waarbij aardappel als een van de ingrediënten van een samengestelde maaltijd werd genoemd. Aardappel werd hierbij niet als specifieke bron aangewezen. Het betrof in alle gevallen *C. perfringens*.

Botulisme is in Nederland een meldingsplichtige ziekte (zie 7.5.1) en komt bij de mens weinig voor. In de periode 2000-2018 werd bij 20 patiënten botulisme vastgesteld. Het betrof 14 gevallen van voedsel gerelateerd botulisme, waarvan 7 in een uitbraak. Voor zo ver bekend speelde aardappel in geen van de botulisme gevallen een rol (Aalten et al., 2011; Maassen et al., 2012; Graveland et al., 2013; Zomer et al., 2014; Zomer et al., 2015; Uiterwijk et al., 2016; Uiterwijk et al., 2017; Uiterwijk et al., 2018; Vlaanderen et al., 2019).

Ziektegevallen veroorzaakt door *C. botulinum* worden vaak geassocieerd met producten die thuis zijn geconserveerd (inblikken / wecken) of met producten die afkomstig zijn van kleinere ondernemers. In beide gevallen speelt gebrek aan kennis en kunde op het gebied van veilige voedselproductie een rol. Groei en toxineproductie zijn dan mogelijk door fouten in de receptuur (geen / niet genoeg conserverende werking), het proces (onvoldoende verhitting, lekkende verpakking), of de bewaaromstandigheden (te lang bij te hoge temperatuur) (EFSA BIOHAZ Panel, 2005; FDA, 2012).

Ziektelastschatting

Er vindt in Nederland geen ziektegevallenregistratie plaats van *C. perfringens*-voedselvergiftiging, alleen in geval er sprake is van een uitbraak wordt dit geregistreerd. Door de milde aard van de symptomen die *C. perfringens* veroorzaakt, zullen veel ziektegevallen en kleinere uitbraken niet opgemerkt worden. Humane incidentiegegevens van ziektegevallen veroorzaakt door *C. perfringens* in Nederland zijn gebaseerd op schattingen. In 2018 werd het aantal mensen dat ziek werd door *C. perfringens* geschat op 171.00 (waarvan er 5 overleden). De geschatte ziektelast o.b.v. deze incidentie is 200 DALY en de kosten voor de samenleving € 29 miljoen voor dat jaar.

Bronattributie op basis van expertopinionen schat dat 90% (180 DALY) van deze ziektelast aan voedsel wordt toegeschreven. Binnen deze 180 DALY aan voedsel geattribueerde ziektelast van *C. perfringens* is het aandeel van AGF afgerond 7% (12 DALY, 11.000 zieken). Specifiek aan AGF wordt 6% van de totale 200 DALY ziektelast van *C. perfringens* geattribueerd (Figuur 7.4).

Van de totale aan AGF geattribueerde ziektelast (287 DALY, 30.770 zieken) wordt 4% aan *C. perfringens* toegeschreven (Figuur 7.3) en voor de ziektegevallen is dat 28% (Pijnacker et al., 2019).

Er zijn geen ziektelastschattingen beschikbaar van *C. botulinum*.

Risicokarakterisatie

Clostridia die een rol spelen in de humane voedselgerelateerde ziektegevallen in Nederland zijn *C. botulinum* en *C. perfringens*. Clostridia komen als sporen wijdverbreid in het milieu (grond) voor en worden in mest van dieren aangetroffen, wat beide mogelijke besmettingsroutes van verse aardappelen zijn. *C. botulinum* is aangetroffen op verse aardappelen, overleeft het kookproces en kan uitgroeien en toxine vormen op zowel verse (geschild) als gekookte aardappelen en producten daarvan gemaakt. Koeling (<8 °C) en gebruik van conserveermiddelen voorkomt dit probleem. Beschreven ziektegevallen en uitbraken van botulisme veroorzaakt door aardappelen worden allemaal veroorzaakt door het niet goed beheersen van het bereidingsproces door de voedselbereider (grote cateraar, consument). Botulisme komt bij de mens in Nederland zeer zelden voor en is nog nooit (2000-2018) aan aardappelen toegeschreven.

C. botulinum veroorzaakt bewezen ziektegevallen door consumptie van aardappelen, waarbij de besmetting (het gevaar) afkomstig is vanuit de aardappelketen, maar de het risico ontstaat door inadequate bereidings- en bewaarprocedures (bijna altijd) door voedselbereider zelf. Echter ook in industrieel bereide, koelverse producten kan deze pathogeen voor problemen zorgen.

C. botulinum wordt beschouwd als relevant gevaar voor bereide / (voor)gegaarde aardappelen en aardappelproducten. Het risico wordt beoordeeld als klein op basis van kans (zeer klein) en effect (groot). Beheersing vindt plaats door adequate (gekoelde) opslag (<8 °C) en gebruik van conserveermiddelen (koelverse producten).

Het is aannemelijk dat *C. perfringens* ook voorkomt op aardappelen en dat uitgroei plaats kan vinden, met name bij temperaturen >7 °C. Er zijn echter nauwelijks data beschikbaar om deze aanname te kunnen onderbouwen. Uitbraken waarbij aardappel(product)en betrokken waren zijn amper beschreven en onduidelijk is of aardappelen de werkelijke oorzaak zijn. *C. perfringens* wordt daarom niet als relevant gevaar voor de aardappelketen beschouwd. Het risico van *C.*

perfringens in de aardappelketen wordt als verwaarloosbaar ingeschat op basis van kans (verwaarloosbaar) en effect (gering).

7.3.5. Pathogene *Escherichia coli* (STEC)

Escherichia coli behoort tot de familie van *Enterobacteriaceae*. Het is een bacterie die bij veel warmbloedige dieren in de darmen, en dus in de feces/mest, voorkomt. Niet alle *E. coli*-types zijn ziekteverwekkend voor de mens, slechts een klein deel behoort tot de groep van pathogene *E. coli*. Deze groep bestaat uit meerdere soorten diarree veroorzakende *E. coli*-soorten, waarvan shigatoxine-producerende *E. coli* (STEC) de meest bekende is. Vroeger werd ook de naam vero(cyto)toxine-producerende *E. coli* (VTEC) gebruikt (RIVM, 2010).

STEC is Gram-negatief, facultatief anaeroob, vormt geen sporen en kan niet (goed) bij koelkasttemperatuur groeien (Tabel 7.4).

Gastro-enteritis en hemorragische colitis behoren tot de mildere klachten die STEC veroorzaakt. Het hemolytisch uremisch syndroom (HUS) tot de ernstige en 'End Stage Renal Disease' is chronisch. De kans op sterfte bij goede behandeling van een STEC-infectie is matig (1:100-1:1.000) (van Kreijl et al., 2004).

De infectieuze dosis is laag, vooral bij de risicogroepen (jonge kinderen, bejaarden, immunogecompromitteerden). De ID₅₀ wordt echter geschat op 10³-10⁶ cellen, maar er zijn uitbraken beschreven met een veel lagere dosis (10¹ cellen) (Forsythe, 2000; Teunis et al., 2004; FDA, 2012).

Wetgeving

Er zijn geen specifieke voedselveiligheidscriteria vastgelegd in EU wetgeving³⁶ of in nationale wetgeving⁴² voor pathogene *E. coli* in aardappel(product)en. Wel heeft de NVWA een interventiebeleidslijn⁴⁴ opgesteld met betrekking tot het aantreffen van STEC in levensmiddelen ter uitvoering van de artikel 14 van de Algemene Levensmiddelen Verordening³⁴.

Besmettingsroutes

Herkauwers (koe, geit, schape) zijn de belangrijkste bron van STEC. Deze pathogeen wordt in de mest uitgescheiden (Farrokh et al., 2013). Het voorkomen van *E. coli* (al dan niet pathogeen) op levensmiddelen is gerelateerd aan besmetting door mest of door onhygiënisch handelen. Voedselgewassen kunnen met (pathogene) *E. coli* besmet raken door gebruik van mest als groeibevorderaar of door met mest vervuild (irrigatie)water (WFBR, 2018). In het milieu kan STEC langere tijd overleven (Fremaux et al., 2008; Farrokh et al., 2013).

Twee studies waarin de overdracht van *E. coli* vanuit het milieu (grond geïrrigeerd met rioolslib of bewerkt stadsafvalwater) naar aardappelen werd bestudeerd, laten echter amper tot geen overdracht zien (WFBR, 2018). Dit geldt ook voor onderzoek van Battilani et al. (2014) waarin behandeld afvalwater wordt gebruikt.

Echter, studies waar gebruik is gemaakt van blootstelling aan hogere concentraties *E. coli* tonen aan dat overdracht naar aardappelen wel mogelijk is. Het betrof een studie waarin één week voor de oogst het aardappelveld werd besmet met mest (simulatie blootstelling wilde dieren) of werd overstroomd met besmet irrigatiewater (Hutchison et al., 2017). En de eerder genoemde studie van Forslund et al. (2011) waarin gebruik werd gemaakt van met pathogenen besmet water (worst-case scenario) in combinatie met een ondergronds irrigatiesysteem.

⁴⁴ Beleidslijn Interventie aanwezigheid STEC in levensmiddelen, beschikbaar via <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/e-coli-bacterien-stec-ehec/documenten/consument/eten-drinken-roken/bacterien/e.-coli/beleidslijn-interventie-aanwezigheid-stec-in-levensmiddelen>.

Tijdens verdere be- en verwerking van aardappelen kan nabesmetting optreden, bijvoorbeeld door handcontact of vanuit procesomgeving. In een gedateerde studie uit de VS (1967) werden bij ca. 30 aardappelverwerkende fabrieken inspecties en monsternames verricht. Het onderzoek liet o.a. zien dat *E. coli* werd aangetroffen op friet. Het bevroren product kwam tijdens het verpakken frequent in contact met blote handen (ongewassen, niet gedesinfecteerd). Daarnaast werd in fabrieken met een slechte hygiëne (o.a. zichtbaar vuil) tijdens het gehele productieproces frequent *E. coli* op het product aangetroffen, behalve direct na de verhittingsstappen (stoomschillen, blancheren, frituren). Na het verbeteren van de proceshygiëne bleek *E. coli* nog amper voor te komen (Surkiewicz et al., 1967; WFBR, 2018).

Aantreffen in de keten

Studies naar het voorkomen van pathogene *E. coli* in de aardappelketen zijn schaars. In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR wordt één referentie genoemd waarin prevalentiegegevens van *E. coli* op aardappel(product)en is beschreven (Duran et al., 1982). Het betrof rösti (gedroogd en bevroren), friet (bevroren), aardappelpuree (gedroogd) en aardappelsalade. Het onderzoek omvatte ca. 7550 monsters. Daarnaast bleek een andere referentie ook gegevens over aanwezigheid van STEC O157:H7 op tafelaardappelen te bevatten (Selma et al., 2007) (Tabel 7.6).

STEC O157:H7 werd niet op verse aardappelen aangetroffen (beperkte aantal monsters). En van de onderzochte aardappelproducten werden alleen in de aardappelsalades hogere aantallen (>2,2 log kve/g) *E. coli* aangetroffen (0,9%). In de overige producten werd *E. coli* niet of in beperkte mate (3% positief, <1,8 log kve/g) aangetroffen.

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA in totaal 5 monsters afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van pathogene *E. coli* (Tabel 7.6). Het betrof geen selectieve monsternamen of o.b.v verdenking. Geen daarvan was positief.

In de periode 1990-2018 werd één RASFF-melding geregistreerd over aardappel(product)en besmet met *E. coli* (Tabel 7.7). Het betrof een te hoog aantal *E. coli* (10^3 kve/g) in chips, waarbij *E. coli* wel werd geregistreerd als pathogeen. Het zal hier waarschijnlijk niet specifiek om STEC gaan, daarvoor lijkt het besmettingsniveau in relatie tot het type product (verhit, dus nabesmetting) te hoog, hoewel aanwezigheid daarvan niet valt uit te sluiten.

In de VS werden in de periode 2010-2018 geen meldingen van (pathogene) *E. coli* in aardappelproducten geregistreerd (Tabel 7.8), afgezien van een melding waarin een ander ingrediënt de bron was (selderij in aardappelsalade).

Toename

Pathogene *E. coli* heeft een lage infectieuze dosis en heeft geen groei nodig om ziekteverschijnselen te kunnen veroorzaken. In de koelkast (< 7 °C) kan STEC niet (goed) groeien (Tabel 7.4).

Er zijn in de literatuur geen studies gevonden over het groeipotentieel van (pathogene) *E. coli* op aardappel(product)en (WFBR, 2018).

Reductie/decontaminatie

Onderzoek van Hutchison et al. (2017) toont aan dat de wasstap die tijdens de productie van verse aardappelen wordt toegepast geen effect heeft op de hoeveelheid *E. coli* die op de knollen aanwezig is. Gedurende opslag (2 weken) nam de besmetting wel af, maar bleef aanwezig.

Pathogene *E. coli* wordt afgedood tijdens pasteurisatie, en daarmee tijdens het garingsproces van aardappelen. Aanwezigheid van STEC op gegaarde aardappel(product)en zal daarom afkomstig zijn van besmetting na deze processtap.

Ziektegevallen en ziektelast

Uitbraken & ziektegevallen

Een overzicht van aardappel-gerelateerde uitbraken en ziektegevallen die door STEC werden veroorzaakt en werden geregistreerd (VS, EFSA) of in de literatuur beschreven staat vermeld in Tabel 7.10.

In de EFSA database (2011-2017) werd één STEC-uitbraken geregistreerd welke werd gelinkt aan de aardappelketen (verse aardappelen en verse prei). In de literatuur is daarnaast nog een andere uitbraak beschreven waarin *E. coli* O157 de veroorzaker was en verse aardappelen de (mogelijke) bron. Verder is een grote uitbraak beschreven waar *E. coli* O153:H45 de verwekker was en een aardappelgerecht het vehikel (Tabel 7.10).

In de database van voedselgerelateerde uitbraken in de VS (1998-2017) staan geen uitbraken veroorzaakt door pathogene *E. coli* vermeld waarbij aardappelproducten als bron worden genoemd. Ook in Nederland (2009-2018) werd geen STEC-uitbraak geregistreerd die werd veroorzaakt door producten afkomstig uit de aardappelketen. STEC-infecties veroorzaakt door producten uit de aardappelketen komen dus zelden voor.

De vermoedelijk oorzaak van de twee door verse aardappelen veroorzaakte STEC-uitbraken wordt gezocht in de grond die op de aardappelen zat. De grond is waarschijnlijk op consumptiegerede producten gekomen (kruisbesmetting). Van het aardappelgerecht is de precieze bron van besmetting niet vastgesteld. Wel is het gerecht te lang bij kamertemperatuur bewaard geweest wat mogelijk aan de uitbraak heeft bij gedragen (Roels et al., 1998).

Ziektelastschatting

STEC-infecties zijn in Nederland (binnen gestelde kaders) meldingsplichtig en worden geregistreerd (zie 7.5.1). Ziektelastschattingen voor STEC in Nederland zijn alleen gebaseerd op STEC O157 (Pijnacker et al., 2019). In 2018 werden in de actieve STEC O157 surveillances 59 patiënten geregistreerd, waarvan er 23 in het ziekenhuis werden opgenomen. Er waren 5 gevallen met HUS en er werden geen sterfgevallen door STEC gemeld. Op basis van deze gegevens werd geschat dat in 2018 2.100 mensen een STEC O157 infectie opliepen (waarvan er 4 overleden). De geschatte ziektelast o.b.v. deze incidentie is 150 DALY en de kosten voor de samenleving € 6 miljoen voor dat jaar.

Bronattributie op basis van expertopinions schat dat 41% (61 DALY) van deze ziektelast aan voedsel wordt toegeschreven. Binnen deze 61 DALY aan voedsel geattribueerde ziektelast van STEC O157 is het aandeel van AGF afgerond 7% (4 DALY, 61 zieken). Specifiek aan AGF wordt 3% van de totale 150 DALY ziektelast van STEC geattribueerd (Figuur 7.4).

Van de totale aan AGF geattribueerde ziektelast (287 DALY, 30.770 zieken) wordt 1% aan STEC toegeschreven (Figuur 7.3) en voor de ziektegevallen is dat 0,2% (Pijnacker et al., 2019).

Risicokarakterisatie

Pathogene *E. coli* (STEC) komt voor in de teeltfase van de aardappelketen (mest, grond, irrigatiewater) en kan via die route aardappelen besmetten. Er zijn amper gegevens over het voorkomen van STEC op aardappel(product)en bekend. Wel zijn twee STEC-uitbraken toegeschreven aan (o.a.) verse aardappelen, waarbij vermoedelijk aanhangige grond de besmettingsroute is geweest. STEC overleeft het garingsproces van aardappelen niet.

STEC heeft op zeer incidentele basis tot bewezen ziektegevallen geleid vanuit de aardappelketen. De besmetting (het gevaar) was hierbij afkomstig vanuit de aardappelketen. STEC wordt echter niet als relevant gevaar beschouwd voor aardappelen. Het risico wordt beoordeeld als verwaarloosbaar op basis van kans (verwaarloosbaar).

7.3.6. *Listeria monocytogenes*

Het geslacht *Listeria* behoort tot de familie van *Listeriaceae*. Van de verschillende *Listeria* spp. is *L. monocytogenes* de meest belangrijke met betrekking tot de volksgezondheid. *L. ivanovii* veroorzaakt in mindere mate ziektegevallen. De andere soorten – waaronder *L. innocua* en *L. whelshimeri*, zijn niet ziekteverwekkend. *L. monocytogenes* veroorzaakt listeriose, een ziekte die zowel bij mens als dier voorkomt. *L. monocytogenes* wordt onderverdeeld in serotypen, waarvan 1/2a, 1/2b en 4b het meest frequent in verband worden gebracht met humane ziektegevallen (FDA, 2012; RIVM, 2016a).

L. monocytogenes is Gram-positief, vormt geen sporen en is een facultatief anaerobe bacterie. Voor specifieke gegevens en overige relevante eigenschappen van deze pathoogeen zie Tabel 7.4.

Bij de meeste mensen verloopt een infectie met *L. monocytogenes* zonder symptomen of met milde klachten (gastro-enteritis); ernstige ziekteverschijnselen die door *L. monocytogenes* worden veroorzaakt zijn hersen- en hersenvliesontsteking, sepsis en abortus. Van de patiënten met ernstige ziekteverschijnselen heeft het merendeel (>93%) last van ernstig onderliggend lijden en/of gebruikt immuunsuppressiva en/of maagzuurremmers, of het betreft een zwangerschap (ongeboren vrucht). De kans op sterfte bij deze kwetsbare groep is – ook bij optimale behandeling – hoog (>1:100) (van Kreijl et al., 2004) en lag de afgelopen jaren (2006-2016) in Nederland tussen 5-31% (Friesema et al., 2015b; Friesema et al., 2016b; RIVM, 2016a; Friesema et al., 2017b; Friesema et al., 2017c). In geval van zwangerschap gerelateerde listeriose ligt het risico voornamelijk bij de ongeboren vrucht. De moeder kan symptomeloos zijn, maar *L. monocytogenes* is in staat de moeder-kind barrière te passeren (verticale transmissie) en zo de kwetsbare vrucht bereiken (RIVM, 2016a).

De infectieuze dosis van *Listeria* is niet precies bekend, maar ligt in orde van grootte van 1.000-100.000 cellen voor de meest gevoelige populatie (Farber et al., 1996; FDA, 2012). Mogelijk nog iets lager (Pouillot et al., 2016). Geschat wordt dat 90% van de listeriose gevallen wordt veroorzaakt door voedsel dat op het moment van consumptie >2.000 kve/g bevat (EFSA BIOHAZ Panel, 2018).

Wetgeving

Er zijn voedselveiligheidscriteria vastgelegd in EU wetgeving³⁶ voor “kant-en-klare levensmiddelen die (niet) als voedingsbodem voor *L. monocytogenes* kunnen dienen” wat betreft *L. monocytogenes*. Gedurende de houdbaarheidstermijn geldt een grenswaarde van 100 kve/g. In producten waarin significante groei kan optreden, geldt aan het eind van het productieproces dat *L. monocytogenes* afwezig (in 25 g) moet zijn.

Besmettingsroutes

Listeria monocytogenes kan worden aangetroffen bij dieren, planten, in grond en in water. Deze pathoogeen komt in veel soorten omgevingen voor, zij het in lage aantallen (RIVM, 2016a; WFBR, 2018). Er is echter ook een studie die hoge aantallen (10^3 - 10^5 kve/g) *L. monocytogenes* aantrof in landbouwgrond met en zonder organische bemesting (Selma et al., 2007; WFBR, 2018). In grond wordt aanwezigheid van listeria, inclusief *L. monocytogenes*, geassocieerd met plantaardige compost en dierlijke mest (Vivant et al., 2013; WFBR, 2018). Aardappelen kunnen dus via deze routes besmet raken.

Er zijn verschillende onderzoeken die aantonen dat *L. monocytogenes* voorkomt in de grond en op de aardappelen die daarin geteeld zijn (Weis & Seeliger, 1975; Doan & Davidson, 2000; Selma et al., 2007; Szymczak et al., 2014; WFBR, 2018). Echter, een studie die de overdracht van *L. monocytogenes* vanuit natuurlijke mest naar aardappelen bestuurd liet zien dat *L. monocytogenes* 1-2 maanden na bemesting (uitgevoerd vóór poten) in de bodem overleeft, maar dan verdwijnt en ook niet op de geogoste aardappelen werd aangetroffen (WFBR, 2018).

Hoewel besmetting van grondstoffen (in dit geval verse aardappel) in de primaire fase van de keten plaats kan vinden, wordt nabesmetting vanuit de procesomgeving voor kant-en-klaar producten als meest belangrijkste bron van *L. monocytogenes* beschouwd. Introductie van *L. monocytogenes* in de procesomgeving kan daarbij afkomstig zijn van de grondstoffen (verse aardappel). Andere introductieroutes in de procesomgeving zijn vanuit het milieu buiten de fabriek (dieren, grond, stof, water). Deze pathogeen kan goed overleven in de procesomgeving van de fabriek, vooral in biofilms. Juist deze biofilm zorgt er voor dat deze toch al vrij resistente bacterie, nog ongevoeliger is voor allerlei omgevingsinvloeden. En biofilms zijn lastiger te verwijderen dan bacteriën die niet in een biofilm voorkomen (Zomer et al., 2015; RIVM, 2016a; EFSA BIOHAZ Panel, 2018). Ook in de aardappelketen kan nabesmetting vanaf procesapparatuur een rol spelen (Smittskydd Västra Götaland, 2018), al zijn daar nauwelijks publicaties over verschenen.

Aantreffen in de keten

In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR zijn vier referenties gevonden waarin onderzoek is gedaan naar het vóórkomen van *L. monocytogenes* op aardappel(product)en. In één van deze studies werd alleen onderzoek gedaan naar het besmettingsniveau van de aardappelen, wat gemiddeld 10^3 kve/g bedroeg. De drie andere referenties bevatte prevalentiegegevens. Aanvullend is nog één andere referentie gevonden (Tabel 7.6). De in de referenties genoemde onderzoeken omvatten ca. 185 monsters. Het betrof alleen verse aardappelen, zowel in de teeltfase als de retail (markt, supermarkt). De waargenomen prevalenties lagen tussen de 10% en 40%, met een gemiddelde van 20%.

Ondanks dat het aannemelijk is dat *L. monocytogenes* ook voorkomt op met name industrieel bereide aardappelproducten (koelvers, bevroren), zijn er geen studies in de literatuur gevonden die hier onderzoek naar hebben gedaan (WFBR, 2018). Dit is mogelijk te verklaren doordat de meeste van deze producten nog moeten worden verhit voor ze geschikt zijn voor consumptie. Deze producten vallen daarmee niet onder de categorie "kant-en-klare levensmiddelen" uit de Verordening Microbiologische Criteria³⁶, wat onderzoek naar *L. monocytogenes* minder relevant maakt.

Dit is ook terug te zien in het ontbreken van meldingen over deze product-pathogeen-combinatie in RASFF (1990-2018; Tabel 7.7). Wel zijn in de VS (2010-2018) 19 meldingen geregistreerd van producten waarin aardappel is verwerkt die uit de handel zijn gehaald omdat deze besmet bleken met *L. monocytogenes*. In 12 meldingen betrof het samengestelde producten waarin een ander ingrediënt de bron van de besmetting was. De overige 7 meldingen betroffen aardappelschijfjes (1), salades (3) en divers / samengestelde producten (3) (Tabel 7.8). De aardappelschijfjes raakten besmet vanuit de productieomgeving, net als de overige producten (met uitzondering van een melding met onbekende besmettingsoorzaak).

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA in totaal 262 monsters (chips, aardappelgerecht) afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van *L. monocytogenes*. Uitzonderd selectief of o.b.v. verdenking genomen monsters ging het om 236 monsters. De pathogeen werd alleen in aardappelgerechten aangetroffen (0,4%) (Tabel 7.6).

Toename

L. monocytogenes is een van de pathogene bacteriën die wel bij koelkasttemperatuur kan groeien. Groei kan plaatsvinden vanaf 0 °C, zowel in een omgeving met als zonder zuurstof. Daarnaast is het een vrij resistente bacterie die onder verschillende moeilijke condities standhoudt of zelfs groeit (hoge zout concentratie, lage pH) (FDA, 2012; EFSA BIOHAZ Panel, 2018; CDC, 2019a).

De infectieuze dosis van *L. monocytogenes* is wat hoger (Tabel 7.4) dan voor bijvoorbeeld *Salmonella* of STEC, zodat bij een besmetting met een laag aantal cellen groei in het product nodig is om tot ziekteverschijnselen bij de mens te leiden.

Er zijn echter weinig studies gepubliceerd over de mogelijkheid van *L. monocytogenes* om uit te groeien op aardappelproducten (WFBR, 2018) (Tabel 7.9). Groei op verse aardappelen (geschild) blijkt echter goed mogelijk vanaf 4 °C.

Reductie/decontaminatie

Uitgroei van *L. monocytogenes* op geschilde, verse, vacuüm verpakte aardappelen tijdens gekoelde opslag (4 °C) kan worden voorkomen door toevoeging van sulfiet of commercieel verkrijgbare middelen om verkleuring tegen te gaan (met en zonder naspoelen met water). Nadeel is dat de toegepaste behandelingen ook invloed hebben op het sensorisch (geur, uiterlijk) kunnen waarnemen van bederf. Zeker bij temperatuurmisbruik bleek dat producten bedorven waren of hoge aantallen *L. monocytogenes* bevatten, zonder dat dit waarneembaar was. Hierdoor zal de consument de producten als veilig beoordelen, wat tot risico's kan leiden (Juneja et al., 1998).

Naast voorkómen van uitgroei tijdens opslag, zal het risico van *L. monocytogenes* verder worden gereduceerd door de verhittingsstap die verse, maar (vaak) ook voorgegaarde (koelverse of bevroren) aardappelproducten nodig hebben om deze producten consumptiegeveerd te maken (WFBR, 2018). *L. monocytogenes* overleeft het kookproces niet. Aanwezigheid van *L. monocytogenes* op gegaarde aardappel(product)en zal daarom afkomstig zijn van nabesmetting.

Ziektegevallen en ziektelast

Uitbraken & ziektegevallen

Slechts één melding kon worden gevonden van een listeriose-uitbraak veroorzaakt door een aardappelproduct (Tabel 7.10). Het betrof een uitbraak in Zweden (2018) veroorzaakt door een koelvers ready-to-heat maaltijd met aardappelpuree. De besmetting was afkomstig van procesapparatuur (aardappelpureemachine) in de fabriek en kon ook in de procesomgeving worden aangetoond. De oorzaak was het niet goed opwarmen van het product voor consumptie (Smittskydd Västra Götaland, 2018).

In de database van voedselgerelateerde uitbraken in de EFSA (2011-2018) en VS (1998-2016) staan geen listeriose uitbraken vermeld waarbij aardappelproducten als bron worden genoemd.

Ziektelastschatting

Listeriose is in Nederland een meldingsplichtige ziekte en er vindt actieve laboratorium surveillance plaats (zie 7.5.1). In 2018 werden 78 listeriose patiënten waargenomen, waarvan 6 overleden. In zeven gevallen betrof het zwangerschap gerelateerde listeriose (waarvan twee kinderen overleden). De geschatte ziektelast o.b.v. deze incidentie is 260 DALY en de kosten voor de samenleving € 3 miljoen voor dat jaar.

Bronattributie op basis van expertopinionen schat dat 69% (180 DALY) van deze ziektelast aan voedsel wordt toegeschreven. Binnen deze 180 DALY aan voedsel geattribueerde ziektelast van *L.*

monocytogenes is het aandeel van AGF afgerond 5% (14 DALY, 4 zieken). Specifiek aan AGF wordt 5% van de totale 260 DALY ziektelast van *L. monocytogenes* geattribueerd (Figuur 7.4). Van de totale aan AGF geattribueerde ziektelast (287 DALY, 30.770 zieken) wordt 5% aan *L. monocytogenes* toegeschreven (Figuur 7.3) en voor de ziektegevallen is dat 0,01% (Pijnacker et al., 2019).

Risicokarakterisatie

L. monocytogenes komt voor in het milieu (grond), wordt op verse aardappelen aangetroffen, kan uitgroeien in de koelkast (4 °C) op verse aardappelproducten, maar overleeft het kookproces niet. Wel kan bij (voor)gegaarde producten nabesmetting optreden, dit heeft op zeer incidentele schaal tot ziektegevallen geleid. Gegevens over voorkomen en uitgroei op kant-en-klare producten ontbreken grotendeels. Omdat *L. monocytogenes* van nature voorkomt in de aardappelketen (verse aardappel), is het noodzakelijk alert te blijven om introductie (en biofilm vorming) in de procesomgeving van verwerkte kant-en-klare aardappelproducten (nabesmetting) te voorkomen. Deze pathogeen wordt daarom wel als relevant gevaar voor de aardappelketen beschouwd, met name voor kant-en-klare producten. Het aantal ziektegevallen lijkt echter zeer beperkt. Daarom wordt het risico dat *L. monocytogenes* vanuit de aardappelketen vormt voor de volksgezondheid als klein ingeschat op basis van kans (verwaarloosbaar) en effect (groot).

7.3.7. Salmonella spp.

Salmonella behoort tot de familie van *Enterobacteriaceae*. Het geslacht *Salmonella* bestaat uit twee soorten, *Salmonella enterica* en *Salmonella bongori*. Binnen de soorten is een onderverdeling in subsoorten (subsp.) en serovars. Er zijn meer dan 2.600 serovars bekend. De meeste *Salmonellae* die bij de mens en warmbloedige dieren ziekte veroorzaken behoren tot *Salmonella enterica* subsp. *enterica* groep. Binnen deze groep wordt de naamgeving veelal ingekort tot alleen het serovar, bijv. *Salmonella* Enteritidis i.p.v. *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Enteritidis (Brenner et al., 2000; Agbaje et al., 2011; FDA, 2012; Issenhuth-Jeanjean et al., 2014).

Daar waar in deze risicobeoordeling *Salmonella* wordt gebruikt, worden serovars behorend tot de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* groep bedoeld.

Salmonella is een facultatief-anaeroob, Gram-negatieve, niet-sporenvormend micro-organisme. Voor overige relevante eigenschappen zie Tabel 7.4

Salmonella veroorzaakt buiktyfus, paratyfus en salmonellose.

Buiktyfus wordt veroorzaakt door *S. Typhi* en paratyfus door *S. Paratyphi* A, B en C. De mens is het enige reservoir van *S. Typhi*. Ook voor *S. Paratyphi* is de mens vrijwel het enige reservoir, maar soms zijn dieren, met name vee, drager van *S. Paratyphi* (RIVM, 2001a;2001b; FDA, 2012).

Buiktyfus en ook paratyfus worden in feite (bijna) alleen verspreid door consumptie van water of voedsel dat is besmet met feces van patiënten/dragers. In water kunnen *S. Typhi* en *S. Paratyphi* geruime tijd (weken/maanden) overleven, vooral bij lage temperatuur en onder aërobe omstandigheden.

Ziekteverschijnselen van een infectie met *S. (para)typhi* zijn ernstig ((para)tyfus)). De kans op sterfte bij optimale behandeling is matig (1:100-1:1.000) (van Kreijl et al., 2004).

Buiktyfus en paratyfus zijn meldingsplichtige ziekten (zie 7.5.1). In Nederland komen beide ziektes weinig voor. In de periode 2012-2018 werden jaarlijks <35 patiënten met buiktyfus, paratyfus A of paratyfus B gemeld. Voor paratyfus C is dat <5 gevallen (RIVM, 2018c). Buiktyfus en paratyfus komen in Nederland vooral voor als importziekten.

Salmonellose wordt door alle andere types *Salmonella* veroorzaakt. Hoewel er serovars zijn die vaker bij de mens worden aangetroffen als ziekteverwekker, worden ze allemaal als pathogeen

beschouwd (EC, 2003). Er kunnen echter hele specifieke stammen zijn die niet ziekteverwekkend zijn voor de mens, maar dat zijn uitzonderingen (Cheng et al., 2019).

Ziekteverschijnselen van een salmonellose zijn mild (gastro-enteritis, reactieve artritis) tot ernstig (bacteriëmie), maar ook chronische klachten komen voor (Prikkelbare Darm Syndroom en in mindere mate inflammatoire darmziekte). De kans op sterfte bij optimale behandeling is matig (1:100-1:1.000) (van Kreijl et al., 2004; Bouwknecht et al., 2014).

De infectieuze dosis van *Salmonella* kan laag zijn (10-100 cellen, maar >1 cel wordt ook genoemd), vooral in vette producten (RIVM, 2006a; de Jonge & Aarts, 2010; FDA, 2012), terwijl er ook studies zijn die tot hogere doses komen, met een ID₅₀ 10⁴-10⁵ cellen (Rose et al., 2014).

In deze risicobeoordeling worden de typhoidale *S. enterica*-serovars buiten beschouwing gelaten. De reden is dat het weinig voorkomt in Nederland en vooral een importziekte is.

Wetgeving

Er zijn voedselveiligheidscriteria vastgelegd in EU wetgeving³⁶ voor aardappel(product)en wat betreft *Salmonella*. Daarnaast geldt nationale wetgeving⁴² voor deze pathogeen voor "eet- en drinkbaar, met uitzondering van eet- en drinkwaren die geen kiemreducerende behandeling hebben ondergaan en bij normaal gebruik pas na verhitting door de eindgebruiker geschikt zijn voor consumptie door de mens".

Besmettingsroutes

In zijn algemeenheid wordt *Salmonella* aangetroffen in vrijwel alle milieus, in de darmen van dieren (mest), in grond, maar ook in oppervlaktewater en in diervoeders (FDA, 2012). In grond kan *Salmonella* enige tijd (weken) overleven (Jacobsen & Bech, 2012; Jechalke et al., 2019).

Salmonella kan via grond, bemesting of via water dat besmet is met fecaliën aardappelen contamineren tijdens de teelt. Dit wordt gestaafd door de eerder genoemde studie van Forslund et al. (2011) waarin overdracht van humaan pathogenen (o.a. *S. Senftenberg*) naar aardappelen wordt aangetoond bij gebruik van met pathogenen besmet water (worst-case scenario). Ander onderzoek met gebruik van rioolslib toont wel aanwezigheid van *Salmonella* in de grond aan maar niet op de aardappelen (WFBR, 2018).

Na de verwerking van aardappelen kan *Salmonella* door nabesmetting op het product terecht komen. Bekende nabesmettingsroutes zijn door toevoeging van een besmet ingrediënt aan een bereid aardappelproduct, door kruisbesmetting tijdens bereiding, of door een voedselbereider die besmet is met *Salmonella* (WFBR, 2018).

In droge producten in zijn algemeenheid komt *Salmonella* geregeld voor, o.a. door nabesmetting vanuit de omgeving (Beuchat et al., 2011).

Aantreffen in de keten

In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR zijn geen referenties beschreven waarin prevalentiegegevens van *Salmonella* zijn opgenomen m.b.t. aardappel(product)en. Aanvullend zijn drie referenties gevonden waarin wel gegevens beschikbaar zijn (Tabel 7.6). De genoemde onderzoeken omvatten ca. 125 monsters, alleen verse aardappelen. *Salmonella* werd in twee onderzoeken aangetroffen. Met een prevalentie van 1% en 100% (gemiddeld 11%).

Hoewel *Salmonella* voorkomt in verschillende gedroogde producten (o.a. specerijen, granen, melkpoeder) (Podolak et al., 2010), zijn geen studies bekend waarin gedroogde aardappelproducten op deze pathogeen werden onderzocht (WFBR, 2018).

Onderzoek van Wells & Butterfield (1997) laat zien dat *Salmonella* vaker voorkomt op groente en fruit met soft-rot. Al gold dat in dit onderzoek niet voor aardappelen, die zo wel met als zonder rot allemaal *Salmonella*-positief waren.

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA in totaal 511 monsters afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van *Salmonella*. Het betrof aardappel-eiwit bestemd voor diervoeder, chips en aardappelgerecht. Uitgezonderd selectief of o.b.v. verdenking genomen monsters ging het om 401 monsters (chips en aardappelgerecht) (Tabel 7.6). Alleen in aardappelgerecht werd deze pathogeen aangetroffen (1%).

In de periode 1990-2018 werden één RASFF-melding genotificeerd over aanwezigheid van *Salmonella* in aardappel(product)en (Tabel 7.7). Het betrof een aardappelgerecht geproduceerd in Nederland.

In de periode 2010-2018 werden in de VS 19 recalls uitgevoerd vanwege besmetting met *Salmonella* van verschillende soorten producten waarin aardappel was verwerkt. In 15 gevallen betrof het producten relevant voor de aardappelketen (chips (13), aardappelproduct (2)) (Tabel 7.8). Het ging hierbij in alle gevallen om besmetting door een toegevoegd ingrediënt: specerijen, chocola, melk of gehydrolyseerd plantaardig eiwit. De melk(poeder) is hierbij een ingrediënt van het specerijmengsel dat is toegevoegd.

Toename

Salmonella kan onder ideale omstandigheden groeien bij koelkasttemperaturen (vanaf 5 °C). De hoeveelheid cellen die nodig is om een infectie te veroorzaken kan echter heel laag zijn (Tabel 7.4), waardoor groei in het levensmiddel niet altijd noodzakelijk is om ziekte bij de mens te kunnen veroorzaken.

Salmonella kan groeien (kamertemperatuur) op verse aardappelen indien die beschadigd zijn. Groei wordt gestimuleerd door soft-rot bacteriën (*Erwinia carotovora*) en schimmels (*Botrytis* en *Rhizopus*) (Wells & Butterfield, 1997;1999). Of dit ook bij koelkasttemperatuur mogelijk is, werd niet onderzocht (Tabel 7.9).

Er zijn weinig publicaties verschenen die het groeipotentieel van *Salmonella* op aardappelproducten bestuderen. Deze onderzoeken tonen echter wel aan dat groei op gekookte aardappelen mogelijk is bij 5 °C.

Reductie/decontaminatie

Salmonella overleeft het pasteurisatie proces niet en komt daardoor onder hygiënische productie-omstandigheden niet voor op gekookte aardappel(product)en. Aanwezigheid van *Salmonella* op gegaarde aardappel(product)en zal daarom afkomstig zijn van nabesmetting.

Salmonella wordt geassocieerd met gedroogde producten (Podolak et al., 2010; Beuchat et al., 2011). Het bereidingsproces van gedroogde aardappelproducten, waarin zowel een blancheerstap als een droogstap met stoom aanwezig is, volstaat om vegetatieve bacteriën (zoals *Salmonella*) te doden (WFBR, 2018). Hierdoor blijft ook de procesomgeving schoon en zal nabesmetting een kleine rol spelen in vergelijking met bijvoorbeeld sproeidroogprocessen waarbij *Salmonella* kan overleven.

Ziektegevallen en ziektelast

Uitbraken & ziektegevallen

Er zijn verschillende salmonellose-uitbraken bekend waarvan de oorzaak de consumptie van een aardappelproduct is. Een niet volledig overzicht staat in Tabel 7.10.

Een opvallende is die door consumptie van chips, waarbij de besmetting afkomstig was van de kruiden. Het besmettingsniveau was laag (4-45 kve/100 g), toch werden ca. 1000 mensen ziek (WFBR, 2018). Bekend is dat in vette producten *Salmonella* wordt beschermd tijdens de maagpassage, zodat een laag besmettingsniveau al volstaat om een infectie te kunnen veroorzaken (RIVM, 2006a). Ook bij aardappelsalades (niet vermeld in de tabel) ligt de oorzaak in het toevoegen van besmette ingrediënten (bijv. eieren).

Indien een oorzaak van de uitbraken werd vermeld, was aardappel zelf niet de bron. De oorzaak van besmetting lag ergens anders, zoals kruisbesmetting tijdens bereiding of door een voedselbereider die besmet is met *Salmonella*. Dit vaak in combinatie met te lang bewaren buiten de koeling (WFBR, 2018). Dit zelfde geldt voor de uitbraken die genoemd worden in Doan & Davidson (2000).

In de EFSA database (2010-2017) werden geen salmonellose-uitbraken geregistreerd die werden gelinkt aan de aardappelketen.

Het aantal salmonellose-uitbraken dat in de VS in de periode 1998-2017 plaatsvond en waar alleen een aardappelproduct als oorzaak werd genoemd, beperkt zich tot drie. De uitbraken werden veroorzaakt door aardappelpuree (2), gekookte aardappelen (1).

Ziektelastschatting

Non-typhoidale salmonellose is in Nederland niet meldingsplichtig, behalve als het een uitbraak betreft met voedsel als vermoedelijke bron (zie 7.5.1). Wel vindt laboratoriumsurveillance plaats door het RIVM. In 2018 was de incidentie van laboratorium bevestigde salmonellose-gevallen in Nederland 9 per 100.000 inwoners. Op basis van deze waargenomen incidentie, wordt geschat dat in 2018 27.000 mensen een salmonellose-infectie opliepen, waarvan er 25 overleden. De ziektelast wordt geschat op 1.100 DALY met € 19 miljoen aan kosten voor de samenleving voor dat jaar.

Bronattributie op basis van expertopinions schat dat 56% (620 DALY) van deze ziektelast aan voedsel wordt toegeschreven. Binnen deze 620 DALY aan voedsel geattribueerde ziektelast van *Salmonella* is het aandeel van AGF afgerond 6% (39 DALY, 910 zieken). Specifiek aan AGF wordt 4% van de totale 1.100 DALY ziektelast van *Salmonella* geattribueerd (Figuur 7.4).

Van de totale aan AGF geattribueerde ziektelast (287 DALY, 30.770 zieken) wordt 14% aan *Salmonella* toegeschreven (Figuur 7.3) en voor de ziektegevallen is dat 2% (Pijnacker et al., 2019).

Risicokarakterisatie

Salmonella komt voor in het milieu (grond, water, mest) en wordt zowel op verse aardappelen als in aardappelgerechten aangetroffen. Op verse aardappelen (beschadigd) kan *Salmonella* uitgroeien bij kamertemperatuur. Op aardappelproducten kan *Salmonella* uitgroeien in de koelkast (5 °C). *Salmonella* overleeft het kookproces echter niet, net zo min als de productie van gedroogde aardappelproducten. Terugroepacties, salmonellose-uitbraken en ziektegevallen waarbij aardappelproducten betrokken zijn, hebben, voor zo ver bekend, allemaal een andere besmettingsbron (nabesmetting) dan de aardappel zelf.

Salmonella veroorzaakt bewezen ziektegevallen door consumptie van aardappelproducten of producten waarin aardappel is verwerkt. De besmetting (het gevaar) is hierbij niet afkomstig vanuit de aardappelketen, maar ontstaat door inadequate bereidingsprocedures (slechte hygiëne/kruisbesmetting) of door toevoeging van andere (met *Salmonella*-besmette) ingrediënten (bijv. kruiden).

Salmonella wordt niet beschouwd als gevaar vanuit de aardappelketen zelf, maar het is wel noodzakelijk alert te blijven om nabesmetting van met name vette kant-en-klare aardappelproducten (chips) te voorkómen. Het risico wordt beoordeeld als verwaarloosbaar op basis van kans (verwaarloosbaar).

7.3.8. Staphylococcus aureus

Het geslacht *Staphylococcus* behoort tot de familie van de *Staphylococcaceae* en bestaat uit 36 verschillende soorten. De stafylokokken die relevant zijn voor de voedselveiligheid behoren tot het coagulase-positieve soort, met als meest bekende *Staphylococcus aureus*. *S. aureus* hoort tot de normale microbiële flora van huid en slijmvliezen van zoogdieren, de mens inbegrepen, en vogels. *S. aureus* is een facultatief-anaeroob, Gram-positieve, niet-sporenvormend micro-organisme. Voor overige relevante eigenschappen zie Tabel 7.4

Voedselvergiftigingen veroorzaakt door *S. aureus* zijn het gevolg van de ingestie van in het levensmiddel gevormde hittestabiele enterotoxines die door enterotoxigene stammen van *S. aureus* worden geproduceerd (Hennekinne et al., 2012). Deze enterotoxines worden afgekort met SET: *Staphylococcus*-enterotoxinen.

De ziekte wordt gekenmerkt door misselijkheid, braken en buikkrimp met of zonder diarree. De ziekte is gewoonlijk zelflimiterend en verdwijnt na twee tot vier dagen. Ernstigere ziekteverschijnselen, die soms tot ziekenhuisopname leiden, kunnen voorkomen bij risicogroepen zoals jonge kinderen, ouderen en mensen met een zwakke gezondheid (Argudin et al., 2010).

De ziekteverschijnselen zijn mild (gastro-enteritis) en zelf limiterend. De kans op sterfte bij optimale behandeling is laag (<1.000) (van Kreijl et al., 2004; Bouwknegt et al., 2014).

Wetgeving

Er zijn geen specifieke voedselveiligheidscriteria vastgelegd in EU wetgeving³⁶ voor coagulase-positieve stafylokokken in aardappelproducten. Wel geldt nationale wetgeving⁴² voor *S. aureus* voor "eet- en drinkwaar, met uitzondering van eet- en drinkwaren die geen kiemreducerende behandeling hebben ondergaan en bij normaal gebruik pas na verhitting door de eindgebruiker geschikt zijn voor consumptie door de mens".

Besmettingsroutes

S. aureus is onderdeel van de huidflora (keel, neus en handen) van veel mensen. Geschat wordt dat 20 tot 30% van de mensen permanent en 60% voorbijgaand met *S. aureus* gekoloniseerd zijn (Argudin et al., 2010). Daarom kan *S. aureus* gemakkelijk overgedragen worden naar aardappel(product)en tijdens de verwerking en de bereiding ervan. Besmettingen kunnen het resultaat zijn van onhygiënisch handelen, kruisbesmetting via apparatuur of (keuken)oppervlakken en onjuiste opslagtemperatuur en -duur (FDA, 2012). Gekoloniseerde voedselbereiders zijn echter de belangrijkste bron van contaminatie van levensmiddelen (Argudin et al., 2010).

In een aantal van de onderzoeken waarbij aanwezigheid van *S. aureus* op aardappel(product)en werd aangetroffen was inderdaad de hygiëne tijdens productie slecht (Surkiewicz et al., 1967), werd de pathogeen aangetroffen op rauwe hand geschilde aardappelen (Giannuzzi & Zaritzky, 1990) of op bereide aardappelproducten die onder slechte hygiënische omstandigheden werden

verkocht (straatverkoop Pakistan) (Bryan et al., 1992). Van andere onderzoeken is niet duidelijk wat de bron van besmetting is geweest (Duran et al., 1982; Manani et al., 2006).

Aantreffen in de keten

In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR zijn vier referenties beschreven waarin aanwezigheid / prevalentiegegevens van *S. aureus* zijn opgenomen m.b.t. aardappel(product)en. Aanvullend is nog één referentie gevonden (Tabel 7.6). De genoemde onderzoeken omvatten ca. 7.600 monsters. Het betrof met name één groot onderzoek naar het voorkomen van pathogenen op diverse aardappelproducten in de VS (rösti (gedroogd of bevroren), puree, friet, aardappelsalade). *S. aureus* werd aangetroffen ($> 2 \log \text{ kve/g}$) met een prevalentie van 0,4%.

Een van de onderzoeken laat zien dat onder slechte hygiënestandaarden *S. aureus* in hoge concentraties (10^3 - 10^5 kve/g) voor kan komen op aardappelproducten vóór de frituurstap, maar ook op producten ná de frituurstap kon worden aangetoond (Surkiewicz et al., 1967). Het hanteren van goede hygiëne praktijken is ook voor dergelijke producten essentieel. Al zullen dergelijke diepvriesproducten voor gebruik nog moeten worden verhit om ze geschikt te maken voor consumptie.

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA in totaal 30 monsters afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van *S. aureus*. Het betrof alleen aardappelgerechtten. Uitgezonderd selectief of o.b.v. verdenking genomen monsters ging het om 12 monsters (Tabel 7.6), waarin de pathogeen tweemaal werd aangetroffen (17%).

In de periode 1990-2018 werden geen RASFF-meldingen genotificeerd over aanwezigheid van *S. aureus* in aardappel(product)en (Tabel 7.7). Ook werden er in de periode 2010-2018 in de VS geen terugroepacties uitgevoerd (Tabel 7.8).

Toename

Een voedselvergiftiging door *S. aureus* wordt veroorzaakt door toxine (SET) dat in het levensmiddel te worden gevormd. Dit gebeurt alleen tijdens de exponentiële groeifase van *S. aureus*. Er is dus groei in het product nodig om ziekte te kunnen veroorzaken. Pas bij een aantal van meer dan 10^5 kve/g kan *S. aureus* voedselvergiftiging veroorzaken (Schmid-Hempel & Frank, 2007; FDA, 2019a).

Onder anaerobe condities is de groei en productie van SET minder optimaal dan bij aanwezigheid van zuurstof in het milieu (ICMSF, 1996). In droge producten kan deze pathogeen langere tijd overleven (FDA, 2012).

S. aureus groeit niet heel goed bij koelkasttemperatuur (Tabel 7.4). De minimale groeitemperatuur op aardappelproducten ligt ergens tussen de 6-9 °C (Tabel 7.9). *S. aureus* concurreert in het algemeen slecht met de overige micro-organismen die op niet-gegaard voedsel aanwezig kunnen zijn (Argudin et al., 2010). Op geгаarde producten kan *S. aureus* echter goed uitgroeien. Ook op aardappelproducten. Dit wordt bevestigd door diverse uitbraken (Tabel 7.10) en onderzoeken (Bryan et al., 1992; Jorgensen et al., 2005) waarbij *S. aureus* tot hoge aantallen kon uitgroeien en toxine produceren in aardappelproducten die gedurende een paar uur buiten de koelkast werden bewaard.

Reductie/decontaminatie

S. aureus is net als veel andere pathogenen gevoelig voor pasteurisatie en komt daardoor in principe niet voor op gekookte aardappel(product)en. Aanwezigheid van *S. aureus* op geгаarde aardappel(product)en zal daarom afkomstig zijn van nabesmetting.

De in voedselgevormde enterotoxines (SET) zijn echter resistent tegen hoge temperatuur (steriliseren) en lage pH (maagzuur) (ICMSF, 1996; WFBR, 2015).

Ziektegevallen en ziektelast

Uitbraken & ziektegevallen

Er zijn verschillende *S. aureus*-voedselvergiftigingen beschreven of gerapporteerd die werden veroorzaakt door consumptie van een aardappelproduct (Tabel 7.10). Van sommige is de besmettingsbron achterhaald, zoals handmatig schillen en snijden na het koken of rauwe melk die aan aardappelpuree werd toegevoegd. Dit in combinatie met het te lang bij kamertemperatuur bewaren van het bereide product - zodat uitgroei en toxinevorming kon plaatsvinden - voor ze werd geserveerd.

In de EFSA database (2011-2017) zijn geen andere uitbraken van *S. aureus* beschreven dan de al eerder genoemde uitbraak in Oostenrijk (2013) waarbij ook *B. cereus* werd aangetroffen (Tabel 7.10).

In de periode 1998-2017 vonden er verschillende (vermoedelijk/bevestigd) *S. aureus*-uitbraken plaats in de VS waarbij een aardappelproduct betrokken was. Bij vijf hiervan ging het om aardappel(product)en die relevant zijn voor deze risicobeoordeling of waarbij aardappel als bron werd aangewezen: gebakken aardappelen (2), gefrituurde aardappelen / friet (1), aardappelpuree (1) en aardappelsoup en -salade (1). In slechts één uitbraak werd *S. aureus* daadwerkelijk bevestigd als ziekteverwekker, alleen deze uitbraak is in Tabel 7.10 opgenomen (CDC, 2018b; WFBR, 2018).

Ziektelastschatting

Er vindt in Nederland geen registratie plaats (geen meldingsplicht) van gastro-enteritis veroorzaakt door *S. aureus*, behalve als het een uitbraak betreft met voedsel als vermoedelijke bron (zie 7.5.1). Humane incidentiegegevens van intoxicaties veroorzaakt door toxinevormende voedselpathogenen zijn in Nederland gebaseerd op schattingen. In 2018 werd het aantal mensen dat een *S. aureus*-intoxicatie opliep geschat op 288.000 (waarvan er 7 overleden). De geschatte ziektelast o.b.v. deze incidentie is 220 DALY en de kosten voor de samenleving € 61 miljoen voor dat jaar. Bronattributie op basis van expertopinion schat dat 86% (190 DALY) van deze ziektelast aan voedsel wordt toegeschreven. Binnen deze 190 DALY aan voedsel geattribueerde ziektelast van *S. aureus* is het aandeel van AGF afgerond 2% (4 DALY, 5.000 zieken). Specifiek aan AGF wordt 2% van de totale 220 DALY ziektelast van *S. aureus* geattribueerd (Figuur 7.4).

Van de totale aan AGF geattribueerde ziektelast (287 DALY, 30.770 zieken) wordt 1% aan *S. aureus* toegeschreven (Figuur 7.3) en voor de ziektegevallen is dat 13% (Pijnacker et al., 2019).

Risicokarakterisatie

S. aureus komt van nature niet voor op verse aardappelen, wel is *S. aureus* aangetoond in aardappelproducten (lage prevalentie, lage concentraties). *S. aureus* overleeft het kookproces niet, en komt door nabesmetting in de keten. De voedselbereider (natuurlijk dragerschap) is de belangrijkste besmettingsbron, mogelijk treedt besmetting ook op vanuit de procesomgeving.

Om ziekte te veroorzaken is groei en toxinevorming in het product nodig. *S. aureus* kan uitgroeien op aardappelproducten, maar groei vindt vooral plaats bij temperaturen >7 °C. Bij ongekoelde opslag is dat binnen enkele uren. Uitbraken van *S. aureus*-voedselvergiftiging door aardappelproducten komen voor. De oorzaak is een niet-hygiënische werkwijze (handcontact) of toevoegen van besmette ingrediënten (rauwe melk) in combinatie met onjuiste bewaarprocedures door de voedselbereider (grote cateraar, consument).

S. aureus veroorzaakt bewezen ziektegevallen en uitbraken door consumptie van aardappelproducten. De besmetting (het gevaar) is vooral afkomstig van de voedselbereider

(grote cateraar, consument) of van andere ingrediënten (door de voedselbereider toegevoegd) en het risico ontstaat door onjuiste bereidings- en/of opslagcondities door voedselbereiders. Hoewel deze pathogeen ook in industrieel bereide producten voorkomt, wordt *S. aureus* niet als relevant gevaar voor de aardappelketen beschouwd. Het risico vanuit de aardappelketen wordt beoordeeld als verwaarloosbaar op basis van kans (verwaarloosbaar) en effect (gering).

7.3.9. Overige bacteriën

In de literatuurzoekopdracht uitgevoerd door WFBR zijn vier referenties beschreven waarin aanwezigheid / prevalentiegegevens van overige bacteriën zijn opgenomen m.b.t. aardappel(product)en (Tabel 7.6). Ook in een aantal andere publicaties is het voorkomen van andere dan de meest gangbare voedselgerelateerde pathogene micro-organismen beschreven. Het betreft allemaal niet-sporevormende bacteriën, die het bereidingsproces niet overleven. Aanwezigheid van deze ziekteverwekkende micro-organismen op gegaarde aardappel(product)en zal daarom afkomstig zijn van nabesmetting. Geen van deze pathogenen is beschreven als verwekker van ziektegevallen veroorzaakt door consumptie van aardappel(product)en (Tabel 7.10).

Deels behoren deze pathogenen tot bacteriegeslachten die tot de bederfflora van groenten en fruit worden gerekend, zoals *Pseudomonas* spp., *Corynebacterium* spp. en verschillende geslachten uit de familie der *Enterobacteriaceae* (Tournas, 2005; Barth et al., 2009; Raybaudi-Massilia et al., 2009; Gellatly & Hancock, 2013; Cunningham & Leber, 2018). Pathogene soorten die op aardappel(product)en werden aangetroffen zijn *Corynebacterium diphtheriae* (Manani et al., 2006), *Pseudomonas aeruginosa* en *Klebsiella oxytoca* (Nyenje et al., 2012). Daarnaast werden *Vibrio* spp. aangetroffen.

C. diphtheriae heeft de mens als enige reservoir en wordt niet via voedsel overgedragen (RIVM, 2011a). Aanwezigheid van deze pathogeen duidt op besmetting door de mens. Het betrof een studie uit Afrika (Manani et al., 2006), waar difterie endemisch kan zijn.

P. aeruginosa is een plantpathogeen die bederf veroorzaakt, maar opportunistisch pathogeen is voor de mens en vooral nosocomiaal wordt overgedragen (via handen of apparatuur) of via water (oorinfectie). Voedsel speelt geen rol in de overdracht (CDC, 2019b).

Vibrio spp. komen van nature voor in zeewater of brakwater, soms in zoetwater. Vis, schaal- en schelpdieren worden als enige relevante voedselbron van *Vibrio* spp. beschouwd. Aanwezigheid op aardappelen duidt op besmetting met niet-schoon water.

Een aantal *Enterobacteriaceae* die op aardappel(product)en zijn aangetroffen behoren tot de normale darmflora (commensale flora) van de mens. Het gaat om *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Hafnia* spp., *Cronobacter* spp., *Pantoea* spp. Deze micro-organismen zijn opportunistische pathogenen en veroorzaken vooral nosocomiale infecties (RIVM, 2011b;2012; Cunningham & Leber, 2018). *Klebsiella* spp. en *Enterobacter cloacae* worden in verschillende levensmiddelen aangetroffen (Uhtil et al., 2000; Veldman et al., 2014; Harada et al., 2018), maar ziektegevallen veroorzaakt door voedsel zijn amper / niet beschreven. Over de rol van *Hafnia alvei* als verwekker van gastro-enteritis bestaat onduidelijkheid (WFBR, 2018). *Cronobacter* spp. komen algemeen voor in het milieu en ook in levensmiddelen, maar vormt vooral een risico voor pasgeborenen en wordt geassocieerd met zuigelingenvoeding.

Aanwezigheid van deze bacteriën op aardappel(product)en is waarschijnlijk de oorzaak van niet hygiënische genoeg werken, zoals handcontact met het product. Dit beeld komt overeen met de beschreven resultaten (Giannuzzi & Zaritzky, 1990; Nyenje et al., 2012).

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA geen monsters afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van andere dan eerder genoemde bacteriën (Tabel 7.6).

In de periode 1990-2018 werden twee RASFF-meldingen genotificeerd over aanwezigheid van andere dan eerder genoemde bacteriën in aardappel(product)en (Tabel 7.7). Het betrof gist en coliformen. In de periode 2010-2018 werden in de VS geen terugroepacties uitgevoerd m.b.t. aantreffen van andere dan eerder genoemde bacteriën (Tabel 7.8).

Risicokarakterisatie

Er zijn verschillende humaan pathogene *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp., *Corynebacterium* spp. en *Vibrio* spp. aangetroffen op aardappelen, aardappelproducten dan wel de productieomgeving. Deels zijn dit soorten die met bederf van aardappelen worden geassocieerd en dus uit de aardappelketen zelf voortkomen, deels zijn dit pathogenen waar de mens het enige reservoir van is (nabesmetting). Geen van deze bacteriën overleeft het kookproces. De meeste van deze pathogenen behoren tot de normale flora van de mens, zijn opportunistisch pathogeen, worden meestal niet via voedsel overgedragen en worden vooral met ziekenhuisinfecties geassocieerd (nosocomiale overdracht). Uitzondering hierop zijn *Vibrio* spp. (nabesmetting). Ziektegevallen veroorzaakt door deze pathogenen door aardappel(product)en zijn niet beschreven. De groep "overige pathogenen" vormen daarom geen gevaar voor de volksgezondheid in Nederland vanuit de aardappelketen. Het risico is daarmee verwaarloosbaar.

7.3.10. Virussen en parasieten

Virussen en parasieten zijn vrij gastheer specifiek, hoewel sommige virussen en parasieten meerdere gastheren hebben. Er zijn geen virussen of parasieten bekend die ziekteverwekkend zijn voor planten (fytopathogeen) en die ook ziekteverwekkend zijn voor de mens (Mandal & Jain, 2010; Baliq et al., 2015; Nikitin et al., 2016; Al-Sadi, 2017). Virussen en parasieten die wel humaan-pathogeen zijn, komen vanuit het dierlijke reservoir, incl. de mens. Voedselgewassen (aardappel) zijn daarbij alleen een (mogelijk) vehikel dat het gevaar doorgeeft.

Wetgeving

Er zijn geen specifieke voedselveiligheidscriteria vastgelegd in EU wetgeving³⁶ of in nationale wetgeving⁴² voor virussen en parasieten.

Besmettingsroutes

In een beperkt aantal publicaties wordt melding gemaakt van parasitaire besmettingen in de aardappelketen. Het betreft een veldstudie waarin onbehandeld rioolwater als irrigatiewater voor aardappelen werd gebruikt. Op de aardappelen werden vervolgens *Giardia* cysten en *Ascaris* eitjes aangetroffen (WFBR, 2018). Dit water mag in Nederland niet worden gebruikt als irrigatiewater (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019).

Daarnaast zijn twee uitbraken beschreven van cysticercose (*Taenia saginata*) bij rundvee, waarbij besmet diervoer (aardappelbijproduct) de oorzaak was (WFBR, 2018). Aangenomen wordt dat het hier om besmetting van het voer met humane feces gaat.

Van de virussen en parasieten die een rol worden toegeschreven in de via AGF overgedragen ziektelast bij de mens (Tabel 7.1), lijkt voor de aardappelketen alleen norovirus van belang te zijn. Van de andere virussen en parasieten zijn geen beschreven ziektegevallen bekend.

Norovirus heeft de mens als reservoir, en wordt alleen door de mens in de keten geïntroduceerd. De overdracht vindt plaats door (in)direct contact met braaksel of feces, waarbij voedsel een tussenroute kan zijn. In haar opinie over voedseloverdraagbare virussen noemt EFSA norovirus als relevant gevaar voor bereide producten (EFSA BIOHAZ Panel, 2011). Voedselgerelateerde uitbraken van norovirus komen dan ook geregeld voor, ook in Nederland (Friesema et al., 2018; EFSA & ECDC, 2019).

De voedselbereider speelt bij de overige virussen en parasieten maar een marginale rol als bron van besmetting. Uitzondering is hepatitis-A virus, maar dat is in Nederland niet endemisch. In alle gevallen geldt dat overdracht van mens of omgeving naar voedsel kan worden voorkomen door het toepassen van goede algemene hygiëne tijdens de bereiding of verwerking van voedsel.

Aantreffen in de keten

In het literatuuronderzoekonderzoek uitgevoerd door WFBR zijn geen publicaties gevonden waarbij humaan-pathogene virussen of parasieten in verband werden gebracht met verse aardappelen. Alleen norovirus-uitbraken veroorzaakt door aardappelproducten zijn beschreven (WFBR, 2018).

In de periode 2011-2018 werden bij EFSA geen monsters afkomstig uit de aardappelketen geregistreerd die werden onderzocht op aanwezigheid van virussen en parasieten (Tabel 7.6).

In de periode 1990-2018 werden geen RASFF-meldingen genotificeerd over aanwezigheid van norovirus in aardappel(product)en (Tabel 7.7). Ook werden er in de periode 2010-2018 in de VS geen terugroepacties uitgevoerd (Tabel 7.8).

Toename

Humaan-pathogene virussen en parasieten kunnen zich niet vermeerderen buiten hun levende gastheer. Er vindt daarom geen toename plaats in voedselgewassen (aardappelen) of producten daarvan gemaakt.

Reductie/decontaminatie

Norovirus is het enige virus dat wordt genoemd als veroorzaker van ziektegevallen door consumptie van aardappel(product)en. Dit virus overleeft het pasteurisatie proces niet en komt daardoor onder hygiënische productie-omstandigheden niet voor op gekookte aardappel(product)en. Aanwezigheid van norovirus op gegaarde aardappel(product)en zal daarom afkomstig zijn van nabesmetting.

Ziektegevallen en ziektelast

Uitbraken

Gegevens over het voorkomen van uitbraken of ziektegevallen veroorzaakt door virussen en parasieten door consumptie van aardappel(product)en beperken zich tot vijf norovirus-uitbraken waarbij bereide aardappel of aardappelproduct de besmettingsroute vormde (Tabel 7.10).

Ziektelastschatting

Wat betreft virussen en parasieten geldt in Nederland alleen meldingsplicht voor infecties veroorzaakt door hepatitis A-virus, voor alle andere virussen en parasieten geldt dit alleen als het een uitbraak betreft met voedsel als vermoedelijke bron (zie 7.5.1). Van hepatitis A-virus vindt actieve laboratoriumsurveillance plaats. Van norovirus (alleen bij ziekenhuisopname), rotavirus, hepatitis E-virus en *Cryptosporidium* spp. vindt RIVM laboratoriumsurveillance plaats. Van giardiasis en toxoplasmose zijn geen recente gegevens bekend. Op basis van deze data wordt de incidentie van virale of parasitaire infecties op populatieniveau geschat. In 2018 kwam dat neer op 1.014.970 patiënten, waarvan er 145 overleden. De geschatte ziektelast o.b.v. de afzonderlijke incidenties per agens is 5.990 DALY en de kosten voor de samenleving € 235 miljoen voor dat jaar. Bronattributie op basis van expertopinion schat dat in totaal 28% (1.685 DALY) van deze ziektelast aan voedsel wordt toegeschreven. Binnen deze 1.685 DALY aan voedsel geattribueerde ziektelast van virussen en parasieten is het aandeel van AGF afgerond 8% (142 DALY, 20.250

zieken). Specifiek aan AGF wordt 2% van de totale 5.990 DALY ziektelast van virussen en parasieten geattribueerd (Figuur 7.2).

Van de totale aan AGF geattribueerde ziektelast (287 DALY, 30.770 zieken) wordt 50% aan virussen en parasieten toegeschreven (Figuur 7.3) en voor de ziektegevallen is dat 51% (Pijnacker et al., 2019).

Risicokarakterisatie

Virussen en parasieten lijken zeer incidenteel in de aardappelketen voor te kunnen komen. Besmetting met parasieten wordt geassocieerd met rioolwater in de boerderijfase (niet toegestaan in Nederland) en besmetting met virus (norovirus) door voedselbereiders in de laatste fase van de keten. Virussen en parasieten overleven het garingsproces van aardappelen niet. Uitbraken zijn alleen bekend door norovirus. Deze pathogeen is alleen mens-op-mens overdraagbaar, waarbij voedsel slechts een vehikel is.

De besmetting (het gevaar; norovirus) is niet afkomstig uit de aardappelketen, maar van voedselbereiders, en het risico ontstaat tijdens het niet toepassen van goede hygiëne praktijken in de eindfase van de keten.

Virussen en parasieten vormen geen gevaar voor de volksgezondheid vanuit de aardappelketen. Het risico is daarmee verwaarloosbaar.

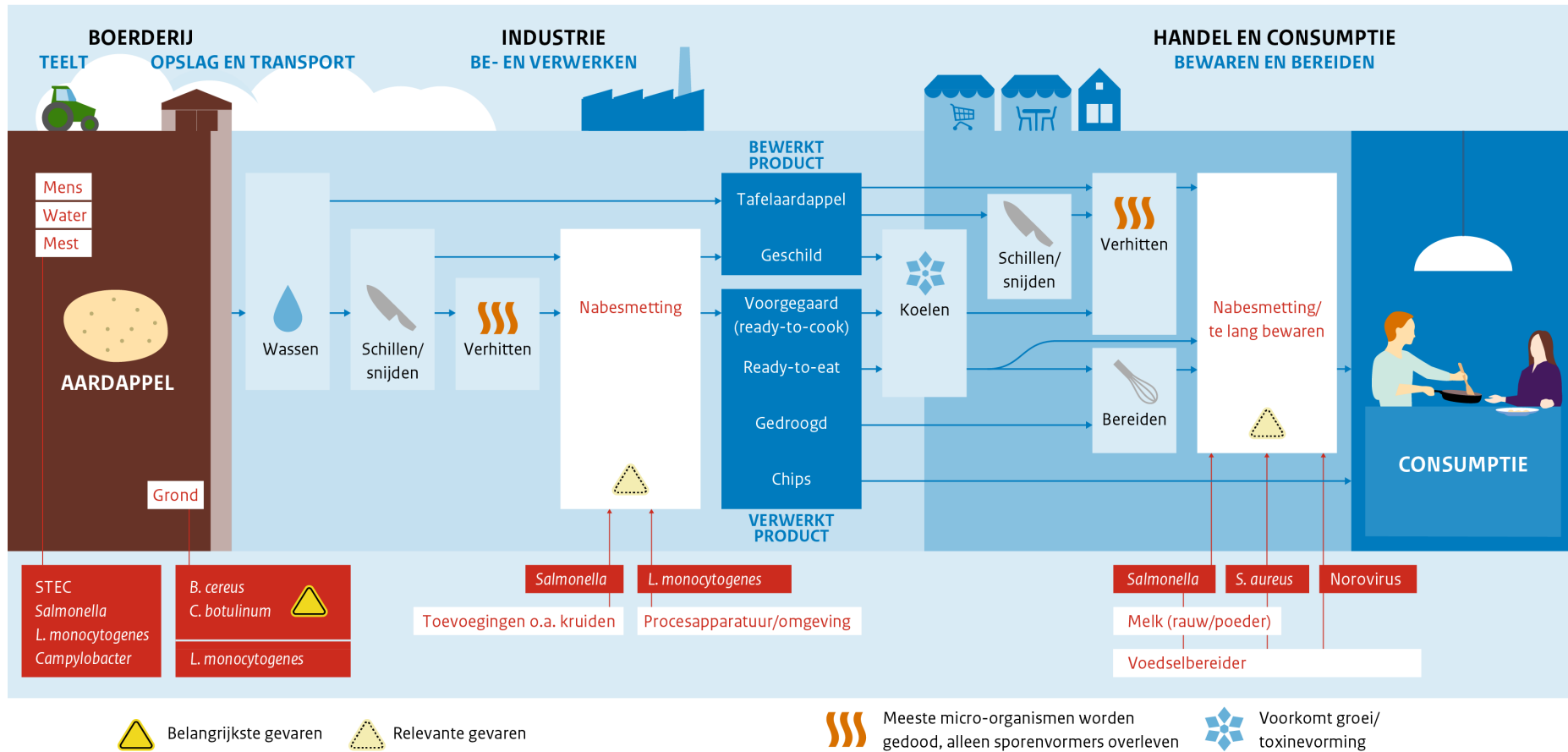
7.4. Risicobeoordeling aardappelketen en beheersmaatregelen

7.4.1. Inleiding

Op aardappel(product)en komt een grote variatie aan micro-organismen voor. Welke micro-organismen voorkomen hangt van veel factoren af, onder andere van teelt-, klimaat-, productie- en bewaaromstandigheden en het type product (WFBR, 2018). Niet al deze micro-organismen zijn schadelijk voor de gezondheid van de mens. Een overzicht van pathogene micro-organismen die zijn aangetroffen op aardappel(product)en is weergegeven in Tabel 7.1.

In de voorgaande paragraaf (7.3) is per gevaar het risico er van beoordeeld. Hierbij is nagegaan hoe de pathogeen in de keten terecht kan komen, of ze ook daadwerkelijk in de keten wordt aangetroffen en zo ja, of er groei kan plaatsvinden en of er processen zijn waardoor reductie plaatsvindt. En tenslotte is nagegaan of er daadwerkelijke mensen ziek geworden zijn door de pathogeen na consumptie van aardappel(product)en. Humaan pathogene parasieten behoren daar niet toe. Deze groep micro-organismen wordt in dit hoofdstuk daarom buitenbeschouwing gelaten.

In deze paragraaf wordt vanuit ketenperspectief naar de gevaren en risico's gekeken. Per ketenschakel is gekeken welke besmettingsroutes er zijn, voor welke pathogenen ze van toepassing zijn en of ze relevant zijn voor de Nederlandse aardappelketen. Ook is nagegaan welke processen er in de keten plaatsvinden die een effect hebben op de microbiologische voedselveiligheid en welke maatregelen nodig zijn om het risico van pathogene micro-organismen te beheersen (zie Figuur 7.1).



Figuur 7.1. Microbiologische gevaren in ketenschakels van de productieketen van aardappelen

7.4.2. Teelt, opslag en transport (primaire fase)

Planten zijn van nature besmet met aan de bodem gerelateerde micro-organismen. Een aantal van deze bodembacteriën kunnen ziekte bij de mensen veroorzaken. Het gaat hierbij met name om clostridia en bacilli, maar ook *L. monocytogenes* komt in de bodem voor.

Ook aardappelen raken op deze manier besmet met deze pathogene bacteriën. En vooral deze pathogenen komen dan ook voor op verse aardappelen (Tabel 7.5 en Tabel 7.6).

Micro-organismen die ziekte bij de mens kunnen veroorzaken, komen echter voornamelijk uit het dierlijk en humane reservoir. Dat wil zeggen dat ze van origine altijd afkomstig zijn van mens of dier en dat planten alleen direct of indirect worden besmet (ICMSF, 1986; EFSA BIOHAZ Panel, 2014).

Wat betreft directe besmetting vanuit het humane reservoir maken voedselgewassen waarbij tijdens de teelt of oogst (veel) met de hand wordt gewerkt de grootste kans om besmet te raken. Ook gebrek aan sanitaire voorzieningen (o.a. toilet of handenwasgelegenheid) kunnen bijdragen aan de besmettingsroute door de mens.

Aardappelen groeien echter onder de grond (geen direct contact met de mens tijdens de teelt) en oogst, transport en opslag vindt veelal machinaal plaats. Wel worden aardappelen met de hand gesorteerd, o.a. op rot. Hierdoor kan besmetting ontstaan als hierbij niet hygiënisch wordt gewerkt. Er zijn geen gegevens over de bijdrage van deze besmettingsroute aan de totale besmetting van verse aardappels. Door BuRO wordt ingeschat dat deze route minder belangrijk is.

Planten raken vanuit het dierlijk reservoir besmet via natuurlijke groeibevorderaars (mest), uitwerpselen van wild, reptielen, knaag- en huisdieren die door de akkers lopen en via vogels (ICMSF, 1986; EFSA BIOHAZ Panel, 2014). Het risico van pathogene micro-organismen die via mest of dierlijke uitwerpselen naar de mens kunnen worden overgedragen is het grootst voor *Salmonella* en pathogene *E. coli* (STEC) (van Os et al., 2018). Bemesting met dierlijke mest vindt bij aardappelen alleen plaats vóór het poten, tijdens de teelt wordt kunstmest gebruikt. Hierdoor zal de microbiologische druk ten tijde van de oogst niet hoog zijn, want alleen pathogene micro-organismen die vanuit mest langere tijd in de bodem kunnen overleven, kunnen mogelijk op aardappelen worden aangetroffen. Mest van wilde dieren en vogels zal in mindere mate een rol spelen, omdat het in het geval van aardappelen niet om de bovengrondse delen van de plant (blad, vruchten), maar om de ondergrondse delen gaat.

Het risico van mest als besmettingsroute van aardappelen wordt daarom door BuRO ingeschat als klein.

In diverse onderzoeken wordt het risico van gebruik van rioolslib onderzocht. Hierin kunnen humaan pathogene micro-organismen voorkomen (WFBR, 2018). Het gebruik van zuiveringsslib in de Nederlandse landbouw is geregeld in het Besluit Gebruik Meststoffen (Verordening 86/278/EEG⁴⁵). In het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet worden voorwaarden gesteld aan het gebruik van meststoffen in de landbouw. Voor zuiveringsslib geldt dat pathogenen afdoende moeten zijn gedood (Regelink et al., 2017). In verband met verontreiniging met zware metalen is het gebruik van rioolslib als meststof in de aardappelteelt in Nederland echter niet toegestaan (Certificeringsoverleg Akkerbouw, 2019). De besmettingsroute via rioolslib is in Nederland daarmee uitgesloten.

⁴⁵ Richtlijn 86/278/EEG van de Raad van 12 juni 1986 betreffende de bescherming van het milieu, in het bijzonder de bodem, bij het gebruik van zuiveringsslib in de landbouw.

Een indirecte besmettingsroute vanuit het humane of dierlijke reservoir is die via water. Bijvoorbeeld als voor irrigatie (on)bewerkt rioolwater wordt gebruikt of slootwater (oppervlaktewater) dat bevuild is met mest of rioolwater. Besmetting kan ook plaatsvinden bij overstroming (ICMSF, 1986; EFSA BIOHAZ Panel, 2014).

Voor aardappelen die onder het VVAK-certificaat geteeld worden, geldt dat voor beregenen alleen water van goede kwaliteit mag worden gebruikt, zoals bron-, leiding- en regenwater. En dat oppervlaktewater schoon moet zijn (moet minder dan 1.000 kve/ml *E. coli* bevatten) (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019). Dit geldt dus voor het merendeel van de in Nederland geteelde consumptieaardappelen.

Daarnaast geldt dat beregening met oppervlaktewater in Nederland niet overal zal bijdragen aan de contaminatie van akker en aardappelplanten, omdat er voor een groot deel van Nederland een beregeningsverbod voor aardappelen bestaat⁴⁶. Dit in verband met het gevaar van besmetting met de aardappelziekte bruinrot, welke wordt veroorzaakt door een bacterie die in het oppervlaktewater aanwezig is. Voor pootaardappelen, die soms ook als tafelaardappel op de markt komen, bestaat er in heel Nederland een beregeningsverbod met oppervlaktewater (NVWA, 2020).

Slootwater kan met grotere hoeveelheden mest besmet raken als bij bemesting van gras- of landbouwgrond dierlijke mest in de sloot belandt. In Nederland geldt echter dat veelal emissie-arm moet worden bemest (RVO, 2020a). Met deze methode komt geen mest in de sloot terecht. In die gevallen dat wel mest wordt uitgereden zonder direct in de grond te worden gewerkt, moet afstand tot de sloot worden gehouden. De kans op directe besmetting van oppervlaktewater met grotere hoeveelheden mest is daarmee geminimaliseerd.

Door bestaande regelgeving is de kans op verspreiding van aan mest gerelateerde pathogene micro-organismen naar aardappelen via (sloot)water geminimaliseerd. BuRO beschouwt deze route daarnaast niet als belangrijke besmettingsroute, omdat aardappelen onder de grond groeien (geen direct contact).

De vraag naar biologische producten stijgt, waaronder ook die van aardappelen. Er zijn geen gegevens gevonden over het effect van biologische landbouw op de microbiologische kwaliteit van aardappelen of producten daarvan gemaakt (WFBR, 2018).

7.4.3. Bewerking van aardappelen en verwerking tot aardappelproduct (secundaire fase)

Tijdens het be- en verwerken van aardappelen vinden diverse processen plaats die in meer of mindere mate een afname van micro-organismen veroorzaken, zoals wassen, schillen en/of verhitten. Ook zijn er processen waardoor pathogene micro-organismen geïntroduceerd kunnen worden, zoals toevoegen van ingrediënten of nabesmetting. Na verwerking van aardappelen zal in veel gevallen uitgroei van bacteriën door o.a. koeling moeten worden voorkomen of in voldoende mate moeten worden afgeremd.

Wassen

Er zijn geen gegevens gevonden over het wassen van aardappelen en het effect daarvan op de aanwezigheid van micro-organismen. Wassen van groenten heeft echter nauwelijks effect op de hoeveelheid bacteriën op groenten (Murray et al., 2017).

⁴⁶ De gebieden met beregeningsverbod worden uitgebreid na de vondst van bruinrot. Ook wordt bekeken of er weer gebieden vrijgegeven kunnen worden. De actuele gebieden zijn te vinden op <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/bruinrot/verbodsgebieden-gebruik-oppervlaktewater>.

Schillen

De meeste aardappelen worden geschild gegeten. Door het schillen zal het aantal op de aardappel aanwezige micro-organismen vermoedelijk afnemen. Vooral bij industrieel geschilde aardappelen zal de reductie groot zijn indien gebruik wordt gemaakt van stoom om de schil van de aardappel los te maken. Bij de gebruikte temperatuur/tijd combinaties zal inactivatie van vegetatieve micro-organismen plaatsvinden (WFBR, 2018). Sporen zullen dit proces overleven. Ook door schrappen en mes-schillen zal een afname plaatsvinden. Onbekend is hoe groot deze afname is, in elk geval minder effectief dan stoomschillen.

De trend is dat steeds meer aardappelen met schil worden gegeten (WFBR, 2018).

Verhitten

De verhittingsstap in het bereidingsproces van aardappelen is de meest effectieve stap om het aantal micro-organismen te reduceren. Hoe effectief die stap is hangt zowel af van het type micro-organisme als het type verhittingsproces. Dit proces kan variëren van o.a. blancheren, voorgaren tot volledige garing en steriliseren.

Blancheren is het minst effectief. Dit proces is vooral bedoeld om enzymatische bruinkleuring te voorkomen. De aardappelen worden hiervoor kort in water van 58-100 °C gedompeld. Als bij-effect resulteert dit in een afname van de microbiologische besmetting. Blancheren van aardappelblokjes in kokend water (100 °C gedurende 60 sec) resulteert bijvoorbeeld in 3 log kve/g reductie van het totaal kiemgetal (Eshtiaghi & Knorr, 1993). En blancheren van aardappelschijfjes bij 88 °C in stoom (10 min) of water (4 min) zorgt voor een afname van *Salmonella* van 4,5-4,8 log kve/g respectievelijk >5,4 log kve/g (DiPersio et al., 2005).

Producten die zijn (voor)gegaard ondergaan een hittebehandeling die vegetatieve micro-organismen en virussen afdood, maar de producten zijn niet steriel. Sporen van o.a. *B. cereus* en *C. botulinum* zullen het bereidingsproces overleven. Het verhittingsproces zorgt zelfs voor activatie van de sporen, die hierna gemakkelijk in het product kunnen ontkiemen en uitgroeien als geen maatregelen worden getroffen om dit te voorkomen.

Tevens kan nabesmetting optreden.

Producten die zijn gesteriliseerd en een zogenaamde botulinum-cook hebben ondergaan, zullen ook geen sporenvormers meer bevatten.

Friet wordt, naast blancheren, vorgebakken in hete olie (170-190 °C), waarbij alle aanwezige micro-organismen worden afgedood. Wel kan nabesmetting plaatsvinden.

Drogen

Tijdens het productieproces van gedroogde aardappelproducten vinden enkele verhittingsstappen plaats. De eerste daarvan is blancheren, waarbij gewoonlijk een tijd-temperatuur-combinatie van 3 minuten bij 100 °C wordt toegepast. Voor het drogen zelf wordt o.a. stoom gebruikt. Alleen sporen van sporenvormers zullen dit proces overleven. Aanwezigheid van hittegevoelige bacteriën in dit soort producten duidt daarom op nabesmetting (Tabel 7.5 en Tabel 7.6) (WFBR, 2018).

In gedroogde producten vindt geen uitgroeï van bacteriën plaats door gebrek aan beschikbaar water. De wateractiviteit van dit soort producten ligt rond de 0,3 (WFBR, 2018), terwijl bacteriële groei een wateractiviteit van >0,6 vereist (NVWA BuRO, 2016). Micro-organismen, zeker die soorten die sporen vormen, kunnen wel langere tijd (maanden tot jaren) overleven in gedroogde producten. Wanneer deze producten weer worden gerehydrateerd voor de bereiding van gerechten, kunnen deze micro-organismen gaan uitgroeïen indien de bewaaromstandigheden (tijd, temperatuur) dat toelaten (WFBR, 2018).

Koelen

Tenzij het proces zorgt voor een microbiologisch stabiel product (drogen, steriliseren) zal koeling direct na productie en gedurende de bewaartijd nodig zijn om groei van overgebleven bacteriën (met name sporenvormers) en bacteriën afkomstig van mogelijke nabesmetting (o.a. *L. monocytogenes*) te voorkomen of beperken.

Sporen van *B. cereus* en *C. botulinum* zelf zijn niet ziekteverwekkend, daarvoor moeten ze eerst ontkiemen en de nieuwe vegetatieve cellen zullen moeten uitgroeien al dan niet in combinatie van toxinevorming. *B. cereus* en *C. botulinum* kunnen groeien en toxine vormen op (voor)gekookte aardappelen. Van *C. botulinum* is bekend dat dit ook op rauwe aardappelen (gesneden) kan plaatsvinden, er wordt aangenomen dat *B. cereus* dit ook kan vanwege zijn saprofyte eigenschappen. *L. monocytogenes* groeit bij koelkasttemperatuur. Het is daarom noodzakelijk bereide producten snel af te koelen en verwerkte aardappelen in de koelkast (<7 °C, liefst <4 °C) te bewaren.

Om deze groei verder te beperken kan verpakking onder beschermende atmosfeer of vacuüm worden toegepast om de (microbiologische) kwaliteit langer te kunnen garanderen (WFBR, 2018). Micro-organismen die zuurstof nodig hebben voor hun groei, zullen hierin worden geremd bij verlaging van de hoeveelheid zuurstof in de verpakkingatmosfeer. Dit geldt niet voor *C. botulinum* die juist anaeroob groeit (WFBR, 2018).

Ook kunnen conserveermiddelen worden toegevoegd. Middelen die gebruikt worden om bruinkleuring van deze producten te voorkomen (sulfiet, ascorbinezuur of citroenzuur), zijn ook conserveermiddelen en werken dus eveneens remmend op de uitgroei van bacteriën. Hierbij is het balanceren tussen de wensen van de consument die zowel een 'clean label' (geen E-nummers) als een langer houdbare product wil hebben wat het liefst op een milde manier is geconserveerd (WFBR, 2018).

In bevroren producten wordt groei van micro-organismen voorkomen door de lage temperatuur. Er wordt vanuit uitgegaan dat deze producten altijd een verhittingstap ondergaan voor consumptie en daardoor geen risico vormen.

Nabesmetting

Er zijn diverse databronnen (literatuur, monitoringstudies, uitbraken, recalls) bekend die aantonen dat pathogene bacteriën die het kookproces niet overleven wel voorkomen op (voor)gegaarde of gebakken aardappel(product)en. De aanwezigheid van deze hittegevoelige micro-organismen in bereide gerechten is alleen te verklaren door nabesmetting.

Kruiden worden in diverse recalls en zelfs een uitbraak genoemd als oorzaak van *Salmonella*-besmetting van chips. Ook andere producten zijn op die manier besmet geraakt. De bron van de besmetting is het melkbestanddeel in de kruidenmix of de specerijen zelf.

Ook chocolade werd genoemd als besmet ingrediënt van chips met chocoladecoating. Daarnaast zijn kruiden een bekende bron van sporenvormers (bacilli en clostridia) (WFBR, 2018).

Besmette procesapparatuur is in een aantal recalls en één uitbraak genoemd met betrekking tot aanwezigheid van *L. monocytogenes* in diverse aardappelproducten. De uitbraak betrof aardappelpuree in een koelverse opwarm maaltijd (besmette pureemachine). De recalls betroffen diverse bevroren aardappelproducten in de VS.

L. monocytogenes, maar ook bacilli (o.a. *B. cereus*), zijn berucht om hun eigenschap om biofilms te vormen in de procesomgeving en vandaar uit kant-en-klaar product te besmetten.

7.4.4. Distributie en voedselbereiding (tertiaire fase)

De tertiaire fase van de keten, die van de handel en de voedselbereiding (grote cateraar, consument), valt niet binnen het kader van deze risicobeoordeling. Echter, het effect van een eventueel gevaar, namelijk de ziektegevallen en uitbraken, worden pas zichtbaar in deze fase van de keten. Juist deze fase van de keten levert het meeste inzicht op in welke gevaren er zijn, welke een risico vormen en hoe deze kunnen worden beheerst. Al dan niet in de productieketen zelf dan wel in de laatste schakel van handel en voedselbereiding.

Pathogenen die ziektegevallen en uitbraken hebben veroorzaakt door consumptie van aardappel(product)en zijn *B. cereus* (incl. *B. cytotoxicus*), *C. botulinum*, *C. perfringens*, pathogene *E. coli* (STEC), *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *Salmonella* en norovirus (Tabel 7.10).

Dit valt af te leiden uit data gerapporteerd aan EFSA (Europa), CDC (VS) en wetenschappelijke publicaties. In Nederland (2011-2017) werden geen uitbraken waargenomen die waren te relateren aan de aardappelketen.

Pathogenen die vaker als ziekteverwekker in verband werden gebracht met aardappel(product)en zijn *B. cereus* (incl. *B. cytotoxicus*), *C. botulinum*, *S. aureus* en *Salmonella*.

B. cereus (incl. *B. cytotoxicus*) en *C. botulinum* komen van de aardappel zelf af, waarbij ook gedroogde aardappelpuree (*B. cereus*, *B. cytotoxicus*) als bron van verschillende uitbraken wordt genoemd. Deze pathogenen worden door BuRO als relevant gevaar beschouwd afkomstig uit de aardappelketen.

S. aureus en *Salmonella* komen door toevoegingen (*S. aureus*: rauwe melk; *Salmonella*: kruiden) of kruis- of nabesmetting (*Salmonella*: kruisbesmetting door rauwe eieren; *S. aureus*, *Salmonella*: handen voedselbereider) in het product terecht.

Behalve *Salmonella*, is voor deze pathogenen groei in het product nodig, zodat het gevaar pas een risico kan worden na verkeerd bewaren. Meestal is de oorzaak van de uitbraken het onvoldoende gekoeld bewaren tijdens het bereidingsproces (aantal uur bij kamertemperatuur) door de bereider (grote cateraar, consument) al dan niet in combinatie met nabesmetting.

Een product dat vaker wordt genoemd als oorzaak van deze uitbraken is aardappelpuree. Dit product is lastig af te koelen en de toegevoegde vloeistof (vaak melk) komt de groei van bacteriën ten goede. Een bijzonder product in het rijtje uitbraken is paprikachips, waarbij *Salmonella* afkomstig van de kruidenmix de oorzaak van de ziektegevallen was.

Bij de botulisme gevallen lijken andere type producten betrokken. Het betrof in aluminiumfolie gebakken of gepofte aardappelen die langeretijd (dag/dagen) bij kamertemperatuur waren bewaard; thuis ingeblikte aardappelen (verkeerd inblikken); diverse producten die gekoeld hadden moeten worden bewaard (o.a. ingeblikte of emmertje soep); pruno, een alcoholische drank die illegaal in Amerikaanse gevangenissen werd geproduceerd. In alle gevallen waren omissies in het beheersen van de bewaar- en/of productieproces door de voedselbereider (grote cateraar, consument) de oorzaak van de uitgroei en toxinevorming van *C. botulinum* in het product.

Pathogenen die minder vaak genoemd worden als veroorzaker van ziektegevallen of uitbraken door consumptie van aardappel(product)en zijn *C. perfringens*, pathogene *E. coli* (STEC) en *L. monocytogenes*.

C. perfringens en pathogene *E. coli* (STEC) worden op basis van deze risicobeoordeling niet als relevant gevaar beschouwd. Wel laten de STEC-uitbraken zien dat verse aardappelen een bron van kruiscontaminatie kunnen zijn in de keuken.

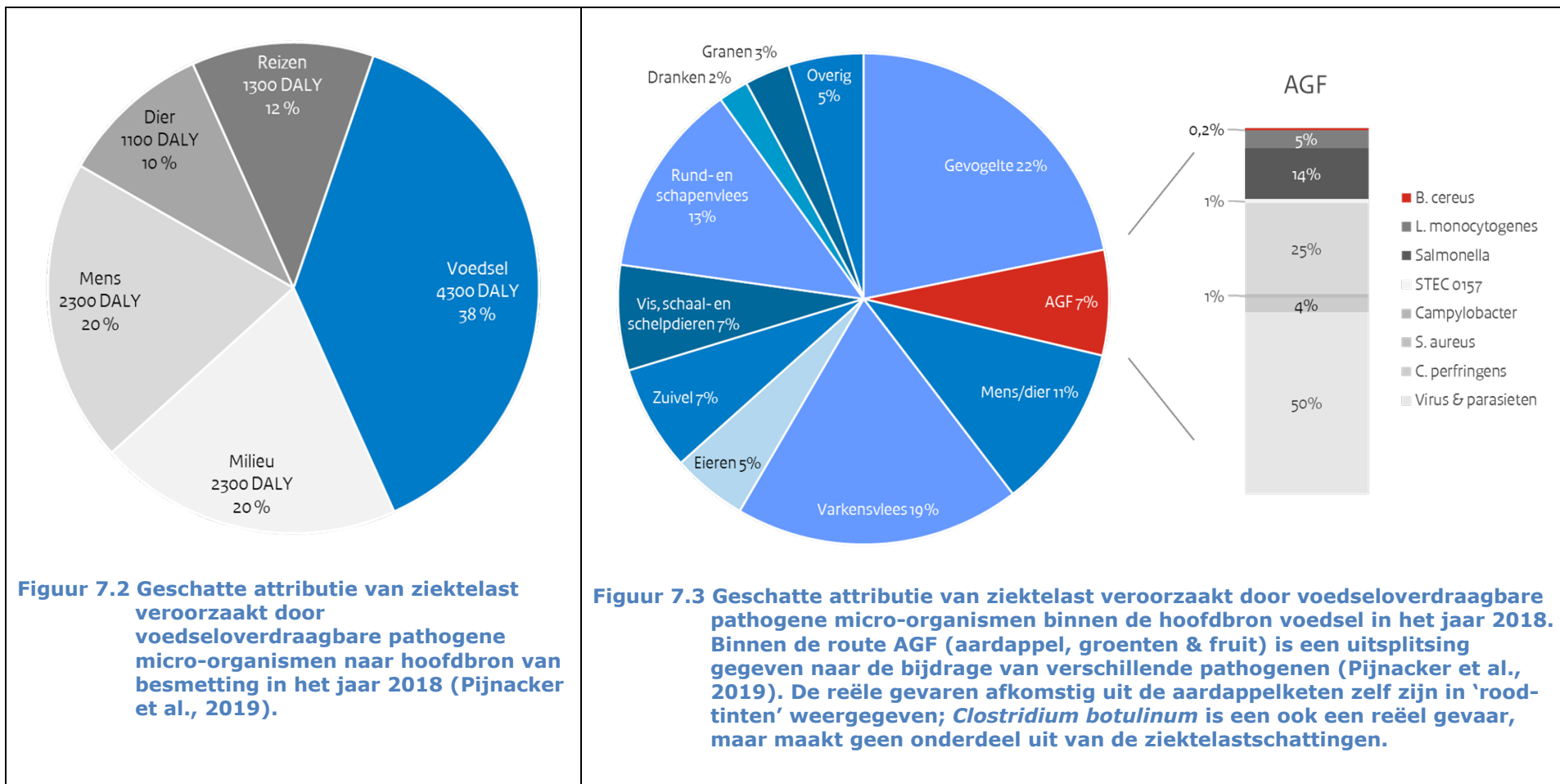
De *L. monocytogenes*-uitbraak werd veroorzaakt door nabesmetting (pureemachine) van een magnetronmaaltijd met aardappelpuree. *L. monocytogenes* vormt voor elk kant-en-klare product echter een relevant gevaar dat beheerst moet worden. Het risico vanuit de aardappelketen wordt echter als klein ingeschat.

Norovirus wordt door de mens verspreid en komt voor de meeste producten tijdens de bereiding door de voedselbereider (m.n. grote cateraar, thuis) in het product terecht. Dit is niet specifiek voor aardappelen of producten daarvan gemaakt.

EFSA heeft een opinie uitgebracht over het risico van pathogenen in voedsel van niet-dierlijke oorsprong in de EU (EFSA BIOHAZ Panel, 2013). Hierbij is een analyse uitgevoerd op basis van bij EFSA geregistreerde uitbraken in de periode 2007-2011. Wat aardappelen betreft ging het alleen om uitbraken veroorzaakt door bereide producten (Tabel 7.10). Aan aardappelen zelf werd geen risico toegekend, de associatie met STEC werd als "zwak" beoordeeld. Wel werd een sterke associatie tussen *B. cereus* en aardappelpuree gelegd.

Ziektelastschattingen

Het RIVM schat jaarlijks de ziektelast die in Nederland wordt veroorzaakt door voedseloverdraagbare pathogenen. Hierbij wordt ook een schattig gegeven via welke route de mens besmet is geraakt: voedsel, milieu, mens, dier en reizen (Figuur 7.2). Binnen de voedselroute wordt vervolgens onderscheid gemaakt tussen de categorieën rund & lam, varken, kip, eieren, zuivel, vis & schelpdieren, AGF (aardappel, groenten & fruit), dranken, granen, overige levensmiddelen en mens & dier (Figuur 7.3) (Pijnacker et al., 2019).



In 2018 werd het aantal mensen dat ziek werd door pathogenen die ook via voedsel kunnen worden overgedragen geschat op 1.627.150⁴³ (waarvan er 240 overleden). De geschatte ziektelast o.b.v. deze incidentie is 11.150 DALY en de kosten voor de samenleving € 424 miljoen voor dat jaar. Voedsel is niet de enige bron waardoor mensen ziek worden van deze pathogenen. Bronattributie op basis van expertopinionen schat dat in 2018 38% van deze ziektelast aan voedsel wordt toegeschreven (Figuur 7.2). Dit gaat om 4.245 DALY. Het ging hierbij om 652.500 ziektegevallen, waarvan er 76 overleden. De geschatte kosten voor de samenleving bedroegen €171 miljoen.

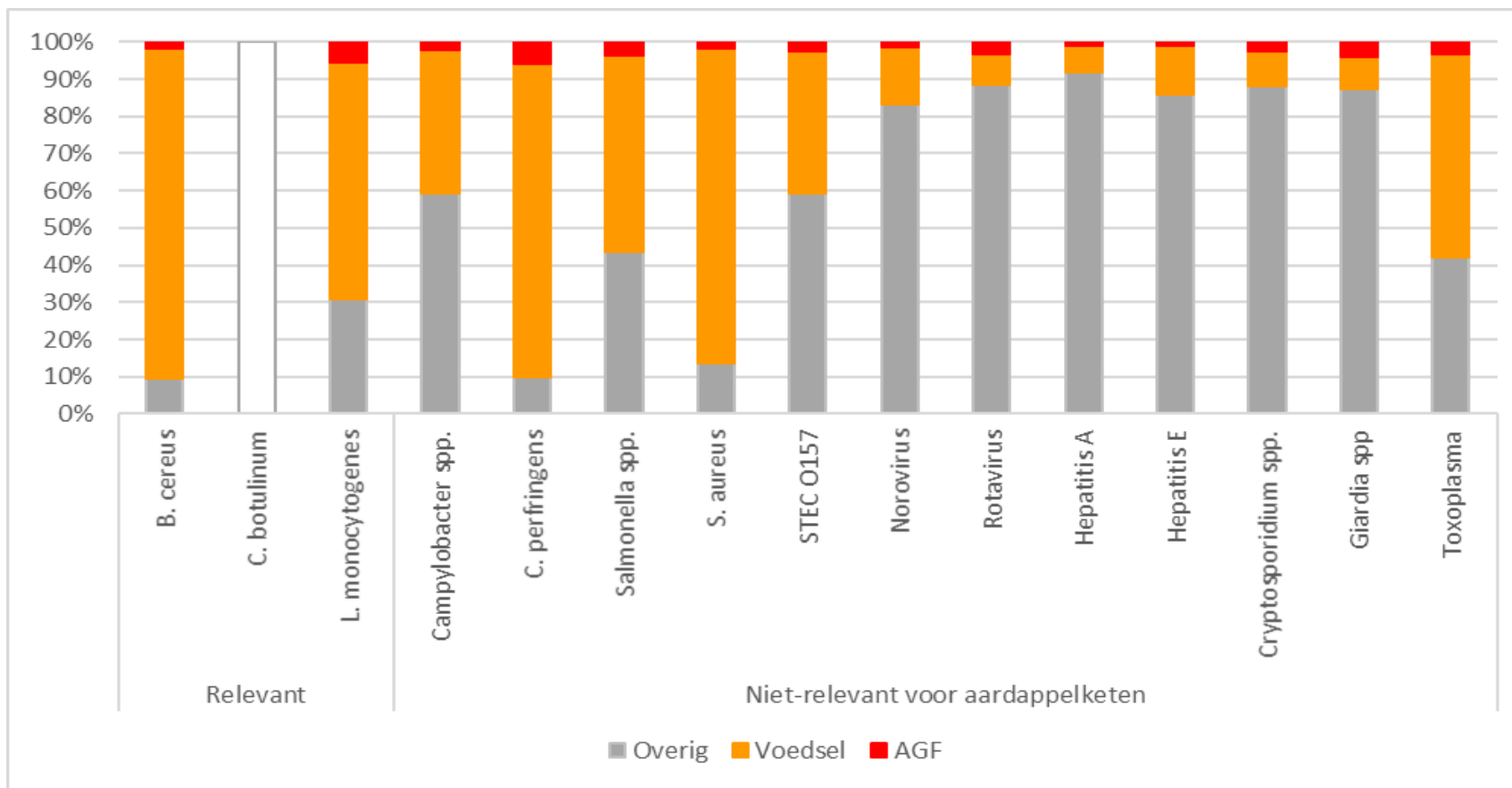
Binnen deze 4.245 DALY aan voedsel geattribueerde ziektelast is het aandeel van AGF afgerond 7% (285 DALY, 39.770 zieken, waarvan 5 overleden) (Figuur 7.3) (Pijnacker et al., 2019).

Er zijn dus geen ziektelastschattingen specifiek voor aardappelen. Door het RIVM is een ruwe schatting gemaakt van het aandeel dat aardappelen heeft binnen de categorie AGF (WFBR, 2018). Dit is een ruwe schatting, omdat er geen inzicht is in hoeveel elk type groente en fruit bijdraagt aan de ziektelast van elke pathogeen. Er is louter gerekend met de relatieve consumptie van aardappelen t.o.v. de overige producten in de categorie AGF. Dit is 21%. Blootstelling hangt echter ook o.a. af van hoe vaak en hoeveel pathogenen er op de verschillende producten zitten en welk aandeel met en zonder verhitten wordt gegeten.

Voor de ziektelastschatting veroorzaakt door aardappelen is het RIVM uit gegaan van de gevaren die door WFBR (2018) zijn genoemd als meest relevant en welke vanuit de aardappelketen zelf komen. Dit is alleen *B. cereus*. De ziektelast van *B. cereus* die in 2018 door voedsel werd veroorzaakt bedroeg 29 DALY (91%). Daarvan werd 0,6 DALY door de categorie AGF veroorzaakt (2,1% van de totale ziektelast veroorzaakt door *B. cereus*) (Figuur 7.4). Dan is de ziektelast die op basis van deze ruwe schatting door aardappelen wordt veroorzaakt 0,1 DALY. Hierbij zijn naar schatting 203 zieken (waarvan 0 overlijdensgevallen) betrokken.

Schattingen voor *L. monocytogenes* zijn moeilijk te maken. Het gaat hierbij niet om consumptie van aardappelen, maar om het aandeel dat kant-en-klare aardappelen heeft binnen kant-en-klare producten. Hier zijn geen gegevens van beschikbaar.

Van de totale in 2018 aan voedsel geattribueerde ziektelast (4.245 DALY) wordt geschat dat aardappel 0,003% (0,1 DALY) bijdraagt. Het gaat hierbij om 0,03% (203 zieken) van de in totaal 652.500 door voedsel veroorzaakte ziektegevallen. Op basis van de beschikbare gegevens wordt beoordeeld dat aardappelen nauwelijks bijdragen aan de ziektelast in Nederland.



Figuur 7.4 Overzicht van het aandeel dat “aardappelen, groenten & fruit” (AGF) heeft in geschatte ziektelast die door de 14 meest relevante voedsel overdraagbare micro-organismen wordt veroorzaakt, met toevoeging van *C. botulinum*. Aangegeven is welke pathogenen als relevant gevaar vanuit de aardappelketen worden beschouwd, en welke niet.

7.4.5. Beheersmaatregelen

Primaire fase: Teelt, oogst, transport en opslag

De analyse van de risico's afkomstig van microbiologische gevaren in de aardappelketen laat zien dat de pathogenen die van nature op verse aardappelen voorkomen (*B. cereus*, *C. botulinum*, *L. monocytogenes*) de relevante gevaren zijn die vanuit de keten zelf een risico vormen. Het is niet te voorkomen dat deze pathogenen met de verse aardappel mee de keten in komen.

Pathogene die met dierlijke mest worden geassocieerd (*Salmonella*, pathogene *E. coli* (STEC)) vormen in principe geen probleem, omdat ze het kookproces van aardappelen niet overleven. Twee uitzonderlijke STEC-uitbraken waarbij verse aardappelen (en verse prei) als oorzaak werden aangewezen en de aanhangige grond als waarschijnlijke bron van de STEC werd beschouwd, laten echter zien dat voorkomen moet worden dat verse aardappelen met mest - of met mest vervuilde grond - besmet raken om kruisbesmetting naar andere bereide producten in de keuken te voorkomen.

- Er dient zorg te worden gedragen dat tafelaardappelen schoon zijn.

Secundaire en tertiaire fase

Processen van verwerking en bewaren/opslag spelen zowel in de secundaire (industrie) als tertiaire (handel, voedselbereiding) fase van de keten. Veel van de beheersmaatregelen zijn dan ook voor beide fases van de keten van belang.

B. cereus en *C. botulinum* overleven als sporenvormers het bereidingsproces van verwerkte aardappelen. *L. monocytogenes* niet.

- *L. monocytogenes* is een bekende nabesmetter en vormt vooral een te beheersen gevaar bij koelverse kant-en-klare producten. Aangezien deze pathogeen met de grondstof (verse aardappel) de procesomgeving van de aardappelverwerkende industrie inkomt, is het noodzakelijk om alert te blijven dat deze pathogenen vanuit die procesomgeving (biofilm) niet het kant-en-klare eindproduct besmet.

B. cereus en *C. botulinum* kunnen bij lagere temperatuur groeien en toxine vormen in levensmiddelen.

Verdere bereiding (verhitten) van verse (bewerkte) of voorgegaarde (verwerkte) (koelvers) producten doodt vegetatieve cellen van *B. cereus* en heeft daarmee effect op het voorkomen van een *B. cereus* toxico-infectie. Het door *B. cereus* in voedsel gevormde toxine (voedselvergiftiging) is echter hittestabiel en wordt door eventuele verdere bereiding (verhitten) niet geïnactiveerd.

C. botulinum is vooral een gevaar in koelverse producten die vacuüm zijn verpakt, door de anaerobe omstandigheden in het product. Hoewel het botulinum toxine hittelabel is, is het ook zeer giftig. Het moet daarom worden voorkomen dat dit toxine überhaupt in een levensmiddel wordt gevormd.

- Verhitte producten dienen snel te worden afgekoeld of direct te worden geconsumeerd (WFBR, 2018).
- Aardappelen die zijn be- of verwerkt (geschild/gesneden, voorgegaard/gebakken of volledig gegaard) dienen gekoeld (≤ 7 °C, liefst ≤ 4 °C) te worden bewaard, zodat groei (en toxinevorming) wordt vertraagd of voorkomen. Hiermee wordt ook groei van pathogenen die door nabesmetting in het product zijn gekomen beheerst.

- Vaak (bij langere houdbaarheidstermijnen) is het toepassen van additionele beheersmaatregelen naast koeling noodzakelijk, zoals verlagen van de pH of wateractiviteit, MAP verpakken en/of toevoegen van conserveermiddel (WFBR, 2018).

Toevoegingen (m.n. kruidenmix) aan het gegaarde product vormen een gevaar op introductie van pathogenen (bacilli, clostridia en *Salmonella*).

- Het gevaar van nabesmetting dient te worden beheerst. Indien van toepassing is napasteurisatie in de verpakking een mogelijkheid (WFBR, 2018).

Op gedroogde en diepgevroren producten vindt geen groei van bacteriën plaats. Wel zullen bacteriën overleven.

- Nabesmetting van deze producten dient te worden voorkomen (WFBR, 2018), met name als geen verdere verhitting meer nodig is in de bereiding ervan.

Gedroogde producten (o.a. instant aardappelpuree) zijn niet steriel (*B. cereus*).

- Bereid product dient of direct te worden geserveerd of gekoeld te worden bewaard (WFBR, 2018). Beheersing van deze uitbraken ligt bij de bereider (grote cateraar, consument).

Uitbraken en ziektegevallen die worden waargenomen zijn bijna allemaal ontstaan door het niet goed beheersen van de temperatuur bij het bewaren (te lang buiten de koelkast) dan wel het afkoelen van producten (te langzaam, meestal buiten de koelkast) door de bereider (grote cateraar, consument), waarbij ook nabesmetting door handcontact (*S. aureus*) als additionele risicofactor wordt gezien.

- Beheersing van deze uitbraken ligt bij de bereider (grote cateraar, consument).

7.5. Data

7.5.1. Meldingsplicht infectieziekten

Op grond van Wet publiek gezondheid (Wpg⁴⁷) moeten artsen en laboratoria bepaalde infectieziekten melden bij de Gemeentelijke Gezondheidsdienst (GGD) als zij deze bij patiënten tegenkomen. De meldingsplicht helpt de verspreiding van infectieziekten te voorkomen. Een deel van deze ziekten kunnen via voedsel worden overgedragen (Tabel 7.2). Aanvullend zijn instellingen waar voor infectieziekten kwetsbare populaties verblijven verplicht melding te doen in geval zich tegelijkertijd meerdere gevallen van gastro-enteritis (maag-darmonsteking) voordoen. In al deze situaties spoort de GGD de bron van de infectie op, en gaat na of contacten van de patiënt risico lopen op een besmetting. Daarna kan de GGD maatregelen nemen ter bescherming van de contacten en ter preventie van verspreiding van de ziekte. Indien voedsel de bron van de infectie is, wordt hierbij samengewerkt met de NVWA. Hierover verschijnt jaarlijks een rapportage (Friesema et al., 2014; Friesema et al., 2015a;2016a; Friesema et al., 2017a; Friesema et al., 2018).

Tabel 7.2 Overzicht van volgens de Wet publieke gezondheid (Wpg) meldingsplichtige infectieziekten waarbij voedselgerelateerde overdracht mogelijk is

Melingsplichtige infectie	Verwekker
Difterie	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>
Tuberculose	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> -complex (o.a. <i>Mycobacterium bovis</i>)
Buiktyfus	<i>Salmonella typhi</i>
Cholera	<i>Vibrio cholerae</i>
Hepatitis A	Hepatitis A-virus
Paratyfus	<i>Salmonella paratyphi</i>
Shigellose	<i>Shigella</i> spp.
STEC/EHEC infectie	Shiga-toxine producerende <i>Escherichia coli</i> (STEC)/enterohemorragische <i>Escherichia coli</i> (EHEC)
Voedselinfectie met ≥ 2 patiënten*	
Antrax	<i>Bacillus anthracis</i>
Botulisme	<i>Clostridium botulinum</i>
Brucellose	<i>Brucella</i> spp.
Ziekte van Creutzfeldt-Jakob variant (vCJD)	Prionziekte (verondersteld gerelateerd aan BSE)
Hantavirusinfectie	Hantavirus
Listeriose	<i>Listeria monocytogenes</i>
Trichinellose	<i>Trichinella</i> spp.
Tularemie	<i>Francisella tularensis</i>
Uitbraak van gastro-enteritis in instellingen**	

* betreft patiënten met een onderlinge relatie wijzend op voedsel als een bron

** betreft een instelling waar voor infectieziekten kwetsbare populaties verblijven of samenkomen voor een of meer dagdelen per etmaal

⁴⁷ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0024705/2020-03-19>

7.5.2. Informatie over aardappel(product)en en pathogene micro-organismen

Tabel 7.3 Overzicht van relevante eigenschappen van verschillende aardappel(product)en

Product	pH	Aw¹	Referentie
Verse aardappel	5,4-6,0	0,98	(Solomon et al., 1998; DiPersio et al., 2005; FDA, 2012)
Gekookte aardappelen	5,9-6,2	0,98	(Dodds, 1989; van Gerwen et al., 1997)
Aardappelpuree	5,7-5,9	0,99	(Carlin & Peck, 1996; Mahakarnchanakul & Beuchat, 1999; Thomas et al., 2002)
Gedroogde aardappelvlokken		0,3	(WFBR, 2018)
Aardappelzetmeel	6,7	0,64	(Park & Beuchat, 2000)
Chips		0,3	(WFBR, 2018)
Gnocchi	5,0-5,3	0,96-0,98	(Del Torre et al., 2004)

¹ Aw is wateractiviteit

Tabel 7.4 Overzicht van relevante (groei)factoren van pathogene micro-organismen die voorkomen in de aardappelketen (bron: (FDA, 2012))

Micro-organisme	Gram	Min. Temp. (°C)	pH ¹	Min. Aw	O ₂ ²	Groei nodig ³	Min. ID ⁴	Ziek door inname	Toxine	Aanvullende ref.	
<i>B. cereus</i>	+	4	4,3/9,3	0,91	-/+	Ja	>10 ⁵ kve/g	Cellen / sporen ⁵	⁶	(King et al., 2007)	
						Ja	>10 ⁶ kve/g ⁷	Toxine ⁸	Hittestabiel	(King et al., 2007)	
<i>C. jejuni</i>	-	30	4,9/9,5	0,99	±	Nee	>500 cellen	Cellen	Nvt		
<i>C. botulinum</i>	+										
Proteolitsch: A,B,F		10	4,6/9	0,93	-	Ja		Toxine	Hittelabel	(Peck et al., 2011)	
Niet-proteolitsch: B,E,F		2,5	5/9	0,93-0,97	-	Ja		Toxine	Hittelabel	(Peck et al., 2011)	
<i>C. perfringens</i>	+	4-10	5/9	0,93	-/±	Ja	>10 ⁶ kve/g	Cellen / sporen	⁶		
<i>E. coli</i> (STEC)	-	±6,5	4/10	0,95	-/+	Nee	±10-100 cellen	Cellen	Nvt		
<i>L. monocytogenes</i>	+	-0,4	4,4/9,4	0,92	-/+	Nee/Ja	±10 ³ -10 ⁴ cellen	Cellen	Nvt		
<i>Salmonella</i> spp.	-	5,2	3,7/9,5	0,94	-/+	Nee	>1 cellen	Cellen	Nvt		
<i>S. aureus</i> groei	+	7	4/10	0,83	-/+	Ja	>10 ⁵ kve/g ⁷	Toxine	Hittestabiel	(ICMSF, 1996)	
toxine productie		10	4/9,8	0,85							
Virussen & parasieten		Humaan pathogene virussen en parasieten kunnen niet uitgroeien buiten hun levende gastheer. Er vindt daarom geen toename plaats in levensmiddelen.									

¹ Minimum/maximum, het optimum ligt veelal tussen pH 6-7

² O₂: zuurstof nodig voor groei; - : strikt anaeroob, ± : micro-aerofiel, + : strikt aerob: -/+ : zowel aerobe als anaerobe groei (facultatief anaeroob)

³ Groei nodig in product om minimale infectieuze dosis te bereiken of om toxine te produceren

⁴ Min. ID: minimale infectieuze dosis. Dit zijn vaak schattingen, waarbij de waardes afhankelijk zijn van o.a. gastheer, matrix en stam

⁵ Diarree-type klachten

⁶ In de darmen gevormd

⁷ Aantal cellen (kve/g) in voedsel dat gerelateerd wordt aan toxineproductie

⁸ Braak-type klachten (cereulide)

7.5.3. Aantreffen in de keten

Tabel 7.5 Overzicht prevalentiegegevens van (vermoedelijke) *B. cereus* op aardappel en –producten (o.b.v. referenties uit (WFBR, 2018):*, en geciteerde referenties)

Micro-organisme	Product	Ketenschakel	Prevalentie % (N)	Niveau (log kve/g)	Land ¹	Referentie
Tafelaardappel						
<i>B. cereus</i>	Tafelaardappel	Retail	78% (9)	2-2,8	AR	(41)*
<i>B. cereus</i>	Tafelaardappel	Retail	Aangetoond	endofyt	FI	(26)*
<i>B. cereus</i>	Tafelaardappel					(28)*
<i>B. cereus</i>	Hand geschild	Eindgebruiker	<1%		AR	(75)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Tafelaardappel	Retail	10% (10)		DE	(42)*
Ready-to-cook						
<i>Bacillus</i> spp. ²	Aardappelschijfjes (bevroren)	Retail	16% (50)		BW	(90)*
<i>Bacillus</i> spp. ³	(voor)Gekookte aardappelen	Eindgebruiker	Aangetoond		NL	(98)*
<i>B. cereus</i>	Gnocchi (koelvers)	Industrie	33% (110)	1-2	IT	(99)*
Ready-to-eat						
<i>B. cereus</i>	Aardappelgerecht	Catering	10% (38)		IT	(Bonerba et al., 2010)
<i>B. cytotoxicus</i>	Divers	Retail	0% (21)		DE	(42)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Divers (verse puree, gnocchi)		0% (3)		FR	(Koné et al., 2019)
<i>B. cereus</i>	Aardappelpuree	Horeca	100% (10)		US	(96)*
<i>B. cereus</i>	Aardappelpuree	Industrie	70% (10)		FR	(Choma et al., 2000)
<i>B. cytotoxicus</i>	Aardappelpuree (vers)	Horeca	100% (9)		DE	(42)*
<i>B. cereus</i>	Vacuüm-verpakte puree	Industrie	67% (6)	1,7-3,2	BE	(100)*
Gedroogde aardappelproducten						
<i>B. cytotoxicus</i>	Chips/crisps ⁴	Retail	33% (6)		DE	(42)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Chips/crisps ⁵	Retail	0% (7)		DE	(42)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Chips	Retail	67% (3)		FR	(Koné et al., 2019)
<i>B. cereus</i>	Gedroogde aardappel		40% (20)	2-3,6	US	(70)*
<i>B. cereus</i>	Gedroogde aardappel		10% (50)	1,7-2,3	AR	(63)*
<i>B. cereus</i>	Aardappelvlokken		74% (50)	1-2,5	NZ	(67)*

<i>B. cereus</i>	Aardappelvlokken	Retail	100% (20)	<2	FR	(Koné et al., 2019)
<i>B. cereus</i>	Aardappelpuree ⁶		-	1-1,4	US	(Mahakarnchanakul & Beuchat, 1999)
<i>B. cereus</i>	Aardappelpuree (gedroogd)		92% (13)		CH	(Heini et al., 2018)
<i>B. cytotoxicus</i>	Aardappelpuree (gedroogd)	Retail	88% (17)		DE	(42)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Aardappelpoeder/vlokken/granulen	Retail	67% (12)		DE	(42)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Bereid product ⁶	Retail	50% (24)		DE	(42)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Divers (instant soep e.d.)	Retail	71% (7)		FR	(Koné et al., 2019)
Divers						
<i>B. cytotoxicus</i>	Overig	Retail	5% (19)		DE	(42)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Overig	Retail	33% (15)		DE	(42)*
<i>B. cytotoxicus</i>	Schillen	Retail	17% (6)		FR	(Koné et al., 2019)
<i>B. cytotoxicus</i>	Baby-maaltijd	Retail	0% (11)		DE	(42)*

¹ AR: Argentinië, BE: België, BW: Botswana; CH: Zwitserland, DE: Duitsland, FI: Finland, FR: Frankrijk, IT: Italië, NL: Nederland, NZ: Nieuw Zeeland, US: Verenigde Staten van Amerika

² Geen pathogene soorten

³ *B. cereus*, *B. polymyxa*, *B. licheniformis*

⁴ Voorgevormde chips, waarschijnlijk gemaakt van gedehydrateerd aardappelproduct

⁵ Gemaakt van gesneden aardappelen

⁶ Bereid product o.b.v. gedroogde aardappelproducten

Tabel 7.6 Overzicht prevalentiegegevens van andere pathogenen dan *B. cereus*-groep op aardappel en –producten (o.b.v. referenties uit (WFBR, 2018):*, en geciteerde referenties)

Micro-organisme	Product	Ketenschakel	Prevalentie % (N)	Niveaus	Land ¹ (jaartal)	Referentie
Tafelaardappel						
<i>Campylobacter</i>		Retail	0% (10)		US (±2000)	(Thunberg et al., 2002)
<i>Campylobacter</i>		Boerenmarkt	1,6% (63)		CA (1990)	(Park & Sanders, 1992)
<i>Campylobacter</i>		Retail	0% (90)		CA (1990)	(Park & Sanders, 1992)
<i>Campylobacter</i>		Boerenmarkt	1,3% (75)		CA (1990)	(Park & Sanders, 1992)
<i>C. botulinum</i> (A)			Aanwezig			(43)*
<i>C. botulinum</i> (E)			68% (40)		SE	(25)*
<i>C. botulinum</i> (E)			100% (3)		IL	(Johannsen, 1963)
<i>C. botulinum</i>			0% (72)		DE	(van Leusden, 2000)
<i>C. botulinum</i>		Teeltfase	0% (50)		ES	(34)*
<i>C. perfringens</i>		Teeltfase	0% (50)		ES	(34)*
<i>L. monocytogenes</i>	Aardappelplant	Teeltfase	12,2% (41)		DE (1972-1974)	(Weis & Seeliger, 1975)
<i>L. monocytogenes</i>		Retail	17% (12)		ES	(48)*
<i>L. monocytogenes</i>	Geschild en gewassen		10% (30)		PL	(49)*
<i>L. monocytogenes</i>		Retail	40% (10)		US (±2000)	(Thunberg et al., 2002)
<i>Listeria</i> spp.		Teeltfase	? (50)	3 log kve/g	ES	(34)*
<i>L. monocytogenes</i>		Retail	21% (132)		US (1987-1988)	(47)*
<i>Salmonella</i>		Retail	0% (10)		US (±2000)	(Thunberg et al., 2002)
<i>Salmonella</i>			1% (100)		MX (2004)	(Quiroz-Santiago et al., 2009)
<i>Salmonella</i>		Retail	100% (13)		US	(Wells & Butterfield, 1997)
<i>S. aureus</i>	Hand geschild	Eindgebruiker	Aanwezig			(75)*
STEC O157:H7		Teeltfase	0% (50)		ES	(34)*
<i>Enterobacter cloacae</i>	Hand geschild	Eindgebruiker	Aanwezig			(75)*
<i>Pseudomonas</i>	Hand geschild	Eindgebruiker	Aanwezig			(75)*
<i>Klebsiella oxytoca</i>	Hand geschild	Eindgebruiker	Aanwezig			(75)*
<i>Hafnia alvei</i>	Hand geschild	Eindgebruiker	Aanwezig			(75)*
<i>Vibrio fluvialis</i>	Geschild, gesneden		Aanwezig			(76)*
Ready-to-cook						
<i>C. botulinum</i>	Gekookt, vacuüm		-	0,63 kve/kg	NL	(van Leusden, 2000)

<i>C. botulinum</i>	Gepasteuriseerd, vacuüm		0% (48)		DE	(van Leusden, 2000)
<i>C. botulinum</i>			0% (27)		RU	(van Leusden, 2000)
<i>C. botulinum</i>	Gnocchi		0% (80)		IT	(Del Torre et al., 2004)
<i>E. coli</i>	Rösti		0% (1562)	>2,2 log kve/g	US (1980)	(69)*
<i>E. coli</i>	Friet		0% (1585)	>2,2 log kve/g	US (1980)	(69)*
<i>S. aureus</i>	Rösti		1,3% (1562)	>2 log kve/g	US (1980)	(69)*
<i>S. aureus</i>	Friet		0,1% (1585)	>2 log kve/g	US (1980)	(69)*
<i>S. aureus</i>	Aardappelschijfjes		2,0% (50)		BW	(90)*
<i>Corynebacterium diphtheria</i>	Aardappelschijfjes		18,0% (50)		BW	(90)*
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Aardappelschijfjes		8,0% (50)		BW	(90)*
<i>Vibrio</i> spp.	Aardappelschijfjes		12,0% (50)		BW	(90)*
Gedroogde aardappelproducten						
<i>E. coli</i>	Rösti		0% (1469)	>3 kve/g	US (1980)	(69)*
<i>E. coli</i>	Puree		0% (1584)	>3 kve/g	US (1980)	(69)*
<i>L. monocytogenes</i>	Chips		0% (25)		EU	EFSA (2011-2018)
<i>Salmonella</i>	Aardappelzetmeel		Geen gegevens			
<i>Salmonella</i>	Chips		0% (31)		EU	EFSA (2011-2018)
<i>S. aureus</i>	Rösti		0,1% (1409)	>2 log kve/g	US (1980)	(69)*
<i>S. aureus</i>	Puree		0,3% (1584)	>2 log kve/g	US (1980)	(69)*
<i>Cronobacter</i> spp.	Procesomgeving ²	Industrie	27% (15)			(66)*
Overig						
<i>E. coli</i>	Aardappelsalade		0,9% (1352)	>2,2 log kve/g	US (1980)	(69)*
STEC	Aardappelgerecht		0% (5)		EU	EFSA (2011-2018)
<i>S. aureus</i>	Aardappelsalade		0,1% (1352)	>2log kve/g	US (1980)	(69)*
<i>S. aureus</i>	Aardappelpuree	Horeca	0% (21)		ES	(Soriano et al., 2002)
<i>S. aureus</i>	Aardappelgerecht		17% (12)		EU	EFSA (2011-2018)
<i>S. aureus</i>	Bereide producten		Aanwezig			(71)*
<i>L. monocytogenes</i>	Aardappelgerecht		0,5% (211)		EU	EFSA (2011-2018)
<i>Salmonella</i>	Aardappelgerecht		1,1% (370)		EU	EFSA (2011-2018)

¹ BW: Botswana, CA: Canada, DE: Duitsland, ES: Spanje, EU: Europese Unie, incl. Noorwegen, Liechtenstein, IJsland en Zwitserland, IL: Israël, MX: Mexico, NL: Nederland, PL: Polen, RU: Rusland, SE: Zweden, US: Verenigde Staten van Amerika, ZA: Zuid-Afrika

² Onderzoek bij één fabriek

Tabel 7.7 Overzicht van de RASFF notificaties die relevant zijn voor de risicobeoordeling aardappelen (1990-2018). Weergegeven zijn de notificaties waarin aardappel en -producten zijn betrokken met bijbehorende relevante informatie.

RASFF nr.	Productcategorie	Product	Gevaar	Aantal kve/g
Pathogene micro-organismen				
2011.0259	Prepared dishes and snacks	Chilled gnocchi	<i>B. cereus</i>	1.800.000; 62.000; 1.400.000
2014.1402	Prepared dishes and snacks	Gnocchi	<i>B. cereus</i>	390.000
2018.0052	Prepared dishes and snacks	Chilled potato gratin	<i>Salmonella</i>	
2002.323	Fruits and vegetables	Potato crisps	<i>E. coli</i>	1.100; 0,3
Niet-pathogene micro-organismen				
2002.323	Fruits and vegetables	Potato crisps	Coliformen	11.000; 2.300
2001.BHU	Fruits and vegetables	Potatoes	Schimmels	
2012.ALU	Fruits and vegetables	Potatoes	Schimmels	
2008.1595	Other food product / mixed	Potato salad	Gisten	

Tabel 7.8 Overzicht van het aantal recall-meldingen, opgesplitst naar oorzaak, dat in de VS bij de FDA werd geregistreerd voor aanwezigheid van pathogenen in aardappel(producten) of producten waarin aardappel is verwerkt (2010-2018) (FDA, 2019b)

Pathogeen Oorzaak	Aardappel-schijfjes	Aardappel-product	Chips	Divers / samengesteld	Totaal
<i>Listeria monocytogenes</i>	1			3	4
Besmette omgeving / apparatuur	1			2	3
Onbekend				1	1
<i>Salmonella</i>		1	13	1	15
Besmet ingrediënt		1	13	1	15
Totaal	1	1	13	4	19

7.5.4. Toename

Tabel 7.9 Overzicht van groeimogelijkheden van pathogenen op aardappel(product)en (o.b.v. referenties uit (WFBR, 2018):*, en geciteerde referenties)

Micro-organisme	Product categorie	Product	T (°C)	Groei ¹	Tijd (dgn) ²	Toename (log kve/g)	Ref ⁶
<i>B. cereus</i>	bereid product	puree	4	0			(100)*
<i>B. cereus</i>	bereid product	puree	4	0			a
<i>B. cereus</i>	bereid product	(voor)gekookt	5	1	>4 wkn		(98)*
<i>B. cereus</i>	bereid product	puree	7	1	9	0,6-2,3	(100)*
<i>B. cereus</i>	bereid product	puree	8	1	12	2,5	(138)*
<i>B. cereus</i>	bereid product	gnocchi	8	1	50	<1	(99)*
<i>B. cereus</i>	bereid product	puree	10	1	20	5,	a
<i>B. cereus</i>	bereid product	gnocchi	12	1	25	>3	(99)*
<i>Bacillus</i> spp.	bereid product	(voor)gekookt	14	1	1	3	(98)*
<i>B. cereus</i>	bereid product	voorgebakken friet	21	1	9 uur	3	b
<i>Bacillus</i> spp.	bereid product	(voor)gekookt	22	1	1	4-5	(98)*
<i>Bacillus</i> spp.	bereid product	gekookt	22	1	2	73	(98)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	gekookt	4	0			(79)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	(voor)gekookt	5	0	15		(98)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	puree	5	0	38		(131)*
<i>C. botulinum</i>	bereid product	gnocchi	8	0			(78)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	puree	8	1	31		(131)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	gekookt	10	1	8		(79)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	puree	10	0	27		(131)*
<i>C. botulinum</i>	bereid product	gnocchi	12	0			(78)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	gekookt	14	1	5		(98)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	gekookt	15	1	<4		(79)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	puree	16	1	4,5		(131)*
<i>C. botulinum</i>	bereid product	gnocchi (-)4	20	1			(77)*
<i>C. botulinum</i>	bereid product	gnocchi (+)4	20	0			(77)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	gekookt	20	1	<4		(79)*
<i>C. botulinum</i> toxine	vers	aardappelschijfjes	22	1	4-5		(136)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	oven gebakken (folie)	22	1	6-7		(82)*
<i>C. botulinum</i> toxine	bereid product	gekookt verpakt (folie)	25	1	5-9		(80)*
<i>C. botulinum</i>	bereid product	gepofte/gebakken (folie)	KT5	1	3-7		?
<i>C. botulinum</i> toxine		gekookt	KT	1	1		(81)*
<i>L. monocytogenes</i>	vers	geschild	4	1	8	2	(117)*
<i>L. monocytogenes</i>	vers	aardappelschijfjes	8	1	12	2	(118)*
<i>L. monocytogenes</i>	vers	aardappelschijfjes	20	1	6	3-4	(118)*
<i>Salmonella</i>	bereid product	gekookt	5	1	7	2	c
<i>Salmonella</i>	bereid product	salade	8	1			d
<i>Salmonella</i>	bereid product	gekookt	14	1	1	5	c
<i>Salmonella</i>	vers	aardappelschijfjes	KT	1	1	1	e
<i>S. aureus</i>	bereid product	(voor)gekookt	5	1	7		(98)*
<i>S. aureus</i>	bereid product	gekookt	8	0	42		(132)*
<i>S. aureus</i>	bereid product	gekookt	10	1	1		(132)*
<i>S. aureus</i>	bereid product	salade	10	0	42		(132)*
<i>S. aureus</i>	bereid product	(voor)gekookt	14	1	3	3	(98)*
<i>S. aureus</i>	bereid product	salade	15	1	0,5		(132)*
<i>S. aureus</i>	bereid product	(voor)gekookt	22	1	1	5	(98)*

¹ 0: geen groei, → Tijd = max. bewaartijd proef waarin geen groei werd waargenomen; 1: wel groei → Tijd = tijd tot eerste meetpunt met groei

² Tijd in dagen, tenzij anders aangegeven

³ Eindconcentratie

⁴ -: zonder conserveermiddel, +: met conserveermiddel

⁵ KT: kamertemperatuur

⁶ a: (Choma et al., 2000), b:(Doan & Davidson, 1999), c: (Tamminga et al., 1978), d: (Huang, 2016), e: (Wells & Butterfield, 1999)

7.5.5. Ziektegevallen en uitbraken

Tabel 7.10 Uitbraken gerapporteerd in de wetenschappelijke literatuur die gerelateerd zijn aan aardappel en -producten, aangevuld met gegevens van EFSA en CDC (o.b.v. referenties uit (WFBR, 2018):*, en geciteerde referenties)

Pathoogeen	Product	Land ¹ en jaar	N ²	Cases ³	ZH ⁴	Overl ⁵	Locatie	Oorzaak	Referentie
<i>B. cereus</i>	Puree/vlokken	NL, 1967	1	-					(21)*
<i>B. cereus</i>		US, 1975	1	2			Thuis		(21)*
<i>B. cereus</i>	Puree/vlokken	GB, 1977	1	49		1	Cateraar	Verkeerd bewaren	(68)*
<i>B. cereus</i>	Vlokken	US, 1978	1	450			School	Verkeerd bewaren	(21)*
<i>B. cereus</i>	Puree	SE, 1995-1997	5				Restaurant		(Lindqvist et al., 2000)
<i>B. cereus</i>	Aardappel en -producten	US, 1998-2017	2	51	0	0			(CDC, 2018b)
<i>B. cereus</i>	Puree	FI, 2008	1	5	0	0	Onbekend		(18)*
<i>B. cereus</i>	Aardappelen (in salade)	DK, 2016	1	50	1		Restaurant	Verkeerd bewaren	EFSA (2011-2017)
<i>B. cereus/B. cytotoxicus</i>	Puree	FR, 2009	1	24			School		(Glasset et al., 2016)
<i>B. cereus sensu lato</i>	Puree	FR, 2013	1	12			Zorginstelling		(Glasset et al., 2016)
<i>B. cereus sensu lato</i>	Puree	FR, 2011	1	10			School		(Glasset et al., 2016)
<i>B. cereus/B. cytotoxicus</i>	Aardappelen/puree	FR, 2008	1	28			Zorginstelling		(Glasset et al., 2016)
<i>B. cytotoxicus</i>	Puree	FR, 2003	1	-					(Guinebretière et al., 2013)
<i>B. cytotoxicus</i>	Puree	DE, 2007	1	-					(Guinebretière et al., 2013)
<i>C. botulinum</i>	Salade	US, 1992	1	2			Thuis		(21)*
<i>C. botulinum A</i>	Geb. aardappelen (in folie)	US, 1978	1	7	2		Restaurant	Verkeerd bewaren	(103)*
<i>C. botulinum A</i>	Geb. aardappelen (in folie)	US, 1994	1	30	21	0	Restaurant	Verkeerd bewaren	(105)*
<i>C. botulinum A</i>	Gekookte aardappelen	BE, 1996	0	1		1	Thuis	Verkeerd bewaren	(102)*
<i>C. botulinum A</i>	Geb. aardappelen (in folie)	CA, 2002	0	1	0		Restaurant		(104)*
<i>C. botulinum A</i>	Aardappel en -producten	US, 1998-2017	1	29	28	2	Thuis	Thuis ingeblikt	(CDC, 2018b;2018a), (113)*
<i>C. botulinum A</i>	Pruno	US, 1998-2017	1	8		0	Gevangenis		(CDC, 2018b;2018a)
<i>C. botulinum A</i>	Pruno	US, 1998-2017	4	35		0	Gevangenis		(CDC, 2018a)
<i>C. botulinum A</i>	Aardappel en -producten	US, 1998-2017	0	5				Verkeerd bewaren	(CDC, 2018a)
<i>C. botulinum A</i>	Pruno	US, 1998-2017	0	1			Gevangenis		(CDC, 2018a)
<i>C. perfringens</i>	Puree	US, 1996	1	34			Onbekend		(106)*
<i>C. perfringens</i>	Aardappel en -producten	US, 1998-2017	3	131	0	0			(CDC, 2018b)*
<i>E. coli</i> O153:H45 (STEC)	Aardappelgerecht	US, 1994	1	372-645	35		Catering	Verkeerd bewaren	(Roels et al., 1998)

Advies over de risico's van de aardappelketen TRCVWA/2020/6614 - Bijlagen

<i>E. coli</i> O157(STEC)	Verse aardappel/prei	GB, 2011	1	250	79	1	Consument	Grond	EFSA (2011-2017), (46)*
<i>E. coli</i> O157(STEC)	Verse aardappel	GB, 1985	1	≥24	11	1	Consument	Grond	(44)*
<i>L. monocytogenes</i>	Puree	SE, 2018	1	7		4	Industrie	Besmette machine	(Smittskydd Västra Götaland, 2018)
Norovirus	Aardappel en -producten	US, 1998-2017	4	66	1	0			(CDC, 2018b)*
Norovirus	Aardappel	DE, 2010	1	41	0	0	Onbekend		(18)*
Onbekend	Aardappel en -producten	IE, 2014	1	4	2	0			EFSA (2011-2017)
<i>S. aureus</i>	Aardappel	GB, 1955	1	?				Voedselbereider, verkeerd bewaren	(Davies & Parry, 1958)
<i>S. aureus</i>	Aardappel	GB, 1957	1	8			Restaurant	Voedselbereider, verkeerd bewaren	(Davies & Parry, 1958)
<i>S. aureus</i>	Puree	US, 1975	1	12			Militaire basis		(21)*
<i>S. aureus</i>	Puree	NO, 2005	1	8			Kinderopvang	Rauwe melk, verkeerd bewaren	(110)*
<i>S. aureus</i>	Puree	US, 1995	1	9			Restaurant		(115)*
<i>S. aureus</i>	Aardappelpureeproduct	IN, 2005	1	>100			Dorpsfeest		(Nema et al., 2007)
<i>S. aureus</i>	Aardappel en -producten	US, 1998-2017	1	19	0	0			(CDC, 2018b)*
<i>S. aureus</i> en <i>B. cereus</i>	Puree	AT, 2013	1	14	3		Restaurant	Rauwe melk, verkeerd bewaard	EFSA (2011-2017), (107)*
<i>Salmonella</i> spp.	Puree	LT, 2008	1	35	21	0	Onbekend		(18)*
<i>Salmonella</i> spp.	Puree	JO, 1989	1	183	84		Restaurant	Voedselbereider	(Khuri-Bulos et al., 1994)
<i>Salmonella</i> spp.	Aardappel	AT, 2005	1	85	14	0	Dorpsfeest	Rauwe eieren, verkeerd bewaard	(Schmid et al., 2006)
<i>Salmonella</i> spp.	Aardappel en -producten	US, 1998-2017	3	65	17	0			(CDC, 2018b)*
<i>Salmonella</i> spp.	Chips	DE, 1993	1	±1000			Fabriek	Specerijen	(108)*
<i>Salmonella</i> spp.	Puree	SG, 2007	1	55			Militaire basis	Voedselbereider, verkeerd bewaren	(109)*

¹ AT: Oostenrijk, BE: België, CA: Canada; GB: Groot Brittannië, DE: Duitsland, DK: Denemarken, FI: Finland, FR: Frankrijk, IE: Ierland, IN: India, JO: Jordanië, LT: Letland, NL: Nederland, NO: Noorwegen, SE: Zweden, SG: Singapore, US: Verenigde Staten

² N: aantal uitbraken (0 = geen uitbraak, alleen sporadische ziektegevallen)

³ Cases: aantal betrokken patiënten

⁴ ZH: aantal ziekenhuisopnames (indien bekend)

⁵ Overl: aantal overlidingsgevallen (indien bekend)

8. Chemische risico's voor de voedselveiligheid

8.1. Inleiding

Onder chemische gevaren voor voedsel worden chemische stoffen verstaan die bedoeld of onbedoeld in levensmiddelen terecht kunnen komen. Onbedoeld gaat het om milieucontaminanten die tijdens de teelt door de gewassen opgenomen kunnen worden, maar ook om planttoxines die van nature in de plant voorkomen, of mycotoxines die geproduceerd worden door schimmels op de plant. Het kunnen ook stoffen zijn die vanuit machines en gebruikte apparatuur of vanuit verpakkingsmaterialen in de levensmiddelen terechtkomen. Daarnaast zijn er chemische stoffen die kunnen ontstaan tijdens het bewerkingsproces, bijv. tijdens het verhitten.

Chemische stoffen die bewust worden toegepast tijdens de productie van aardappel(product)en zijn bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen⁴⁸ bij de teelt van gewassen of additieven tijdens het verwerkingsproces.

In deze onderbouwing van de chemische voedselveiligheidsrisico's wordt nagegaan welke chemische stoffen in aardappel(product)en terecht kunnen komen en een risico vormen voor de voedselveiligheid van aardappelen in Nederland.

De beoordeling van de chemische voedselveiligheid in de aardappelketen is gebaseerd op een uitgebreid onderzoek van Wageningen Food Safety Research (WFSR⁴⁹) met aanvullende risicobeoordelingen door RIVM in opdracht van NVWA-BuRO (Nijkamp et al., 2017). Daarnaast is gebruik gemaakt van aanvullende (wetenschappelijke) literatuur. Naast de datasets geraadpleegd door WFSR, is gebruik gemaakt van het Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten (KAP)⁵⁰ (2016, 2017 en 2018) en het Europese RASFF-meldingssysteem voor voedselveiligheid (Rapid Alert System for Food and Feed) (1990 t/m 2018) aangevuld met informatie en beschikbare chemische meetgegevens vanuit het NVWA-toezicht. Er is verder gebruik gemaakt van rapportages van EFSA (European Food Safety Authority) en NVWA waarin geaggregeerde data van een aantal jaren worden gepresenteerd. De beschikbare periode kan per bron verschillen, waardoor vergelijk tussen datasets moeilijk is en er overlap tussen verschillende datasets mogelijk is.

8.2. Aanpak chemische risicobeoordeling

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

8.2.1. Gevareninventarisatie

Er is een inventarisatie gemaakt van de chemische stoffen die in de aardappelen terecht zouden kunnen komen tijdens de teelt, de oogst, de opslag en het transport en tijdens de verwerking en bewerking van aardappelen.

⁴⁸ De risicobeoordeling beperkt zich tot de risico's van de werkzame stoffen, er is niet gekeken naar eventuele risico's van toevoegingsstoffen en basisstoffen. Biostimulanten zijn niet meegenomen in de beoordeling.

⁴⁹ WFSR (tot 1 juni 2019 RIKILT Wageningen UR)

⁵⁰ De KAP (Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten) databank bevat gegevens over het voorkomen van residuen en contaminanten in voeding en diervoeders, gemeten door overheid (NVWA, WFSR).

8.2.2. Gevarenkarakterisatie

Hier worden de toxische effecten van de stoffen beschreven. Deze komen meestal uit toxische studies met proefdieren (ratten, muizen, honden) of uit epidemiologische studies. Ook zijn de wettelijke limieten voor maximaal toegestane concentraties van de stof in aardappel(product)en verzameld samen met de vastgestelde gezondheidskundige grenswaarden.

8.2.3. Blootstellingsschatting

Om een indruk te krijgen of, waar, hoe vaak en in welke concentraties chemische stoffen in aardappelen terecht kunnen komen, zijn gegevens over het voorkomen van chemische stoffen in aardappel(producten) verzameld. Hiervoor zijn databases met de resultaten van chemische analyses in aardappel(producten) geraadpleegd. De Voedselconsumptiepeiling (VCP), uitgevoerd door het RIVM, geeft een beeld van de Nederlandse consumptie van aardappel(product)en.

8.2.4. Risicokarakterisatie

De concentraties van stoffen in aardappelen worden vergeleken met de wettelijke limieten voor zover aanwezig. Als er geen overschrijdingen van wettelijke limieten zijn, kan in principe worden gesteld dat de risico's voor de voedselveiligheid verwaarloosbaar klein zijn. Bij overschrijding van de wettelijke limieten wordt gekeken of de inname van de stof via consumptie een overschrijding geeft van de gezondheidskundige norm. Voor elke stof(groep) wordt aangegeven of er een risico is voor de voedselveiligheid van aardappel(product)en op de Nederlandse markt of dat er informatie ontbreekt om het risico te kunnen bepalen.

Om te bepalen of aanwezigheid van chemische stoffen in aardappel(product)en een risico vormt voor de volksgezondheid in Nederland, is het van belang om te weten wat het aandeel van aardappel(product)en is van de totale inname van een stof via voedsel. Tenslotte geldt dat de bijdrage van de opname via andere routes dan voedsel van belang is om de bijdrage van chemische stoffen in voedsel, en meer specifiek in aardappel(product)en, te kunnen beoordelen. Indien beschikbaar is deze informatie meegenomen in de risicobeoordeling.

Bij deze risicobeoordeling vindt de beoordeling voor individuele stoffen plaats. De risicobeoordeling van cumulatieve effecten als gevolg van blootstelling aan meerdere stoffen tegelijk is een veld dat in ontwikkeling is. EFSA en het RIVM coördineren een onderzoeksprogramma over ontwikkeling van methodiek om cumulatieve effecten te beoordelen. Momenteel zijn voor twee toxicologische effecten, neurotoxiciteit en effecten op de schildklier, zogenaamde 'cumulatieve risk assessment groups' van gewasbeschermingsmiddelen gedefinieerd (EFSA, 2020b), (EFSA, 2020a). Binnen deze groepen kunnen de effecten van verschillende stoffen worden opgeteld. Voor andere effecten als eindpunt worden deze groepen momenteel gedefinieerd (EC, 2019).

8.2.5. Toelichting op de risicobeoordeling

Voor alle geïdentificeerde stoffen worden de volgende drie stappen van de risicobeoordeling (gevaarenkarakterisatie, blootstellingsschatting en risicokarakterisatie) per stof(groep) gevolgd, waarbij de gevaarenkarakterisatie en de blootstellingsschatting vaak samengevoegd worden. In de laatste stap, de risicokarakterisatie, wordt voor elke stof(groep) aangegeven hoe BuRO het risico van die specifieke stof(groep) voor de voedselveiligheid van aardappel(product)en op de Nederland markt beoordeelt. Indien er studies van EFSA of RIVM beschikbaar zijn met een risicobeoordeling van een specifieke stof(groep), wordt daar vanuit gegaan, tenzij BuRO reden heeft om tot een ander beoordeling te komen.

Gezondheidskundige grenswaarden

De basis voor de risicobeoordeling van chemische stoffen is een veilige dosis voor de mens. Deze wordt berekend door extrapolatie van toxiciteitsgegevens met behulp van veiligheidsfactoren. De

veilige dosis is de hoeveelheid van een stof die iemand dagelijks kan innemen gedurende zijn hele leven zonder noemenswaardig gezondheidsrisico (chronische blootstelling). Hiervoor wordt meestal de Acceptable Daily Intake (ADI) of de Tolerable Daily Intake (TDI) gebruikt. De ADI wordt gebruikt voor toegelaten stoffen zoals levensmiddelenadditieven en diergeneesmiddelen. De TDI wordt gebruikt voor stoffen die niet bewust aan voedsel worden toegevoegd en er dus onbedoeld in terecht komen, zoals bijvoorbeeld milieucontaminanten. Voor stoffen die zich ophopen in het lichaam, wordt in plaats van de TDI ook wel de TWI (Tolerable Weekly Intake) gebruikt. Bij een overschrijding van de ADI of TDI neemt de kans op een effect toe, maar dit betekent niet dat dit effect ook altijd daadwerkelijk zal optreden. Bij kleine of incidentele overschrijdingen van de ADI of TDI wordt meestal geoordeeld dat er geen verhoogd risico is voor de volksgezondheid, omdat de ADI en TDI zijn afgeleid op basis van levenslange blootstelling. Bij ernstige of langdurige overschrijding neemt de kans op een gezondheidseffect toe. Als er geen TDI of ADI waarden zijn, of als er geen bruikbare gegevens zijn om een ADI of TDI af te leiden, wordt door EFSA aanbevolen om de Margin of Exposure (MoE) te gebruiken bij de risicobeoordeling. Hierbij wordt gekeken of de blootstellingsdosis klein genoeg is ten opzichte van een dosis waarbij een klein effect is vastgesteld.

Voor de beoordeling van acute gezondheidseffecten, na kortdurende blootstelling, wordt de ARfD (Acute Referentie Dosis) gebruikt. Dit is de maximale hoeveelheid van een stof in voedsel of drinkwater die iemand binnen 24 uur kan innemen zonder dat er gezondheidseffecten optreden.

Wettelijke limieten

De beleidsmatige implementatie van chemische voedselveiligheid in de Europese wetgeving berust op het principe dat de blootstelling van consumenten aan chemische stoffen zo veilig mogelijk moet zijn. Er wordt daarom gehandhaafd op basis van wettelijke limieten, die grenzen stellen aan de maximaal toegestane concentraties van stoffen in levensmiddelen. Hiervoor worden productnormen gebruikt die Europees worden vastgesteld, de MRL (Maximale Residu Limiet) of ML (Maximale Limiet). MRL's horen bij stoffen die als residu in een levensmiddel aangetroffen kunnen worden, zoals gewasbeschermingsmiddelen. ML's worden gebruikt voor stoffen die onbedoeld in voedsel aanwezig kunnen zijn, zoals milieucontaminanten. Voor additieven (E-nummers) wordt de productnorm de maximale gebruikconcentraties genoemd. Het zijn alle drie wettelijke limieten die worden vastgesteld voor een stof-levensmiddel-combinatie. De Specifieke Migratielimiet (SML) is de maximale hoeveelheid van een bepaalde stof die een materiaal of voorwerp aan levensmiddelen mag afgeven. Deze wordt uitgedrukt in mg stof per kg levensmiddel.

Bij het vaststellen van de MRL's van gewasbeschermingsmiddelen in en op levensmiddelen⁵¹ wordt uitgegaan van 'goede landbouwpraktijken' (GLP)⁵². Op basis van de voorgeschreven toepassing (bijvoorbeeld gebruikte hoeveelheid per hectare, spuitcondities, aantal toepassingen), wordt berekend welke maximale concentratie van het residu op het gewas wordt verwacht. Deze waarde wordt via een schatting van de inname (oftewel hoeveel eet een consument van het gewas) getoetst aan de gezondheidkundige grenswaarde. Hierbij wordt, voor zover mogelijk, ook rekening gehouden met de aanwezigheid van residuen in andere bronnen (voedsel en drinkwater) en met de inname door kwetsbare groepen en consumenten die grote hoeveelheden van het levensmiddel consumeren. Indien de gezondheidkundige grenswaarden niet worden overschreden, wordt de MRL vastgesteld en opgenomen in Verordening (EG) 396/2005. Als de MRL leidt tot innames die (ver) onder de gezondheidkundige grenswaarden liggen, wordt de MRL niet naar boven bijgesteld. Als de berekende waarde voor de MRL wél leidt tot een overschrijding van de

⁵¹ Verordening (EG) 396/2005 van het Europees Parlement en de Raad van 23 februari 2005 tot vaststelling van maximumgehalten aan bestrijdingsmiddelenresiduen in of op levensmiddelen en diervoeders van plantaardige en dierlijke oorsprong en houdende wijziging van Richtlijn 91/414/EG van de Raad.

⁵² Verordening (EG) 396/2005, Art.3: goede landbouwpraktijken (GLP): de door een land aanbevolen, toegestane of geregistreerde veilige toepassingen van gewasbeschermingsmiddelen onder reële omstandigheden in elk stadium van de productie, de opslag, het vervoer, de distributie en de verwerking van levensmiddelen en diervoeders. Zij omvatten eveneens de toepassing overeenkomstig Richtlijn 91/414/EEG van de beginselen van geïntegreerde plagenbestrijding in een bepaalde klimaatzone, alsook het gebruik van een zo gering mogelijke hoeveelheid bestrijdingsmiddelen en vaststelling van MRL's/tijdelijke MRL's op het laagste niveau dat verkrijging van de gewenste gevolgen mogelijk maakt.

gezondheidskundige grenswaarden, zal het gewasbeschermingsmiddel niet voor die toepassing toegelaten worden. MRL's worden vastgesteld voor een stof-product-combinatie, waarbij producten zoveel mogelijk worden gegroepeerd zodat er één gezamenlijke MRL voor kan worden vastgesteld. De MRL is dus geen toxicologische grenswaarde, zodat een overschrijding van de MRL niet automatisch een risico voor de voedselveiligheid is. MRL-overschrijdingen kunnen duiden op strijdigheid met de toepassingsvoorwaarden uit het wettelijke gebruiksvoorschrift en een onnodige hogere blootstelling van de consument aan gewasbeschermingsmiddelen.

Maximale Limieten voor contaminanten (ML) worden Europees vastgesteld als uit een risicobeoordeling van EFSA blijkt dat de blootstelling van de consument aan een contaminant hoger is dan de veilige gezondheidskundige grenswaarde. ML's voor contaminanten zijn gebaseerd op het ALARA-beginsel (As Low As Reasonably Achievable), zo laag als redelijkerwijs haalbaar is. Op deze manier worden de levensmiddelenbedrijven gedwongen om de aanwezigheid van contaminanten in hun producten zo laag mogelijk te houden. Overschrijding van de wettelijke limiet betekent niet dat er een acuut gezondheidsrisico is (NVWA, 2018c).

De specifieke migratielimiet (SML) is de maximale hoeveelheid van een chemische stof die mag migreren van een voedselcontactmateriaal naar voedsel. Het is een veiligheidslimiet gebaseerd op basis van toxicologische gegevens. Voor specifieke voedselcontactmaterialen zijn deze wettelijk vastgelegd per materiaalcategorie. Voor de meeste materiaalcategorieën geldt een globale migratielimiet van 60 mg/kg voedsel. Deze globale migratielimiet is ingesteld omdat voedselverpakkingen in principe inert moeten zijn en zo min mogelijk stoffen mogen afgeven aan het voedsel.

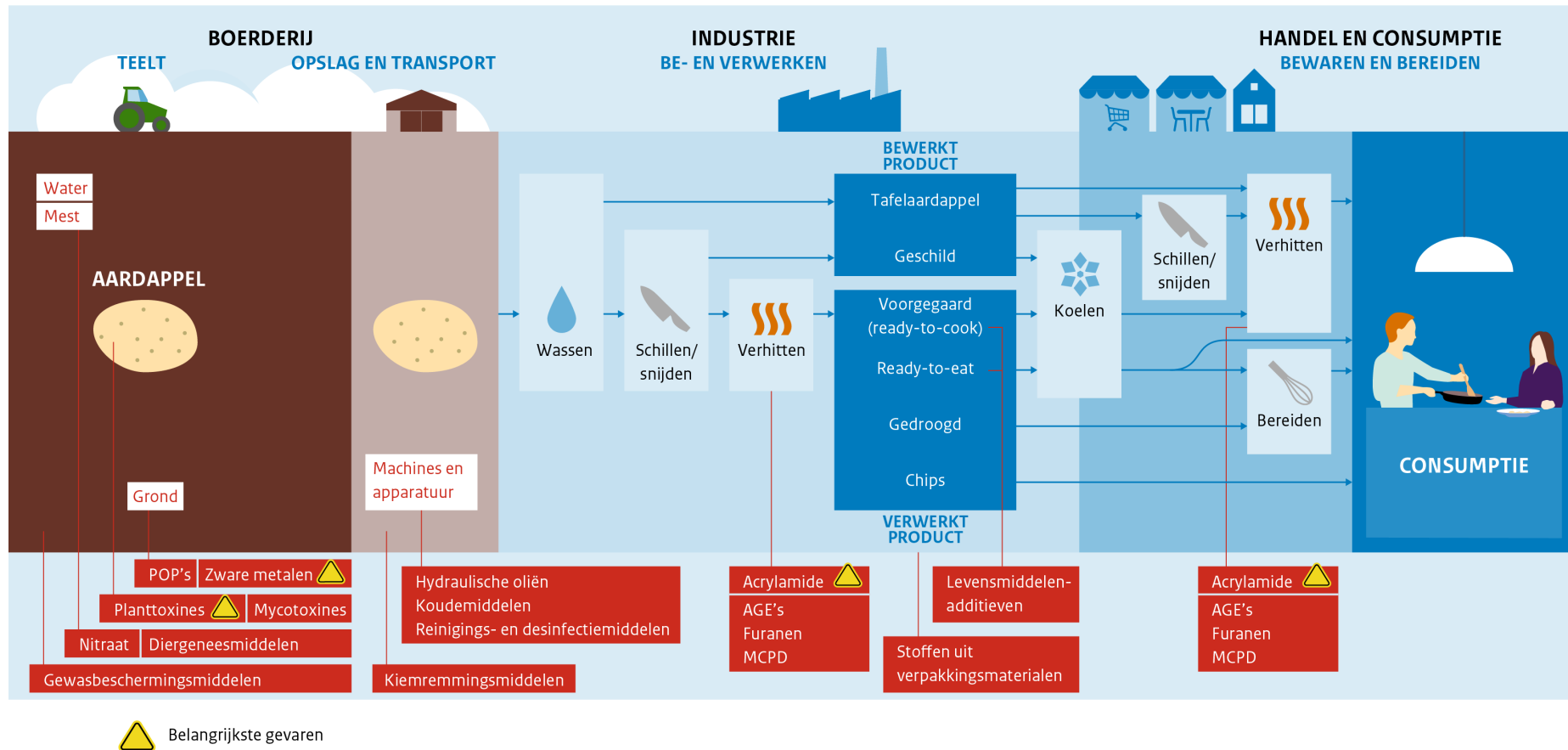
Concentraties van de stoffen

Voor het gebruik van de resultaten van gemeten concentraties van stoffen is het belangrijk om na te gaan of de metingen een representatief beeld geven van de aanwezigheid van chemische stoffen in aardappelen op de Nederlandse markt. Monsters die genomen zijn naar aanleiding van een verdenking op verontreiniging, een calamiteit of incident, zijn namelijk mogelijk niet representatief voor het gemiddelde blootstellingsniveau. Het onderscheid tussen representatieve monsters en 'verdachte' monsters is echter niet altijd even duidelijk in rapportages en databases. In deze risicobeoordeling worden ze dan ook door elkaar gebruikt, waarmee het risico eerder overschat dan onderschat wordt.

Voor de berekening van het gemiddelde of de mediaan van de concentraties kunnen de waarden onder de detectielimiet (LOD) op drie verschillende manieren meegenomen worden: er wordt gerekend met de detectielimiet (Upper Bound, UB), er wordt gerekend met de halve detectielimiet (Middel Bound, MB) of er wordt gerekend met nul (Lower Bound, LB). De UB-concentratie is een hoge schatting van de blootstellingsconcentratie, en de LB een lage schatting van de blootstellingsconcentratie. In deze risicobeoordeling zal aangegeven worden van welke waarden wordt uitgegaan. Dit is vaak afhankelijk van de keuze van de onderzoeker die de waarde rapporteert. Daarnaast wordt er bij de innameberekeningen (blootstellingsconcentratie x consumptie) uitgegaan van of een hoge consumptie (P95 of P99 van de consumptieverdelingscurve c.q. 'high consumers' of liefhebbersportie) of van een mediane consumptie (P50 van de consumptieverdelingscurve). In combinatie met ADI/TDI-waarden wordt vervolgens het risico van een chemische stof door inname via voedsel beoordeeld.

8.3. Risicobeoordeling chemische gevaren

Bij de inventarisatie van mogelijke gevaren die voor kunnen komen in de aardappelketen is nagegaan welke processen en handelingen er in de keten plaatsvinden en welke chemische stoffen daarbij geïntroduceerd kunnen worden (zie Figuur 8.1, Tabel 8.1). Verder is gekeken naar chemische stoffen die in (wetenschappelijke) rapporten beschreven worden als mogelijk risico voor de voedselveiligheid van aardappel(product)en, naar meldingen in RASFF en naar stoffen die in beeld zijn bij toezicht en handhaving. Daarnaast zijn (voorlichtings)filmpjes over en vanuit de aardappelsector op You-Tube bekeken.



Figuur 8.1. Chemische gevaren in ketenschakels van de productieketen van aardappelen

8.3.1. Teeltfase

Tijdens de groei kunnen er natuurlijke toxines in en op aardappelen gevormd worden. Planttoxines zijn stoffen die door de plant zelf gevormd worden (bijvoorbeeld solanine), om zich tegen plagen te beschermen (schimmels en vraat door insecten). Ook kunnen schimmels die op de plant aanwezig zijn, toxines vormen (mycotoxines).

Milieucontaminanten die ophopen in de bodem, zoals zware metalen, kunnen door de plant worden opgenomen vanuit de gecontamineerde grond. Ook via beregening met oppervlaktewater en overstroming bij zware regenval kunnen verontreinigingen vanuit het oppervlaktewater op de planten en de akker terechtkomen. Als gevolg van klimaatverandering zal zware regenval toenemen, is de verwachting, waardoor er meer overstromingen zullen plaatsvinden. Beregening met oppervlaktewater zal weinig bijdragen aan de contaminatie van akker en planten, omdat er voor een groot deel van Nederland sinds de jaren 90 een beregeningsverbod voor aardappelen bestaat⁵³. Dit in verband met het gevaar van besmetting met bruinrot (veroorzaakt door een bacterie die in het oppervlaktewater aanwezig is). Voor pootaardappelen bestaat er sinds 2005 in heel Nederland een beregeningsverbod met oppervlaktewater (NVA, 2020I).

Persistente milieucontaminanten kunnen lange tijd in het milieu aanwezig blijven. Dit geldt onder andere voor gebromeerde brandvertragers, dioxines en polychloorbifenylen (PCB's), perfluorverbindingen en organochloorbestrijdingsmiddelen. Deze stofgroepen bestaan ieder uit een groot aantal verschillende stoffen.

Bemesting van de akker levert voedingsstoffen voor de aardappelteelt. Te hoge concentraties van bepaalde meststoffen (bijvoorbeeld nitraat) in de aardappelen zouden een gevaar voor de voedselveiligheid kunnen vormen. Daarnaast kan mest verontreinigingen bevatten.

Tenslotte worden er tijdens de teelt diverse gewasbeschermingsmiddelen gebruikt, waarvan residuen op of in de aardappel kunnen achterblijven.

8.3.2. Oogst, opslag en transport

Tijdens deze fase kunnen chemische gevaren worden geïntroduceerd door verontreiniging van (hydraulische) machines die worden gebruikt voor het rooien, transporteren en inschuren van de aardappelen. Voor de beheersing van de temperatuur tijdens de opslag worden klimaatbeheersingssysteem gebruikt. Lekkages uit deze systemen kunnen dan voor verontreiniging van de aardappelen zorgen.

Tijdens de opslag worden kiemremmingsmiddelen en fungiciden gebruikt om kiemvorming in de aardappelen te voorkomen en schimmelvorming tegen te gaan.

Voor het reinigen en desinfecteren van kisten voor transport en machines en materialen die gebruikt worden bij het rooien, sorteren en verwerken van aardappelen, worden reinigings- en desinfectiemiddelen gebruikt. Desinfectie wordt uitgevoerd om de verspreiding van aardappel- en plantenziektes te voorkomen.

8.3.3. Bewerking en verwerking

Tijdens de bewerking en verwerking van aardappelen kunnen verschillende stoffen in of op de aardappelen terecht komen. Dat kunnen hulpstoffen zijn die gebruikt worden bij het wassen en sorteren van de aardappelen, of stoffen die toegevoegd worden aan een aardappelproduct, bijvoorbeeld om het te conserveren. Ook in deze stappen zullen reinigings- en desinfectiemiddelen gebruikt worden om machines en apparatuur te reinigen en desinfecteren.

⁵³ De gebieden met beregeningsverbod worden uitgebreid na de vondst van bruinrot. Ook wordt bekeken of er weer gebieden vrijgegeven kunnen worden. De actuele gebieden zijn te vinden op <https://www.nva.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/bruinrot/verbodsgebieden-gebruik-oppervlaktewater>.

Ook kunnen er nieuwe stoffen geïntroduceerd worden als gevolg van het bereiden en verhitten van aardappelen, bijvoorbeeld bij het produceren van voorgebakken friet. Tenslotte kunnen er vanuit verpakkingsmaterialen stoffen migreren en zo in het aardappelproduct terecht komen. Dit kan ook gelden voor andere voedselcontactmaterialen, zoals kartonnen bakjes voor friet.

Onwetendheid, onbekwaamheid of frauduleus handelen van producenten of handelaren kan leiden tot introductie van chemische stoffen. Voorbeelden hiervan zijn een te hoge concentratie soedanrood (een verboden additief) in aardappelchips uit India (RASFF 2003) en het oneigenlijk gebruik van kleurstoffen (E104, E102 en E110; RASFF 2016, 2017). In 2008 zijn er twee meldingen van melamine, aangetroffen in chips afkomstig uit China (RASFF-periode van 1990 t/m 2018).

Tabel 8.1 Chemische gevaren in de aardappelketen.

Gevaarcategorie	Stoffen	Bron of introductieroute
Ketenschakel 3 Productie van consumptieaardappelen		
Teelt		
Planttoxines	Glycoalkaloiden (o.a. solanine, chaconine)	van nature aanwezig in aardappelplant
	Tropanalkaloiden (o.a. calystegines)	
Mycotoxines	Trichothecenen (o.a. deoxynivalenol (DON), diacetoxyscirpenol (DAS))	geproduceerd door schimmels in de aardappel (bijv. Fusarium)
Persistente organische stoffen (POP's)	polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD) en polychloordibenzofuranen (PCDF)	verontreinigd akkerland (persistente stoffen ontstaan vooral bij verbrandingsprocessen)
	polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)	
	polychloorbifenylen (PCB)	verontreinigd akkerland (emissie van deze stoffen (vanuit plastics, textiel, elektronica, printplaten, hydraulische vloeistoffen, teflon, brandblusmiddelen) naar milieu/ophoping in de bodem)
	gebromeerde brandvertragers	
	geperfluoreerde verbindingen (PFAS)	
	organochloorbestrijdingsmiddelen	persistente stoffen die nog in milieu aanwezig zijn (ophoping in de bodem) na eerder gebruik
Radioactieve stoffen	radioactief cesium	verontreiniging in milieu (na incident met radioactieve stoffen)
Zware metalen	Lood	<ul style="list-style-type: none"> • verontreinigd akkerland (gebruik meststoffen, waaronder voorheen het gebruik van rioolslib; • atmosferische depositie (regionaal))
	cadmium	
	Arseen	
	Kwik	

Meststoffen en verontreinigingen in mest	Nitraat	bemesting van de bodem
	diergeneesmiddelen	uitrijden van mest
	drugsafval	uitrijden van mest, na illegale dumping van drugsafval in gierkelder.
Gewasbeschermingsmiddelen	fungiciden	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van gewasbeschermingsmiddelen tijdens teelt van aardappelen; • gewasbeschermingsmiddelen uit voorafgaande teelten; • irrigatie/besproeiing met verontreinigd oppervlaktewater
	herbiciden	
	insecticiden	
	nematiciden	
Oogst, opslag en transport van consumptieaardappelen		
Kiemremmingsmiddelen	chloorprofam	gebruik tijdens opslag
	1,4,-dimethylnaftaleen	
	maleïnehydrazide	
	ethyleen en groenemuntolie	
	carvon	
Hydraulische oliën en smeermiddelen	minerale oliën (paraffine)	lekkage uit hydraulische rooimachines, transportbanden, machines gebruikt bij bewerking en verwerkingsproces
Koudemiddelen	chloorfluorkoolwaterstoffen	lekkage uit koelinstallaties
	fluorkoolwaterstoffen	
Desinfectiemiddelen	benzoëzuur	ontsmetten van machines, gereedschappen (gebruik bij planten, oogsten, transporteren, sorteren, spuiten) en oppervlakken (vloeren, tafels, bewaarplaatsen, kisten)
	<ul style="list-style-type: none"> • quaternaire ammonium verbindingen (QUAT's); • didecylmethyl ammonium-chloride (DDAC); • benzalkoniumchloride (BAC) 	
	perazijnzuur/waterstofperoxide	
	Natriumhypochloriet	
	natrium-p-tolueensulfonchloramide	
Ketenschakel 4 Be- en verwerking van consumptieaardappelen		
Proceshulpstof	klei (met mogelijke verontreinigingen)	kleibad voor het sorteren van aardappelen

	antischuimmiddelen	<ul style="list-style-type: none"> waswater ontdoen van organische vervuiling (uitvlokken van colloïde deeltjes) verlaging suikergehalte
	polymeerflocculanten	
Levensmiddelen-additieven	conserveermiddelen	<ul style="list-style-type: none"> toevoegingen (E-nummers) tijdens productie van aardappelproducten
	voedingszuren	
	antioxidantia	
Stoffen die ontstaan bij bereiding (verhitting)	acrylamide	Stoffen ontstaan tijdens bereiding (verhitting) van aardappelen (friet, chips)
	Advanced Glycation End products (AGE's) (bijv. CML, CEL en MG)	
	Furanen	
	MCPD en MCPD-esters	
Stoffen uit verpakkingsmaterialen en andere voedsel-contactmaterialen	uitgangsstoffen en toevoegingen	migratie vanuit verpakkingsmaterialen en andere voedselcontactmaterialen

8.3.4. Planttoxines

Glycoalkaloïden

Planttoxines zijn toxines die van nature in planten kunnen voorkomen. Glycoalkaloïden behoren tot een groep stoffen die worden aangetroffen in planten van de nachtschadefamilie, waaronder de aardappel. Specifiek voor aardappelen zijn dat vooral α -solanine, α -chaconine en β -chaconine. Glycoalkaloïden zijn een beschermingsmechanisme van de plant tegen schimmels, micro-organismen en insecten (Haasse, 2010). Ze worden aangemaakt en afgebroken in alle delen van de aardappelplant, inclusief de knol, met de hoogste gehalten tijdens de bloeitijd. De hoeveelheid glycoalkaloïden is afhankelijk van het aardappelras en de groeiomstandigheden (bodem, klimaat, hoeveelheid licht waar knollen aan worden blootgesteld). Na de oogst kan de hoeveelheid glycoalkaloïden nog toenemen, onder invloed van licht en bewaartemperatuur en door schade aan de aardappel. De hoogste concentraties glycoalkaloïden worden aangetroffen in en net onder de schil, en rond de kiemen ('ogen') van de aardappel, in de groene delen van de aardappel en in aardappelen die beschadigd zijn. Zetmeelaardappelen bevatten hogere gehalten glycoalkaloïden dan consumptieaardappelen. Glycoalkaloïden geven de aardappel een bittere smaak (Nijkamp et al., 2017).

Solanine en chaconine zijn chemisch verwante stoffen (Rietjens et al., 2005). Toxische effecten na inname van deze stoffen zijn misselijkheid, neurologische effecten (duizelig, slaperig, verward), cardiovasculaire effecten (onder andere verhoogde hartslag), verstoringen van celmembranen met als gevolg interne bloedingen en hepatotoxische effecten. Solanine lijkt niet mutageen, maar er zijn wel aanwijzingen voor teratogeniteit (Nijkamp et al., 2017), (Rietjens et al., 2005). EFSA concludeert op basis van een beperkt aantal beschikbare onderzoeken dat er geen bewijs bestaat voor genotoxiciteit van α -solanine en α -chaconine (EFSA CONTAM Panel, 2020a). Door de niet specifieke symptomen van een glycoalkaloïdenvergiftiging, wordt de relatie met deze stof vaak niet herkend. Er zijn maar een paar gevallen van vergiftiging door glycoalkaloïden beschreven. Bij het

Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC) werden in de periode 2014-2018 vijf meldingen gedaan over inname van groene aardappelen met vergiftigingsverschijnselen (misselijkheid, braken, buikpijn, spiertrekkingen) (NVIC, 2019). In 2015 werd door Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) gerapporteerd dat een hele familie in Duitsland ziek is geworden na het eten van ongeschilde aardappelen. Het glycoalkaloïdengehalte was 236 mg/kg aardappelen (BfR, 2018a).

Er zijn geen wettelijke EU-limieten vastgesteld voor glycoalkaloïden in aardappelen. Zweden en Finland hebben op nationaal niveau een wettelijke limiet van 200 mg voor de som van glycoalkaloïden per kg verse aardappelen vastgelegd (Nijkamp et al., 2017). Deze norm wordt ook in Nederland gehanteerd, maar is niet wettelijk vastgelegd (NVWA, 2018c). In nieuwe aardappelcultivars wordt gestreefd naar een limiet van 100 mg/kg. Het gemiddelde gehalte van de geregistreerde cultivars is 48,4 mg/kg (EFSA CONTAM Panel, 2020a). In Hongarije is een maximum limiet van 100 mg/kg verse ongeschilde aardappelen in nationale wetgeving vastgelegd (EFSA CONTAM Panel, 2020a). BfR heeft in 2018 een voorlopige NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) van 0,5 mg glycoalkaloïden/kg lichaamsgewicht per dag afgeleid. Zij stellen dat daarvoor het glycoalkaloïdengehalte in aardappelen niet hoger mag zijn dan 100 mg/kg versgewicht, uitgaande van een consumptie van 350 gram aardappel(product) per dag (BfR, 2018b). Dit komt overeen met de constatering van de WHO, die in 1992 stelde dat gebruikelijke glycoalkaloïdenghaltes (20-100 mg/kg) niet zullen leiden tot gezondheidsklachten (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 1992).

Gerapporteerde gemeten concentraties in aardappelen voor Europa liggen tussen 20 en 1560 mg totaal glycoalkaloïden/kg (studies uit 1997 en 2008-2014) (Nijkamp et al., 2017). EFSA rapporteert voor de som van α -solanine and α -chaconine een gemiddelde gehalte van 52,0 mg/kg (UB) en een maximum gehalte van 550,3 mg/kg (UB). Dit is berekend met gegevens afkomstig uit Duitsland, Zweden en Nederland (2005, 2007, 2015, 2016 en 2017). Voor de Nederlandse gegevens (2015 en 2016) is het gemiddelde 50,5 mg/kg (n=133; range: 8,8-166,6 mg/kg versgewicht) (EFSA CONTAM Panel, 2020b). In een Nederlandse studie naar het optimaliseren van de analysemethode voor glycoalkaloïden in aardappelen uit 2015, worden gehalten van α -solanine, en α -chaconine in aardappelen gerapporteerd met gemiddelde van ca 25 mg/kg versgewicht (n=69; range: 0,7-89,0 mg/kg versgewicht (α -solanine) en 0,6-66,2 mg/kg versgewicht (α -chaconine)) (López, 2016). Door het RIKILT⁴⁹ is in 2016 een onderzoek uitgevoerd naar glycoalkaloïden in aardappelen. Voor solanine is een gemiddelde waarde van 28,3 mg/kg (n=157, max: 95,9 mg/kg) gerapporteerd en voor α -chaconine een gemiddelde waarden van 24 mg/kg (n=157, max: 97,1 mg/kg) (NVWA, 2018c). Deze gehalten in Nederlands aardappelen liggen onder de gehanteerde limiet van 200 mg totaal glycoalkaloïden/kg verse aardappelen, en in de meeste gevallen ook onder 100 mg/kg.

De gehalten van solanine en andere glycoalkaloïden in aardappelen liggen na bereiding lager dan gemeten concentraties in verse aardappelen. Een groot deel van de glycoalkaloïden wordt verwijderd door het schillen van de aardappel (25-75%) (EFSA CONTAM Panel, 2020a)). Door koken, bakken of frituren van geschilde aardappelen verdwijnt eveneens een deel van de glycoalkaloïden (5-90%) (Nijkamp et al., 2017) (EFSA CONTAM Panel, 2020a). Ook de bewaarcondities (donker en koel) en het verwijderen van de glycoalkaloïden-rijke delen van de aardappel (de 'ogen', de groene delen van de aardappel, en beschadigde aardappelen) vóór bereiding, dragen bij aan het verlagen van het glycoalkaloïdengehalte in aardappelen (BfR, 2018c).

In een (probabilistische) blootstellingsstudie uit 2009 werd de blootstelling aan glycoalkaloïden via aardappelen voor Nederlandse consumenten geschat op 24 μ g/kg lichaamsgewicht per dag (P50) en 601 μ g/kg lichaamsgewicht per dag (P99) voor een acute blootstelling. Voor chronische blootstelling was dit 154 μ g/kg lichaamsgewicht per dag (P50) en 374 μ g/kg lichaamsgewicht per dag (P99). Hiervoor zijn Nederlandse voedselconsumptiegegevens uit 1997/1998 (1-97 jaar) gebruikt en concentratiegegevens van glycoalkaloïden kin aardappelen uit Zweden (1997) en Tsjechië (2004-2005) (Nijkamp et al., 2017); range: 6,3 en 302,9 mg/kg verse aardappel (n=372; mediaan: 64,0 mg/kg en gemiddelde 70,4 mg/kg) (Ruprich et al., 2009).

De acute letale dosis voor mensen wordt geschat op 3-6 mg glycoalkaloïden per kg lichaamsgewicht (dat is 180-360 mg voor iemand van 60 kg) (Nijkamp et al., 2017; EFSA CONTAM

Panel, 2020a). Voor acute toxiciteit hanteert EFSA een LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) van 1 mg/kg lichaamsgewicht per dag als referentiepunt. Omdat de beschikbare gegevens over acute toxiciteit als onvoldoende worden beschouwd om een gezondheidskundige grenswaarde af te leiden, gebruikt EFSA een MoE-aanpak om de gezondheidsrisico's van de inname van glycoalkaloïden te beoordelen. Hiervoor wordt een minimale MoE van 10 vastgesteld⁵⁴ (EFSA CONTAM Panel, 2020a).

Op basis van (probabilistische) innameberekeningen voor glycoalkaloïden, uitgaande van bereide, geschilde aardappelen concludeert EFSA dat er een risico is voor peuters (gemiddelde en P95 blootstelling) en voor volwassene met de hoogste blootstelling (P95). Dit is op basis van Duitse, Nederlandse en Zweedse gegevens van α -solanine en α -chaconine in aardappelen. Kanttekening die hier bij gemaakt wordt is dat onzekerheden in de data zowel een overschatting als onderschatting van het risico kunnen geven (EFSA CONTAM Panel, 2020a).

EFSA stelt dat er niet voldoende gegevens zijn om een referentiepunt voor chronische blootstelling vast te stellen, omdat het niet bekend is welke chronische gezondheidsproblemen er optreden (EFSA CONTAM Panel, 2020a).

Op basis van alleen de Nederlandse data is voor de verschillende leeftijdscategorieën de MoE voor acute blootstelling berekend (Tabel 8.2). Voor hoge blootstelling (P95) liggen die voor alle leeftijdscategorieën (net) onder de grens van 10. Dit duidt op een mogelijk risico voor de voedselveiligheid van glycoalkaloïden in aardappelen. Bij gemiddelde blootstelling blijft de MoE boven de 10, behalve voor kinderen van 7-14 jaar (voedselconsumptiegegevens 2007-2010).

Tabel 8.2 Margin of Exposure (MoE) voor acute blootstelling aan de som van α -solanine en α -chaconine voor Nederlandse consumenten. Blootstelling ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lichaamsgewicht per dag) berekend door EFSA (EFSA CONTAM Panel, 2020b). MoE berekend ten opzichte van referentiepunt 1 mg/kg lichaamsgewicht per dag.

		Voedsel- consumptie gegevens	Blootstelling (gemiddelde)		Blootstelling (P95)	
			Jaar	$\mu\text{g}/\text{kg}$ lichaamsgewicht per dag	MoE	$\mu\text{g}/\text{kg}$ lichaamsgewicht per dag
peuters	2 jaar	2006-2007	92,8	10,8	293,0	3,4
kinderen	3-7 jaar	2006-2007	74,4	13,4	227,6	4,4
kinderen	7-14 jaar	2007-2010	112,2	8,9	384,9	2,6
adolescenten	14-19 jaar	2007-2010	79,5	12,6	268,5	3,7
volwassenen	19-51 jaar	2007-2010	53,8	18,6	181,1	5,5
ouderen	51-70 jaar	2007-2010	41,8	23,9	135,6	7,4
ouderen	70-80 jaar	2010-2012	41,3	24,2	122,5	8,2
ouderen hoge leeftijd	ouder dan 80 jaar	2010-2012	38,8	25,8	115,4	8,7

Samenvatting

- Glycoalkaloïden, waaronder solanine en chaconine, komen van nature voor in aardappelen.
- Aardappelras, teeltwijze en bewaarcondities zijn van invloed op de glycoalkaloïdenghaltes in aardappelen.
- Er zijn op EU niveau geen wettelijke limieten voor glycoalkaloïdenghaltes in aardappelen. In Zweden en Finland is een grens van 200 mg/kg voor glycoalkaloïden als nationale

⁵⁴ MoE van 10 is opgebouwd uit factor 3 voor extrapolatie van LOAEL naar NOAEL en een factor 3 voor variabiliteit tussen individuen.

- wettelijke limiet vastgelegd. Deze norm wordt ook in Nederland gehanteerd, maar is niet wettelijk vastgelegd.
- Een studie van BfR (2015) waarschuwt dat concentraties van glycoalkaloïden boven de 100 mg/kg versgewicht tot gezondheidsproblemen zouden kunnen leiden.
 - De gehalten voor totaal glycoalkaloïden in Nederlandse aardappelen liggen onder de gehanteerde limiet van 200 mg/kg verse aardappelen, en in enkele gevallen boven de 100 mg/kg.
 - Een groot deel van de glycoalkaloïden wordt verwijderd door het schillen van de aardappel en door koken, bakken of frituren.
- Op basis van acute blootstellingsberekeningen, uitgaande van bereide, gekookte aardappelen, wordt er beoordeeld dat er een mogelijk voedselveiligheidsrisico is voor glycoalkaloïden in aardappelen bij hoge inname. Er kan geen uitspraak worden gedaan over voedselveiligheidsrisico's bij chronische blootstelling.

Tropaanalkaloïden

Andere planttoxines die in aardappelen worden gevormd zijn de calystegines, die horen bij de groep tropaanalkaloïden. Calystegine A3, B2 en B4 zijn de meest aangetroffen calystegines voor de aardappelen (Mulder et al., 2016). Het aardappelras is van invloed op het gehalte calystegine, dat wordt geassocieerd met beschikbaar sucrose in de aardappel. De hoogste concentraties worden aangetroffen in de schil en 'ogen' van de aardappel (Nijkamp et al., 2017). In tegenstelling tot de glycoalkaloïden, hebben beschadigingen van de aardappel of blootstelling aan licht geen invloed op het gehalte calystegines in aardappelen (Nijkamp et al., 2017).

Er is weinig bekend over de toxische effecten van calystegines. Calystegines worden gezien als een mogelijk glucosidaseremmer (Mulder et al., 2016); (EFSA, 2019b)

Er zijn voor tropaanalkaloïden geen Europese wettelijke maximale productnormen vastgesteld in aardappelen. Voor calystegines zijn (nog) geen gezondheidskundige normen afgeleid.

Een studie naar het voorkomen van tropaanalkaloïden in voedsel in Europa, laat zien dat aardappelen en aubergines de belangrijkste eetbare gewassen zijn waar calystegines in worden aangetroffen. Calystegines werden aangetroffen in alle daarop onderzochte aardappelen, met een gemiddelde concentratie van 161,6 mg/kg versgewicht en een maximum concentratie van 507,3 mg/kg versgewicht (n=297) (Mulder et al., 2016). Door de bereiding van aardappelen lijken de concentraties calystegines af te nemen (gemiddelde concentratie in verwerkte aardappelen 95,6 mg/kg, maximum concentratie 207,7 mg/kg; n=11) (EFSA, 2019b).

Door gebrek aan informatie over de toxiciteit van calystegines en de afwezigheid van gezondheidskundige grenswaarden en productnormen, is het risico van calystegines in aardappelen voor de voedselveiligheid niet te bepalen.

Samenvatting

- Calystegine, komen van nature voor in aardappelen; vooral in de schil en in de 'ogen'.
 - Het aardappelras is van invloed op de gehalten calystegines in de aardappelen.
 - Er zijn geen wettelijke limieten voor calystegines in aardappelen vastgelegd.
- Door gebrek aan informatie over de toxiciteit van calystegines en de afwezigheid van gezondheidskundige grenswaarden, is het risico van calystegines in aardappelen voor de voedselveiligheid niet te bepalen.

8.3.5. Mycotoxines

Mycotoxines zijn toxines die geproduceerd worden door schimmels en kunnen voorkomen in gewassen zoals mais en graan en ook aardappelen. Natte, vochtige omstandigheden en hogere temperaturen zijn bevorderlijk voor de groei van schimmels. Door de verwachte extremere weersomstandigheden als gevolg van klimaatverandering (natter, hogere temperaturen), zal besmetting van voedsel en voedergewassen met mycotoxines in de toekomst extra aandacht vragen. Besmettingen kunnen vaker voorkomen, en er kunnen ook andere landen als risico in beeld komen.

Schimmelsoorten behorende tot het genus *Fusarium*, bekend als veroorzaker van de rotting van aardappelen, zorgt tijdens de teelt voor de productie van diacetoxyscirpenol (DAS) en deoxynivalenol (DON) (Nijkamp et al., 2017). Dit zijn de meest gerapporteerde mycotoxines voor aardappelen.

Het belangrijkste toxische effect van DAS is haematotoxiciteit (dierstudies). Reprotoxiciteit is gerapporteerd in dierexperimenten. Er zijn te weinig toxiciteitsgegevens om een uitspraak te kunnen doen over genotoxiciteit en carcinogeniteit van DAS (EFSA CONTAM Panel, 2018b). DON is reprotoxisch in ratten en beïnvloedt het immuunsysteem (in proefdieren). *In vitro* bleek DON ook genotoxisch te zijn. Er zijn geen aanwijzingen voor carcinogeniteit van DON (EFSA CONTAM Panel, 2017b).

Er zijn geen ML voor mycotoxines in aardappelen vastgesteld. Gegevens over de gehalten van DAS of DON in aardappelen zijn vrijwel niet gevonden. De door EFSA hoogste gerapporteerde concentratie van DAS in aardappelproducten is 21 µg/kg (n=21, waarvan 5 positief) EFSA (EFSA CONTAM Panel, 2018b). In de EFSA studie uit 2017 over DON staan voor aardappelen gegevens over samengesteld voedsel op basis van aardappelen (n=4), concentraties liggen rond de 120 µg/kg, en voor de categorie 'starchy roots and tubers' (n=6) zijn de concentraties onder de detectielimiet (EFSA CONTAM Panel, 2017b). In een Nederlandse studie is in een 'combi aardappelmonster' (n=1) gemeten dat de concentratie van DON en DAS onder de kwantificeringslimiet (LOQ) (2,5 µg/kg en 1,0 µg/kg resp.) ligt (López Sánchez et al., 2016).

De ARfD voor DAS wordt door EFSA afgeleid op 3,2 µg/kg lichaamsgewicht, en de TDI op 0,65 µg/kg lichaamsgewicht. EFSA concludeert dat er geen chronische of acute gezondheidseffecten zijn te verwachten voor de inname van DAS uit voedsel (EFSA CONTAM Panel, 2018b).

De ARfD voor DON (inclusief de metabolieten Ac-DON, 15-Ac-DON en DON-3-glucoside) ligt op 8 µg/kg lichaamsgewicht (EFSA CONTAM Panel, 2017b). Voor de inname van DON uit voedsel concludeert EFSA dat er geen risico is voor de acute voedselveiligheid (EFSA CONTAM Panel, 2017b).

Voor een chronische blootstelling ligt de TDI voor DON en metabolieten op 1 µg/kg lichaamsgewicht per dag. De door EFSA berekende gemiddelde chronische blootstelling vanuit voedsel overschrijdt de TDI voor DON in kinderen, en bij hoge blootstelling ook in volwassenen, wat kan leiden tot een potentieel volksgezondheidsrisico. Aan de andere kant concludeert EFSA in dezelfde studie dat, op basis van een kwalitatieve onzekerheidsevaluatie, de risico's voor DON eerder over- dan onderschat worden (EFSA CONTAM Panel, 2017b).

In een Nederlandse total-diet-study (2013) werd voor een aantal mycotoxines, waaronder DON en metabolieten van DON, geconcludeerd dat de TDI niet wordt overschreden (López Sánchez et al., 2016). De grootste bron van inname van DON en DAS uit voedsel zijn granen en graanproducten (brood, pasta). Aardappelen zijn minder belangrijk (EFSA CONTAM Panel, 2017b), (López Sánchez et al., 2016; EFSA CONTAM Panel, 2018b). DON en DAS vormen geen risico voor de voedselveiligheid in aardappelen.

Samenvatting

- De meest gerapporteerde mycotoxines voor aardappelen zijn DON en DAS, die worden gevormd bij aantasting van de aardappelknollen door *Fusarium* spp.
- Graanproducten vormen de belangrijkste bron voor blootstelling aan DAS en DON (incl. metabolieten), aardappelen dragen veel minder bij.
- Blootstelling aan DAS uit voeding vormt geen gezondheidsrisico.
- Blootstelling aan DON uit voeding vormt een klein risico. Bij kinderen kan de TDI worden overschreden en bij een hoge blootstelling ook in volwassenen.
- ➔ Mycotoxines in aardappelen vormen geen risico voor de voedselveiligheid van aardappel(product)en (concentraties zijn laag (onder detectielimiet), blootstellingsberekeningen laten zien dat bijdrage van aardappelen gering is.

8.3.6. Persistente organische stoffen

Persistente milieucontaminanten komen wijdverspreid in het milieu voor. Het gaat hierbij om organische contaminanten, zoals dioxines en PCB's, gebromeerde brandvertragers, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en perfluorverbindingen. Deze stofgroepen bestaan ieder uit een groot aantal individuele stoffen. Door hun persistente karakter kunnen deze stoffen lange tijd in het milieu aanwezig blijven en ophopen in de bodem. Van daaruit kunnen ze opgenomen worden in de plant.

Dioxines, dibenzofuranen en polychloorbifenylen

Polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD) en polychloordibenzofuranen (PCDF)⁵⁵ ontstaan tijdens verbrandingsprocessen, als de verbrande materialen chloorhoudende componenten (bijvoorbeeld PVC) bevatten. Maar bij ook de productie van chloorhoudende pesticiden en bij papierbleekprocessen ontstaan dioxines en dibenzofuranen. Polychloorbifenylen (PCB's) zijn zeer stabiele en onbrandbare stoffen, die daarom werden toegevoegd aan hydraulische oliën en vloeistoffen voor elektrische isolatoren en condensatoren. Dioxines en PCB's hechten in het milieu aan bodemdeeltjes, stof en kunnen zo verspreid worden. Ze worden overal in het milieu teruggevonden.

Dioxines, dibenzofuranen en PCB's kennen zowel acute als chronische toxiciteit. Effecten op de lever(functies) en de voortplanting en ontwikkeling zijn de meest belangrijke. Dioxines en dibenzofuranen zijn carcinogeen.

Gehaltes van dioxines, dibenzofuranen en PCB's in aardappelen zijn zeer laag vanwege het lage vetgehalte van aardappelen (Boon et al., 2014). Aardappelen dragen daarom vrijwel niet bij aan de inname van deze stoffen via voedsel.

Op basis van berekeningen van het RIVM in 2014 (Boon et al., 2014) concludeerde RIVM dat de berekende inname van dioxines en dioxineachtige PCB's bij de Nederlandse bevolking niet boven de gezondheidkundige grenswaarde uitkwam (uitgaande van een TDI van 2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per dag). Eind 2018 heeft EFSA een opinie gepubliceerd over de risico's voor de gezondheid van mens en dier van dioxines en dioxineachtige PCB's in voedsel en diervoeder (EFSA CONTAM Panel, 2018d). De hierin nieuw afgeleide TWI van 2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per week is een factor 7 lager dan de eerdere TDI (2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per dag (= 14 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per week)). Met de berekende inname van de Nederlandse populatie aan dioxines en dioxine-achtige PCB's uit 2014 wordt deze TWI overschreden. Wanneer de TWI wordt overschreden, zijn effecten op de gezondheid van de consument niet uit te sluiten.

⁵⁵ PCDF's hebben in grote lijnen vergelijkbare eigenschappen als dioxines.

Samenvatting

- De nieuw afgeleide TWI door EFSA voor dioxines, dibenzofuranen en PCB's is zo laag dat de huidige inname van dioxines via voedsel een risico voor de volksgezondheid niet kan worden uitgesloten.
- ➔ Aardappel(producten) dragen niet of nauwelijks bij aan de inname van dioxines en PCB's uit voedsel, zodat geconcludeerd wordt dat dioxines, dibenzofuranen en PCB's geen risico voor de voedselveiligheid van aardappel(product)en zijn.

Gebromeerde brandvertragers

De twee meest bekende typen gebromeerde brandvertragers zijn polybroomdifenyl-ethers (PBDE's) en hexabroomcyclododecanen (HBCDD's). Beide typen worden toegevoegd aan polymeren zoals schuimplastic en kennen een zeer brede toepassing. Deze verbindingen komen overal voor, dampen vanuit de verschillende toepassingen uit naar de omgevingslucht en komen zo in voedsel en diervoeder terecht. Het gebruik van HBCDD's is in Europa en wereldwijd sterk aan banden gelegd, maar zal de komende tientallen jaren nog steeds vrijkomen uit bestaande materialen.

De belangrijkste toxische effecten van gebromeerde brandvertragers zijn schadelijke effecten op de neurologische ontwikkeling.

Gebromeerde brandvertragers hopen zich op in de bodem en kunnen van daaruit opgenomen worden in planten behorend tot de nachtschadefamilie, met de hoogste concentraties in de bovengrondse plantdelen (Nijkamp et al., 2017). Gebromeerde brandvertragers zijn stoffen die goed oplosbaar zijn in vet. Daarom zullen ze ook vooral voorkomen in levensmiddelen van dierlijke oorsprong en in plantaardige oliën en vetten. Aardappel(product)en zullen daarom nauwelijks bijdragen aan de inname van deze verbindingen uit voedsel (Boon et al., 2016).

Een risicobeoordeling door RIVM voor een drietal gebromeerde difenylethers (BDE-47, -99 en -153) geeft aan dat de inname zo laag is dat het risico op schadelijke gezondheidseffecten verwaarloosbaar is. Voor andere gebromeerde difenylethers ontbreekt informatie (gezondheidskundige norm en/of concentratiegegevens) om ze te kunnen beoordelen (Boon et al., 2016). EFSA komt op basis van een risicoschatting (Margin of Exposure (MoE)) van de huidige blootstelling in Europa aan gebromeerde brandvertragers via voedsel tot de conclusie dat er geen gezondheidseffecten verwacht worden, met uitzondering van BDE-99, waarvoor wordt aangegeven dat er mogelijk wel een risico zou kunnen zijn (EFSA CONTAM Panel, 2011b).

Voor andere gebromeerde brandvertragers (zoals *tris(2,3-dibroompropyl)fosfaat (TDBPP)*) daarentegen is nog geen risicobeoordeling voor inname via voedsel te maken, omdat gegevens over voorkomen, blootstelling en toxiciteit ontbreken. De risico's voor de voedselveiligheid van aardappelen zal verwaarloosbaar zijn, omdat ook deze broomverbindingen goed oplosbaar zijn in vet en daarom vooral zullen voorkomen in levensmiddelen van dierlijke oorsprong en in plantaardige oliën en vetten.

Samenvatting

- ➔ Van de inname vanuit voedsel van bekende gebromeerde brandvertragers uit voedsel wordt geen gezondheidseffect verwacht, mogelijk met uitzondering van BDE-99.
- ➔ Aardappel(producten) dragen niet of nauwelijks bij aan de inname van gebromeerde brandvertragers uit voedsel, omdat deze stoffen vooral voorkomen in levensmiddelen van dierlijke oorsprong en in plantaardige oliën en vetten.

Geperfluoreerde verbindingen

Geperfluoreerde verbindingen (PFAS) zijn stoffen die gebruikt worden in consumentenproducten (bijvoorbeeld water- en vuilafstotend maken van tapijten, textiel, papier en karton) en in industriële producten (bijvoorbeeld in teflon en brandblusmiddelen). Het zijn zeer persistente stoffen die overal in het milieu aangetroffen worden. Deze stofgroep (PFAS) bestaat uit een groot aantal stoffen, waarvan PFOS en PFOA de meest bekende zijn. Er vindt een verschuiving plaats naar het gebruik van perfluorsulfonaten en perfluorcarbonsuren met kortere ketens en perfluoralkylethercarbonsuren (onder andere GenX). Deze stoffen zijn aangetoond in Nederlands oppervlaktewater (Gebbink et al., 2017).

Dierstudies laten zien dat deze stoffen een groot aantal verschillende toxische effecten kunnen veroorzaken, zoals hepatotoxiciteit, immunotoxiciteit, en reproductie- en ontwikkelingstoxiciteit, en ze zijn potentieel genotoxisch en carcinogeen. Voor PFOS zijn de toename van cholesterol in serum bij volwassenen, en de afname van antilichaamrespons bij vaccinatie bij kinderen geïdentificeerd als de meest kritische effecten (EFSA CONTAM Panel, 2018c). Voor PFOA geldt dat cholesterol toename in serum als kritisch effect is benoemd. Er is ook een negatief effect op de voortplanting en ontwikkeling van de foetus. De dosering waarbij dit effect optreedt is echter hoger dan de dosering waarbij het meest kritisch effect (cholesterol toename) optreedt (EFSA CONTAM Panel, 2018c).

PFAS kunnen vanuit de grond opgenomen worden door aardappelen, zoals studies met experimenteel verontreinigde grond laten zien (Nijkamp et al., 2017). Ook kunnen PFAS vanuit verpakkingen worden afgegeven aan voedsel (zie 8.3.15). Metingen in 250 monsters van Europese aardappelen en aardappelproducten resulteerden slechts in één positief monster voor PFOS (EFSA, 2011).

De TDI's voor perfluorverbindingen worden momenteel opnieuw geëvalueerd. In februari 2020 heeft EFSA een nieuwe TWI van 8 ng/kg lichaamsgewicht per week voorgesteld voor de som van vier perfluorverbindingen (EFSA CONTAM Panel, 2020c).

Uit verschillende studies waarbij gekeken is naar de inname van perfluorverbindingen vanuit voedsel kan geconcludeerd worden dat aardappelen niet of nauwelijks bijdragen aan de totale inname. De belangrijkste bijdragen aan de gemiddelde chronische inname van PFOS en PFOA komen van dierlijke producten (vis, vlees en eieren voor PFOS; zuivelproducten en vis voor PFOA) (Noorlander et al., 2011; EFSA CONTAM Panel, 2018c). Perfluorverbindingen vormen geen voedselveiligheidsrisico voor aardappelen.

Samenvatting

- perfluorverbindingen kunnen vanuit de grond opgenomen worden door aardappelen.
- ➔ De inname van PFOS en PFOA komt vooral uit dierlijke producten, aardappelen dragen vrijwel niet bij.
- ➔ Perfluorverbindingen vormen geen voedselveiligheidsrisico voor aardappelen.

Organochloorbestrijdingsmiddelen

Verscheidene organochloorbestrijdingsmiddelen zijn nog steeds terug te vinden in de bodem, hoewel het gebruik van deze middelen al geruime tijd niet meer is toegelaten. Het gaat om de drins (aldrin, dieldrin, endrin) en DDT (4,4'-dichloordifenyiltrichloorethaan), een insecticide waarvan het gebruik al sinds de jaren 70 van de vorige eeuw verboden is in Nederland, en sinds 1986 verboden in de EU. Omdat deze stoffen slecht afbreekbaar (persistent) zijn, nemen de gehalten in de bodem maar langzaam af.

Bij reguliere analyses door de NVWA van gewasbeschermingsmiddelen in monsters van groente en fruit, waaronder ook aardappelen, worden multiresidumethodes gebruikt waarin honderden

gewasbeschermingsmiddelen tegelijk worden geanalyseerd. DDT (incl. DDD's en DDE's⁵⁶) en de drins worden daarin ook meegenomen. Deze stoffen zijn in de periode januari 2010 t/m februari 2018 niet aangetroffen in aardappelen in Nederland. In één monster aardappelsalade werd DDT in een concentratie (0,006 mg/kg) ruim beneden de ML (0,05 mg/kg) gevonden (n=360) (NVWA, 2018f).

Samenvatting

- Gebruik van DDT/DDE en aanverwante organochloorbestrijdingsmiddelen zijn al tientallen jaren verboden in Nederland en in de EU, maar worden nog steeds aangetroffen in de bodem.
- ➔ Organochloorbestrijdingsmiddelen worden niet aangetroffen in aardappel(product)en en vormen geen risico voor de voedselveiligheid van aardappel(product)en.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

De polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) behoren tot een grote groep stoffen die gevormd worden bij verbrandingsprocessen (zoals kachels, verkeer) en daarna in het milieu kunnen terecht komen. Ook bij het roken van levensmiddelen (bijv. vlees), het verhitten van plantaardige olie of bij het barbecuen worden PAK's gevormd.

Een aantal PAK's is kankerverwekkend. Benzo[a]pyreen (BaP) is de meest bekende en meest carcinogene PAK. BaP is echter een slechte indicator voor het totaal aan PAK's in voedsel. Daarvoor kan een aantal PAK's samen genomen, bijvoorbeeld de PAK-4 (de som van benz[a]anthraceen, benzo[a]pyreen, benzo[b]fluorantheen en chryseen) (EFSA CONTAM Panel, 2008). Wettelijke limieten in levensmiddelen zijn vastgesteld voor zowel benzo[a]pyreen als voor de PAK-4 (Verordening (EU) 835/2011⁵⁷).

EFSA concludeert, op basis van MoE-berekeningen, dat de gemiddelde blootstelling aan PAK's vanuit voedsel geen reden geeft tot zorg. De bijdrage vanuit aardappelen is minimaal. Graan(producten) en vis(producten) dragen het meeste bij aan de blootstelling aan PAK's vanuit voedsel (EFSA CONTAM Panel, 2008).

Samenvatting

- De gemiddelde blootstelling aan PAK's vanuit voedsel geeft geen reden tot zorg.
- ➔ De bijdrage van aardappelen aan de inname van PAK's vanuit voedsel is minimaal, zodat PAK's geen risico vormen voor de voedselveiligheid van aardappel(product)en.

8.3.7. Radioactieve stoffen

Als gevolg van een stralingsongeval kunnen radioactieve stoffen in het milieu en voedsel terecht komen.

Er zijn Europees maximaal toelaatbare niveaus van radioactieve besmetting in levensmiddelen vastgesteld (Verordening 733/2008⁵⁸). Voor cesium-134 en cesium-137 liggen die op 600 Bq/kg (met uitzondering van melk(producten) en zuigelingenvoeding).

In Nederland worden in aardappel(product)en metingen van cesium-134, cesium-137 en kalium-40 verricht. Cesium-134 en cesium-137 niveaus lagen in de jaren 2010 t/m 2017 tussen 3 en 10

⁵⁶ DDD (4,4'-dichloordifenyldichloorethaan) en DDE (4,4'-dichlorodiphenyldichloroethylene) zijn stoffen verwant aan DDT; aangetroffen als verontreiniging of afbraakproduct in DDT.

⁵⁷ Verordening (EU) 835/2011 van de Commissie van 19 augustus 2011 tot wijziging van Verordening (EG) 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen in levensmiddelen.

⁵⁸ Verordening (EG) 733/2008 van de Raad van 15 juli 2008 betreffende de voorwaarden voor de invoer van landbouwproducten van oorsprong uit derde landen ingevolge het ongeluk in de kerncentrale van Tsjernobyl.

Bq⁵⁹/kg (n=43) en voor kalium-40 tussen 78 en 312 Bq/kg (n=33) (NVWA, 2018f). Het gemeten stralingsniveau in Nederlandse aardappelen ligt ruim onder de geldende EU-norm. Zonder stralingsincident is er geen enkel risico voor de voedselveiligheid van radioactiviteit in aardappelen.

Samenvatting

- Zonder een stralingsongeval vormt radioactiviteit geen risico voor de voedselveiligheid van aardappelen.

8.3.8. Zware metalen

Zware metalen komen van nature voor in de bodem. Daarnaast kunnen zware metalen als verontreiniging aanwezig zijn in grond na gebruik van meststoffen (dierlijke mest, kunstmest en vroeger het gebruik van rioolslib) of als gevolg van (regionale) atmosferische depositie afkomstig van industrie. De belangrijkste zware metalen zijn lood, cadmium, arseen en kwik (Nijkamp et al., 2017). In verband met verontreiniging met zware metalen is het gebruik van rioolslib als meststof in de aardappelteelt niet toegestaan (Verordening 86/278/EEG⁶⁰). Het gebruik van gelode benzine was in het verleden een belangrijke bron van verontreiniging van het milieu met lood.

Zware metalen kunnen vanuit de bodem en het grondwater door aardappelen worden opgenomen via de wortels. De ophoping gebeurt vooral in de delen die niet geconsumeerd worden, zoals wortels (vooral anorganisch arseen) en bladeren (cadmium, lood). Voor cadmium en lood zijn de concentraties in de schil hoger dan in de knol (Nijkamp et al., 2017). Voor arseen blijkt dat de concentratie in groenten, waaronder aardappelen, geen duidelijke relatie vertoont met de concentraties arseen in de bodem. Daardoor is de concentratie in aardappelen moeilijk te voorspellen (Swartjes et al., 2018).

De beschikbaarheid voor opname in aardappelen is afhankelijk van de bodemeigenschappen, zoals organisch stof- en kleigehalte en de samenstelling van het bodemvocht. In een verzuurde bodem zijn zware metalen beter beschikbaar voor opname in aardappelen (de Vries et al., 2008). Door een ondeskundige bemesting en bewerking van de grond kan deze verzuren. Dit kan mogelijke voorkomen bij particuliere teelt in eigen moestuin. Daar komt bij dat particuliere moestuinen vaak naast snelwegen of spoorlijnen liggen en daardoor verhoogde concentraties zware metalen in de grond hebben (Otte et al., 2011). Bovendien zijn aardappelen uit eigen moestuin veelal voor eigen consumptie bestemd, en consumeert de teler/consument zelf vaak alle eigen geteelde aardappelen, waardoor deze personen mogelijk aan hoge concentraties zware metalen worden blootgesteld.

Lood

Chronische blootstelling aan lood kan neurotoxische effecten veroorzaken en een verhoging van de bloeddruk tot gevolg hebben.

Voor lood is de ML vastgesteld op 0,10 mg/kg versgewicht (geschilde aardappelen)⁶¹. Door EFSA geaggregeerde Europese data laten zien dat er incidenteel overschrijdingen van de ML zijn voor lood (2012) (n=1370; P95/MB van ca 0,06 mg/kg voor aardappelproducten, met uitschieter van 0,182 mg/kg voor aardappelpuree) (Nijkamp et al., 2017). RIVM rapporteert in 2017 een gemiddelde waarde voor lood in aardappelen in EU-lidstaten van 0,02 mg/kg (n=1028) (Boon et al., 2017). In 2018 is in één aardappelmonster (n=4; afkomstig uit Malta) een gehalte van 0,032 mg/kg versgewicht gevonden (KAP, 2020). In RASFF is in 2018 een melding gemaakt van lood in Griekse aardappelen (0,118 mg/kg). In aardappelen die groeien op verontreinigde grond kunnen

⁵⁹ Becquerel (Bq) is een maat voor radioactiviteit.

⁶⁰ Richtlijn 86/278/EEG van de Raad van 12 juni 1986 betreffende de bescherming van het milieu, in het bijzonder de bodem, bij het gebruik van zuiveringsslib in de landbouw.

⁶¹ Verordening (EG) Nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen.

ML-waarden voor lood overschreden worden. In Canadese aardappelen van verontreinigde grond zijn concentraties tussen de 100 en 425 mg/kg lood aangetroffen (Nijkamp et al., 2017).

Voedsel is de belangrijkste bron voor blootstelling aan lood (EFSA CONTAM Panel, 2010;2012a). In de risicobeoordeling van EFSA (2010) over blootstelling aan lood via voedsel, gebaseerd op de MoE-aanpak, wordt geconcludeerd dat effecten van lood niet kunnen worden uitgesloten voor zowel volwassenen, als kinderen en zuigelingen. Met een extra kanttekening voor de blootstelling van zuigelingen, kleine kinderen en zwangere vrouwen, waarvoor er zorg is in verband met de neurotoxische effecten van lood. Aardappel(product)en dragen voor ca 5%-15% bij aan de totale inname van lood uit voedsel (EFSA CONTAM Panel, 2012a; Boon et al., 2017). Het voedselveiligheidsrisico van lood in aardappelen in Nederland wordt daarom als klein beoordeeld (lage concentraties onder de ML).

Cadmium

Langdurige blootstelling aan cadmium kan nierschade veroorzaken. Cadmium is door het International Agency for Research on Cancer (IARC) van de WHO geclassificeerd als humaan carcinogeen (categorie 1) (Nijkamp et al., 2017). Het Joint Research Centre van de Europese Commissie (JRC) concludeert dat er geen bewijs is dat cadmium carcinogeen is na orale blootstelling, maar dat er sterke aanwijzingen zijn dat cadmiumoxide carcinogeen is na inhalatie (Nijkamp et al., 2017).

De ML voor cadmium ligt op 0,10 mg/kg versgewicht (geschilde aardappelen)⁶¹. Door EFSA geaggregeerde data afkomstig uit Europese lidstaten laten zien dat er incidenteel overschrijdingen van de ML in aardappelen zijn voor cadmium (2009) (van <LOD tot 0,1420 mg/kg, n=2116, P95 van 0,07 mg/kg). RIVM rapporteert in 2017 een gemiddelde waarde voor cadmium van 0,022 mg/kg (n=2280) in aardappelen in EU-lidstaten (Boon et al., 2017). Metingen in aardappelen uit mogelijk vervuild gebied in Nederland (De Kempen) lieten geen overschrijdingen van de ML voor cadmium zien (Nijkamp et al., 2017).

De TWI voor cadmium is 2,5 µg/kg lichaamsgewicht (EFSA CONTAM Panel, 2011a). RIVM heeft voor cadmium een risicobeoordeling voor de Nederlandse bevolking gemaakt, gebaseerd op Nederlandse voedselconsumptiedata en de geaggregeerde EFSA-data. Op basis van TDI-berekeningen concludeert het RIVM dat alleen kinderen (tot ongeveer tien jaar) gemiddeld meer cadmium vanuit voedsel binnenkrijgen dan wenselijk is. Het risico van de inname van cadmium via voedsel gedurende het hele leven is verwaarloosbaar. De bijdrage van aardappelen aan de inname van cadmium uit voedsel ligt rond de 15-20% (Sprong & Boon, 2015; Boon et al., 2017). Het voedselveiligheidsrisico van cadmium in aardappelen in Nederland wordt daarom als klein beoordeeld (lage concentraties onder de ML).

Arseen

Arseen is acuut zeer giftig in de anorganische vorm. Langdurige blootstelling heeft als belangrijkste toxische effecten long-, huid- en blaaskanker (EFSA CONTAM Panel, 2009).

Er is geen ML voor arseen in aardappelen vastgesteld (Nijkamp et al., 2017). EFSA geeft berekende gemiddelde concentraties voor anorganisch arseen in aardappel(product)en tussen 1,6 µg/kg (LB) en 7,2 µg/kg (UB) (n=1065) (EFSA, 2014b). Gerapporteerde gemiddelde concentraties van (totaal) arseen in aardappelen uit een veldstudie in het Verenigd Koninkrijk (2001) liggen tussen 0,10 mg/kg drooggewicht (geschilde aardappelknol) en 0,35 mg/kg drooggewicht (schil) (Nijkamp et al., 2017). Er zijn beperkt gegevens over arseengehaltes in aardappelen die in Nederland zijn geteeld. Gerapporteerde gemiddelde concentraties (anorganisch arseen) liggen tussen 0,01 en 0,06 mg/kg drooggewicht en hoge concentraties (P95) zijn 0,135 mg/kg drooggewicht en 0,023 mg/kg natgewicht (Swartjes et al., 2018).

Er is geen gezondheidskundige grenswaarde voor arseen vastgesteld. De PWTI (Provisional Tolerable Weekly Intake) uit 1989 is door EFSA in 2009 en door JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) in 2011 teruggetrokken, na herbeoordeling van epidemiologische gegevens. In 2011 heeft JECFA een BMDL_{0,5}⁶² afgeleid van 3 µg/kg lichaamsgewicht per dag (anorganisch arseen) (Swartjes et al., 2018). Vervolgens heeft EFSA in 2015 voor anorganisch arseen een onderste betrouwbaarheidsgrens van de benchmark dosis (BMDL₀₁⁶³) vastgesteld van 0,3 tot 8 µg/kg lichaamsgewicht per dag op basis van long-, urineblaas- en huidkanker en huidletsels⁶⁴.

EFSA concludeert dat de geschatte inname via voedsel van anorganisch arseen voor gemiddelde consumenten en consumenten met een hoge consumptie in Europa in de buurt van de vastgestelde BMDL₀₁ ligt. Een risico voor sommige consumenten kan niet worden uitgesloten (Verordening 2015/1006).

Een Nederlandse studie naar de inname van contaminanten via voeding laat zien dat de inname van arseen in de buurt van de BMDL_{0,5} ligt (Boon et al., 2017). Daaruit kan geconcludeerd worden dat voor de Nederlandse situatie (indien het consumptiepatroon conform de aanbevolen schijf van vijf is) er mogelijke gezondheidsrisico's zijn. De belangrijkste bijdrage aan blootstelling aan anorganisch arseen komt van de consumptie van vis, rijst en drinkwater, en niet van aardappelen (Boon et al., 2017). Het voedselveiligheidsrisico van arseen in aardappelen wordt daarom als verwaarloosbaar beoordeeld.

Kwik

Methylkwik is de meest toxische en ook meest voorkomende vorm in voedsel (vooral in vis). Langdurige blootstelling aan methylkwik kan leiden tot schadelijke effecten op de neurologische ontwikkeling.

Er is geen ML voor kwik in aardappelen vastgesteld. Voor Nederland zijn geen gegevens over kwik in aardappelen bekend.

EFSA stelde een TWI voor methylkwik vast van 1,3 µg/kg lichaamsgewicht per week, uitgedrukt als kwik. De inname van anorganisch kwik uit voeding overschrijdt de TWI niet. Inname van methylkwik kan wel tot overschrijding van de TWI leiden, die vooral door de consumptie van vis wordt veroorzaakt. Aardappelen dragen daar nauwelijks aan bij (EFSA CONTAM Panel, 2012b). Het voedselveiligheidsrisico van kwik in aardappelen wordt daarom als verwaarloosbaar beoordeeld.

Samenvatting

- Zware metalen (cadmium, lood, arseen en kwik) hopen zich vooral op in aardappeldelen die niet geconsumeerd worden (wortels, bladeren).
- Voor cadmium en lood zijn in aardappelen in de EU incidenteel overschrijdingen van de ML gerapporteerd.
- Zowel voor lood als voor cadmium is de totale inname via voedsel (vooral voor kinderen) hoger dan wenselijk. Aardappelen leveren een belangrijke bijdrage (5-10% voor lood en 15-20% voor cadmium), maar concentraties blijven meestal onder de ML. Het risico wordt als klein beoordeeld.

⁶² Benchmark dose lower confidence limit; dosis waarbij zich een 0,5% extra risico op longkanker kan voordoen.

⁶³ Benchmark dose lower confidence limit; dosis waarbij zich een 0,1% extra risico op longkanker kan voordoen.

⁶⁴ Verordening (EU) 2015/1006 van de Commissie van 25 juni 2015 tot wijziging van Verordening (EG) 1881/2006 wat de maximumgehalten voor anorganisch arseen in levensmiddelen betreft.

- ➔ Voor de Nederlandse situatie zijn er mogelijke gezondheidsrisico's met de inname van arseen. De risico's van arseen in aardappelen wordt echter als verwaarloosbaar beoordeeld, omdat aardappelen minimaal bijdragen aan de inname van arseen.
- ➔ Inname van methyلكwik via voedsel kan tot overschrijding van de TWI leiden. Dat komt vooral door de consumptie van vis; aardappelen dragen daar nauwelijks aan bij. De risico's van methyلكwik in aardappelen wordt daarom als verwaarloosbaar beoordeeld
- Bij consumptie van aardappelen uit eigen moestuin is er een grotere kans op blootstelling aan zware metalen. Risicofactoren zijn: verontreinigde grond langs spoorlijn of snelweg, ondeskundige behandeling van de grond met kans op verzuring en langdurige consumptie van eigen teelt.

8.3.9. Mest(stoffen) en verontreinigingen

Bij de bemesting van de akker gaat het vooral om het toedienen van stikstof, fosfor, kalium en verder magnesium, zwavel en calcium. Regelgeving voor gebruik van mest is voornamelijk gericht op de bescherming van het milieu. De Nederlandse wetgeving voor het gebruik van stikstofhoudende meststoffen is gebaseerd op de Europese nitraatrichtlijn⁶⁵. De hoeveelheid stikstof die via mest mag worden toegediend is afhankelijk van de soort aardappel en van de grondsoort (Nijkamp et al., 2017).

Een Nederlandse studie uit 2017 laat zien dat mest ook verontreinigd kan zijn met diergeneesmiddelen en hormonen. Een dertigtal stoffen was aanwezig in drijfmest (varkens- en kalverhouderij) en werd vervolgens ook aangetroffen in de bodem, het grondwater en het omringende oppervlaktewater. Met name de persistente stoffen (aantal antibiotica) werden in de bodem aangetroffen (Lahr et al., 2018). Of residuen van diergeneesmiddelen in de bodem en het grondwater ook opgenomen worden door de aardappelplant is onbekend.

De laatste jaren zijn een aantal keren drugsafval (resten van de productie van XTC) gevonden in gierkelders. Als de mest vervolgens uitgereden wordt op het land, zouden deze stoffen door de aardappelen opgenomen kunnen worden, zoals eerder bij mais is geconstateerd. In mais die groeide op een akker besmet met MDMA werd MDMA aangetroffen. Voor deze mais werd geconcludeerd dat er geen risico's zijn voor de volksgezondheid wanneer de consument deze mais nuttigt of vlees of melk van landbouwhuisdieren die gevoerd zijn met MDMA besmette mais (NVWA BuRO, 2018). In de aardappelteelt wordt drijfmest in het voorjaar, voorafgaand aan of kort na het poten van aardappelen, regelmatig toegepast (Van Geel, 2015). Het percentage van de percelen waar drijfmest voor de aardappelteelt wordt toegediend is niet bekend. Sinds 2019 gelden eisen voor emissiearme toepassing van dierlijke mest (RVO, 2020). Of MDMA en resten van de productie van XTC ook in aardappelen terecht komen en in welke hoeveelheden is niet bekend. Het risico voor voedselveiligheid van aardappel kan niet worden beoordeeld.

Stikstofverbindingen uit mest wordt in de bodem omgezet in nitraat en kan in deze vorm opgenomen worden door de aardappelplant. Het blad bevat meer nitraat dan de knol. In de knol is de nitraatconcentratie net onder de schil het hoogst. Nitraat kan vervolgens na aardappelconsumptie door het menselijk lichaam gedeeltelijk omgezet worden in nitriet. Nitriet kan dan samen met eiwitten N-nitrosoverbindingen vormen, die methemoglobinemie ('zuurstoftekort') veroorzaken en mogelijk kankerverwekkend zijn (EFSA, 2008). Aan de andere kant zijn nitraatmetabolieten ook essentieel in verschillende fysiologische processen zoals bloedvatregulatie en wordt het geassocieerd met positieve gezondheidseffecten zoals een verlaagde bloeddruk en een verminderd risico van kanker en hart- en vaatziekten (EFSA, 2008; NVWA BuRO, 2014).

⁶⁵ Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen.

Voor aardappelen is geen ML voor nitraat bepaald. Voor verschillende groene bladgroenten en voor babyvoeding zijn wel ML voor nitraat afgeleid (Verordening (EG) 1881/2006⁶¹); van 200 mg/kg voor babyvoeding tot 5000 mg/kg in verse sla en 7000 mg/kg in rucola.

De gemiddelde nitraatconcentraties in aardappelen in EU-lidstaten liggen rond de 168 mg/kg (n=2795; P5=10 (UB); P95=340 (UB); periode 2000-2007), met de kanttekening dat onder andere uit Nederland relatief meer monsters met hoge concentraties kwamen dan verwacht werd op basis van alle geteste monsters (EFSA, 2008). Aardappelmetingen in Nederland van 1990 tot en met 2011 (databank KAP⁵⁰) laten nitraatconcentraties zien van lager dan de kwantificeringslimiet (LOQ) tot 2750 mg/kg (maximale concentratie gemeten in 1990) (n=375). De jaarlijkse gemiddelden liggen rond de 200 mg/kg net als de mediaan (zie Tabel 8.3). Er zijn geen data van na 2011 gevonden in de KAP-database.

Tabel 8.3 Nitraatconcentraties in Nederlandse aardappelen (KAP, 2018)

Jaar	Totaal aantal monsters	Aantal monsters < LOQ*	Gemiddelde per jaar (LB**) mg/kg	Mediaan per jaar (LB**) mg/kg
1990	48	0	245	180
1991	43	0	152	130
1992	27	0	133	140
1994	31	0	146	134
1995	17	0	452	387
1996	47	0	280	250
1997	61	0	245	210
1998	60	1	220	200
2006	27	0	257	230
2010	9	1	172	160
2011	5	1	78	100

*LOQ: kwantificeringslimiet

**LB: berekend met concentratie nul voor de monsters onder de LOQ (Lower Bound concentratie)

Wassen, schillen en vervolgens koken van aardappelen zorgt voor een 18-40% afname van de nitraatconcentraties, afhankelijk van het aardappelras. Ook bij het koken van ongeschilde aardappelen werd een afname van ca 25% geconstateerd. Bij de bereiding van friet neemt de nitraatconcentratie met ongeveer 95% af (Nijkamp et al., 2017). Het RIVM rapporteert nitraatconcentraties van 39 mg/kg in gekookte aardappelen en 29 mg/kg in aardappelpuree (Boon et al., 2017).

De ADI voor nitraat ligt op 3,7 mg/kg lichaamsgewicht per dag. EFSA heeft in 2017 beoordeeld dat er geen reden is om deze eerder afgeleide ADI aan te passen. (EFSA, 2017a). EFSA concludeert, op basis van Europese data, dat de inname van nitraat uit voedsel de ADI overschrijdt (bij gemiddelde en hoge blootstelling). Voor kleine kinderen (zuigelingen en kinderen tot 9 jaar) zijn 'zetmeelrijke knollen'⁶⁶ de belangrijkste bron (4-35%), voor adolescenten en volwassenen zijn dat bladgroenten (0,4 -47%) en salades (0-44%) (EFSA, 2017a).

⁶⁶ Dat kan naast aardappel ook bataat (zoete aardappel en/of cassave) zijn.

Samenvatting

- Er is geen maximum limiet (ML) voor nitraat in aardappelen vastgesteld.
- ➔ Voor kleine kinderen zijn 'zetmeelrijke knollen' de belangrijkste bron (4-35%) van nitraat.
- ➔ De totale inname van nitraat uit voedsel overschrijdt de ADI (bij gemiddelde en hoge blootstelling), waarmee gezondheidsrisico's niet zijn uit te sluiten.
- Er zijn voorbeelden van illegale lozing van drugsafval in mest. De omvang van de toepassing van drijfmest in de aardappelteelt is niet bekend. Ook is onbekend of MDMA en resten van de productie van XTC vanuit mest in aardappelen terecht komen. Het risico voor voedselveiligheid van aardappel kan niet worden beoordeeld.

8.3.10. Gewasbeschermingsmiddelen

Gewasbeschermingsmiddelen worden in de aardappelteelt gebruikt om aantasting door ziekten, plagen en onkruiden tegen te gaan. Voor en tijdens het poten worden de knollen behandeld tegen schimmelziekten en insecten. De grond kan voor het poten worden behandeld met granulaat tegen nematoden (aaltjes). Dit gebeurt vooral op percelen voor zetmeelaardappelen, omdat die frequent op hetzelfde perceel worden geteeld, waardoor grote populaties van bodemgebonden schadelijke organismen kunnen worden opgebouwd. Rond de opkomst van het gewas worden herbiciden gebruikt tegen onkruiden. Dit is van belang omdat onkruiden virussen kunnen bevatten die ook de aardappelplant kunnen infecteren, maar ook omdat onkruiden concurreren met de aardappelplant om licht. Na opkomst van het gewas wordt gespoten met insecticiden tegen onder andere bladluis (een bekende vector voor bepaalde virussen) en met fungiciden tegen schimmels, met name tegen aardappelziekte (*Phytophthora infestans*). In de pootaardappelteelt wordt ook paraffineolie als gewasbeschermingsmiddel gebruikt tegen het overbrengen van virussen door bladluizen. Voorafgaand aan de oogst kan het loof gedood worden met een herbicide. De werkzame stoffen uit de gewasbeschermingsmiddelen kunnen direct door de plant opgenomen worden via de bladeren of via de wortels uit de bodem. Er zijn ook middelen die gebruikt worden voor behandeling van het pootgoed. Tijdens het bewaren van aardappelen worden fungiciden en kiemremmers gebruikt.

Voor residuen van gewasbeschermingsmiddelen op levensmiddelen zijn MRL vastgesteld. Een overschrijding van de MRL betekent dat het levensmiddel niet aan de wettelijke eisen voldoet en dus niet meer verhandeld mag worden als levensmiddel (wel als diervoeder). Het betekent echter niet per definitie dat er een gezondheidsrisico voor de consument is.

Bij de vaststelling van de MRL voor gewasbeschermingsmiddelen wordt uitgegaan van de Goede Agrarische Praktijk (GAP). De MRL is dan de maximale concentratie die op het product kan worden aangetroffen bij gebruik van de voorgeschreven (minimale) hoeveelheid gewasbeschermingsmiddel die volstaat voor het doel waarvoor het gewasbeschermingsmiddel wordt toegepast. Als de MRL leidt tot innames die (ver) onder de gezondheidkundige grenswaarde liggen, wordt de MRL nooit naar boven bijgesteld. Als de MRL wél leidt tot een overschrijding van de gezondheidkundige grenswaarde, zal het gewasbeschermingsmiddel niet voor die toepassing worden toegelaten.

De NVWA controleert of voldaan wordt aan de Europese wettelijke eisen ten aanzien van residuen van gewasbeschermingsmiddelen op groenten en fruit volgens Verordening (EG) 396/2005. Deze Europese Verordening schrijft voor dat de lidstaten twee controleprogramma's uitvoeren: het EU-coördinated control programme (EUCP) en een National Control Programme.

Het EUCP dient steekproefsgewijs en representatief te zijn voor een product(groep) op de markt (bijvoorbeeld aardappelen) om een beeld te krijgen van residuen van gewasbeschermingsmiddelen in de producten. Iedere jaar schrijft het EUCP een tiental producten voor (bijvoorbeeld aardappelen) die bemonsterd moeten worden. In Nederland worden de monsters voor de EUCP verzameld bij winkelketens, groothandels, veilingen, verwerkende industrie en distributiecentra. Bij de keuze van de producten voor de bemonstering wordt rekening gehouden met de hoeveelheid die geconsumeerd wordt in Nederland en met resultaten uit eerdere onderzoeken (NVWA, 2017c).

Het National Control Programme dient risicogericht te worden ingevuld. Hierin wordt uitgegaan van de meldingen uit RASFF, en land-product-combinaties waar eerder regelmatig overschrijdingen zijn aangetroffen (NVWA, 2017c). Daarnaast moet elke lidstaat van de EU een verplichte controle uitvoeren op de invoer van levensmiddelen van niet-dierlijke oorsprong aan de buitengrens van de EU (Verordening (EG) 669/2009⁶⁷). Hiervoor wordt halfjaarlijks een lijst van landen en producten vastgesteld, op basis van eerdere resultaten⁶⁸. Een vastgesteld percentage van de geïmporteerde zendingen wordt gecontroleerd. Bij niet voldoen aan de wettelijke eisen, wordt een zending niet toegelaten in de EU. Bij een mogelijk gezondheidsrisico, d.w.z. een overschrijding van de gezondheidskundige grenswaarde (acuut) wordt een zending vernietigd (Verordening (EG) 882/2004⁶⁹).

De monsters uit de verschillende bemonsteringen worden onderzocht met multiresidumethodes, waarbij de aanwezigheid van honderden verschillende werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen gelijktijdig wordt geanalyseerd.

Onderzoek naar 'onbekende' stoffen en situaties (anders dan in de meet- en toezichtsprogramma's is opgenomen) vindt alleen plaats als er duidelijke signalen zijn dat een productiewijze of een contaminant mogelijk tot een verontreiniging kan leiden.

De resultaten van de controles door de EU-lidstaten op residuen van de werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen in groente en fruit worden jaarlijks in een overzicht gepubliceerd door EFSA. Aardappelen behoorden in 2011, 2014 en 2017 tot de jaarlijks door de EUCP voorgeschreven producten voor een representatieve bemonstering (EFSA, 2014c;2016a;2019a).

In 2011, 2014 en 2017 zijn bij elkaar respectievelijk 1440, 1456 en 1389 aardappelmonsters geanalyseerd door de EU-lidstaten. Hierbij werden in 2011 dertig verschillende werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen, in 2014 waren dat er veertig en in 2017 vijftientig. In 76,2% (2011), 70,9% (2014) en 66,9% (2017) van de monsters werden helemaal geen residuen van werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. In 0,6% (n=9) (2011), 1,1% (n=16) (2014) en 1,2% (n=16) (2017) van de monsters werden residuconcentraties aangetroffen die boven de MRL uitkwamen (EFSA, 2014c;2016a;2019a).

In 2018 werd in Nederland in 5,8% van de onderzochte aardappelen (n=34) een overschrijding van de MRL gevonden voor één werkzame stof. In 2017 was dit 5,4% (n=37) en in 2016 werden geen overschrijdingen van de MRL gevonden (n=40) (KAP, 2020).

In Nederland zijn ruim 250 gewasbeschermingsmiddelen toegelaten voor gebruik in de aardappelteelt (Ctgb, 2020f)⁷⁰, op basis van 80 verschillende werkzame stoffen⁷¹.

Daarvan zijn vijftien middelen (zeven werkzame stoffen⁷²) alleen toegelaten voor gebruik bij pootaardappelen, waarvan vijf middelen met drie werkzame stoffen (thiabendazool, carvon, imazalil) een toepassing na de oogst hebben. Als gevolg van kruiscontaminatie (door het gebruik van materialen bij sorteren, transport) bij boeren die zowel consumptie- als pootaardappelen telen

⁶⁷ Verordening (EG) 669/2009 van de Commissie van 24 juli 2009 ter uitvoering van Verordening (EG) 882/2004 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft meer uitgebreide officiële controles op de invoer van bepaalde diervoeders en levensmiddelen van niet-dierlijke oorsprong en tot wijziging van Beschikking 2006/504/EG.

⁶⁸ Laatste lijst in: Uitvoeringsverordening (EU) 2017/2298 van de Commissie van 12 december 2017 tot wijziging van Verordening (EG) 669/2009 ter uitvoering van Verordening (EG) 882/2004 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft meer uitgebreide officiële controles op de invoer van bepaalde diervoeders en levensmiddelen van niet-dierlijke oorsprong.

⁶⁹ Verordening (EG) 882/2004 van het Europees Parlement en de Raad van 29 april 2004 inzake officiële controles op de naleving van de wetgeving inzake diervoeders en levensmiddelen en de voorschriften inzake diergezondheid en dierenwelzijn..

⁷⁰ Stand op 1 januari 2020

⁷¹ Zie Hoofdstuk 10.1 (Gewasbeschermingsmiddelen - andere volksgezondheidsrisico's) voor een beschrijving van de toelatingsprocedure.

⁷² Carvon, fluoxastrobin, imazalil, metam-natrium, paraffineolie, thiabendazool, thiofanaat-methyl (paragraaf 10.1.3.)

(ca 40% van de bedrijven (zie paragraaf 3.3)), zouden consumptieaardappelen gecontamineerd kunnen worden met stoffen die niet zijn toegelaten voor consumptieaardappelen. Een ander route waarbij consumptieaardappelen werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen zouden kunnen bevatten die alleen voor pootaardappelen zijn toegelaten, is wanneer pootaardappelen uiteindelijk als consumptieaardappelen worden gebruikt. Aan de ene kant is dat toegestaan, en ook gangbaar, met ondermaatse en bovenmaatse pootaardappelen die dan vaak als friet- of chipsaardappel worden gebruikt (zie paragraaf 3.3). Aan de andere kant staat in de gebruiksvoorschriften van middelen met carvon en imazalil als werkzame stof aangegeven dat behandeld pootgoed niet voor dierlijke voeding of menselijke consumptie mag worden gebruikt. In het VVAK-handboek is opgenomen dat wanneer pootaardappelen als consumptie- of zetmeelaardappel worden gecertificeerd, ze wel moeten voldoen aan de eisen die gelden voor consumptie- en/of zetmeelaardappelen (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019).

Een aardappelperceel wordt jaarlijks tien tot vijftien keer bespoten, waarbij verschillende middelen tegelijk of na elkaar gebruikt kunnen worden (Nijkamp et al., 2017; Luttkik, 2018). Voor pootaardappelen kan dit oplopen tot meer dan twintig keer, waarbij fungiciden vaak gecombineerd worden met insecticiden (Luttkik, 2018). Voor pootaardappelen worden ongeveer twee keer zoveel gewasbeschermingsmiddelen gebruikt per hectare als voor zetmeel- en consumptieaardappelen (zie Bijlage 10.1).

Bij de beoordeling van werkzame stoffen voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen worden de stoffen en middelen individueel beoordeeld en wordt het gelijktijdig gebruik van middelen en het gebruik van verschillende middelen na elkaar alleen meegenomen als dit expliciet wordt vermeld op het etiket van het middel. EFSA heeft voor de evaluatie van de Europese Pesticideverordening (Verordening (EG) 1107/2009⁷³) de huidige praktijk van toelating en risicobeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen geëvalueerd. Eén van de aanbevelingen die EFSA doet is het zo snel mogelijk meenemen van nieuwe wetenschappelijke methodieken voor de beoordeling van cumulatief gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (EFSA, 2018d). Er is echter nog geen breed geaccepteerde methode beschikbaar om cumulatieve risico's van gewasbeschermingsmiddelen te beoordelen, daarom worden ook in deze risicobeoordeling van de aardappelketen de gewasbeschermingsmiddelen individueel beoordeeld. Uit onderzoek blijkt echter dat effecten van het gelijktijdig of na elkaar gebruiken van gewasbeschermingsmiddelen groter kunnen zijn dan de effecten na blootstelling aan één stof (voor aquatische ecosystemen (Luttkik et al., 2017), voor bijen (Willow et al., 2019)).

In deze risicobeoordeling van de aardappelketen wordt specifiek gekeken naar het risico voor de consument voor die stoffen die op basis van een eerste selectie het meest relevant zijn voor de beoordeling van het risico voor voedselveiligheid. Kiemremmingsmiddelen zijn niet meegenomen in deze selectie, zij worden apart beschreven en beoordeeld (zie paragraaf 8.3.11).

De selectie is gebaseerd op twee criteria. Het eerste criterium betreft het aantreffen van de werkzame stof, waarbij alleen die stoffen zijn geselecteerd waarvoor een overschrijding van de MRL is gerapporteerd in verse aardappelen. Hiervoor is gebruik gemaakt van monitoringsgegevens uit Nederland (2016 t/m 2018) (KAP, 2020) en uit de EU (2017) (EFSA, 2019a) en van alle meldingen uit RASFF (1990 t/m 2018). Het tweede criterium is gebaseerd op de risico-indeling opgesteld door het adviesbureau CLM⁷⁴. Voor alle in Nederland toegelaten werkzame stoffen heeft het CLM een indeling in drie klassen gemaakt (hoog, middel, laag) voor de risico's voor mens, waterleven, drinkwatervoorziening, bodemleven en nuttige organismen (Hoogendoorn M. et al., 2019). Van alle werkzame stoffen toegelaten voor toepassing in de aardappelteelt (1 januari 2020) zijn die stoffen geselecteerd die een CLM-classificering 'hoog' voor de mens hebben. Voor de bepaling van deze risicoklasse zijn geen blootstellingsgegevens meegenomen, zodat het eigenlijk een indeling is op basis van gevaar en niet op basis van risico. Op basis van bovenstaande criteria

⁷³ Verordening (EG) 1107/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 21 oktober 2009 betreffende het op de markt brengen van gewasbeschermingsmiddelen en tot intrekking van de Richtlijnen 79/117/EEG en 91/414/EEG van de Raad.

⁷⁴ CLM Onderzoek en Advies BV, onderdeel van CLM

over voorkomen en toxiciteit van de stoffen, zijn in totaal 31 werkzame stoffen geselecteerd (Tabel 8.4).

Met deze selectie ontbreken de werkzame stoffen die én niet meegenomen zijn in de chemische analyses én geen CLM-classificering hebben⁷⁵. Dit zijn *Bacillus amyloliquefaciens*, carfentrazone-ethyl, en paraffineolie. Daarnaast ontbreken werkzame stoffen die niet zijn toegelaten in Nederland, wel zijn toegelaten in landen van waaruit aardappelen worden geïmporteerd⁷⁶ én niet worden meegenomen met chemische analyses. Om welke stoffen dat gaat, is niet bekend omdat er geen overzicht van toegelaten werkzame stoffen in de naar Nederland exporterende landen is gemaakt.

Tabel 8.4 Selectie van 31 werkzame stoffen voor een risicobeoordeling⁷⁷.

Werkzame stof	selectie criterium			werking van werkzame stof	toepassing	toelating
	>MRL ¹	RASFF ²	Tox classificering 'hoog' ³			
2-fenylfenol	X			fungicide		Toelating in de EU, in NL geen toelating.
aclonifen			X	herbicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
chloorpyrifos	X			insecticide		Sinds 31-12-2019 helemaal geen toelating meer in NL, in EU vanaf 16-2-2020 niet meer.
cyhalothrin-lambda	X 2018 NL		x	insecticide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
cyromazine	X			insecticide		Sinds 31-12-2019 helemaal geen toelating meer in NL, geen toelating in EU
difenoconazol			X	fungicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
diflufenican			X	herbicide	Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
esfenvaleraat			X	insecticide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
fenamifos		2015		nematicide		Sinds 31-1-2008 helemaal geen

⁷⁵ CLM-lijst "bevat alle 271 bestrijdingsmiddelen (werkzame stoffen) die in 2018 in Nederland zijn toegelaten."

⁷⁶ Invoer vanuit EU-lidstaten en import uit derdelanden die (via een derogatie) niet vallen onder het importverbod (Zwitserland en aantal landen rond de Middellandse Zee).

⁷⁷ Uitgaande van de toegelaten middelen voor toepassing op aardappelen op 1 januari 2020

						toelating meer in NL, in EU vanaf 31-7-2020 niet meer.
flonicamid	X			insecticide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
fluazifop-p-butyl	x	2012		herbicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
fluazinam		2011		fungicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
fludioxonil	X		X	fungicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
flufenacet			X	herbicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
fluopicolide			X	fungicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
fosthiazaat	X	2011 2012 2014 2016 2017		nematicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
iprodione	X			fungicide		Sinds 30-1-2018 helemaal geen toelating meer in NL, geen toelating in EU.
linuron	X 2017 NL			herbicide		Sinds 1-5-2017 helemaal geen toelating meer in NL, geen toelating in EU.
metalaxyl	X 2018 NL		X	herbicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
metam-natrium			X	nematicide	pootaardappel	
metribuzin			X	fungicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
oxamyl			X	nematicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
pencycuron	X			fungicide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
pendimethalin			X	herbicide	Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
pirimicarb			X	insecticide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	

pirimifos-methyl	X 2017 NL				insecticide		In NL niet meer toegelaten voor gebruik in aardappelen.
pyrimethanil	X				fungicide		In NL niet meer toegelaten voor gebruik in aardappelen, in EU vanaf 30-4-2020 niet meer.
quizalofop-P-ethyl			X		herbicide	Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
spirotetramat			X		insecticide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
tefluthrin			X		insecticide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	
thiacloprid			X		insecticide	Pootaardappel Consumptieaardappel Zetmeelaardappel	

¹ overschrijding van de MRL gerapporteerd in Nederland (KAP-database; 2016 t/m 2018) óf in de EU 2017 (EFSA, 2019a).

² een overschrijding van MRL gemeld in RASFF (1990 t/m 2018). Fluazifop-p-butyl ging om een melding van België in 2012 over Nederlandse aardappelen. Fluazinam ging om een melding van Luxemburg in 2011 over Nederlandse aardappelen. Fosthiazaat: een Griekse melding (2016) en een Belgische melding (2017) over aardappelen uit Cyprus, 2016; een melding van UK (2012) over aardappelen uit UK; een melding van België uit 2011 over Spaanse aardappelen en een Nederlandse melding over Nederlandse aardappelen uit 2014. Fenamifos werd in 2015 gemeld door Tsjechië over Griekse aardappelen.

³ classificering 'hoog' voor de mens. Stoffen die alleen op basis van de lijst van SZW 'hoog' geclassificeerd zijn (Hoogendoorn M. et al., 2019), zijn niet meegenomen.

Bij de geselecteerde stoffen is een aantal werkzame stoffen dat inmiddels voor geen enkele toepassing meer is toegelaten in Nederland (2-fenylfenol, chloorpyrifos, cyromazine, fenamifos iprodione, linuron en pyrimethanil). Pirimifos-methyl is in Nederland niet toegelaten voor gebruik in aardappelen, maar heeft nog één toelating (opslag van graan). Linuron en pirimifos-methyl zijn beide boven de MRL in aardappelen aangetroffen (KAP, 2020). (Tabel 8.5).

Drie van de geselecteerde stoffen (2-fenylfenol, cyromazine en metam-natrium) worden niet regulier gemeten, omdat ze niet opgenomen zijn in de multiresidumethodes die in Nederland⁷⁸ gebruikt worden voor de analyses van gewasbeschermingsmiddelen. Metam-natrium is alleen toegelaten voor gebruik bij pootaardappelen.

In deze risicobeoordeling is het voedselveiligheidsrisico van de geselecteerde werkzame stoffen uit gewasbeschermingsmiddelen beoordeeld door gebruik te maken van de verhouding tussen de ARfD en de MRL. Omdat de MRL geen toxicologische grenswaarde is, is een overschrijding van de MRL ook niet automatisch een risico voor de voedselveiligheid. Het kan zijn dat bij concentraties boven de MRL de inname nog (ver) onder de ARfD en ADI blijft. Hoe ver daaronder is voor iedere werkzame stof anders, en hangt af van de verhouding tussen de MRL en de ARfD of ADI en de hoeveelheid aardappelen die gegeten wordt. Hoe kleiner de porties zijn waarmee de gezondheidkundige grenswaarde (ARfD) wordt overschreden, hoe risicovoller de overschrijding van de MRL is. Voor de geselecteerde stoffen is met de verhouding tussen ARfD en MRL voor iedere stof berekend hoeveel aardappelen, als die gecontamineerd zijn met het gewasbeschermingsmiddel op het niveau van de MRL, iemand zou moeten eten om de gezondheidkundige grenswaarde wél

⁷⁸ Werkwijze NVWA in 2018.

te overschrijden (Tabel 8.5). De berekeningen zijn gemaakt voor een kind van 4-6 jaar (20 kg) en voor een volwassene van 60 kg: $ARfD/MRL \times \text{kg lichaamsgewicht}$. Voor deze berekeningen is de ARfD gekozen en niet de ADI, omdat uit de metingen blijkt dat de gewasbeschermingsmiddelen slechts sporadisch aangetroffen worden, zodat er van een chronische blootstelling geen sprake is (Tabel 8.5).

De resultaten laten zien dat de hoeveelheid aardappelen die iemand minimaal op één dag moet eten om boven de gezondheidkundige grenswaarde (ARfD) te komen varieert van 6 tot 1500 kg voor een volwassene van 60 kg voor respectievelijk oxamyl en metalaxyl-m (Tabel 8.5). Voor een kind van 20 kg zijn dit porties van resp. 2 kg tot 500 kg. Dit laat zien dat de gezondheidkundige grenswaarde (ARfD) bij lange na niet overschreden zal worden. Bovendien zullen na bereiding van aardappelen de concentraties van de gewasbeschermingsmiddelen nog lager zijn, omdat een deel van de gewasbeschermingsmiddelen wordt verwijderd door het wassen, schillen en koken/bakken/frituren van de aardappelen. Vooral het schillen heeft een grote daling tot gevolg (Nijkamp et al., 2017).

Voor enkele gewasbeschermingsmiddelen zijn gemeten concentraties in verse ongeschilde aardappelen bekend die boven de MRL liggen. Dit zijn incidentele kleine overschrijdingen. Voor fluazinam is in 2011 gemeld (RASFF) dat in een partij Nederlandse aardappelen de MRL (0,02 mg/kg aardappel) met een factor 33 is overschreden (0,65 mg/kg aardappel). Uitgaande van deze hoge concentratie kan worden berekend dat een volwassene (60 kg) meer dan 6,5 kg van deze gecontamineerde aardappelen had moeten eten op één dag om de ARfD van 0,07 mg/kg lichaamsgewicht te overschrijden ($0,07/0,65 \times 60$). Voor een kind van 20 kg zou dat meer dan twee kilo aardappelen op één dag zijn geweest. Ook hier geldt dat bij deze berekeningen nog geen rekening is gehouden met nog een daling van de concentraties van het gewasbeschermingsmiddel als gevolg van de bereiding van de aardappelen (schillen, wassen, koken), maar ook niet met de mogelijke inname vanuit andere levensmiddelen.

Op basis van bovenstaande berekeningen kan geconcludeerd worden dat gewasbeschermingsmiddelen geen risico vormen voor de voedselveiligheid van aardappelen

Tabel 8.5 Berekende aantal kg aardappelen met gewasbeschermingsmiddel op MRL niveau dat iemand kan eten (per dag) om de ARfD niet te overschrijden.

werkzame stof	MRL ⁽¹⁾ mg/kg aardappel	Max concentratie gemeten in NL mg/kg aardappel NL (2016-2018) ⁽²⁾ RASFF (2006-2018)	EU rapportage gewasbeschermings- middelen (2017) (EFSA, 2019a)	ARfD mg per kg lichaams- gewicht per dag	ADI mg per kg lichaams- gewicht per dag	Aantal kg aardappelen met gewasbeschermingsmiddel op MRL niveau dat iemand zou moeten eten (per dag) om op ArfD te komen ⁽⁴⁾ (ARfD/MRL x aantal kg lichaamsgewicht)	
						Kind 20 kg	Volwassene 60 kg
2-phenylphenol	0,01		n=977; 1>MRL	nvt ⁽³⁾	0,4		
aclonifen	0,02			nvt ⁽³⁾	0,7		
chloorpyrifos	0,01		n=1352; 4>MRL	0,005	0,001	10	30
cyhalothrin-lambda	0,01	0,011 (NL 2018)		0,005	0,0025	10	30
cyromazine	0,05		n=778; 1>MRL	0,1	0,06	40	120
difenoconazool	0,1	0,0052 (NL 2016)		0,16	0,01	32	96
diflufenican	0,01			nvt ⁽³⁾	0,2		
esfenvaleraat	0,02			0,0175	0,0175	17,5	52,5
fenamiphos	0,02	0,23 (RASFF 2015)		0,0025	0,0008	2,5	7,5
flonicamid	0,09		n=685; 2>MRL	0,025	0,025	5,6	16,7
fluazifop-p-butyl	0,15	0,22 (RASFF 2012)	n=707; 2>MRL	0,017	0,01	2,23	6,8
fluazinam	0,02	0,65 (RASFF 2011)		0,07	0,01	70	210
fludioxonil	5	0,55 (NL 2017)		nvt ⁽³⁾	0,37		
flufenacet	0,15			0,17	0,005	22,7	68

Advies over de risico's van de aardappelketen TRCVWA/2020/6614 - Bijlagen

fluopicolide	0,03	0,0074 (NL 2017)		0,18	0,08	120	360
fosthiazaat	0,02	0,0081 (NL 2018) 0,062 (RASFF 2014; 2017)	n=1048; 1>MRL	0,005	0,004	5	15
iprodione	0,01		n=1293; 1>MRL	0,06	0,02	120	360
linuron	0,01	0,039 (NL2017)		0,03	0,003	60	180
metalaxyl-m	0,02	0,024 (NL 2018)		0,5	0,08	500	1500
metam-natrium	0,02			0,1	0,001	100	300
metribuzin	0,1	0,0072 (NL 2018)		0,02	0,013	4	12
oxamyl	0,01			0,001	0,001	2	6
pencycuron	0,1	0,034 (NL 2016)	n=1268; 1>MRL	nvt ⁽³⁾	0,2		
pendimethalin	0,05			0,3	0,125	120	360
pirimicarb	0,05			0,1	0,035	40	120
pirimifos-methyl	0,01	0,025 (NL 2017)	n=1344; 1>MRL	0,15	0,004	300	900
pyrimethanil	0,05		n=1346; 2>MRL	nvt ⁽³⁾	0,17		
quizalofop-P-ethyl	0,1			onbekend	onbekend		
tefluthrin	0,01			0,005	0,005	10	30
thiacloprid	0,02			0,02	0,01	20	60

(1) MRL uit de EU-pesticide database (geraadpleegd 7/2/2020)

(2) Data voor Nederland uit de KAP-database (2016 t/m/ 2018)

(3) geen ARfD waarde omdat stof niet acuut toxisch is.

(4) Bij deze berekening is geen rekening gehouden met de daling van de concentratie als gevolg van de bereiding (wassen/schillen, koken/frituren/bakken) van de aardappelen

Er zijn twee werkzame stoffen uit gewasbeschermingsmiddelen die de afgelopen tijd in de belangstelling hebben gestaan. De eerste is koperoxychloride dat in de aandacht kwam na gebruik in de biologische aardappelteelt. In Nederland is koperoxychloride als gewasbeschermingsmiddel (fungicide) niet meer toegelaten sinds 2000. Het is wel toegestaan om te gebruiken als bladmeststof in lage concentraties (6 g/ha per jaar). In de zomer van 2016 waren er Kamervragen naar aanleiding van het gebruik door meerdere telers van koperoxychloride als middel tegen aardappelziekte in de biologische teelt (Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2016). In de biologische aardappelteelt geldt een sterke beperking ten aanzien van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (Verordening (EG) 889/2008⁷⁹) (SKAL, 2018a). Koperoxychloride was echter door meerdere telers gebruikt in grotere hoeveelheden dan toegestaan is als gebruik als meststof. Onderzoek liet zien dat, ondanks het hogere gebruik, de concentraties van koperoxychloride in biologische aardappelen de MRL (5 mg/kg aardappelen) niet overschreden (Nijkamp et al., 2017).

Daarnaast is er een uitgebreide discussie gaande over glyfosaat, de werkzame stof die in een groot aantal middelen als herbicide en loofdoingsmiddel wordt gebruikt. Belangrijkste discussiepunt is of de stof wel of niet kankerverwekkend is. Door IARC is glyfosaat geclassificeerd als 'waarschijnlijk humaan carcinogeen' (categorie 2A) (IARC, 2015). EFSA komt echter tot de tegenovergestelde conclusie, namelijk dat het onwaarschijnlijk is dat glyfosaat kanker zou veroorzaken (EFSA, 2015). De goedkeuring van de werkzame stof glyfosaat in de EU is per november 2017 voor vijf jaar verlengd en moet uiterlijk december 2022 opnieuw zijn beoordeeld. Deze beoordeling wordt door een groep van vier lidstaten (waaronder Nederland) uitgevoerd (Ctgb, 2020d).

Er zijn bijna veertig middelen met glyfosaat als werkzame stof die in Nederland zijn toegelaten voor gebruik in de aardappelteelt. Op grond van EU-uitvoeringsverordening 2017/2324⁸⁰ (verlenging van de goedkeuring van de werkzame stof glyfosaat) zijn alleen nog herbicidetoepassingen van glyfosaat toelaatbaar.

Glyfosaat is niet gerapporteerd in aardappelen in de EU. In de jaren 2011, 2014 en 2017 is nader onderzoek naar het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in aardappelen in de EU uitgevoerd (EFSA, 2014c;2016a;2019a). Alleen in 2011 is glyfosaat verplicht geanalyseerd⁸¹. Voor de andere twee jaren (2014 en 2017) was er geen verplichting om glyfosaat in aardappelen te analyseren en is het niet duidelijk of glyfosaat ook meegenomen is in de analyses. In de multiresidumethodes die door de NVWA worden gebruikt is glyfosaat niet opgenomen. In de Nederlandse rapportages over gewasbeschermingsmiddelen in groente en fruit zijn geen meldingen van glyfosaat in aardappelen (2015 en 2016) (NVWA, 2017c) (2016 t/m 2018) (KAP, 2020). Het is onbekend of glyfosaat in aardappelen een voedselveiligheidsrisico vormt.

⁷⁹ Verordening (EG) 889/2008 van de Commissie van 5 september 2008 tot vaststelling van bepalingen ter uitvoering van Verordening (EG) 834/2007 van de Raad inzake de biologische productie en de etikettering van biologische producten, wat de biologische productie, de etikettering en de controle betreft.

⁸⁰ Uitvoeringsverordening (EU) 2017/2324 van de Commissie van 12 december 2017 tot verlenging van de goedkeuring van de werkzame stof glyfosaat overeenkomstig Verordening (EG) 1107/2009 van het Europees Parlement en de Raad betreffende het op de markt brengen van gewasbeschermingsmiddelen, en tot wijziging van de bijlage bij Uitvoeringsverordening (EU) 540/2011 van de Commissie.

⁸¹ Verordening (EG) 1213/2008 van de Commissie van 5 december 2008 inzake een in 2009, 2010 en 2011 uit te voeren gecoördineerd meerjarig communautair controleprogramma tot naleving van de maximumgehalten en ter beoordeling van deblootstelling van de consument aan residuen van bestrijdingsmiddelen in en op voeding van plantaardige of dierlijke oorsprong.

Samenvatting

- Gewasbeschermingsmiddelen worden zeer sporadisch boven de MRL op aardappelen aangetroffen.
- Overschrijdingen van MRLs in aardappelen zijn minimaal en leiden niet tot overschrijding van de gezondheidkundige grenswaarde voor acute blootstelling (ARfD).
- ➔ Door kruiscontaminatie of door het aanbieden van pootaardappelen als consumptieaardappel kunnen gewasbeschermingsmiddelen die uitsluitend zijn toegelaten voor gebruik bij pootaardappelen op consumptieaardappelen aanwezig zijn.
- ➔ Niet alle gewasbeschermingsmiddelen die in Nederland zijn toegelaten voor gebruik in de aardappelteelt worden meegenomen in de multiresidumethodes⁷⁸ die veelal worden gebruikt voor de analyses van werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen. Hetzelfde kan gelden voor werkzame stoffen toegelaten in landen van waaruit aardappelen worden geïmporteerd, maar waarvoor in Nederland geen toelating is.
- ➔ De risico's voor de voedselveiligheid door het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de aardappelteelt worden als verwaarloosbaar beoordeeld.

8.3.11. Kiemremmingmiddelen

Kiemremmingmiddelen worden gebruikt om kiemvorming tegen te gaan. In Nederland zijn hiervoor een twintigtal middelen toegelaten, waarvan verreweg de meeste op basis van de werkzame stof chloorprofam. De toelating van middelen op basis van de werkzame stof chloorprofam is op 8 januari 2020 beëindigd, met een opgebruiktermijn van de middelen tot 31 juli 2020 (Ctgb, 2020f). Er zijn daarnaast een paar middelen toegelaten op basis van de werkzame stoffen carvon, maleïnehydrazide, 1,4-dimethylnaftaleen, ethyleen en groenemuntolie⁸². Van deze werkzame stoffen is alleen chloorprofam opgenomen in de multiresidumethodes⁷⁸ waarmee werkzame stoffen worden geanalyseerd.

Chloorprofam is alleen toegelaten voor gebruik bij consumptie- en zetmeelaardappelen, net als maleïnehydrazide, en groenemuntolie en 1,4-dimethylnaftaleen. Carvon is alleen toegelaten voor toepassing bij pootaardappelen. Ethyleen (gemaakt uit ethanol) mag voor alle aardappelen gebruikt worden (Ctgb, 2020f).

Chloorprofam

Chloorprofam wordt tijdens het inschuren, via de transportband, als stuifpoeder op de aardappelen aangebracht. Het kan ook als vloeistof worden verneveld tijdens het inschuren en als vervolgbehandeling tijdens de opslag. Tijdens de opslag wordt de behandeling, afhankelijk van de gebruikte techniek, dagelijks tot vierwekelijks herhaald. Het uiteindelijke residu op de aardappelen hangt af van de lengte van de opslag en de temperatuur in de schuur. Opslag in kisten of op een berg leidt tot een ongelijkmatige verdeling van chloorprofam over de aardappelen. (Nijkamp et al., 2017). De stof blijft nog jarenlang traceerbaar in de schuur, en schuren geven tot wel 10 jaar chloorprofam af (Knuijvers, 2019). Bij verwerking van de aardappelen wordt de resterende grond met de chloorprofam verwijderd. De tarragrond wordt hergebruikt in verschillende bodemtoepassingen via een grondbank (Nijkamp et al., 2017). De eisen ten aanzien van de toepassing van tarragrond van aardappelen die zijn behandeld met chloorprofam staan in de Regeling bodemkwaliteit (2014)⁸³.

De acuut toxische effecten van chloorprofam zijn braken en een verminderde activiteit (uit proeven met ratten). Chronisch heeft chloorprofam effecten op de schildklier en op het hematopoiëtische stelsel (verandering van de morfologie van rode bloedcellen, methemoglobinemie, veranderingen in lever en milt door hemolyse) (Nijkamp et al., 2017). Voor zowel chloorprofam als de belangrijkste

⁸² Per 5 juni 2020 is een nieuw kiemremmingmiddel op basis van sinaasappelolie toegelaten.

⁸³ Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, van 26 november 2014, nr. IENM/BSK-2014/255553, tot wijziging van de Regeling bodemkwaliteit (actualisering verwijzingen normdocumenten 2015.1).

metaboliet 3-chlooraniline zijn geen genotoxische effecten gerapporteerd. Chloorprofam is geclassificeerd als carcinogeen categorie 2 (EFSA, 2017b).

In de periode 1990 t/m 2018 is er één RASFF-vermelding van een MRL-overschrijding (de MRL is 10 mg/kg (EC, 2020b): 47 mg/kg) in het Verenigd Koninkrijk in 2006.

In de jaarlijks gewasbeschermingsmiddelenrapportage van EFSA worden in 2014 en 2017 aardappelen apart gerapporteerd. Het jaarlijks EU-overzicht van residuen van gewasbeschermingsmiddelen in voedsel geeft voor 2014 slechts één aardappelmonster met een chloorprofamgehalte boven de MRL van 10 mg/kg (n=1057) en in 256 aardappelmonsters werd chloorprofam wel aangetroffen maar bleef onder de MRL (EFSA, 2016a). Voor het jaar 2017 wordt geen overschrijding van de MRL gerapporteerd (n=918), met in 290 monsters een gehalte dat onder de MRL bleef (EFSA, 2019a).

In Nederland zijn in de periode 2016 t/m 2018 geen overschrijdingen van de MRL geconstateerd (n=111) (KAP, 2020). De hoogst gevonden concentratie in deze periode is in een aardappelmonster uit 2017. Het gehalte, 4,3 mg/kg, ligt ruim onder de MRL (10 mg/kg) (KAP, 2020). Hoewel de chloorprofamconcentraties laag zijn, wordt chloorprofam in een groot deel van de monsters aangetroffen; in 2016 in 25 van de 40 monsters, in 2017 in 18 van de 37 monsters en in 2018 in 18 van de 34 monsters (KAP, 2020). De gehalten in 2016 liggen tussen de 0,005 en 1,7 mg/kg aardappelen, in 2017 tussen 0,071 en 4,3 mg/kg aardappelen en in 2018 tussen de 0,005 en 1,2 mg/kg aardappelen (KAP, 2020).

In 2003 is de ARfD voor chloorprofam door de Europese Commissie vastgesteld op 0,50 mg/kg lichaamsgewicht en de ADI op 0,05 mg/kg lichaamsgewicht per dag. In de herbeoordeling voor de hernieuwing van de toelating worden de waarden voor de ARfD en ADI herbevestigd (EFSA, 2017b). Berekeningen van de hoeveelheid aardappelen (kg), gecontamineerd met chloorprofam op het niveau van de MRL, die minimaal gegeten zouden moeten worden om de gezondheidkundige grenswaarde voor acute toxiciteit (ARfD) te overschrijden, laten zien dat dan in één keer een flinke portie aardappelen gegeten moet worden (3 kg aardappelen voor een volwassene van 60 kg, en 1 kg voor een kind van 20 kg) (Tabel 8.6).

Chloorprofam wordt regelmatig aangetroffen en gedurende de hele bewaarperiode worden de aardappelen herhaaldelijk behandeld met kiemremmers waardoor chronische blootstelling van de consument een realistisch scenario is. Een vergelijkbare berekening als voor acute toxiciteit is gemaakt, kan worden gemaakt voor het mogelijk overschrijden van de gezondheidkundige grenswaarde voor chronische toxiciteit (ADI). Deze berekeningen laten zien dat bij concentraties chloorprofam op het niveau van de MRL, de ADI kan worden overschreden. Een minimale dagelijkse gemiddelde hoeveelheid aardappelen (met chloorprofam op MRL-niveau) van 300 gram voor een volwassene van 60 kg of van 100 gram voor een kind van 20 kg (4-6 jaar), zorgt voor een overschrijding van de ADI. Dit zijn hoeveelheden voor grote eters. Gemiddeld worden in Nederland 3 á 4 keer per week aardappelen gegeten. Dat komt neer op een gemiddelde consumptie van aardappelen in Nederland van 75,1 gram per dag (van 0 gram per dag (P5) tot 223 gram per dag (P95, grote eters)) voor volwassenen. Voor kinderen van 4 t/m 8 jaar is dat een gemiddelde van 46,4 gram per dag (van 0 gram (P5) tot 124 gram (P95, grote eters)) (RIVM).

In de bovenstaande berekeningen wordt nog geen rekening gehouden met een daling van de concentratie chloorprofam als gevolg van de bereiding van aardappelen (wassen, schillen en koken/bakken/frituren), waarmee een aanzienlijk deel (tot wel 95%) van de chloorprofam verwijderd wordt. Het grootste deel van het residu zit op de schil, waardoor ongeschilde aardappelen het meest bijdragen aan de inname van chloorprofam. In een worst case schatting waarbij iemand dagelijks een grote portie ongeschilde aardappelen consumeert en er een regelmatige overschrijding van de MRL op aardappelen is, kan chloorprofam op aardappelen een risico voor de voedselveiligheid vormen.

Tabel 8.6 Berekende hoeveelheid aardappelen met chloorprofam op MRL-niveau die iemand kan eten (kg/dag) om de gezondheidkundige grenswaarde niet te overschrijden.

	MRL mg/kg aardappel	max concentratie in NL mg/kg aardappel	ARfD mg per kg lichaams- gewicht per dag	ADI mg per kg lichaams- gewicht per dag	Hoeveelheid aardappelen met chloorprofam op MRL niveau die iemand zou moeten eten (kg/dag) om op de gezondheidkundige grenswaarde te komen ⁽¹⁾ (grenswaarde/MRL x aantal kg lichaamsgewicht)			
					Berekening met ARfD		Berekening met ADI	
					Kind 20 kg	Volwassene 60 kg	Kind 20 kg	Volwassene 60 kg
chloorprofam	10	4,3 ⁽³⁾	0,50	0,05	1,0	3,0	0,1	0,3
	0,01 ⁽²⁾				1000	3000	100	300
3-chlooraniline	0,5 ⁽⁴⁾		0,03	0,007	1,2	3,6	0,28	0,84
	0,0005 ⁽⁴⁾				1200	3600	280	840

- (1) Bij deze berekening is geen rekening gehouden met de daling van de concentratie als gevolg van de bereiding (wassen/schillen, koken/frituren/bakken) van de aardappelen
- (2) Omdat de toelating van chloorprofam Europees is verlopen, komt de MRL op de detectielimiet (0,01 mg/kg) te liggen.
- (3) In 2017 aangetroffen in één monster (KAP, 2020).
- (4) 5% van de MRL van chloorprofam (DAR, 2016)

Chloorprofam wordt omgezet in het lichaam, met als belangrijkste metaboliet 3-chlooraniline. Deze metaboliet heeft een hogere toxiciteit dan chloorprofam zelf. De ARfD voor 3-chlooraniline is vastgesteld op 0,03 mg/kg lichaamsgewicht en de ADI op 0,007 mg/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA, 2017b). Het gehalte 3-chlooraniline wordt geschat op 5% van het chloorprofamgehalte (DAR, 2016). Bij een concentratie van 10 mg/kg chloorprofam (MRL-niveau) wordt de concentratie van 3-chlooraniline op 0,5 mg/kg geschat. Voor 3-chlooraniline is, uitgaande van deze concentratie, berekend hoeveel aardappelen (kg) minimaal gegeten zouden moeten worden om de gezondheidkundige grenswaarden (ARfD en ADI) voor 3-chlooraniline te overschrijden (zie Tabel 8.6). Deze berekende porties zijn groter dan de porties berekend voor chloorprofam. Vervolgens is berekend dat de inname van 3-chlooraniline, bij consumptie van de berekende chloorprofam-porties, ca 35% van de ADI en ruim 80% van de ARfD voor 3-chlooraniline is⁸⁴.

Middelen op basis van de werkzame stof chloorprofam hebben in Nederland een opgebruiktermijn tot 31 juli 2020. Dat betekent dat de aardappeloogst uit 2019 nog met chloorprofam behandeld mag worden, maar de oogst in 2020 niet meer. De MRL van chloorprofam voor aardappelen wordt na het verbod op gebruik verlaagd tot de detectielimiet (0,01 mg/kg) (Knuivers, 2020). Uitgaande van deze lagere MRL zijn nogmaals berekeningen gemaakt van de hoeveelheid aardappelen (kg) die minimaal gegeten zouden moeten worden om de gezondheidkundige grenswaarden te overschrijden (Tabel 8.6). Deze berekende porties zijn extreem groot, zodat geconcludeerd kan worden dat wanneer deze lage MRL gehandhaafd wordt, chloorprofam geen risico is voor de voedselveiligheid van aardappelen.

Om deze lage gehalten chloorprofam te halen in de nieuwe oogst aardappelen, moeten de opslagplaatsen en -schuren grondig worden gereinigd. Reiniging blijkt in de praktijk moeilijk en chloorprofam blijft nog lang detecteerbaar in de schuren. De sector verwacht dat de gehalten in de

⁸⁴ Berekening voor volwassene: ADI: $((0,3 \times 0,5)/60)/0,007 \times 100\% = 35,7\%$ en ARfD: $((3 \times 0,5)/60)/0,03 \times 100\% = 83\%$.

opgeslagen aardappelen vrijwel altijd de 0,01 mg/kg zullen overschrijden. De Europese aardappelsector heeft daarom een aanvraag gedaan voor een tijdelijke MRL, hoger dan de detectielimiet. Dit dossier is aangeboden aan het Ctgb en wordt op dit moment beoordeeld door EFSA (Knuivers, 2020). EFSA zal een advies geven aan de Europese Commissie. Tot het besluit hierover is genomen blijft de bestaande MRL (10 mg/kg) van kracht (Ctgb, 2020a).

Maleïnehydrazide

Maleïnehydrazide wordt naast het gebruik als kiemremmingsmiddel tijdens het bewaren van de aardappelen ook toegepast als kiemremmingsmiddel op de akker, 3-5 weken voor de oogst, om het ontkiemen van achtergebleven aardappelen ('aardappelopslag') tussen het volggewas tegen te gaan (Nijkamp et al., 2017; Ctgb, 2018b). De stof hoopt zich op in en rond de 'ogen' van de aardappel. Het wordt aanbevolen als goed werkend alternatief voor chloorprofam (Knuivers, 2019).

Maleïnehydrazide kan niet worden geclassificeerd als genotoxisch carcinogeen, reprotoxisch of neurotoxisch. Mogelijke hormoonverstorende effecten lijken onwaarschijnlijk. Alleen een reductie van lichaamsgewicht is als toxische effect gezien in dierstudies. Er is echter nog te weinig informatie over de belangrijkste metabooliet van maleïnehydrazide (3-pyridazinone) om het risico voor consumenten in te kunnen schatten (EFSA, 2016b).

De MRL voor maleïnehydrazide in aardappelen is vastgesteld op 60 mg/kg aardappel en de ADI op 0,25 mg/kg lichaamsgewicht per dag (EC, 2020b). Er is geen ARfD (EFSA, 2016b; EC, 2020b). Gehaltes die zijn aangetroffen in aardappelen (in Nederland in 2012, n=1), lagen onder de MRL (Nijkamp et al., 2017). Maleïnehydrazide is niet opgenomen in een van de multiresidumethodes voor analyse van gewasbeschermingsmiddelen⁷⁸ (KAP, 2020).

Op vergelijkbare wijze als voor chloorprofam is berekend, kan ook voor maleïnehydrazide berekend worden wat de minimale portie aardappelen (kg) is die dagelijks gegeten zouden moeten worden om de ADI te overschrijden. Dat zijn porties van 300 gram voor een volwassene (60 kg) en 100 gram voor kinderen (20 kg)⁸⁵. Dit zijn hoeveelheden voor grote eters. Gemiddelde porties zijn 75,1 gram voor volwassene en 46,4 gram voor kinderen tussen 4 en 8 jaar (RIVM, 2020b). In de bovenstaande berekeningen wordt nog geen rekening gehouden met een mogelijke daling van de concentratie maleïnehydrazide als gevolg van de bereiding van aardappelen (wassen, schillen en koken/bakken/frituren). Het risico van het gebruik van maleïnehydrazide voor de voedselveiligheid van aardappelen is niet te bepalen, omdat er nauwelijks informatie beschikbaar is over gehalten in/op aardappelen in Nederland. Daarnaast ontbreekt ook informatie over de belangrijkste metabooliet van maleïnehydrazide (3-pyridazinone).

Ethyleen en groenemuntolie

Middelen op basis van ethyleen of groenemuntolie hebben een toepassing als ruimtebehandelingsmiddel. Deze laatste twee middelen worden niet veel gebruikt, omdat het bij de toepassing lastig is om ze goed verdeeld over de hele partij aardappelen te krijgen (NVWA, 2018i).

Ethyleen (etheen) is toegelaten in acht middelen met als toepassing het sneller laten rijpen van fruit (bananen) of kiemremming bij aardappelen. Er zijn twee middelen die voor aardappelen gebruikt mogen worden⁸⁶.

Het wordt niet nodig geacht om gezondheidkundige normen (ARfD, ADI) of MRL (fruit of aardappelen) voor deze stof af te leiden (EC, 2020b).

⁸⁵ ADI/MRLx gewicht. Voor een volwassene van 60 kg: $0,25/50 * 60 \text{ kg} = 0,3 \text{ kg}$. Voor een kind van 20 kg is dat $0,25/50 * 20 = 0,1 \text{ kg}$.

⁸⁶ Biofresh Safestore en Restrain

Er is één middel⁸⁷ toegelaten op basis van groenemuntolie voor de kiemremming van aardappelen tijdens het bewaren. Dit middel is ook toegelaten voor gebruik in de biologische landbouw (SKAL, 2019). Ook voor groenemunt-olie is geen MRL voor aardappelen afgeleid.

Er worden geen risico's voor de voedselveiligheid van aardappelen van deze beide werkzame stoffen verwacht, omdat het afleiden van gezondheidskundige normen niet noodzakelijk wordt gevonden.

1,4-dimethylnaftaleen

1,4-Dimethylnaftaleen is een groeiregulator en wordt als zogenaamde kiemrustverlenger gebruikt om de kiemvorming te vertragen.

1,4-Dimethylnaftaleen is niet genotoxisch en niet carcinogeen. Het kritische effect in dierstudies is de histopathologische veranderingen in nieren (ratten; NOAEL van 10 mg/kg). Hiermee is de ADI van 0,1 mg/kg lichaamsgewicht per dag afgeleid. Een ARfD is voor deze stof niet nodig, gezien de lage acute toxiciteit (EFSA, 2013b).

De MRL voor 1,4-dimethylnaftaleen is vastgesteld op 15 mg/kg (EC, 2020b). Er zijn geen concentraties van 1,4-dimethylnaftaleen in aardappelen bekend. 1,4-Dimethylnaftaleen is niet opgenomen in één van de multiresidumethodes voor de analyse van gewasbeschermingsmiddelen⁷⁸ (KAP, 2020).

Het risico van het gebruik van 1,4-dimethylnaftaleen voor de voedselveiligheid van aardappelen is niet te bepalen, omdat er geen informatie is over gehalten in aardappelen.

Carvon

Kiemremmingmiddelen op basis van carvon worden gebruikt voor ruimtebehandeling. Carvon is natuurlijk bestanddeel van karwij en wordt ook als geur- en smaakstof gebruikt in levensmiddelen en in persoonlijke verzorgingsproducten (tandpasta, mondwater).

Toepassing als kiemremmingmiddel is alleen toegelaten bij pootaardappelen en behandelde pootaardappelen mogen niet voor consumptie worden gebruikt of in de handel worden gebracht (Ctgb, 2020c). Carvon remt de kieming van de aardappelen slechts gedurende het gebruik van het middel, en is daarom ook minder geschikt voor toepassing bij consumptie- en zetmeelaardappelen (persoonlijke communicatie, NVWA HH). Chloorprofam daarentegen zorgt ervoor dat de ontkieming volledig stopt en is daardoor niet geschikt voor het gebruik bij pootaardappelen, die immers later weer moeten ontkiemen.

Carvon komt in twee vormen voor: d-carvon (of S-carvon) en l-carvon (of R-carvon) (enantiomeren). d-Carvon wordt gebruikt in het kiemremmingmiddel Talent (EFSA, 2018c). EFSA heeft in 2014 een advies over de veiligheid van de inname van carvon door consumenten uitgebracht. Hierbij is specifiek onderscheid gemaakt tussen d-carvon en l-carvon.

Hepatotoxiciteit is het meest kritische effect van d-carvon.

Een ADI van 0,6 mg/kg lichaamsgewicht is afgeleid voor d-carvon en EFSA schat dat de inname van d-carvon uit de totale voeding net onder de ADI ligt (EFSA Scientific Committee, 2014). De blootstelling van consumenten aan d-carvon als gevolg van het gebruik bij pootaardappelen zal echter ver beneden de inname vanuit voedsel liggen. Dat is de reden dat er voor carvon geen MRL is afgeleid (staat op lijst van Annex IV van Verordening (EG) 396/2005).

Er zijn geen monitoringsdata voor carvon in aardappelen bekend (Nijkamp et al., 2017; KAP, 2020).

De kans dat aardappelen voor consumptie gecontamineerd zijn met carvon wordt als heel klein ingeschat. Ten eerste omdat carvon niet alleen niet gebruikt mag worden bij consumptieaardappelen, maar het bovendien ook minder geschikt is voor consumptieaardappelen.

⁸⁷ Biox M

Ten tweede omdat het niet is toegestaan om met carvon behandelde pootaardappelen als consumptieaardappel aan te bieden. Het voedselveiligheidsrisico van carvon voor aardappelen wordt, op basis van deze kleine kans, beoordeeld als verwaarloosbaar. Het is echter onbekend of deze voorschriften ook altijd worden nageleefd en of carvon op aardappelen voor consumptie wordt aangetroffen.

Samenvatting

- ➔ Voor ethyleen en groenemuntolie worden geen risico's voor de voedselveiligheid van aardappelen verwacht.
- Chloorprofam, de meest gebruikte werkzame stof in kiemremmers in aardappelen, overschrijdt vrijwel nooit de MRL.
- Door het verbod op het gebruik van chloorprofam op 31 juli 2020, mag de aardappeloogst uit 2019 nog wel met chloorprofam behandeld mag worden, maar de oogst in 2020 niet meer.
- De huidige MRL van chloorprofam ligt zo hoog, dat bij een (kleine) overschrijding van de MRL er ook een risico op overschrijding van de ADI is (worst-case: dagelijkse consumptie van grote porties ongeschilde aardappelen en een regelmatige overschrijding van de MRL op aardappelen).
- ➔ De MRL wordt, na het verbod op gebruik, verlaagd naar de detectielimiet (0,01 mg/kg). Wanneer deze lage MRL gehandhaafd wordt, vormt chloorprofam geen risico voor de voedselveiligheid van aardappelen.
- ➔ De alternatieven voor chloorprofam (na verbod op 31 juli 2020), maleïnehydrazide en 1,4-dimethylnaftaleen, worden beiden nog niet meegenomen in één van de multiresidumethodes⁷⁸ voor de analyse van gewasbeschermingsmiddelen.
- ➔ Het risico van het gebruik van maleïnehydrazide en 1,4-dimethylnaftaleen voor de voedselveiligheid van aardappelen is niet te bepalen, omdat er nauwelijks of geen informatie is over gehalten in/op aardappelen in Nederland. Daarnaast ontbreekt ook informatie over de belangrijkste metabooliet van maleïnehydrazide (3-pyridazinone).
- Carvon mag alleen worden toegepast bij pootaardappelen en behandelde pootaardappelen mogen niet voor consumptie worden gebruikt of in de handel worden gebracht.
- Het gebruik van carvon bij consumptieaardappelen is niet waarschijnlijk, omdat de werking van carvon (remmen van de kieming in plaats van stoppen) de toepassing voor consumptieaardappelen minder geschikt maakt.
- ➔ De kans dat aardappelen voor consumptie gecontamineerd zijn met carvon wordt als heel klein ingeschat.
- ➔ Het voedselveiligheidsrisico van carvon voor aardappelen wordt, op basis van deze kleine kans, beoordeeld als verwaarloosbaar. Het is echter onbekend of deze voorschriften ook altijd worden nageleefd en of carvon op aardappelen voor consumptie wordt aangetroffen.

8.3.12. Hydraulische oliën en smeermiddelen

Hydraulische oliën die gebruikt worden in rooimachines voor het oogsten en inschuren, bestaan uit geraffineerde minerale oliën en additieven. Door lekkages vanuit de machines kunnen aardappel(product)en verontreinigd worden (Nijkamp et al., 2017). Smeermiddelen die worden gebruikt in machines in de levensmiddelenindustrie mogen uitsluitend vloeibare paraffine bevatten. In eetwaren mag maximaal een gehalte van 50 mg/kg aanwezig zijn (Warenwetbesluit⁸⁸). Oliën die voldoen aan de eisen voor een voedselveiligheidssysteem voor vloeistoffen met incidenteel voedselcontact gebaseerd op HACCP⁶, worden als H1 geclassificeerd ('food grade olie'). Residuen van oliën met deze classificatie vormen tot maximaal 10 ppm (mg/kg) geen risico voor de gezondheid (Nijkamp et al., 2017). In het Handboek VVAK (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019) is het gebruik opgenomen van 'food grade olie' in machines waarbij de kans bestaat dat door smering of lekkage de olie op het product kan komen. Of dit ook altijd opgevolgd wordt, is onbekend.

⁸⁸ Warenwetbesluit Bereiding en behandeling van levensmiddelen (art. 7).

In Nederland zijn met hydraulische oliën gecontamineerde aardappelen aangetroffen bij de aardappelverwerkende industrie (2015). Er is echter geen informatie beschikbaar over de aangetroffen gehalten (Nijkamp et al., 2017).

Het risico van het gebruik van hydraulische oliën in de aardappelteelt is niet te beoordelen, omdat er geen informatie beschikbaar is over de aangetroffen gehalten.

Samenvatting

- Uit rooimachines en machines gebruikt in de aardappelverwerkende industrie kunnen hydraulische oliën lekken.
- ➔ Er is geen informatie over het gebruik van oliën die voldoen aan de eisen voor een voedselveiligheidssysteem voor vloeistoffen met incidenteel voedselcontact (H1 classificatie) in de aardappelketen of over gehalten aangetroffen op aardappelen. Het risico van het gebruik van hydraulische oliën in de aardappelteelt is niet te beoordelen.

8.3.13. Koudemiddelen

Tijdens de opslag van aardappelen kan voor de klimaatbeheersing in de bewaarschuren gebruik gemaakt worden van ventilatoren en opwarm- of koelapparatuur. Voor het gebruik van koudemiddelen is Europese wetgeving van kracht. Chloorfluorkoolwaterstoffen zijn inmiddels verboden (ozonbeleid Verordening (EG) 1005/2009⁸⁹) en fluorkoolwaterstoffen worden vanaf 2020 uitgefaseerd (F-gassenregeling Verordening (EG) 517/2014⁹⁰). Veel gebruikte koudemiddelen zijn penta/tetra/trifluorethaan. Mechanisch koelen zal naar verwachting meer worden toegepast in de toekomst, omdat het als een goed alternatief voor het gebruik van kiemremmingsmiddelen wordt gezien (Vos P, 2020).

Vervangers die minder belastend zijn voor het milieu zijn propaan-CO₂ of ammoniak-CO₂. Voor koelinstallaties met fluorkoolwaterstoffen geldt een verplichte (half)jaarlijkse lekdichtheidscontrole (Nijkamp et al., 2017). Daarnaast is in het VVAK een afdekplaat boven de aardappelen bij het gebruik van koelapparatuur voorgeschreven (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019). Onderzoek van Agentschap NL⁹¹ uit 2012 gaf een gemiddeld lekpercentage van 7,8% fluorkoolwaterstoffen, berekend met gegevens over het bijvullen van installaties. Dit was een steekproef bij de levensmiddelenindustrie, met uitzondering van de vlees- en zuivelsector (Nijkamp et al., 2017). Er zijn geen studies bekend die naar het voorkomen van koudemiddelen op aardappelen hebben gekeken. Omdat koudemiddelen vluchtige stoffen zijn, zal de hoeveelheid die op het voedsel c.q. aardappelen terecht komt veel lager zijn dan de daadwerkelijke gelekte hoeveelheid (met andere woorden een gedeelte verdampt).

Het is onwaarschijnlijk dat koudemiddelen een risico vormen voor de voedselveiligheid van aardappelen, gezien de vluchtige eigenschappen van de stoffen en de voorgeschreven voorzorgsmaatregelen.

Samenvatting

- ➔ Gebruikte koudemiddelen zijn vluchtige stoffen, daarom zal de hoeveelheid die uit klimaatbeheersingsapparatuur op het voedsel c.q. aardappelen terecht komt veel lager zijn dan de daadwerkelijk gelekte hoeveelheid (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019). Het is onwaarschijnlijk dat koudemiddelen een risico vormen voor de voedselveiligheid van

⁸⁹ Verordening (EG) 1005/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 16 september 2009 betreffende de ozonlaag afbrekende stoffen.

⁹⁰ Verordening (EU) 517/2014 van het Europees Parlement en de Raad van 16 april 2014 betreffende gefluoreerde broeikasgassen en tot intrekking van Verordening (EG) 842/2006.

⁹¹ Agentschap NL was een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken. Sinds 1 januari 2014 is zij gefuseerd met Dienst Regelingen tot Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

aardappelen, gezien de vluchtige eigenschappen van de stoffen en de voorgeschreven voorzorgsmaatregelen.

8.3.14. Reinigings- en desinfectiemiddelen

Reinigings- en desinfectiemiddelen worden gebruikt voor het reinigen en ontsmetten (desinfecteren) van machines en materialen die worden gebruikt bij het rooien, sorteren en verwerken van aardappelen en het reinigen van kisten voor opslag en transport. Voor een goed resultaat van het ontsmetten wordt aanbevolen om voorafgaand de materialen eerst goed te reinigen. Welke reinigingsmiddelen hiervoor worden gebruikt is niet bekend. Om te ontsmetten worden desinfectiemiddelen gebruikt, om zo de verspreiding van plantenziekten tegen te gaan (Nijkamp et al., 2017).

Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) definieert biociden als middelen die worden gebruikt om schadelijke of ongewenste organismen te vernietigen of te voorkomen. Er zijn vier hoofdgroepen: desinfectiemiddelen, conserveermiddelen, plaagbestrijdingsmiddelen en andere biociden. De meeste biociden die worden gebruikt in de aardappelketen zullen onder desinfectie- of plaagbestrijdingsmiddelen vallen. In 2017 heeft het Ctgb haar beleid voor biociden toelatingen verder geharmoniseerd met Europese richtlijnen waardoor het gebruik van biociden niet meer specifiek gericht kan zijn op de bescherming van planten of plantaardige producten; deze middelen worden als gewasbeschermingsmiddel aangeduid. Dit geldt alleen voor nieuwe registraties of herregistraties zodat deze wijziging geleidelijk wordt ingevoerd (Ctgb, 2018d).

Overmatig of onjuist gebruik van desinfectiemiddelen kan bijdragen aan het ontstaan van resistentie tegen desinfectantia én ook tegen antibiotica (Gezondheidsraad, 2016). Het is echter onbekend of desinfectiemiddelen in de aardappelteelt en de verwerkende industrie altijd op de juiste wijze gebruikt worden. Belangrijkste sectoren waar desinfectantia worden gebruikt zijn de gezondheidszorg, de (dieren) agrarische sector, de levensmiddelenindustrie en de waterzuivering (Gezondheidsraad, 2016). Desinfectiemiddelen worden in de primaire sector nog niet zolang gebruikt, in tegenstelling tot de horeca bijvoorbeeld. De kennis over een effectief gebruik is dan ook nog beperkt (NVWA, 2018i).

In de toelatingendatabank van het Ctgb staan een aantal middelen met toepassingen in de aardappelteelt. Werkzame stoffen in deze middelen zijn quaternaire ammoniumverbindingen (alkyldimethylbenzylammoniumchloride (BAC) en didecyldimethylammoniumchloride (DDAC)), natrium-p-tolueensulfonchloramide en waterstofperoxide (Ctgb, 2020e). Dit geeft echter geen compleet beeld, omdat in de zoekresultaten van de toelatingendatabank de biociden met een Unietoelating of een vereenvoudigde toelating⁹² ontbreken (Ctgb, 2020e). Andere werkzame stoffen uit desinfectiemiddelen die in de aardappelteelt worden gebruikt zijn benzoëzuur en natriumhypochloriet (Nijkamp et al., 2017). Of hiermee het beeld compleet is, is onbekend. Generiek toegelaten desinfectiemiddelen, dus niet specifiek voor de aardappelteelt, zouden mogelijk ook gebruikt kunnen worden.

Quaternaire ammoniumverbindingen

Quaternaire ammoniumverbindingen (QUAT's), waaronder DDAC en BAC, zijn alleen toegestaan voor desinfectie van apparatuur en gereedschap dat gebruikt wordt bij pootaardappelen (Nijkamp et al., 2017). Zij zouden in de voedselketen terecht kunnen komen, als pootaardappelen als consumptieaardappelen worden gebruikt of materialen gebruikt voor de teelt van pootaardappelen in de teelt van consumptieaardappelen worden gebruikt. Daarnaast zijn deze middelen ook generiek toegelaten voor desinfectie van teeltmaterialen en/of – gereedschap. In de praktijk blijkt dat afgekeurde pootaardappelen in Nederland deels afgezet worden als consumptieaardappel (zie paragraaf 3.3).

⁹² Met een unietoelating kan in een keer een toelating voor de hele EU worden verkregen. Een vereenvoudigde toelating is mogelijk voor producten die aan specifieke eisen voldoen (bijvoorbeeld het niet bevatten van zorgwekkende stoffen).

BAC is geclassificeerd als mogelijk carcinogeen, mutageen (categorie 1A of 1B) en is toxisch voor de reproductie. DDAC is toxisch voor reproductie. Er is geen informatie over genotoxiciteit, carcinogeniteit, immunotoxiciteit, neurotoxiciteit of hormoonverstorende effecten van DDAC (Banach et al., 2020).

De MRL voor DDAC en BAC is 0,1 mg/kg (Banach et al., 2020). In 2013 heeft EFSA een inventarisatie van het voorkomen van onder andere DDAC in levensmiddelen gepubliceerd. In 2012/2013 is in negen aardappelmonsters (n=1167) afkomstig van verschillende lidstaten (incl. Nederland) DDAC aangetroffen. DDAC werd het meest aangetroffen in melk en melkproducten (EFSA, 2013b). In 2018 heeft de NVWA vijf monsters van aardappelen bij distributiecentra en groothandel genomen en geanalyseerd op desinfectiemiddelen. In alle vijf de monsters was de concentratie BAC en DDAC lager dan de LOQ (0,005 mg/kg) (KAP, 2020). BAC en DDAC vormen geen risico voor de voedselveiligheid van aardappelen.

Natrium-p-tolueensulfonchloramide

Voor natrium-p-tolueensulfonchloramide is een MRL vastgesteld van 0,1 mg/kg aardappelen. Natrium-p-tolueensulfonchloramide mag alleen worden gebruikt in de teelt van pootaardappelen (Nijkamp et al., 2017). Er zijn geen gegevens over gemeten gehalten op aardappelen. Het risico van natrium-p-tolueensulfonchloramide voor de voedselveiligheid van aardappelen kan niet beoordeeld worden.

Waterstofperoxide en benzoëzuur

Bezoëzuur is een vluchtige stof, waterstofperoxide is een matig vluchtige stof die reactief is en in de lucht relatief snel wordt omgezet. Hierdoor zullen residuen van deze stoffen vrijwel niet op aardappelen aanwezig zijn (Nijkamp et al., 2017), zodat er ook geen risico voor de voedselveiligheid van aardappelen wordt verwacht. Het vaststellen van een MRL voor beide stoffen is niet nodig (EC, 2020b).

Natriumhypochloriet

Natriumhypochloriet is zeer reactieve stof, en wordt snel omgezet, waarbij onder andere chlooraat en perchlooraat worden gevormd (Banach et al., 2020).

Het acute toxische effect van chlooraat is de vorming van methemoglobine ('zuurstoftekort'). Het belangrijkste chronische effect is de remming van de opname van jodium (EFSA CONTAM Panel, 2015a). Ook door perchlooraat kan de opname van jodium door de schildklier geremd worden bij chronische blootstelling. Een eenmalige blootstelling aan perchlooraat kan nadelige effecten hebben voor ongeboren baby's en voor zuigelingen (EFSA CONTAM Panel, 2014).

De MRL voor chlooraat is 0,01 mg/kg en voor perchlooraat 0,1 mg/kg, beide gelden voor fruit en groente⁹³, (Banach et al., 2020). In 2015 heeft EFSA het voorkomen van chlooraat in levensmiddelen geïnventariseerd in onder andere aardappelen afkomstig van negentien lidstaten (inclusief Nederland) en rapporteert gemiddelde concentraties van 5 µg/kg (LB) tot 11 µg/kg (UB) (n=103) (EFSA CONTAM Panel, 2015a). Voor perchlooraat worden gemiddelde concentraties in aardappelen gerapporteerd van 1,8 µg/kg (LB) tot 5,8 µg/kg (UB) (n=191; zonder verdachte

⁹³ Per 1 juli 2020 is de MRL voor chlooraat (aardappelen) en perchlooraat (groente en fruit) gewijzigd in 0,05 mg/kg.

(Verordening (EU) 2020/749 van de Commissie 4 juni 2020 tot wijziging van bijlage III bij Verordening (EG) nr. 396/2005 van het Europees Parlement en de Raad wat de maximumgehalten aan residuen van chlooraat in of op bepaalde producten betreft en Verordening (EU) 2020/685 van de Commissie van 20 mei 2020 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten aan perchlooraat in bepaalde levensmiddelen)

monsters) en van 3,8 µg/kg (LB) tot 8,0 µg/kg (UB) (n=204; inclusief verdachte monsters) (EFSA CONTAM Panel, 2014). In 2018 heeft de NVWA vijf monsters van aardappelen geanalyseerd op de aanwezigheid van op desinfectiemiddelen waaronder chlooraat en perchlooraat. In alle vijf de monsters waren de concentratie van beide stoffen lager dan de LOQ (0,01 mg/kg) (KAP, 2020). Naast het gebruik van desinfectiemiddelen kunnen chlooraat en perchlooraat ook in levensmiddelen terecht komen als gevolg van het gebruik van gechloreerd water of gecontamineerde proceshulpstoffen. Voor perchlooraat geldt bovendien dat het ook uit kunstmest afkomstig kan zijn (Banach et al., 2020).

EFSA concludeert dat de acute blootstelling aan chlooraat uit voedsel en drinkwater geen risico met zich meebrengt (ARfD van 36 µg/kg lichaamsgewicht). Bij chronische blootstelling aan chlooraat wordt de TDI (3 µg/kg lichaamsgewicht per dag) overschreden voor kinderen met een hoge blootstelling (P95). Voor volwassenen leidt chronische blootstelling niet tot overschrijdingen van de TDI. Een belangrijke bron voor de inname van chlooraat is gechloreerd drinkwater (EFSA CONTAM Panel, 2015a). Omdat in Nederland het drinkwater bijna niet meer wordt gechloreerd, is het niet waarschijnlijk dat in Nederland de TDI voor chlooraat wordt overschreden, onder aanname dat drinkwater de belangrijkste bron is.

EFSA geeft aan dat de chronische blootstelling aan perchlooraat een risico kan zijn voor grote eters (fruit en groente) van jonge leeftijd met een verstoorde werking van de schildklier en voor zuigelingen gevoed door moeders met een verstoorde werking van de schildklier (EFSA CONTAM Panel, 2014).

Op basis van bovenstaande summier informatie lijkt er geen risico te zijn voor de voedselveiligheid van aardappelen voor DDAC, BAC (niet of nauwelijks aangetroffen in aardappelen voor consumptie) en voor waterstofperoxide en benzoëzuur (vluchtige verbindingen). Chronische blootstelling aan chlooraat en perchlooraat (natriumhypochloriet) is een risico voor zuigelingen en mensen met een verstoorde schildklierwerking. In hoeverre aardappelen hier aan bijdragen is niet duidelijk, daarvoor zijn te weinig gegevens over het vóórkomen van deze stoffen in aardappelen. Over natrium-p-tolueensulfonchloramide is geen informatie over het voorkomen in aardappel(product)en, zodat het risico niet beoordeeld kan worden.

Samenvatting

- Reinigings- en desinfectiemiddelen worden gebruikt voor het reinigen en desinfecteren van machines en materialen die worden gebruikt bij het rooien, sorteren en verwerken van aardappelen en het reinigen en desinfecteren van kisten voor opslag en transport. Welke middelen precies worden gebruikt is niet bekend.
- Quaternaire ammoniumverbindingen (QUAT's), waaronder DDAC en BAC, en natrium-p-tolueensulfonchloramide zijn alleen toegestaan voor gebruik bij pootaardappelen.
 - ➔ Er zijn geen risico's te verwachten voor de voedselveiligheid van aardappelen voor DDAC, BAC, waterstofperoxide en benzoëzuur.
 - ➔ Het risico van gebruik van natrium-p-tolueensulfonchloramide in de aardappelteelt voor de voedselveiligheid kan niet beoordeeld worden, omdat er geen gegevens beschikbaar zijn over het vóórkomen en over de toxiciteit zijn.
 - ➔ Chronische blootstelling aan chlooraat en perchlooraat (natriumhypochloriet) is een risico voor zuigelingen en mensen met een verstoorde schildklierwerking. In hoeverre aardappelen hier aan bijdragen is niet duidelijk, daarvoor zijn te weinig gegevens over het vóórkomen van deze stoffen in aardappelen.
- Onjuist en overmatig gebruik van desinfectiemiddelen kan bijdragen aan het ontstaan van resistentie tegen desinfectantia en antibiotica.

8.3.15. Proceshulpstoffen

Proceshulpstoffen zijn stoffen die tijdens het productieproces gebruikt worden. Dit zijn bijvoorbeeld antischuimmiddelen en polymeerflocculanten bij het wassen en spoelen van aardappelen en hulpstoffen (klei) bij het sorteren van aardappelen (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2017). Er is

geen toelatingsprocedure voor deze hulpmiddelen, maar in Verordening (EG) 1333/2008⁹⁴ is aangegeven dat proceshulpstoffen geen risico mogen vormen voor voedselveiligheid. Bedrijven moeten zelf op basis van een gevarenanalyse aantonen dat het gebruik van deze proceshulpstoffen geen gevaar oplevert voor de gezondheid van de mens (Nijkamp et al., 2017).

Voorafgaand aan de verwerking van aardappelen worden aardappelen van slechte kwaliteit, op basis van dichtheid, gescheiden van de zetmeelrijke (zwaardere) aardappelen door middel van een zout- of kleibad. In 2004 had een aardappelverwerkend bedrijf hiervoor kaolinetklei (mergel) gebruikt die verontreinigd bleek met dioxines. De dioxines bleven achter op de aardappelschillen, die verwerkt werden tot diervoeder dat voor melkvee bestemd was. Toen dioxines werden aangetroffen in de melk, kon dat herleid worden naar de vestiging van het aardappelverwerkende bedrijf. In de aardappelen zelf werden geen dioxines boven de actielimiet (0,30 pg/g WHO-TEQ voor fruit en groente) aangetroffen, omdat de klei met het wassen en schillen van de aardappelen in het productieproces verwijderd werd (Nijkamp et al., 2017). In het Handboek (VVAK) (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019) wordt hier expliciet aandacht aan besteed. Klei die gebruikt wordt bij het wassen en spoelen van de aardappelen moet vrij zijn van dioxines (verklaring van de leverancier) (Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019).

Samenvatting

- ➔ Er zijn geen gegevens over de gehalten van proceshulpstoffen in aardappel(product)en gevonden.
- Naar aanleiding van een incident (2004) met verontreinigde klei is in het VVAK vastgelegd dat klei die gebruikt wordt bij het wassen en spoelen van de aardappelen, vrij moet zijn van dioxines.

8.3.16. Levensmiddelenadditieven

Tijdens het proces van verwerking en bewerking van aardappelen kunnen er doelbewust levensmiddelenadditieven, zoals voedingszuren, conserveermiddelen en antioxidanta worden toegevoegd. Het gebruik van levensmiddelenadditieven, de E-nummers, wordt gereguleerd via Europese verordeningen waarin toepassing en maximale gebruikconcentraties zijn vastgelegd (Verordening (EG) 1333/2008; Verordening (EU) 1129/2011⁹⁵; Verordening (EU) 601/2014⁹⁶). Voor 2020 moeten alle levensmiddelenadditieven die voor 20 januari 2009 in de EU toegestaan waren, opnieuw zijn beoordeeld (Verordening (EU) 257/2010⁹⁷). EFSA voert deze herbeoordelingen uit.

Om bruinkleuring van geschilde aardappelen tegen te gaan worden zuren (bijvoorbeeld citroenzuur (E330), sorbinezuren (E200-E203)) of sulfieten (E220-E228) (bijvoorbeeld natriummetabisulfiet (E223)) toegevoegd. Sulfieten hebben ook een antimicrobiële werking. EFSA heeft een evaluatie uitgevoerd naar toxiciteit en het gebruik en de blootstelling aan sulfieten (E220-E228) uit voedsel (EFSA ANS Panel, 2016).

Op basis van de geëvalueerde toxiciteitsstudies werd geconcludeerd dat de sulfieten niet genotoxisch en niet carcinogeen zijn. Voor een conclusie over reprotoxiciteit was er te weinig informatie. Sulfieten kunnen urticaria (galbulten/netelroos) en angio-oedeem (opzwellend in gezicht en keel) veroorzaken en bij astmapatiënten een astma-aanval initiëren (EFSA ANS Panel, 2016).

⁹⁴ Verordening (EG) 1333/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake levensmiddelenadditieven.

⁹⁵ Verordening (EU) 1129/2011 van de Commissie van 11 november 2011 tot wijziging van bijlage II bij Verordening (EG) 1333/2008 van het Europees Parlement en de Raad door opstelling van een EU-lijst van levensmiddelenadditieven.

⁹⁶ Verordening (EU) 601/2014 van de Commissie van 4 juni 2014 tot wijziging van bijlage II bij Verordening (EG) 1333/2008 van het Europees Parlement en de Raad wat de levensmiddelen categorieën van vlees en het gebruik van bepaalde levensmiddelenadditieven in vleesbereidingen betreft.

⁹⁷ Verordening (EU) 257/2010 van de Commissie van 25 maart 2010 tot vaststelling van een programma voor de herbeoordeling van goedgekeurde levensmiddelenadditieven overeenkomstig Verordening (EG) 1333/2008 van het Europees Parlement en de Raad inzake levensmiddelenadditieven.

Het gebruik van sulfieten is in de Verenigde Staten (VS) niet toegestaan vanwege de nadelige effecten voor mensen met astma. Uitzondering hierop is de toepassing op aardappelen (WFBR, 2018). In Europa is het gebruik wel toegestaan, met een maximale limiet van 50 mg/kg voor geschilde aardappelen, 100 mg/kg voor diepgevroren aardappelen en 400 mg/kg voor gedehydrateerde aardappelproducten (Verordeningen (EU) 1333/2008 en (EU) 1129/2011).

Schattingen door EFSA van de blootstelling uit voedsel komen boven de ADI voor sulfiet (0,7 mg SO₂ equivalent⁹⁸/kg lichaamsgewicht per dag) uit, met de kanttekening dat de ADI opnieuw geëvalueerd moet worden zodra nieuwe gegevens (toxiciteit) beschikbaar zijn. Aardappelproducten blijken een belangrijke bron (meer dan 5%) voor de blootstelling aan sulfieten (EFSA ANS Panel, 2016).

Er zijn geen gegevens gevonden over de aanwezigheid van levensmiddelenadditieven in aardappel(product)en in Nederland. Het is dus onbekend of de additieven ook altijd goed gebruikt worden en de gestelde maximale gebruikconcentraties in aardappelproducten niet worden overschreden.

Samenvatting

- De toevoeging van sulfieten aan voedsel leidt tot een overschrijding van de ADI, waarbij aardappelproducten een bijdrage van ruim 5% leveren.

8.3.17. Stoffen die ontstaan bij verhitting

Acrylamide

Acrylamide kan ontstaan bij verhitting van zetmeelrijke producten zoals bijvoorbeeld aardappel(product)en. Bij verhitting boven 120 °C ontstaat acrylamide via de Maillard-reactie (niet-enzymatische bruinkleuring) tussen aminozuren, met name asparagine, en reducerende suikers zoals glucose en fructose. Consumenten krijgen acrylamide vooral binnen door het eten van friet, maar ook uit chips, koekjes, ontbijtkoek en koffie. In het begin van deze eeuw (2002) werd dit voor het eerst beschreven door de Zweedse National Food Agency (NFA) (Nijkamp et al., 2017). EFSA concludeerde dat de belangrijkste bijdrage aan de inname van acrylamide uit voedsel wordt geleverd door gefrituurde aardappelen (EFSA CONTAM Panel, 2015b).

Acrylamide is dezelfde stof die sinds ca 1950 gebruikt wordt in de chemische industrie voor de productie van polyacrylamide. Het polymeer is niet kankerverwekkend, maar de monomeer acrylamide is geclassificeerd door IARC als 'waarschijnlijk humaan carcinogeen' (categorie 2A) (Nijkamp et al., 2017). Daarnaast kan acrylamide mogelijk schadelijke effecten aan het zenuwstelsel veroorzaken en heeft het een negatief effect op de voortplanting (vooral bij mannen) en ontwikkeling van kinderen (EFSA CONTAM Panel, 2015b).

Er zijn (nog) geen wettelijke maximum limieten (maximaal toegestane concentraties) voor acrylamide in voedsel vastgesteld. De Europese Commissie geeft wel referentieniveaus, gebaseerd op het ALARA-principe⁹⁹. Bij overschrijding van een referentieniveau moeten levensmiddelenbedrijven corrigerende acties ondernemen om gehalten onder de referentieniveaus te brengen. De getroffen maatregelen moeten geëvalueerd worden op basis van monsternamen en analyse. Voor consumptiegerede friet ligt het referentieniveau op 500 µg/kg en voor aardappelchips, crackers op basis van aardappelen en andere aardappelproducten op basis van

⁹⁸ SO₂ equivalent: de som van de gemeten concentraties van zwavelverbindingen H₂S, COS, CS₂, (..), uitgedrukt in SO₂ equivalenten.

⁹⁹ ALARA: As Low As Reasonably Achievable (paragraaf 8.2)

aardappeldeeg op 750 µg/kg (Verordening (EU) 2017/2158¹⁰⁰). Tot 2017 was dat 600 µg/kg voor friet en 1000 µg/kg voor chips (Aanbeveling 2013/647/EU¹⁰¹).

Tussen 1990 en 2019 waren er drie meldingen in de RASFF-databank van hoge acrylamideconcentraties in chips (1418-5900 µg/kg). Gemiddelde concentraties acrylamide in levensmiddelen (2010-2014) die door EFSA worden gerapporteerd, zijn: 308 µg/kg (MB) (n=1.694) voor gefrituurde aardappelproducten en 389 µg/kg (MB) (n=34.501) voor chips (EFSA CONTAM Panel, 2015b). De Zweedse NFA liet zien dat concentraties acrylamide in friet (16%) en chips (34%) boven de indicatieve waarden¹⁰² uitkomen (Nijkamp et al., 2017).

In Nederland wordt acrylamide door de NVWA al een aantal jaren gemonitord in friet (cafeteria's en restaurants, Tabel 8.7) en aardappelchips (Tabel 8.8). De hoogste gemeten concentratie in friet van verse aardappelen is 2643 µg/kg (2017), een ruime factor vijf boven het referentieniveau (500 µg/kg). In friet op basis van aardappeldeeg zijn de concentraties hoger dan in friet op basis van verse aardappelen, en wordt in 10 van de 14 monsters het referentieniveau overschreden. Ook in chips wordt het referentieniveau (ruim) overschreden (Tabel 8.8).

Tabel 8.7 Acrylamide in friet (KAP, 2020).

	friet van verse aardappelen				friet op basis van aardappeldeeg			
	Aantal ⁽¹⁾	Gemiddelde µg/kg	Minimum µg/kg	Maximum µg/kg	Aantal ⁽¹⁾	Gemiddelde µg/kg	Minimum µg/kg	Maximum µg/kg
2016	5/1	380	123	545	14/10	1675	114	5228
2017	50/32	932	50	2643	-			
2018	-				-			

(1) aantal monsters/aantal daarvan boven het referentieniveau (getoetst aan het huidige referentieniveau van 500 µg/kg)

Tabel 8.8 Acrylamide in chips (KAP, 2020).

	chips van verse aardappelen				chips op basis van aardappeldeeg			
	Aantal ⁽¹⁾	Gemiddelde µg/kg	Minimum µg/kg	Maximum µg/kg	Aantal ⁽¹⁾	Gemiddelde µg/kg	Minimum µg/kg	Maximum µg/kg
2016	33/20	1046	223	3675		-		
2017	-					-		
2018	48/11	488	0	1140	7/0	309	0	568

(1) aantal monsters/aantal daarvan boven referentieniveau (getoetst aan het huidige referentieniveau van 750 µg/kg)

Verscheidende factoren zijn van invloed op de concentratie acrylamide in gefrituurde of gebakken aardappelproducten. Een belangrijke factor is het gehalte reducerende suikers in de aardappelen, dat vooral afhangt van het aardappelras en de omstandigheden tijdens de oogst. Speciale cultivars

¹⁰⁰ Verordening (EU) 2017/2158 van de Commissie van 20 november 2017 tot vaststelling van risicobeperkende maatregelen en referentieniveaus voor de reductie van de acrylamidegehalten in levensmiddelen.

¹⁰¹ Aanbeveling van de Commissie van 8 november 2013 inzake onderzoeken naar de acrylamidegehalten in levensmiddelen.

¹⁰² De indicatieve waarden uit Aanbeveling 2013/647/EU.

voor frietaardappelen hebben doorgaans een lager suikergehalte dan cultivars voor gewone consumptieaardappelen (zie Bijlage 3.2). Lage suikergehaltes zijn gunstig, omdat er dan minder acrylamide gevormd wordt tijdens het productieproces van gefrituurde of gebakken aardappel(product)en. Daarnaast is ook de hoeveelheid stikstof, kalium en calcium in de bodem van invloed op het suikergehalte in de aardappelen. Verder blijkt het suikergehalte toe te nemen bij een lagere temperatuur tijdens de opslag en bij een langere opslagperiode. Tijdens het bewerkingsproces kunnen de reducerende suikers verminderd worden door de aardappelen voor verhitting te blancheren of door verzurende stoffen (citroenzuur, E330) toe te voegen. Blancheren heeft echter als nadeel dat de aardappelen tijdens het frituren meer olie opnemen en aanzuren met citroenzuur geeft een ongewenste bijmaak. Tenslotte hebben de baktijd en baktemperatuur een sterk effect op de vorming van acrylamide. Het advies van EFSA is om aardappel(product)en niet boven de 170-175°C te verhitten (Nijkamp et al., 2017). EU lidstaten worden geacht acrylamides in bepaalde levensmiddelen, zoals aardappelproducten te monitoren en te handhaven (Verordening (EU) 2017/2158 en Aanbeveling (EU) 2019/1888¹⁰³). Als acrylamidegehalten significant hoger zijn dan de referentieniveaus, zijn levensmiddelenbedrijven verplicht onderzoek te verrichten naar de acrylamidegehalten en corrigerende maatregelen te treffen om acrylamidegehalten tot een minimum te beperken.

In de vernieuwde versie van de Hygiëncode voor de horeca (KHN, 2016) is opgenomen dat de temperatuur van frituurolie maximaal 175°C mag zijn.

Er kan geen gezondheidkundige grenswaarde (TDI) voor acrylamide worden afgeleid, omdat acrylamide een verdacht genotoxisch carcinogeen is. Voor genotoxische stoffen heeft EFSA het gebruik van een Margin of Exposure (MoE) aanbevolen, en hanteert daarbij dat een MoE van 10.000 of hoger geen reden tot zorg voor de volksgezondheid geeft. Voor de blootstelling van verschillende leeftijdsgroepen aan acrylamide vanuit voedsel heeft EFSA MoE's berekend die uiteenlopen van 425 (volwassenen; LB-concentratie) tot 89 (kleuters; UB-concentratie) (P50) en van 283 (bejaarden; LB-concentratie) tot 50 (kleuters; UB-concentratie) (P95). Als referentiepunt werd de BMDL₁₀¹⁰⁴ (neoplastische effecten) van 0,17 mg/kg lichaamsgewicht per dag gebruikt.

Ook uit blootstellingstudies voor de Nederlandse bevolking (2009 en 2014) blijkt dat de MoE voor acrylamide (gebaseerd op de BMDL₁₀ voor neoplastische effecten) vele malen lager is dan de gewenste 10.000. De MoE (inname P50) ligt tussen de 242 (jonge kinderen) en 566 (volwassenen) en de MoE (inname P95) tussen de 121 (kinderen) en 189 (volwassenen). Er is, ten aanzien van de inname van acrylamide uit voedsel, dus reden tot zorg voor de volksgezondheid. Gefrituurde aardappelen en chips leveren de grootste bijdrage aan de acrylamideinname: 35% voor jonge kinderen (2-6 jaar), 56% voor kinderen (7-15 jaar) en 43% voor volwassenen (Nijkamp et al., 2017).

Samenvatting

- Acrylamide ontstaat bij de verhitting van aardappelen bij hoge temperaturen (>120 °C).
- Acrylamide is verdacht carcinogeen (genotoxisch) en is daarnaast mogelijk schadelijk voor het zenuwstelsel en heeft een negatief effect op de voortplanting en de ontwikkeling van kinderen.
- Gefrituurde aardappelproducten (friet, chips) bevatten aanzienlijke gehalten acrylamide, die regelmatig boven de Europese referentieniveaus uitkomen.
- Gefrituurde aardappelen leveren de belangrijkste bijdrage aan de inname van acrylamide uit voedsel.
- Er zijn geen wettelijke maximum limieten voor acrylamide in voedsel vastgesteld, maar referentieniveaus waar in geval van overschrijding nader onderzoek plaats moet vinden door de levensmiddelenbedrijven (friet 500 µg/kg; chips, crackers en andere aardappelproducten 750 µg/kg).

¹⁰³ Aanbeveling (EU) 2019/1888 van de Commissie van 7 november 2019 betreffende de monitoring van de aanwezigheid van acrylamide in bepaalde levensmiddelen.

¹⁰⁴ Benchmark dose lower confidence limit; dosis waarbij zich een 10% extra risico op tumorvorming kan voordoen.

- Er is, ten aanzien van de inname van acrylamide uit voedsel, reden tot zorg voor de volksgezondheid. Gefrituurde aardappelen en chips leveren hierbij de grootste bijdrage, tot ruim 50% bij kinderen.

Advanced Glycation Endproducts (AGE's)

Naast acrylamide kunnen er ook andere stoffen gevormd worden bij de verhitting van levensmiddelen rijk aan suikers. Een groep stoffen die onvermijdelijk ontstaat via de Maillard-reactie worden Advanced Glycation Endproducts (AGE's) genoemd. Bekende stoffen uit deze groep in de voeding zijn onder andere Nε-carboxymethyl-lysine (CML), Nε-carboxyethyl-lysine (CEL), methylglyoxal-lysine dimeren (MOLD), methylglyoxal (MG), pentosidine en pyrrolidine (Van der Lugt et al., 2020). [

Deze stoffen lijken een rol te spelen bij ouderdoms-gerelateerde ziektes zoals diabetes (type-2), ontstekingsreacties en hart- en vaatziekten (Scheijen et al., 2016; Van der Lugt et al., 2018).

Er zijn diverse studies naar AGE's gedaan, maar in slechts enkele studies werd naar aardappel(producten) gekeken. Voor drie stoffen uit de groep AGE's zijn gehalten in aardappel(product)en gemeten. Deze liggen voor CML tussen de 0,1 mg/kg voor gekookte aardappelen uit de supermarkt (Scheijen et al., 2016) en 22 mg/kg voor gefrituurde en gebakken chips (Nijkamp et al., 2017), voor CEL tussen de 0,9 mg/kg voor diep gevroren friet uit de supermarkt (Scheijen et al., 2016) en 7,1 mg/kg voor gefrituurde en gebakken chips (Nijkamp et al., 2017). Voor MG is alleen een gehalte van 94 mg/kg in gefrituurde aardappelproducten bekend (Nijkamp et al., 2017). Het is waarschijnlijk dat ook bij de thuisbereiding van aardappelen AGE's kunnen ontstaan, maar onbekend is in welke mate.

Er zijn geen wettelijke limieten (ML) vastgesteld voor AGE's in levensmiddelen. Ook EFSA heeft geen opinie over deze groep stoffen opgesteld.

Samenvatting

- AGE's worden gevormd tijdens de verhitting van levensmiddelen rijk aan suikers.
- Er zijn geen wettelijke limieten voor AGE's in levensmiddelen.
- AGE's zijn ook in aardappel(product)en gevonden. Voor de beoordeling van het risico van AGE's in aardappel(product)en voor de voedselveiligheid, zijn te weinig gegevens over het voorkomen. Ook gezondheidkundige grenswaarden ontbreken.

Furanen

In voedsel ontstaan furaan en methylfuranen door het verhitten (inclusief koken) van voedsel. Ze worden op verschillende manieren gevormd uit bijvoorbeeld aminozuren, onverzadigde vetten en koolhydraten/suikers (EFSA CONTAM Panel, 2017a). Furanen zijn dus altijd al aanwezig geweest in voedsel dat wordt verhit. Echter het zijn vluchtige stoffen, zodat het opnieuw opwarmen van voedsel voor een afname van de furanen kan zorgen (EFSA CONTAM Panel, 2017a). Tot 2014 werden onder andere 2-methylfuraan en 2,5-dimethylfuraan gebruikt als smaakstof in levensmiddelen. Nadat de industrie deze toepassing had teruggetrokken, zijn deze stoffen ook verwijderd van de Europese lijst met toegestane aroma's en voedselingrediënten (Verordening (EG) 1334/2008¹⁰⁵) (EFSA CONTAM Panel, 2017a).

Furanen en aanverwante methylfuranen worden ook gebruikt als intermediair in de chemische en farmaceutische industrie en het zijn mogelijke biobrandstoffen. Furanen zijn aangetroffen in de lucht (uit verbrandingsprocessen), in industriële effluenten en in rivieren (EFSA CONTAM Panel, 2017a).

Furaan is door IARC geclassificeerd als 'waarschijnlijk humaan carcinogeen' (categorie 2A) (Nijkamp et al., 2017). Furaan en methylfuranen kunnen op de lange termijn leverschade veroorzaken (EFSA CONTAM Panel, 2017a).

¹⁰⁵ Verordening (EG) 1334/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake aroma's en bepaalde voedselingrediënten met aromatiserende eigenschappen voor gebruik in levensmiddelen.

In industrieel verwerkte aardappelen (n=4) zijn concentraties van furan gemeten tussen de 20 en 114 µg/kg, van 2-methylfuraan tussen de <1 (LOD) en 2,7 µg/kg, en van 3-methylfuraan tussen <1 (LOD) en 1,5 µg/kg. Concentraties tussen de 3 en 15 µg/kg zijn gemeten voor furan in een aantal verschillende soorten aardappelproducten (n=1 per product) (EFSA CONTAM Panel, 2017a). Er zijn geen wettelijke maximum limieten (ML) vastgesteld voor furanen in levensmiddelen ((EG) 1881/2006⁶¹).

EFSA concludeert dat de hoogste blootstelling aan furanen komt van koffie en van op granen gebaseerde levensmiddelen. Hoewel er voor de gemiddelde consument geen zorg voor de gezondheid is, spreekt EFSA van zorg voor de volksgezondheid (gebaseerd op MoE) voor consumenten met een hoge consumptie (veel koffie, graan(producten)). Bovendien concludeert EFSA dat de blootstelling significant hoger is als de methylfuranen ook meegenomen worden in de blootstellingsberekeningen (EFSA CONTAM Panel, 2017a).

In een Belgische studie wordt geschat dat voor kinderen aardappelen voor 9% bijdragen aan de totale blootstelling aan furanen (Scholl et al., 2012). In de EFSA-studie worden aardappel(product)en niet genoemd, omdat zij een verwaarloosbare bijdrage leveren aan de inname van furanen uit voeding. Deze conclusie is gebaseerd op de minimale informatie die er is over de gehalten van furanen in aardappel(product)en. EFSA geeft aan dat er additionele data nodig zijn over de gehalten methylfuranen (EFSA CONTAM Panel, 2017a).

Samenvatting

- Furanen ontstaan in levensmiddelen die verhit worden.
- Er zijn geen wettelijke maximum limieten voor furanen in levensmiddelen.
- Koffie en graan(producten) leveren verreweg de belangrijkste bijdrage van de inname van furanen uit voeding. De bijdrage van aardappelen lijkt veel kleiner.
- ➔ Het risico van furanen in aardappel(product)en voor de voedselveiligheid is niet goed te bepalen, omdat er onvoldoende gegevens over het voorkomen van furan en aanverwante methylfuranen in bereide aardappelen zijn.

MCPD

MCPD (3-chloor-1,2-propaandiol) is een stof die gevormd wordt tijdens de raffinage van plantaardige oliën en vetten (hoge temperatuur).

De stof kan schadelijk zijn voor nieren, en is geclassificeerd als mogelijk carcinogeen. Chronische effecten zijn onvruchtbaarheid bij mannen (Boon & te Biesebeek, 2015).

Er zijn geen wettelijke limieten (ML) voor MCPD in aardappelen bekend. EFSA rapporteerde waarden van 870 en 1100 µg/kg in friet (EFSA CONTAM Panel, 2018a). In 2018 zijn in Nederland 33 chipsmonsters geanalyseerd op MCPD, waarbij de stof is gemeten in der vetfractie van het product. In 16 monsters werd MCPD aangetroffen, in concentraties van 100 tot 320 µg/kg (gemiddelde 177 µg/kg) (KAP, 2020).

In 2018 heeft EFSA de TDI geëvalueerd. De TDI van 2 µg/kg lichaamsgewicht per dag beschermt ook tegen onvruchtbaarheid bij mannen (EFSA CONTAM Panel, 2018a). In 2015 heeft het RIVM de inname van MCPD vanuit voedsel bekeken. Hoewel de chemische analysetechnieken voor MCPD nog volop in ontwikkeling zijn, gaf RIVM toch een eerste inschatting van de inname van MCPD. Vooral voor jongere kinderen (2 t/m 7 jaar) lag voor 18-35% van de kinderen de inname boven de TDI. Daarna daalt het percentage weer; vanaf 17 jaar wordt bij minder dan 5% de TDI overschreden (Boon & te Biesebeek, 2015). Belangrijkste bijdrage aan de inname is margarine, koekjes en plantaardige oliën (Boon & te Biesebeek, 2015). Aardappelproducten, zoals chips en friet, leveren een relatief kleine bijdrage (minder dan 5%) aan de totale inname van MCPD uit

voedsel. Het risico van MCPD voor de voedselveiligheid van aardappelproducten wordt beoordeeld als verwaarloosbaar.

Samenvatting

- MCPD is een stof die gevormd wordt tijdens de productie van plantaardige oliën en vetten (hoge temperatuur).
- Er zijn geen wettelijke maximum limieten (ML) voor MCPD in aardappelen bekend.
- MCPD is ook in aardappel(product)en gevonden.
- ➔ Het risico van MCPD voor de voedselveiligheid van aardappelen wordt beoordeeld als verwaarloosbaar, omdat aardappelproducten, zoals chips en friet, een relatief kleine bijdrage leveren (minder dan 5%) aan de totale inname van MCPD uit voedsel.

8.3.18. Stoffen uit verpakkingsmaterialen en andere voedselcontactmaterialen

Bij de productie van kunststof verpakkingsmaterialen (Food Contact Materials, FCM) wordt een groot aantal chemische stoffen gebruikt: monomeren, katalysatoren, drukinkten, antioxidanten, weekmakers, vulstoffen, etc. Tijdens het productieproces ontstaan vaak nieuwe stoffen, zowel bedoeld (polymeren) als onbedoeld; de laatste groep wordt in de wetgeving aangeduid met NIAS (non-intentionally added substances).

In de Europese wetgeving ten aanzien van FCM (Verordening EG 1935/2004¹⁰⁶ en Verordening EG 2023/2006¹⁰⁷) staat opgenomen dat deze materialen overeenkomstig goede fabricagemethoden moeten worden vervaardigd, zodat zij bij normaal of te verwachten gebruik geen bestanddelen afgeven aan levensmiddelen in hoeveelheden die:

- a) voor de gezondheid van de mens gevaar kunnen opleveren;
- b) tot een onaanvaardbare wijziging in de samenstelling van de levensmiddelen kunnen leiden, of
- c) tot een aantasting van de organoleptische eigenschappen van de levensmiddelen kunnen leiden.

Voor kunststof FCM is een speciale verordening opgesteld (Verordening EU 10/2011¹⁰⁸) met positieve lijsten van uitgangsstoffen en additieven. Alleen stoffen die op deze lijsten staan mogen worden gebruikt, mits ze voldoen aan de gestelde restricties. Een restrictie kan bijvoorbeeld een specifieke migratielimiet (SML) zijn. Ook worden er eisen gesteld aan het eindproduct, onder andere aan de migratie van een aantal zware metalen en primaire aromatische amines.

Een inventarisatie uit 2016 van de chemische stoffen die vanuit voedselverpakkingen kunnen migreren naar voedsel leverde een lijst van ca. 6000 unieke chemische stoffen, waarvan 77% niet is beoordeeld op hun gevaareigenschappen (Van Bossuyt et al., 2016). Op basis van de fysisch-chemische eigenschappen van deze stoffen concluderen de auteurs dat deze stoffen wel kunnen migreren naar het voedsel en dus beschikbaar kunnen komen voor opname door de mens. Welke stoffen relevant zijn voor aardappel(product)en is niet duidelijk, omdat de studie zich niet heeft gericht op het voorkomen in verschillende soorten levensmiddelen.

¹⁰⁶ Verordening (EG) 1935/2004 van het Europees Parlement en de Raad van 27 oktober 2004 inzake materialen en voorwerpen bestemd om met levensmiddelen in contact te komen en houdende intrekking van de Richtlijnen 80/590/EEG en 89/109/EEG.

¹⁰⁷ Verordening (EG) 2023/2006 van de Commissie van 22 december 2006 betreffende goede fabricagemethoden voor materialen en voorwerpen bestemd om met levensmiddelen in contact te komen.

¹⁰⁸ Verordening (EU) 10/2011 van de Commissie van 14 januari 2011 betreffende materialen en voorwerpen van kunststof, bestemd om met levensmiddelen in contact te komen.

Een overzicht (Groh et al. (2019)) met stoffen waarvan bekend is dat ze in kunststof verpakkingen voorkomen is gepubliceerd in 2019. In de bijbehorende database staan 906 stoffen die waarschijnlijk voorkomen en 3377 stoffen die mogelijk voorkomen. De auteurs hebben ook een gevarenclassificatie voor de 906 stoffen gemaakt: 63 stoffen met de hoogste classificatie voor de gezondheid van de mens en 68 voor het milieu. Bovendien zijn zeven stoffen geclassificeerd als persistent, bioaccumulerend en giftig (PBT), of als zeer persistent, zeer bioaccumulerend (vPvB) en vijftien als hormoonverstorend. De stoffen worden in kunststoffen onder andere gebruikt als monomeren, intermediairen, oplosmiddelen, oppervlakte-actieve stoffen, weekmakers, stabilisatoren, biociden, brandvertragers, versnellers en kleurstoffen.

Aardappelproducten, zoals voorgebakken friet, aardappelschijfjes, gegaarde krieltjes liggen verpakt in plastic in de winkel. Deze verpakte producten liggen doorgaans in het koel- of diepvriessegment. Er zijn geen gegevens beschikbaar over welke type kunststof worden toegepast voor het verpakken van aardappelproducten. Hierdoor is ook geen zicht op de mogelijk aanwezige stoffen in deze verpakkingsmaterialen en de mogelijke migratie naar het aardappelproduct.

Geperfluoreerde verbindingen (PFAS) kunnen uit verpakkingsmaterialen migreren naar levensmiddelen. RIVM heeft een literatuuronderzoek uitgevoerd naar PFAS in FCM (Bokkers et al., 2019). PFAS worden gebruikt om papier en karton vet- en waterafstotend te maken. Dit type verpakkingen kan worden gebruikt voor het serveren van friet, waarbij migratie van PFAS naar de friet mogelijk is. De NVWA voert in 2020 een onderzoek uit naar de aanwezigheid van PFAS in papier en karton voor voedselcontact.

Ook apparatuur die gebruikt wordt in de levensmiddelindustrie moet voldoen aan de wetgeving voor FCM indien er sprake is van voedselcontact. In de RASFF database (1990 t/m 2018) wordt een tiental meldingen van de migratie van stoffen vanuit pureermachines gemaakt. Het gaat om een aantal zware metalen (chromium, nikkel en mangaan) en om verschillende aromatische amines (4,4-diaminodifenylnmethaan, aniline). Verschillende keren ging het om machines afkomstig uit China.

Samenvatting

- ➔ Welke stoffen afkomstig uit voedselverpakkingen voor aardappelproducten relevant zijn, is niet bekend.

9. Fysische risico's voor de voedselveiligheid in de aardappelketen

9.1. Inleiding

Fysische gevaren in de aardappelketen zijn verontreinigingen die in een product aanwezig kunnen zijn en vervolgens bij gebruik of consumptie van het product een bedreiging voor de gezondheid van de consument kunnen vormen. Daarbij gaat het bij voedsel om vreemde voorwerpen die onbedoeld in levensmiddelen terecht kunnen komen, en kunnen resulteren in verstikking, snijwonden en ander fysiek letsel. Deze fysische gevaren zijn in wezen verontreinigingen en worden in relatie tot voedselveiligheid aangeduid als *vreemde voorwerpen*. Fysische gevaren die inherent zijn aan het product zelf of de (wijze van) bereiding worden niet meegenomen, aangezien dit in zijn algemeenheid hoort bij de gevaren van het consumeren van voedsel. Voedsel kan nu eenmaal een hoge temperatuur hebben of een vorm of consistentie bezitten die bij inname gevaar voor verstikking of verwonding oplevert. Voorbeelden van regelmatig in de aardappelketen voorkomende verontreinigingen zijn stenen, glas, dierlijk materiaal (zoals botresten), plantaardig materiaal (inclusief hout), metaal, golfballen en plastics.

Voor de beoordeling van de fysische gevaren is op een aantal manieren informatie gezocht en verzameld. Allereerst is gezocht in de wetenschappelijke literatuur, met behulp van zoekmachines Scopus en PubMed, met zoektermen potato, potatoes, Solanum tuberosum, gnocchi, physical, accidents en hazards in verschillende combinaties. Daarnaast is gezocht naar relevante meldingen in RASFF, het systeem van de Europese Unie voor Food and Feed Safety Alerts, voor de snelle uitwisseling van kennisgevingen van het bestaan van een direct of indirect risico voor de gezondheid van de mens, verband houdend met een levensmiddel of diervoeder. Ook is gekeken naar de Recalls, Market Withdrawals, & Safety Alerts van de Food and Drugs Administration (FDA, 2019b). Tevens is als bron het rapport 'Chemische en fysische gevaren in de Nederlandse aardappelketen' gebruikt (Nijkamp et al., 2017), dat is opgesteld in opdracht van de NVWA ten behoeve van de ketenanalyse. Verder zijn branchedocumenten, eisen aan levering binnen de keten en nieuwsberichten gezocht met zoekmachine Google en bekeken. Hierbij is gefocust op de situatie in Nederland.

9.2. Aanpak

Om tot een beoordeling te komen van de fysische risico's ten aanzien van de voedselveiligheid van aardappelen en aardappelproducten, zijn de vier stappen van de risicobeoordeling gevolgd.

9.2.1. Gevareninventarisatie

Er is een inventarisatie gemaakt van de verontreinigingen, de vreemde voorwerpen die tussen de aardappelen of in de aardappelen terecht zouden kunnen komen tijdens de teelt, de oogst, de opslag en het transport en tijdens de verwerking en bewerking van aardappelen.

9.2.2. Gevarenkarakterisatie

De gevarenkarakterisatie bestaat uit de effecten die de vreemde voorwerpen in de aardappelketen kunnen hebben op de mens, verstikking, snijwonden en ander fysiek letsel. Hierbij is ook vastgesteld dat er voor voedsel geen gezondheidkundige grenswaarden met betrekking tot fysische gevaren zijn.

9.2.3. Blootstellingschatting

Om een indruk te krijgen of, waar en hoe vaak vreemde voorwerpen in aardappelen terecht kunnen komen, zijn gegevens over het voorkomen van deze voorwerpen in aardappel(producten) verzameld. Hiervoor zijn databases met meldingen over vreemde voorwerpen in

aardappel(producten) geraadpleegd. Daarnaast is gebruik gemaakt van relevante wetenschappelijke literatuur en verifieerbare meldingen in de media.

9.2.4. Risicokarakterisatie

Het voorkomen van vreemde voorwerpen in aardappelen kan niet gekoppeld worden aan een wettelijke grenswaarde. Uitgangspunt is dat de aardappel(product)en vrij moeten zijn van fysische gevaren wanneer deze bij de consument komen. Daarom worden de technische en organisatorische maatregelen in de aardappelketen ter voorkoming van blootstelling van de consument aan deze gevaren meegenomen om het risico te bepalen.

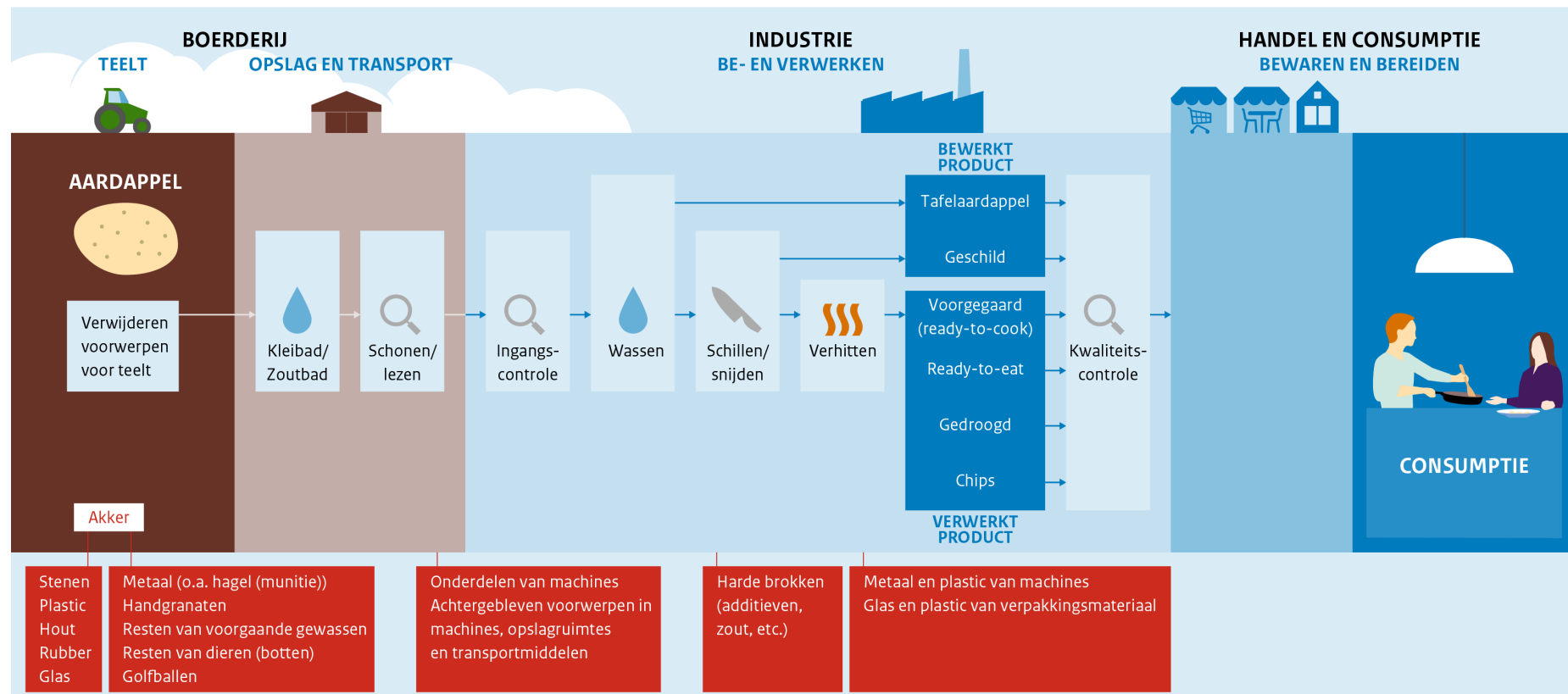
9.2.5. Toelichting op de risicobeoordeling

Voor vreemde voorwerpen worden in principe de volgende drie stappen van de risicobeoordeling (gevaarenkarakterisatie, blootstellingsschatting en risicokarakterisatie) gevolgd, waarbij de gevaarenkarakterisatie en de blootstellingsschatting in wezen samengevoegd worden. In de laatste stap, de risicokarakterisatie, wordt aangegeven hoe BuRO het risico van vreemde voorwerpen voor de voedselveiligheid van aardappelen en/of aardappelproducten op de Nederland markt beoordeelt.

Uitgangspunt voor de risicobeoordeling is dat er geen veilige grens is vastgesteld voor de blootstelling aan fysische gevaren in aardappelproducten. Dit betekent dat de producten vrij moeten zijn van fysische gevaren wanneer deze bij de consument komen. Dit betekent niet dat een fysisch gevaar in de praktijk direct een risico oplevert voor de consument. Bij verstikkingsgevaar is dit bijvoorbeeld gerelateerd aan de omvang van het voorwerp, bij snijgevaar aan de randen en punten van een voorwerp.

9.3. Risicobeoordeling fysische gevaren

Bij de inventarisatie van mogelijke gevaren die voor kunnen komen in de aardappelketen is nagegaan welke processen en handelingen er in de keten plaatsvinden en welke vreemde voorwerpen daarbij geïntroduceerd kunnen worden (zie Figuur 9.1). Verder is gezocht in (wetenschappelijke) literatuur naar beschrijvingen van fysische gevaren die worden beschouwd als mogelijk risico voor de voedselveiligheid van aardappelen en aardappelproducten, naar meldingen in databases RASFF en FDA en naar casuïstiek voortkomend uit toezicht en handhaving.



Figuur 9.1. Fysische gevaren in ketenschakels van de productieketen van aardappelen

9.3.1. Teeltfase

In de teeltfase worden fysische gevaren geïntroduceerd die aanwezig zijn op het perceel waar de teelt plaatsvindt of tijdens de teelt op het perceel terechtkomen. Een complete lijst van fysische gevaren die op een perceel aanwezig kunnen zijn is niet samen te stellen. Resten van gewassen die voorafgaand aan de aardappelteelt op het perceel zijn verbouwd kunnen achtergebleven zijn, stenen, (bot)resten van dieren, metalen, munitie, golfballen, hout, plastics worden aangetroffen. Tijdens de teelt kan dit worden aangevuld met voorwerpen afkomstig van de openbare weg, van landbouwmachines of van ander gebruik van het perceel zoals de jacht.

Speciale aandacht moet geschonken worden aan de vreemde voorwerpen met een soortelijk gewicht vergelijkbaar aan dat van de aardappel. Hierbij gaat het om golfballen en om met vocht volgezogen maisstronken.

9.3.2. Oogst, opslag en transport

Afgezien van de fysische gevaren die tijdens de oogst meegevoerd kunnen worden vanaf het perceel kunnen tijdens deze fase nieuwe gevaren geïntroduceerd worden.

Tijdens de oogst kunnen onderdelen van machines en transportmiddelen in de partij aardappels terechtkomen. Daarnaast kunnen in de machines en transportmiddelen na eerder gebruik of na schoonmaak achtergebleven voorwerpen worden meegevoerd. Dit laatste geldt ook voor opslagplaatsen. Hierdoor kunnen fysische risico's worden geïntroduceerd vergelijkbaar met de opsomming weergegeven onder teelt.

9.3.3. Bewerking en verwerking

Tijdens de bewerking en verwerking van aardappelen kunnen op een aantal wijzen vreemde voorwerpen geïntroduceerd worden. Hierbij gaat het om glas en plastic van verpakkingsmateriaal, metaaldeeltjes en plastics van machines en lopende banden en om voorwerpen gebruik bij schoonmaak en onderhoud die onbedoeld in het proces zijn achtergebleven. Daarnaast is het mogelijk dat niet goed verwerkte additieven, zoals geur- en smaakstoffen in brokken, zorgen voor harde, scherpe delen in het eindproduct.

9.3.4. Resultaten brononderzoek

Wetenschappelijke literatuur die ingaat op de fysische gevaren in de aardappelketen kon met behulp van de zoekmachines PubMed en Scopus niet worden gevonden.

In RASFF is gezocht met de zoektermen potato en gnocchi. Vervolgens is binnen de resultaten specifiek gekeken naar de meldingen met foreign body (vreemd voorwerp). Dit resulteerde in 21 meldingen. Op de melding over een handgranaat na gaat het over bewerkte of verwerkte aardappelproducten (categorie 'prepared dishes and snacks', bereide gerechten en snacks, zoals gebakken aardappelen, aardappelpuree, aardappelsalade en chips). De meldingen over samengestelde producten, producten met naast aardappel een ander ingrediënt, zijn hier ook meegenomen.

Van de 21 meldingen in RASFF, waarvan de eerste met betrekking tot vreemde voorwerpen stamt uit 2007, is het merendeel (11) afkomstig uit de jaren 2017 en 2018. Alleen in het geval van de plasticfragmenten van een lopende band is specifiek aangegeven wat de oorsprong van het vreemde voorwerp was.

In de Recalls, Market Withdrawals, & Safety Alerts van de FDA zijn met de zoekterm potato of gnocchi geen meldingen te vinden waarbij sprake is van fysische gevaren. De term hash brown (gebakken geraspte aardappel) levert een tweetal gerelateerde meldingen op. Bij deze twee producten, van dezelfde fabrikant, was sprake van materiaal van golfballen dat in het eindproduct

terechtgekomen is. Bij consumptie van dit materiaal bestaat de kans op verstikking of letsel door snijden of schuren (FDA, 2018a), (FDA, 2018b).

Nijkamp (Nijkamp et al., 2017) concludeert in een onderzoek uitgevoerd in opdracht van de NVWA dat glas en golfballen fysische gevaren zijn voor de consument. Bij golfballen wordt specifiek opgemerkt dat deze eenzelfde soortelijk gewicht hebben als aardappelen, en daarom niet met gebruikelijke scheidingsmethoden (zoals het gebruik van een kleibad) van de aardappelen gescheiden worden.

Aardappelverwerkend bedrijf Aviko heeft de afgelopen tijd nieuwsberichten verspreid die handelen over de fysische gevaren (Aviko, 2013;2014;2015;2019). Deze nieuwsberichten zijn door verschillende media overgenomen. Aviko constateert regelmatig verontreinigingen in de aangevoerde partijen, zoals ook voortkomend uit de bronnen hierboven. Daarnaast wordt vermeld dat maisstronken, die volgezogen met water een vergelijkbaar soortelijk gewicht hebben als aardappelen, vaak worden aangetroffen als het perceel waar de aardappels van afkomstig zijn eerder is gebruikt voor de teelt van mais.

Resumerend leidt dit tot de volgende lijst van fysische gevaren in de aardappelketen waarvan melding is gemaakt:

- metaal(deeltjes), waaronder hagel (munitie)
- plastic
- glas
- hout
- rubber
- steentjes
- handgranaten
- golfballen
- resten van voorgaande gewassen, met name kroonwortels van de maisplant
- (bot)resten van dieren
- brokjes smaakstof (in chips)

De hier genoemde gevaren kunnen leiden tot verschillende fysieke gevolgen, zoals snijden (mogelijk bij onder meer metaal, plastic en glas) en verstikking (plastic, rubber). Ook kan gedacht worden aan schade aan het gebit, of ernstiger letsels wanneer het om explosieven gaat.

Gegevens over de blootstelling zijn afgezien van de absolute aantallen van de meldingen in RASFF en de FDA database niet beschikbaar. Dit aantal is met respectievelijk 21 en 2 beperkt. Meldingen uit andere bronnen over aangetroffen fysische verontreinigingen zijn niet kwantificeerbaar, en er zijn geen meldingen gevonden over letsel. De inschatting is dat de blootstelling laag is.

9.3.5. Beheersmaatregelen

Om er voor te zorgen dat producten vrij van fysische gevaren zijn wanneer deze bij de consument komen zijn er in de aardappelketen organisatorische en technische maatregelen genomen.

Belangrijk voor de beheersing van de fysische gevaren in de aardappelketen zijn de eisen die aan de actoren in de keten worden gesteld op basis van Verordening (EU) 852/2004 (zie Bijlage 2.2.3) en die ketenpartijen elkaar opleggen (zie Bijlage 2.3.2). In de certificeringsschema's is het verwijderen en voorkomen van fysische gevaren tijdens teelt, opslag en vervoer een toetspunt.

In de teeltfase is een veel toegepaste methode om verontreinigingen uit partijen geogste aardappelen te verwijderen het leiden van de aardappelen door een zout- of kleibad. Hiermee worden vreemde voorwerpen met eenzelfde soortelijk gewicht niet van de partij gescheiden. Ook bij het wassen van de aardappelen kunnen deze voorwerpen meegevoerd worden. Om dit te voorkomen kan de partij worden gelezen, oftewel visueel gecontroleerd worden. Dit kan op zogenaamde leestafels of op lopende band. Dit proces is arbeidsintensief. Aviko (Aviko, 2019) neemt waar dat gerelateerd aan schaalvergroting de menskracht voor het lezen en schonen afneemt en dat daardoor meer vreemde voorwerpen worden meegevoerd in de verwerking. Telerhandleiding VVA (VAVI, 2019) stelt als eis voor de teelt 'verplichte verwijdering verontreinigingen (glasdelen, plastic, enz. m.n. langs openbare wegen)', en staat jacht op het perceel niet toe wanneer er hagel (munitie) in het product kan komen.

In de fase oogst, opslag en transport wordt het lezen en schonen van een partij aardappelen bij uitschuren en afleveren in de telershandleiding VVA (VAVI, 2019) expliciet als voorwaarde genoemd ter voorkoming van fysische gevaren.

Bij verwerking en bewerking van aardappelen moeten verwerkende bedrijven op basis van de HACCP-richtlijnen maatregelen nemen om te voorkomen dat fysische gevaren in het product terechtkomen. De industrie heeft verschillende mogelijkheden tot haar beschikking dit te bereiken. Partijen aardappelen worden bij binnenkomst in de fabriek gezeefd en gewassen, en er is infrarooddetectie. Wanneer een met een partij aardappelen binnengebrachte verontreiniging laat in het productieproces wordt opgemerkt leidt dit tot stillegging en schoonmaak van de productielijn. Om af te dwingen dat aandacht besteed wordt aan het verwijderen van vreemde voorwerpen is in de algemene voorwaarden van de verwerkende industrie opgenomen dat schade door vreemde voorwerpen op teler of leverancier wordt verhaald (NAO, 2012; VAVI-LTO, 2012; Aviko, 2020). Bedrijven dienen op grond van de HACCP-richtlijnen ook rekening te houden met de gevaren die tijdens het be- en verwerken geïntroduceerd worden en passende maatregelen te treffen.

9.3.6. Conclusie

Aanwezigheid van fysische gevaren in een aardappelproduct bij de consument is niet acceptabel. In de keten worden beheersmaatregelen uitgevoerd om te voorkomen dat de consument aan fysische gevaren wordt blootgesteld. Hoewel het aantal meldingen in RASFF in 2017 en 2018 over vreemde voorwerpen in aardappelproducten hoger lag dan de jaren ervoor gaat het over een klein aantal meldingen. De observatie dat er meer verontreinigingen in het productieproces van de aardappelverwerkende industrie terecht komen kan niet nader onderbouwd worden. Het risico veroorzaakt door fysische gevaren voor de voedselveiligheid wordt ingeschat als klein.

10. Overige risico's in de aardappelketen: volksgezondheid, milieu en natuur

Als gevolg van de teelt en productie van aardappel(product)en kunnen er ook andere risico's dan voedselveiligheidsrisico's voor de volksgezondheid ontstaan. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kan nadelige effecten hebben op de gezondheid van toepassers van de middelen of voor omwonenden van aardappelvelden. Ook nadelige effecten op het milieu als gevolg van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, zoals verontreiniging van oppervlaktewater of bodem, kunnen gevolgen hebben voor de volksgezondheid. Bij de verwerking van aardappelen en de productie tot aardappelproducten kunnen de gebruikte machines een gevaar vormen voor de gebruikers.

10.1. Risico's van gewasbeschermingsmiddelen

10.1.1. Wetgeving

Bepalend voor het Nederlandse gewasbeschermings- en biocidenbeleid zijn Europese verordeningen en richtlijnen. De Verordening Gewasbeschermingsmiddelen ((EG) 1107/2009) geeft de regels voor de toelating en het op de markt brengen van gewasbeschermingsmiddelen en voor het gebruik en de controle binnen de EU. Voor biociden is dat de Europese Biocidenverordening ((EU) 528/2012)¹⁰⁹. Daarnaast is er de Richtlijn duurzaam gebruik (2009/128/EG)¹¹⁰ die het kader geeft voor een duurzaam gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, onder andere door geïntegreerde gewasbescherming te bevorderen. Andere Europese regelgeving die bepalend is voor het gewasbeschermingsbeleid zijn de Residuverordening ((EG) 396/2005) waarin geharmoniseerde maximumgehalten aan gewasbeschermingsmiddelenresiduen voor levensmiddelen en diervoeders zijn opgenomen. Daarnaast is de Kaderrichtlijn Water (KRW) (2000/60/EG¹¹¹) van belang, met het kader voor het waterbeleid in de lidstaten, die later is aangevuld met Richtlijn 2013/39/EU¹¹² met betrekking tot prioritair stoffen. Verder beschrijft de Controle Verordening (EU) 2017/625 onder andere de officiële controles op de naleving van voorschriften voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

De belangrijkste nationale regelgeving is de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Wgb) en het onderliggende besluit en onderliggende regeling. In 2011 is de Wgb aangepast aan Europese Verordening (EG) 1107/2009⁷³. De Wgb bevat regels voor de toelating, het op de markt brengen en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Daarnaast is er de Wet milieubeheer, met het 'Activiteitenbesluit milieubeheer' dat voorschriften bevat voor duurzaam gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, bijvoorbeeld met betrekking tot de opslag van gewasbeschermingsmiddelen of de bescherming van het oppervlaktewater. De Warenwetregeling residuen van gewasbeschermingsmiddelen is van toepassing op residuen van gewasbeschermingsmiddelen die niet vallen onder de werkingssfeer van de Residuverordening.

Het Nederlandse beleid ten aanzien van gewasbescherming staat beschreven in de tweede nota duurzame gewasbescherming 2013-2023, *Gezonde Groei, Duurzame Oogst* (EZ, 2013). Hierin wordt de ambitie van het verder verduurzamen van de gewasbescherming met het tegelijkertijd versterken van het economisch perspectief voor de land- en tuinbouw beschreven. Geïntegreerde gewasbescherming (Integrated Pest Management, IPM) is hierbij een belangrijke aanpak, waarbij wordt ingezet op een combinatie van maatregelen zoals het voorkomen van schadelijke organismen, mechanische of biologische bestrijding, en de inzet van laag-risico middelen. Het doel

¹⁰⁹ Verordening (EU) 528/2012 van het Europees Parlement en de Raad van 22 mei 2012 betreffende het op de markt aanbieden en het gebruik van biociden Voor de EER relevante tekst.

¹¹⁰ Richtlijn 2009/128/EG van het Europees Parlement en de Raad van 21 oktober 2009 tot vaststelling van een kader voor communautaire actie ter verwezenlijking van een duurzaam gebruik van pesticiden (Voor de EER relevante tekst).

¹¹¹ Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.

¹¹² Richtlijn 2013/39/EU van het Europees Parlement en de Raad van 12 augustus 2013 tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG en Richtlijn 2008/105/EG wat betreft prioritair stoffen op het gebied van het waterbeleid.

is de afhankelijkheid van de landbouw van het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen te beperken. In april 2019 heeft de Minister deze aanpak onderschreven in de Toekomstvisie gewasbescherming 2030¹¹³. In juni 2019 is de tussenevaluatie van de 2^e nota duurzame gewasbescherming door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) verschenen (PBL, 2019).

10.1.2. Toelating

De veiligheid van werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen voor mens, dier en milieu wordt Europees beoordeeld door EFSA, op basis van een Europees geharmoniseerd toetsingskader. Voor biociden is het Europees Agentschap voor chemische stoffen (European Chemicals Agency, ECHA) verantwoordelijk voor de beoordeling van de werkzame stoffen. Goedkeuring van een werkzame stof is alleen mogelijk als er minimaal één veilige toepassing is. Na goedkeuring van een werkzame stof door de Europese Commissie wordt op nationaal niveau bepaald of een middel, op basis van de goedgekeurde werkzame stof, mag worden gebruikt.

Voor de toelatingsbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen is Europa ingedeeld in drie zones (noord, centraal en zuid). Nederland valt, samen met twaalf andere lidstaten, in de centrale zone. Per zone wordt de toelatingsbeoordeling door één van de lidstaten uitgevoerd, volgens het Europese toetsingskader¹¹⁴. De beoordeling geldt dan ook voor de andere lidstaten uit diezelfde zone, die kunnen de toelating (binnen 120 dagen) aanvaarden ('wederzijdse erkenning'). Lidstaten kunnen aanvullende risicoreducerende maatregelen vaststellen als er nationaal specifieke omstandigheden zijn die daar aanleiding toe geven, zoals uitspoeling naar grondwater, windsnelheid en drinkwaterwinning uit oppervlaktewater. Voor Nederland zijn er bijvoorbeeld voor verschillende middelen extra maatregelen in de vorm van teeltvrije zones ter bescherming van het oppervlaktewater. Voor teelten onder glas, behandeling van opslagruimtes, naogst-behandelingen en middelen voor zaadbehandeling wordt de EU als één zone gezien en zal één lidstaat de beoordeling voor de hele EU doen.

Voor de biociden beoordelen de afzonderlijke lidstaten de middelen en hun toepassingen. Als een middel is toegelaten door een van de lidstaten, kunnen andere lidstaten dit overnemen ('wederzijdse erkenning'). Als alternatief kan er ook een Unietoelating worden aangevraagd waarmee in een keer een toelating voor de hele EU kan worden verkregen. Voor producten die aan specifieke eisen voldoen (bijvoorbeeld het niet bevatten van zorgwekkende stoffen) is er een vereenvoudigde toelating mogelijk. In Nederland is het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) verantwoordelijk voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden.

De toelating van een gewasbeschermingsmiddel geldt voor een specifieke toepassing voor een gewas in een lidstaat en is gebaseerd op de beoordeling of het middel werkzaam is en of het middel veilig is voor mens, dier en milieu. Voor de gewasbeschermingsmiddelen wordt de lijst van toepassingsgebieden (definitielijst toepassingsgebieden gewasbeschermingsmiddelen (DTG)) gebruikt. Een al toegekende toelating van een middel kan verder uitgebreid worden naar een 'kleine toepassing'. De houder van de toelating van het betreffende gewasbeschermingsmiddel of een derde partij zoals Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO), kan hiervoor een aanvraag indienen.

Iedere lidstaat vult de Europees vastgestelde criteria voor 'kleine toepassingen' zelf in. In Nederland zijn 'kleine toepassingen' ingevuld voor gewassen die op kleine schaal geteeld worden. Een kleine toepassing kan ook een kleine toepassing in een grote teelt zijn, bijvoorbeeld bijzondere grondsoorten of bij een zeldzame plaag. Op nationaal niveau, onder specifieke omstandigheden bij

¹¹³ Brief van de Minister van Landbouw, natuur en voedselkwaliteit. Toekomstvisie gewasbescherming 2030, naar weerbare planten en teeltsystemen en Pakket van maatregelen emissiereductie gewasbescherming open teelten – Gewasbeschermingsbeleid. 18 april 2019, KST27858449.

¹¹⁴ Na de Brexit-datum kan het Verenigd Koninkrijk geen zonale rapporteur meer zijn, en erkent de EU ook de al genomen besluiten uit het Verenigd Koninkrijk niet meer als basis voor wederzijdse erkenning.

noodsituaties wanneer bestrijding op een andere manier niet mogelijk is, kan een vrijstelling voor een niet toegelaten middel van maximaal 120 dagen worden verleend¹¹⁵.

Het Ctgb stelt wettelijke gebruiksvoorschriften vast voor een middel, die op het etiket moeten worden vermeld. Hierin staat aangegeven voor welke teelten en hoe vaak per teeltcyclus het middel mag worden gebruikt, hoe het moet worden toegediend, in welke dosering, frequentie en eventueel met welke persoonlijke beschermingsmaatregelen. Goedgekeurde werkzame stoffen (EU niveau) en toegelaten middelen (zonaal niveau) worden na tien jaar¹¹⁶ opnieuw beoordeeld. Voor zogenaamde laag-risico gewasbeschermingsmiddelen is er een herbeoordeling na vijftien jaar. Voor gewasbeschermingsmiddelen zijn nu nog middelen op de markt die zijn toegelaten onder de oude Richtlijn (91/414/EG). Dit zijn middelen die nog niet op Europees (zonaal) niveau zijn beoordeeld maar wel onder Verordening (EG) 1107/2009 vallen. Uiteindelijk zullen alle middelen ten minste op zonaal niveau worden beoordeeld.

Ook voor biociden geldt dat voor de middelen waarvan de werkzame stof die nog niet in Europees verband is beoordeeld het bestaande nationale recht geldt (Verordening EU 528/2012¹¹⁷). Biociden binnen de landbouw worden alleen toegelaten voor algemene hygiëne. In 2017 heeft het Ctgb zijn beleid voor biociden toelatingen verder geharmoniseerd met Europese richtlijnen waardoor het gebruik van biociden binnen de landbouw niet specifiek gericht kan zijn op de bescherming van planten of plantaardige producten. Middelen die claimen plantpathogenen te bestrijden vallen onder de gewasbeschermingsmiddelen. Dit geldt alleen voor nieuwe registraties of herregistraties zodat deze wijziging geleidelijk wordt ingevoerd (Ctgb, 2018d).

Basisstoffen zijn stoffen die al voor een ander doel op de markt zijn (bijvoorbeeld in cosmetica of voedingsmiddelen). Eventuele risico's zijn daarom al eerder bepaald. Toegelaten basisstoffen (op de lijst toegelaten basisstoffen) mogen worden ingezet voor gewasbescherming, maar niet als gewasbeschermingsmiddel worden verkocht en hebben een onbeperkte toelatingstermijn (Ctgb, 2020b). De beoordeling van basisstoffen valt buiten de afbakening van deze ketenanalyse.

10.1.3. Gebruik, middelen en werkzame stoffen

Voor aardappelen zijn ruim 250 gewasbeschermingsmiddelen toegelaten met in totaal ca 680 verschillende toepassingen (aantasting-teelt combinatie). De ruim 250 gewasbeschermingsmiddelen bevatten 80 verschillende werkzame stoffen (Ctgb, 2020f). Meestal heeft een gewasbeschermingsmiddel één werkzame stof, in een aantal gevallen bevat een middel een combinatie van twee of drie werkzame stoffen. Drie middelen, toegelaten als fungicide, bevatten micro-organismen (*Bacillus amyloliquefaciens* (voorheen *subtilis*) str. QST 713, *Coniothyrium minitans* stam CON/M/91-8 en *Pseudomonas* spp. stam DSMZ 13134) als werkzame ingrediënt.

Er zijn een aantal middelen die wel zijn toegestaan voor gebruik in de teelt van pootaardappelen, maar niet in de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen. Dat gaat om de fungiciden fluoxastrobin, imazalil, thiabendazool en thiofanaat-methyl, het kiemremmingsmiddel carvon en de nematicide metam-natrium. Daarnaast mag ook paraffineolie als insecticide/virusbestrijder alleen voor de teelt van pootaardappelen gebruikt worden.

De grootste groep werkzame stoffen voor de aardappelteelt is de groep fungiciden (ruim 40%), gevolgd door herbiciden (25%). Daarnaast is er een kleiner aantal werkzame stoffen als insecticide, nematicide, groeiregulator of kiemremmer toegelaten.

In de aardappelteelt worden per hectare ten opzichte van andere teelten in de akkerbouw relatief veel gewasbeschermingsmiddelen gebruikt (kg werkzame stof per hectare) (Figuur 10.1).

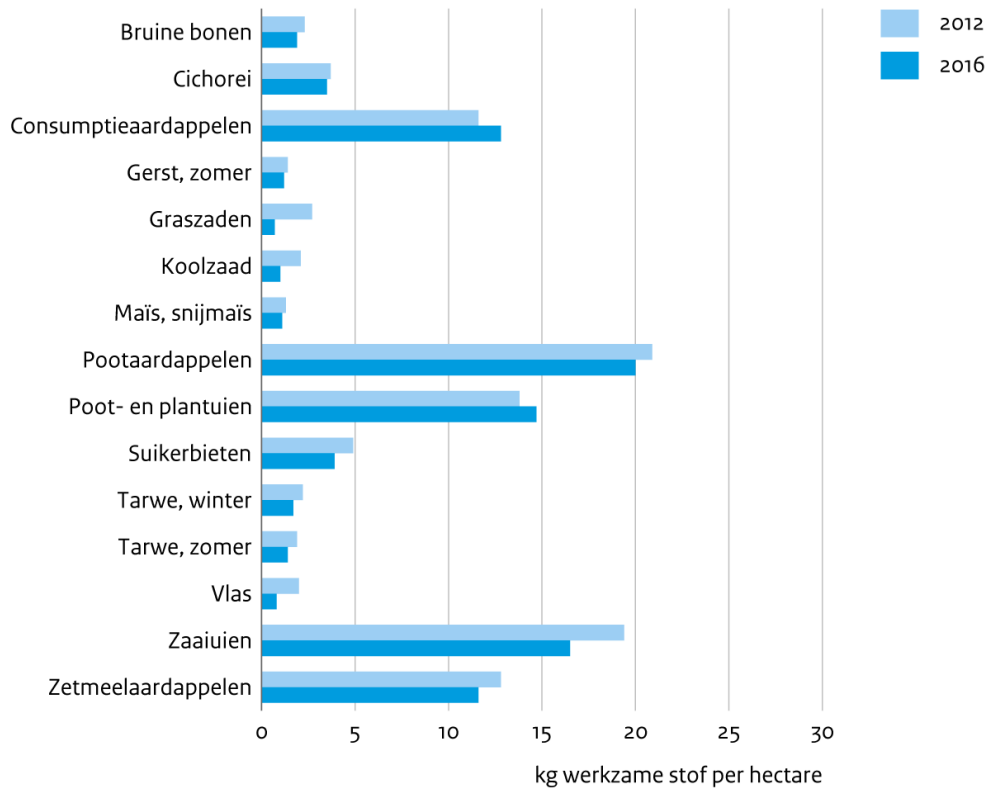
¹¹⁵ Verordening (EG) 1107/2009 (artikel 38 van de Wet Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden), artikel 53

¹¹⁶ Afhankelijk van EU-classificatie kan een middel ook na 7 jaar beoordeeld worden.

¹¹⁷ Verordening (EU) Nr. 528/2012 van het Europees Parlement en de Raad van 22 mei 2012 betreffende het op de markt aanbieden en het gebruik van biociden.

Voor pootaardappelen wordt per hectare de meeste kg werkzame stof gebruikt. (kg/ha) (Figuur 10.2 a,b,c.).

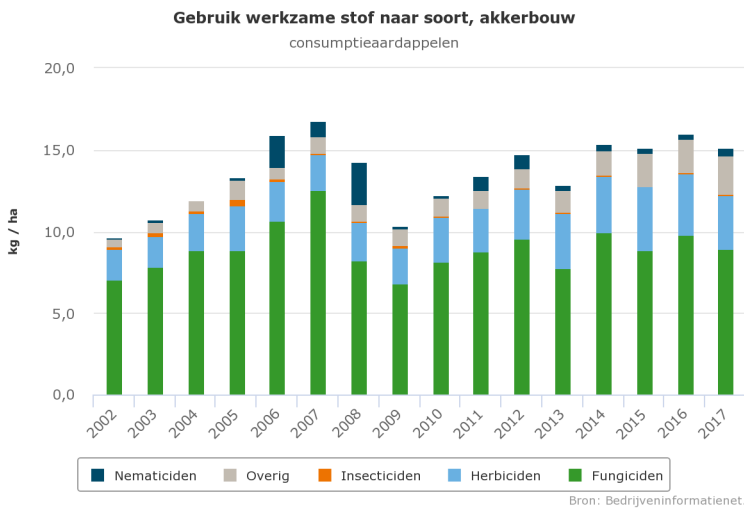
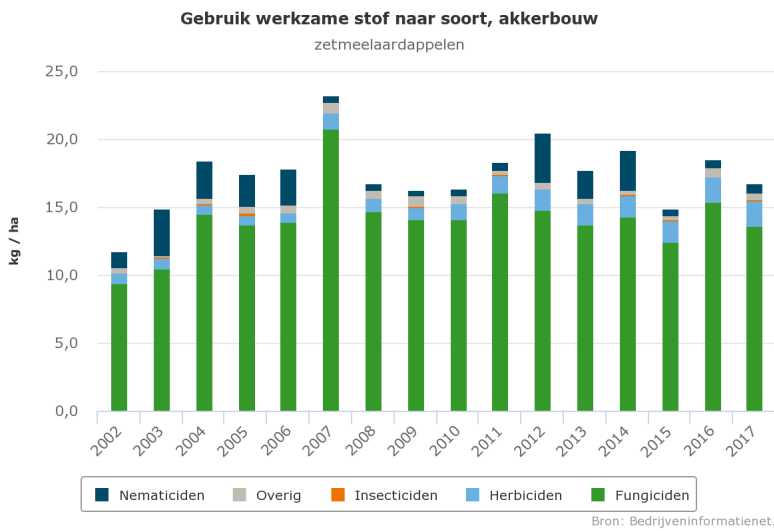
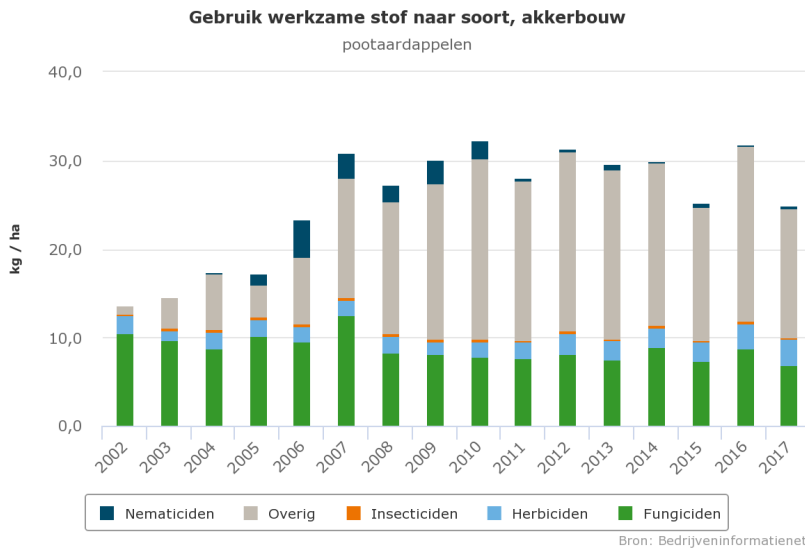
Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in akkerbouw



Bron: CBS

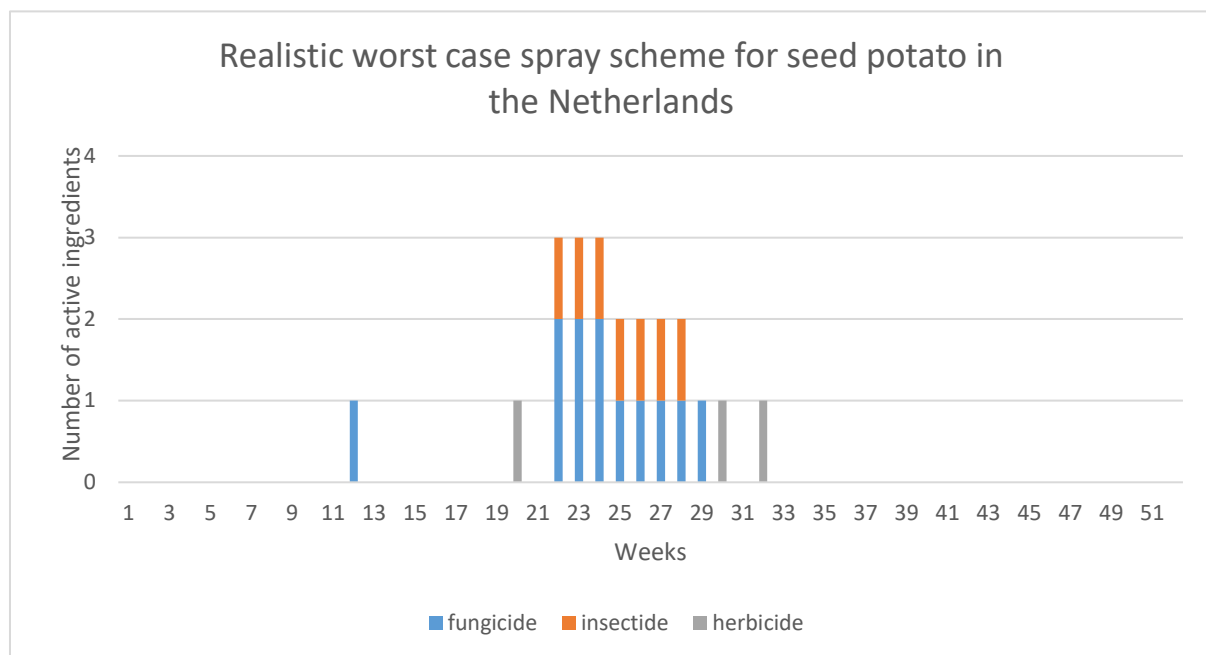
CBS/jan19
www.clo.nl/nl000607

Figuur 10.1 Gebruik gewasbeschermingsmiddelen in Nederland in de aardappelteelt en andere teelten in de akkerbouw in 2012 en 2016 in kg/ha (2012) (CLO, 2020).



Figuur 10.2 a,b,c. Gebruik aantal kg werkzame stof per hectare in Nederland tussen 2002 en 2017 voor pootaardappelen, zetmeelaardappelen en consumptieaardappelen (Bron: (Agrimatie, 2020)).

De werkzame stof van een gewasbeschermingsmiddel kan naast het bedoelde effect (bijvoorbeeld het doden van aaltjes, schimmels, insecten of onkruiden) ook ongewenste of schadelijke effecten hebben. Hoewel deze effecten in de toelatingsprocedure worden meegewogen, worden er overschrijdingen van milieukwaliteitsnormen gemeten en is ook de arbeidsveiligheid nog niet voldoende (EZ, 2013; Gezondheidsraad, 2014). Dit komt voor een deel door onzorgvuldig gebruik door telers en het niet naleven van de voorschriften én voor een deel doordat in de toelating het gelijktijdig gebruik van verschillende gewasbeschermingsmiddelen met dezelfde werkzame stof niet meegenomen wordt (Gezondheidsraad, 2014; PBL, 2019). Ook in de aardappelteelt worden verschillende middelen (vlak) na elkaar en tegelijk (als tankmix) toegepast. Voor pootaardappelen laat het spuitschema zien dat fungiciden en insecticiden tegelijk toegepast worden, met in de zomer een wekelijkse toepassing (zie Figuur 10.3).



Figuur 10.3 Realistisch 'worst case' spuitschema voor pootaardappelen in Nederland (Overgenomen uit (Luttik, 2018))

Om de risico's van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen zijn pilots voor een geïntegreerde gewasbescherming opgezet, een samenwerking tussen overheid en sector. In deze teeltsysteembenadering (Integrated Pest Management, IPM) wordt het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen over de hele keten beoordeeld, i.p.v. een beoordeling van de afzonderlijke toepassingen. Dit is een manier om ziekten en plagen te beheersen door middel van een combinatie van maatregelen en middelen. In de Europese Richtlijn over duurzaam gebruik van pesticiden (Verordening 2009/128/EG¹⁰) is opgenomen dat de lidstaten geïntegreerde gewasbescherming in de praktijk moeten stimuleren.

In de aardappelteelt wordt bij de bestrijding van *Phytophthora infestans* rekening gehouden met de weersomstandigheden. In droge periodes wordt er minder preventief gespoten dan in natte periodes. Verder is het IPM-concept in de aardappelteelt nauwelijks toegepast (NVWA, 2018i). In een onderzoek uit 2016 door CLM bleek dat in de aardappelteelt met speciaal milieukeurmerk ('Milieukeur' of 'Schoon Water') de helft aan gewasbeschermingsmiddelen (ca 5 kg/ha) gebruikt wordt ten opzichte van de gangbare teelt (CLM, 2016).

In de biologische teelt geldt een sterke beperking ten aanzien van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (SKAL, 2019). Slechts een klein deel van aardappelteelt in Nederland is biologische teelt; ruim 2% van de bedrijven en ca 1% van het landbouwareaal dat voor aardappelen wordt gebruikt (2015-2018). (zie Bijlage 3.9).

Samenvatting

- De beoordeling van werkzame stoffen en middelen gebeurt volgens de Europese Verordening Gewasbeschermingsmiddelen (Verordening 1107/2009) en de Europese Biociden Verordening (Verordening 528/2012). Werkzame stoffen worden op Europees niveau beoordeeld, middelen met die werkzame stoffen op het niveau van de lidstaten.
- In de aardappelteelt worden per hectare ten opzichte van andere teelten in de akkerbouw relatief veel gewasbeschermingsmiddelen gebruikt (in kg/ha).
- Er zijn ruim 250 gewasbeschermingsmiddelen met 80 verschillende werkzame stoffen toegelaten voor gebruik in de aardappelteelt.
- Fungiciden vormen de grootste groep werkzame stoffen in gewasbeschermingsmiddelen voor de aardappelteelt (ruim 40%), gevolgd door de groep herbiciden met 25%.
- Voor pootaardappelen wordt per hectare de meeste kg werkzame stof gebruikt Slechts een klein deel van aardappelteelt in Nederland is biologische teelt (paar procent), dat zijn vooral consumptieaardappelen.

10.1.4. Risico's voor volksgezondheid

Omwonenden

Het beleid ten aanzien van gewasbeschermingsmiddelen voor omwonenden valt onder het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. In deze ketenbeoordeling wordt dit aspect daarom kort aangestipt en worden de risico's beschreven, maar niet beoordeeld zoals in het hoofdstuk over de voedselveiligheid.

In de toelatingsbeoordeling door het Ctgb werd tot 2014 het risico voor omwonenden niet apart beoordeeld, met uitzondering voor omwonenden van kassen. Impliciet werd er vanuit gegaan dat de beoordeling van het risico voor beroepsmatige blootstelling voldoende is om ook omwonenden te beschermen. Desalniettemin was er maatschappelijke onrust omtrent agrarische percelen waar veel middelen werden gebruikt. De Gezondheidsraad heeft in 2014 een rapport uitgebracht, waarin verder onderzoek naar blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen onder omwonenden van landbouwpercelen wordt aanbevolen (Gezondheidsraad, 2014). In het rapport wordt aangegeven dat omwonenden van landbouwpercelen zich zorgen maken om hun gezondheid. De Gezondheidsraad heeft geadviseerd om bij de toelatingsprocedure van gewasbeschermingsmiddelen niet alleen een risicobeoordeling voor werkers, maar ook voor omwonenden uit te voeren. Dit vanwege het eigenstandige karakter van omwonenden als risicogroep. Verschillen tussen omwonenden en werkers kunnen bijvoorbeeld optreden door de duur van de blootstelling, de hoogte van de blootstelling (piekbelasting versus een langduriger blootstelling aan lagere concentraties), gevoelige groepen zoals kinderen of zwangere vrouwen en het al dan niet gebruik maken van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Naar aanleiding van dit rapport heeft het Ctgb vanaf 2014 de blootstelling van omwonenden, expliciet beoordeeld. Tevens voerde het, op basis van een nieuw EFSA-model, een herbeoordeling van bestaande toelatingen uit om het risico voor omwonenden en omstanders inclusief kinderen te identificeren. Voor deze herbeoordeling is destijds het voorlopige EFSA-model (EFSA, 2014a) gebruikt voor de blootstellingsberekeningen. Op basis van intensiteit en wijze van toepassing (opwaarts spuiten) zijn 116 middelen in de herbeoordeling meegenomen. Het Ctgb trok uit deze evaluatie de conclusie dat de geëvalueerde middelen veilig zijn en herziening van de beoordelingen niet nodig is. Sinds 1 januari 2016 wordt het EFSA-model als basis gebruikt voor de risicobeoordeling voor omwonenden en omstanders (Ctgb, 2018c).

Naar aanleiding van het Gezondheidsraadrapport coördineerde het RIVM onderzoek over de blootstelling en gezondheidsrisico's van omwonenden van landbouwpercelen (RIVM, 2018b). Dit onderzoek richtte zich initieel op bloembollen- en fruitpercelen, dit zijn teelten waarvoor het

gebruik van gewasbeschermingsmiddelen relatief intensief is. Het verkennend gezondheidsonderzoek is in juli 2018 gepubliceerd en concludeert dat er geen duidelijk verband is tussen gezondheid en de nabijheid van landbouwpercelen (RIVM, 2018d).

Het onderzoek blootstelling omwonenden (OBO) was gericht op metingen in urine, buitenlucht, monsters van binnenhuisoppervlakten, bodem en vegetatie rond bloembolpercelen. Ook is een klein aantal veegmonsters van handen en monsters van binnenlucht genomen. In monsters van buitenlucht rond woningen, stof op de deurmat en in huisstof werden restanten van toegepaste gewasbeschermingsmiddelen teruggevonden. Ook in urinemonsters van omwonenden (volwassenen en kinderen) werden residuen aangetroffen, ook ingevallen waarbij de omwonenden meer dan 500 meter van het perceel afwonen. Het OBO laat zien dat de huidige toelatingskaders de blootstelling voor omwonenden niet onderschatten, gebaseerd op het feit dat de gemeten blootstelling onder de gezondheidkundige grenswaarden ligt. Wel is verdere verfijning van het model mogelijk, bijvoorbeeld door gecombineerde effecten van stoffen te beoordelen. De studies geven verschillende aanknopingspunten voor verder vervolgonderzoek, bijvoorbeeld naar kwetsbare groepen of andere gezondheidseffecten zoals cognitieve ontwikkeling (RIVM, 2019a).

Toepassers en werkers

Het beleid en toezicht op gewasbeschermingsmiddelen en biociden ten aanzien van de veiligheid voor toepassers en werkers valt onder het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. In deze ketenbeoordeling wordt dit aspect kort aangestipt en worden de risico's beschreven, maar niet beoordeeld zoals in het hoofdstuk over de voedselveiligheid.

Beroepsmatige blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen komt voor tijdens het gebruik van de middelen (toepasser) en bij werkers die met de behandelde gewassen in aanraking komen. Doorgaans is de blootstelling van deze groepen het hoogst. In de toelatingsbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen en biociden door het Ctgb worden ook de risico's voor toepassers en werkers getoetst. Toch concludeert de Gezondheidsraad dat de veiligheid gerelateerd aan beroepsmatige blootstelling in de praktijk niet altijd voldoende is (Gezondheidsraad, 2014). Een mogelijke oorzaak is een gebrekkige naleving van de voorschriften, of het onderbelicht blijven van specifieke stofeigenschappen in de toelatingsprocedure. Ook worden mogelijk cumulatieve effecten (additie of synergie) van middelen nog niet systematisch meegenomen in de toelatingsbeoordeling. Ook in de tussenevaluatie van de nota *Gezonde Groei, Duurzame Oogst* concludeert het PBL dat telers en overheid nog onvoldoende aandacht hebben voor de arbeidsrisico's van het werken met gewasbeschermingsmiddelen (PBL, 2019). De Gezondheidsraad verwijst naar nationale en internationale literatuur waarin verbanden tussen blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen en ziekten zoals huidaanandoeningen, effecten op vruchtbaarheid, kanker (ook bij het nageslacht) en de ziekte van Parkinson zijn beschreven.

In de aardappelketen is er sprake van een beroepsmatige blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen tijdens het voorbehandelen van de knollen, tijdens het bespuiten van percelen met aardappelgewassen en tijdens de bewaarperiode.

Samenvatting

- Sinds 2014 wordt het risico voor omwonenden expliciet meegenomen in de toelatingsbeoordeling. Na een rapport van de Gezondheidsraad uit 2014, is er een vervolgonderzoek gestart, gecoördineerd door RIVM, naar de gezondheidsrisico's van omwonenden.
- Het verkennend gezondheidsonderzoek naar omwonenden concludeert dat er geen duidelijk verband is tussen gezondheid en de nabijheid van landbouwpercelen.
- De arbeidsveiligheid ten aanzien van gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en biociden door telers en toepassers is nog niet voldoende, onder andere door een gebrekkige naleving van voorschriften.

Resistentie tegen azolen

Aspergillus fumigatus is een schimmel die algemeen voorkomt op rottend plantmateriaal en daarbij veel sporen produceert. Deze sporen zijn overal aanwezig in binnen- en buitenlucht en worden door mensen ingeademd. Het is een pathogeen dat ernstige ziektelast kan veroorzaken bij patiënten met een verzwakt immuunsysteem, in sommige gevallen met de dood als gevolg (Verweij et al., 2009). Mensen raken geïnfecteerd door het inademen van sporen die vervolgens in de luchtwegen uitgroeien. Infecties kunnen worden bestreden met behulp van antimycotica op basis van azolen (triazolen, imidazolen). Echter, net zoals bacteriën resistent kunnen worden tegen antibiotica wanneer zij aan niet-dodelijke concentraties worden blootgesteld, zo kan *A. fumigatus* resistent worden tegen azolen (Handel et al., 2015). Azolen worden niet alleen als geneeskundig antimycoticum gebruikt maar ook als fungicide in de landbouw en bij houtverduurzaming. Het is aangetoond dat de azolenresistentie van isolaten van *A. fumigatus* die infecties bij de mens veroorzaken in veel gevallen is gevormd door blootstelling aan azolen die onder andere gebruikt worden bij bewaring en verwerking van plantaardig materiaal (Rietveld et al., 2017). Resistentie als gevolg van blootstelling aan fungiciden op basis van azolen is een belangrijke bron van resistentie van *A. fumigatus* in de gezondheidszorg omdat kruisresistentie tussen de verschillende azolen veel voorkomt (Azevedo et al., 2015).

Bij landbouwtoepassingen van azolen is *A. fumigatus* vaak niet het doelorganisme van de bestrijding, maar het gebruik tegen fytopathogene soorten veroorzaakt wel resistentie in *A. fumigatus* (Meis et al., 2016). De tweede keus middelen tegen invasieve aspergillosis zijn niet altijd bruikbaar vanwege resistentie in de landbouw (Howard & Arendrup, 2011).

Van de fungiciden die zijn toegelaten voor gebruik in de aardappelteelt, zijn er tien middelen op basis van azolen (difenoconazool, prothioconazool, thiabendazool). Daarnaast zijn er nog drie middelen op basis van de werkzame stof imazalil, een fungicide met een vergelijkbaar werkingsmechanisme, dat mogelijk ook een rol speelt in de resistentieontwikkeling (NVWA, 2015d; Ctgb, 2020f). Deze middelen worden ingezet tegen schimmels zoals *Alternaria*, zilverschurft, *Rhizoctonia*, droogrot en *Phoma* (NVWA, 2015d).

In 2015 is door de NVWA, in opdracht van het toenmalig Ministerie van Economische Zaken, een verkenning opgesteld van de impact van het niet beschikbaar hebben van gewasbeschermingsmiddelen op basis van azolen voor de professionele land- en tuinbouw. Voor de aardappelen werd geconstateerd dat het pakket van chemische middelen zo breed is dat het wegvallen van middelen op basis van azolen geen of nauwelijks invloed heeft op de mate waarin schimmels onder controle kunnen worden gehouden (NVWA, 2015d). In 2020 geeft dit een iets aangepast beeld, omdat er inmiddels signalen zijn dat andere middelen die toegelaten zijn voor de bestrijding van *Alternaria* in aardappelen een verminderde werking hebben, in verband met mogelijke restistentieontwikkeling (NVWA, 2020m). Eind 2019 heeft de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in een brief naar de Tweede Kamer laten weten zoveel mogelijk in te zetten op het verminderen van het gebruik van niet-medische azolen en het aanpakken van de belangrijkste bronnen van de resistentieontwikkeling (compostering van bloembollen, verwerken van verduurzaam hout) (LNV, 2019).

Samenvatting

- Gebruik van fungiciden op basis van azolen in de land- en tuinbouw draagt bij aan azolenresistentie.
- Voor aardappelen zijn een aantal fungiciden toegelaten op basis van drie verschillende azolen (difenoconazool, prothioconazool, thiabendazool) en één stof (imazalil) met een vergelijkbaar werkingsmechanisme. Het pakket van chemische middelen werd in 2015 beoordeeld als breed, zodat het wegvallen van middelen op basis van azolen op dat moment geen of nauwelijks invloed zou hebben op de mate waarin schimmels in de aardappelteelt onder controle kunnen worden gehouden.

10.1.5. Risico's voor milieu en natuur

Milieu

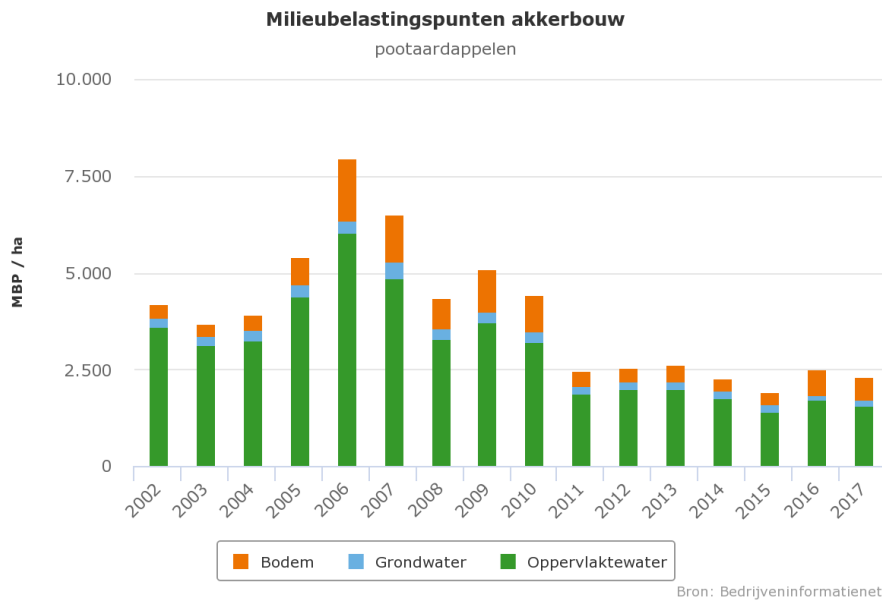
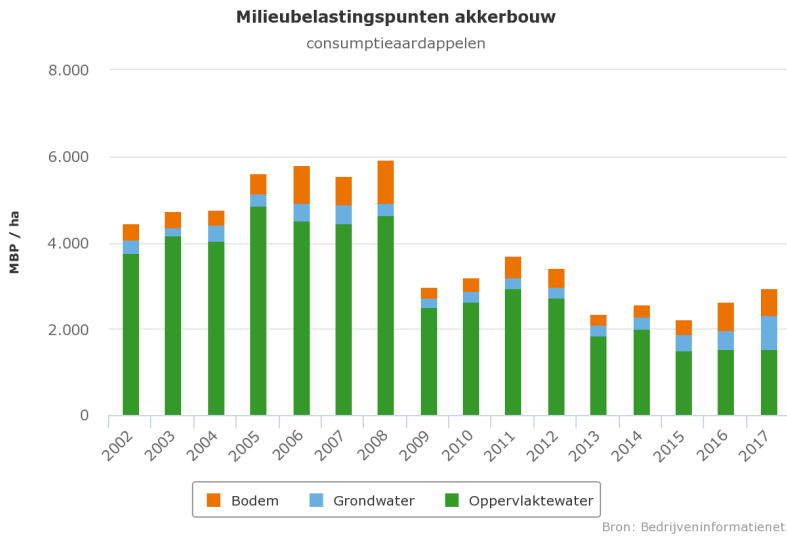
Het beleid ten aanzien van gewasbeschermingsmiddelen voor het milieu valt onder het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. In deze ketenbeoordeling wordt dit aspect kort aangestipt en worden de risico's beschreven, maar niet beoordeeld zoals in het hoofdstuk over de voedselveiligheid.

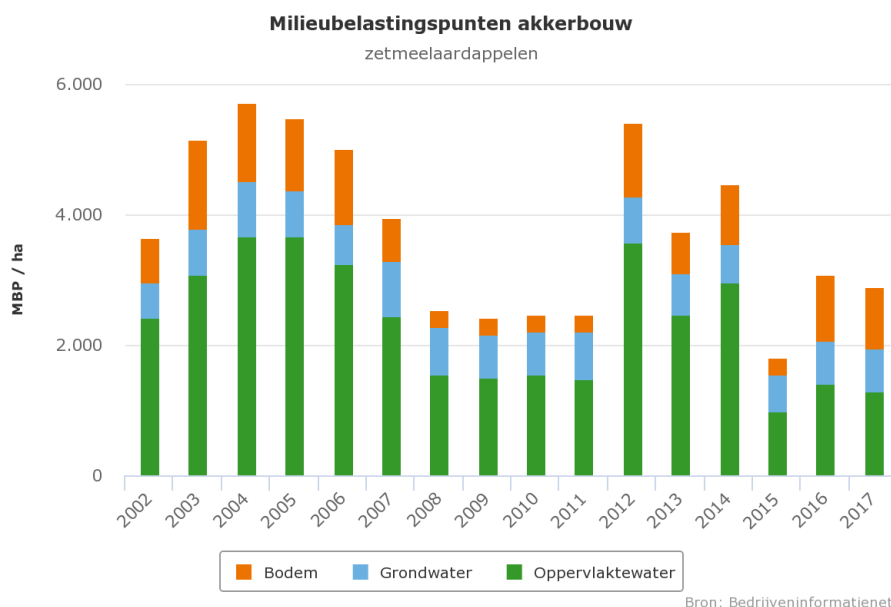
Door de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen komen middelen in het milieu terecht, bijvoorbeeld door ophoping in de grond of verwaaiing, uitspoelen of afspoelen van het perceel naar oppervlakte- en grondwater (PBL, 2019). In grondwater worden voornamelijk stoffen aangetroffen die niet langer zijn toegelaten maar waarvan zich nog wel residuen in de bodem bevinden door eerder gebruik (EZ, 2013; RIVM, 2016b). Residuen van gewasbeschermingsmiddelen kunnen milieuproblemen opleveren bijvoorbeeld gerelateerd aan de drinkwatervoorziening (CML, 2012; RIVM, 2016b). Om de emissies naar het milieu te beperken worden er eisen gesteld aan de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Naast de gebruiksvoorschriften zijn er eisen ten aanzien van het gebruik van driftreducerende spuitdoppen en teeltvrije zones langs de waterkant. Ondanks deze eisen wordt verreweg de grootste belasting voor het milieu veroorzaakt door de belasting van het oppervlaktewater. Gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater en grondwater kunnen naast mogelijke effecten op het ecosysteem ook problemen opleveren voor de drinkwaterwinning (CML, 2012; RIWA, 2016; Swartjes et al., 2016; VEWIN, 2019).

Gewasbeschermingsmiddelen gebruikt in de akkerbouw worden in het oppervlaktewater aangetroffen in te hoge concentraties, dat wil zeggen boven waterkwaliteitsnormen (Deltares, 2018). Een aantal daarvan (fluoxastrobin, azoxystrobin, esfenvaleraat, pendimethalin, acetamiprid en thiacloprid) zijn ook toegelaten voor gebruik in de aardappelteelt. Het is onbekend of het gebruik in de aardappelteelt een grote bijdrage levert.

De milieubelasting vanuit de aardappelteelt is de laatste jaren lager dan daarvoor, met uitzondering voor de zetmeelaardappelen waar in jaren 2012, 2013 en 2104 juist een stijging heeft plaatsgevonden (Figuur 10.4 a,b,c). In 2016 en 2017 is voor alle drie de aardappelgroepen (consumptie-, poot- en zetmeelaardappelen) een lichte stijging te zien t.o.v. 2015, dat veroorzaakt wordt door een toenemend fungicidegebruik. De daling in 2015 t.o.v. 2014 is het gevolg van het tijdelijke verbod op grondontsmettingsmiddelen op basis van metam-natrium. De vervangende middelen die sindsdien gebruikt worden bevatten zowel minder werkzame stof als minder milieubelastingspunten¹¹⁸ per hectare (Agrimatie, 2016).

¹¹⁸ De milieumeetlat, ontwikkeld door het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM), kent milieubelastingspunten toe aan gewasbeschermingsmiddelen. Daarbij wordt gekeken naar effecten op het waterleven en bodemorganismen en naar de kans op uitspoeling (in verband met verontreiniging van het het grondwater).





Figuur 10.4 a,b,c. Milieubelastingspunten voor gebruik van gewasbeschermingsmiddelen bij de teelt van zetmeelaardappelen in 2002 – 2017 (Overgenomen van Agimatie-site, 11-2-2020)

In 2013 sprak het kabinet de doelstelling uit dat er in 2023 nagenoeg geen normoverschrijdingen in oppervlaktewater meer zullen zijn, met een tussendoelstelling van 50% reductie in 2018. Om deze doelstellingen te bereiken moeten er extra maatregelen getroffen worden zodat in de bedekte teelten de emissie (nagenoeg) volledig afneemt door zuiveringstechnieken. Voor open teelten moet de verwaaiing van gewasbeschermingsmiddelen verder worden beperkt en teeltvrije zones worden verbreed. Ook moeten puntemissies worden verminderd (EZ, 2013).

Voor grondwater geldt een andere doelstelling, daarvoor mag de kwaliteit niet achteruit gaan in de periode 2013 tot 2023. Uit de tussenevaluatie van de Nota door PBL blijkt dat ondanks een verbetering van de waterkwaliteit, de tussendoelstelling voor ecologische kwaliteit van oppervlaktewater (50% afname van normoverschrijding in oppervlaktewater in 2018) niet is gehaald (PBL, 2019).

De meeste residuen die in grondwater worden aangetroffen zijn afkomstig van middelen die inmiddels niet meer zijn toegelaten. Drie werkzame stoffen die in grondwater worden aangetroffen vormen hierop een uitzondering en zijn nog wel toegelaten, waaronder bentazon en glyfosaat die ook een toelating voor de aardappelen hebben (Ctgb, 2018a; PBL, 2019).

Een complicerende factor bij het bepalen van waterkwaliteit en normoverschrijdingen op basis van metingen is de onzekerheid door moeilijk meetbare stoffen. Als de rapportagegrens van een stof boven de norm ligt spreken we van een niet toetsbare meting. Er is een toenemende trend in niet toetsbare metingen waardoor uitspraken over de ontwikkeling van de waterkwaliteit en normoverschrijdingen op basis van metingen onzekerheid draagt (PBL, 2019).

Een normoverschrijding kan voortkomen uit onjuist gebruik van de middelen (niet naleven van het gebruiksvoorschrift). PBL geeft echter ook aan dat de nationale toelatingsprocedure onvoldoende rekening houdt met specifieke emissieroutes waardoor de emissie naar het milieu mogelijk wordt onderschat en normoverschrijdingen ook bij het voorgeschreven gebruik ontstaan (PBL, 2019). De emissiemodellen die worden gebruikt voor de toelatingsprocedure van middelen en de waterkwaliteitsnormen zijn dus onvoldoende op elkaar afgestemd (RIVM, 2019b).

Sinds 2018 gelden er strengere eisen voor het treffen van emissiereducerende maatregelen. Dit heeft ertoe geleid dat het gebruik van spuitdoppen (ten minste 75% vermindering van drift)

algemeen wordt toegepast. Aangezien de strenge eisen pas sinds 2018 gelden is het eventuele effect op de waterkwaliteit nog niet meetbaar. Ook stimuleerde de nota de aanlag van (bredere) akkerranden om onder andere de populatie van natuurlijke vijanden te ondersteunen. Deze vrijwillige aanpak heeft niet het gewenste resultaat opgeleverd omdat tussen 2013 en 2017 het oppervlak van akkerranden in Nederland juist licht is afgenomen (PBL, 2019).

Natuur

Vanwege de recente grote belangstelling voor effecten van gewasbeschermingsmiddelen op bijen, en dan met name die van neonicotinoïden, worden deze effecten hieronder kort besproken.

Neonicotinoïden worden toegepast tegen plaaginsecten maar hebben ook schadelijke effecten op nuttige insecten waaronder bijen (EFSA, 2018a;2018b;2018e). In 2013 bracht EFSA een specifieke richtlijn uit voor de risicobeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen voor bijen (EFSA, 2013a). Deze richtlijnen werden in 2018 geactualiseerd met evaluaties van drie neonicotinoïden, clothianidin, imidacloprid en thiamethoxam (CIT). Tot op heden is deze richtlijn nog niet in Europa aangenomen. Momenteel vindt er een update plaats van een aantal onderdelen van deze conceptrichtlijn. In april 2018 is door de EU-lidstaten ingestemd met het voorstel van de Europese Commissie om voor de genoemde drie neonicotinoïden het buitengebruik geheel te verbieden ((EU) Uitvoeringsverordening 2018/783¹¹⁹, 2018/784¹²⁰ en 2018/785¹²¹). Geen van deze drie neonicotinoïden is meer toegelaten, thiamethoxam was voor gebruik in de aardappelteelt toegelaten (tot 19/9/2018). In de tussenevaluatie van de 2^e Nota concludeert PBL dat, gezien de recente invoering van de laatste restricties op het gebruik, eventuele effecten zoals verminderde bijensterfte nog niet zichtbaar zal zijn. Wel is de verschuiving in gebruik van alternatieve middelen, meestal niet met een lager risicoprofiel, waarneembaar (PBL, 2019).

Naast de inperking van het gebruik van neonicotinoïden, voorlichten van telers en het stimuleren van niet chemische bestrijding stelt de overheid in haar Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming andere maatregelen voor zoals het stimuleren van (bredere) teeltvrije zones die kunnen worden ingericht voor functionele agrobiodiversiteit (EZ, 2013). Verder laat wetenschappelijk onderzoek zien dat het ook voor schadelijke effecten op insecten (met de sluipwesp als model in de studie) van belang is om naar cumulatieve effecten van mengsels van gewasbeschermingsmiddelen te kijken omdat in deze effecten synergie kan optreden (Willow et al., 2019).

Samenvatting

- Hoewel de risico's voor milieu worden meegenomen in de toelatingsprocedure, worden er nog steeds overschrijdingen van milieukwaliteitsnormen voor gewasbeschermingsmiddelen gemeten.
- De milieubelasting, gemeten over 2002 tot en met 2017, is voor consumptieaardappelen vanaf 2009 lager dan in de periode daarvoor. Voor pootaardappelen treedt een daling op vanaf 2011. Voor zetmeelaardappelen was er een daling vanaf 2008, maar in de periode 2012–2014 heeft er juist een stijging plaatsgevonden.
- Uit de tussenevaluatie van de Nota door PBL blijkt dat ondanks een verbetering van de waterkwaliteit, de tussendoelstelling voor ecologische kwaliteit van oppervlaktewater niet is gehaald.
- De inperking van het gebruik van neonicotinoïden laat nog geen verminderde bijensterfte zien.

¹¹⁹ Uitvoeringsverordening (EU) 2018/783 van de Commissie van 29 mei 2018 tot wijziging van Uitvoeringsverordening (EU) 540/2011 wat betreft de voorwaarden voor de goedkeuring van de werkzame stof imidacloprid.

¹²⁰ Uitvoeringsverordening (EU) 2018/784 van de Commissie van 29 mei 2018 tot wijziging van Uitvoeringsverordening (EU) 540/2011 wat betreft de voorwaarden voor de goedkeuring van de werkzame stof clothianidine.

¹²¹ Uitvoeringsverordening (EU) 2018/785 van de Commissie van 29 mei 2018 tot wijziging van Uitvoeringsverordening (EU) 540/2011 wat betreft de voorwaarden voor de goedkeuring van de werkzame stof thiamethoxam.

10.2. Fysische risico's voor volksgezondheid

Afgezien van de voedselveiligheid komen er in de keten andere fysische gevaren voor die impact kunnen hebben op de volksgezondheid. Hierbij gaat het om de gevaren voor de werknemers in de keten. De aardappelketen strekt zich uit over verschillende sectoren, de agrarische sector, de voedingsmiddelenindustrie, de transportsector en zelfs de chemische industrie. Gevaren kunnen bijvoorbeeld gerelateerd zijn aan machines, transportmiddelen, besloten ruimten en werken op hoogte. Verstikkingsgevaar, valgevaar, snijgevaar, elektrocutiegevaar en vele andere fysische gevaren kunnen aanwezig zijn. Bescherming tegen deze gevaren wordt afgedwongen door de arbeidsomstandighedenregelgeving (Arbeidsomstandighedenwet, onderliggende besluiten en regelingen), en de deugdelijkheid van de producten voor professioneel gebruik door de verschillende Warenwetbesluiten. Ook zijn er een aantal bedrijven die onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen (BRZO 2015) vallen, van waaruit eveneens werknemersveiligheid geborgd moet worden. Toezichthouder binnen Nederland op deze regelgeving die de risico's van fysische gevaren voor de werknemer moet beheersen is de Inspectie SZW. In deze ketenbeoordeling is daarom geen risicobeoordeling voor de fysische gevaren van werknemers uitgevoerd.

11. Afkortingen en begrippen risicobeoordeling aardappelketen

11.1. Afkortingen

Afkorting	Volledige naam (voor definitie zie volgende tabellen)
Aardappel(product)en	Aardappelen en aardappelproducten
AGF	Aardappelen, Groente en Fruit
Kve	Kolonievormende eenheid
RASFF	Rapid Alert System for Food and Feed
Instituten, organisaties	
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung (Duitsland)
BuRO	Bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO) van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
CDC	Centers for Disease Control and Prevention (Verenigde Staten)
CFIA	Canadian Food Inspection Agency
CLO	Compendium voor de Leefomgeving
CML	Centrum voor Milieuwetenschappen – Universiteit Leiden
Ctgb	College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden
DEFRA	Department for Environmental, Food and Rural Affairs - UK
EC	Europese Commissie
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
EFSA	European Food Safety Authority
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organization
EZ(K)	Ministerie van Economische Zaken (en Klimaat)
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations
FDA	United States Food and Drug Administration
FSANZ	Food Standards Australia New Zealand
IARC	International Agency for Research on Cancer (onderdeel van WHO)
ICMSF	International Commission on Microbiological Specifications for Foods
IPPC	International Plant Protection Convention. Internationaal verdrag onder de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties, voor internationale samenwerking met als doel om de introductie en verspreiding van schadelijke organismen te voorkomen en te bestrijden
ISHS	International Society for Horticultural Science
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
JRC	Joint Research Centre. Het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek, vaak afgekort vanuit het Engels tot JRC, is de wetenschappelijke dienst van de Europese Commissie.
KHN	Koninklijke Horeca Nederland
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
NAK	Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen
NAO	Nederlandse Aardappel Organisatie
NPPO	National Plant Protection Organization
NVIC	Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum ondergebracht bij het Universitair Medisch Centrum Utrecht

NVWA	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
PD	Plantenziektenkundige Dienst
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RIWA	Vereniging van Rivierwaterbedrijven
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
TBM	Stichting Teeltbeschermingsmaatregelen Zetmeelaardappelen
UN	United Nations
USDA-APHIS	United States Department of Agriculture – Animal and plant Health Inspection service
VAVI	Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie
VVAK	Voedsel- en Voederkwaliteit Akkerbouw
WFBR	Wageningen Food & Biobased Research
WFSR	Wageningen Food Safety Research
WHO	World Health Organization
WUR	Wageningen University and Research
Chemische stoffen	
AGE	Advanced Glycation Endproduct
BAC	Benzalkoniumchloride
DAS	Diacetoxyscirpenol
DDAC	Didecylmethyl ammonium-chloride
DDT	4,4'-Dichloordifenyiltrichloorethaan
DON	Deoxynivalenol
HBCDD	Hexabroomcyclododecanen
MCPD	3-Chloor-1,2,propaandiol
PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstof
PBDE	Polybroomdifenyl-ethers
PCB	Polychloorbifenylen
PCDD	Polychloordibenzo-p-dioxines
PCDF	Polychloordibenzofuranen
PFAS	Poly- en perfluoralkylverbindingen
QUAT	Quaternaire ammonium verbinding
Technische termen	
ADI	Acceptable Daily Intake
ARfD	Acute Referentie Dosis
BMDL	Benchmark dose; dosis waarbij een stof een bepaald effect (benchmark effect) veroorzaakt
FCM	Food Contact Materials
GAP	Good Agricultural Practice
GLP	Goede Landbouwkundige Praktijken
IPM	Integrated Pest Management (Geïntegreerde gewasbescherming)
KAP	Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten
LB	Lower Bound
LOD	Detectielimiet (Level of Detection)
MB	Middel Bound
ML	Maximale Limiet
MoE	Margin of Exposure
MRL	Maximale Residu Limiet

RASFF	Rapid Alert System for Food and Feed
SML	Specifieke Migratielimiet
TDI	Tolerable Daily Intake
TWI	Tolerable Weekly Intake [PTWI = provisional TWI]
UB	Upper Bound
VCP	Voedselconsumptiepeiling

11.2. Plantgezondheid

Begrip	Definitie
Aangewezen gebied (<i>Meloidogyne</i>)	Gebieden met een <u>officiële vondst</u> van <i>Meloidogyne chitwoodi</i> of <i>M. fallax</i> worden door de NVWA aangewezen (afgebakend) (NVWA, 2020j)
Aantasten	Het zich vestigen en uitbreiden van een parasiet of fytofaag organisme in of op de <u>waard</u> (Bos et al., 1985)
Aantasting	Het aantasten of het aangetast zijn. Aantasting door een pathogeen is infectie en hoeft niet te resulteren in beschadiging en ziekte (Bos et al., 1985)
Aardappelteeltverbodsgebied	Afgebakende gebieden in Nederland waar veel <u>voortkwekingsmateriaal</u> wordt geteeld en waar de teelt van aardappelen verboden is (NVWA, 2018b)
Cultivar	<p> Eenheid binnen een gekweekte plantensoort. Een cultivar kan een ras zijn maar niet alle rassen zijn cultivars.</p> <p> A cultivar, as a taxon, is an assemblage of plants that (a) has been selected for a particular character or combination of characters, and (b) remains distinct, uniform, and stable in these characters when propagated by appropriate means ((ISHS, 2016))</p>
Effectief middelen- en maatregelenpakket	Een effectief middelen – en maatregelenpakket houdt in dat er voldoende maatregelen en middelen beschikbaar zijn om ziekten, plagen en onkruiden in een teelt op een landbouwtechnisch doelmatige (waaronder kosteneffectieve) wijze te beheersen, inclusief een verantwoord resistentiemanagement (NVWA, 2018d)
Exportcontrole	Officiële procedure bij <u>export</u> van zendingen naar landen buiten de Europese Unie om vast te stellen dat aan de eisen van het importerende land is voldaan
Exportverlies	Economische waarde van verminderde <u>export</u> van producten als gevolg van de aanwezigheid van een <u>schadelijk organisme</u> op het grondgebied van het exporterende land
Fungicide	Schimmeldodende stof, schimmelbestrijdingsmiddel (Ctgb, 2015)
Fysio	Eenheid binnen een soort, (vooral gebruikt bij schimmels) die niet is te onderscheiden op morfologische kenmerken, maar wel op basis van symptoomvorming op een set <u>plantenrassen</u> van één of enkele <u>waardplantsoorten</u> (naar (Bos et al., 1985))

Begrip	Definitie
Fytofaag organisme	Organisme dat zich voedt met levend plantaardig weefsel (Bos et al., 1985)
Fytosanitair certificaat	Een officieel papieren document of officieel elektronisch equivalent ervan, in overeenstemming met het modelcertificaat van de IPPC, behorend bij een geëxporteerde zending, waarin het exporterende land verklaard dat de zending voldoet aan de eisen van het importerende land (FAO, 2016b)
Fytosanitaire maatregel	Elke wet, regulering of officiële procedure die bedoeld is om de introductie of verspreiding van <u>quarantaineorganismen</u> te voorkomen (FAO, 2016b)
Geïntegreerde bestrijding	De zorgvuldige afweging van alle beschikbare gewasbeschermingsmethoden, gevolgd door de integratie van passende maatregelen die de ontwikkeling van populaties van <u>schadelijke organismen</u> tegengaan, het gebruik van <u>gewasbeschermingsmiddelen</u> en andere vormen van interventie tot economisch en ecologisch verantwoorde niveaus beperkt houden en het risico voor de gezondheid van de mens en voor het milieu tot een minimum beperken (Richtlijn 2009/128/EG en Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden, Wgb). Aangevuld in de Richtlijn 2009/128/EG met: "Bij de geïntegreerde gewasbescherming ligt de nadruk op de groei van gezonde gewassen, waarbij de landbouwecosystemen zo weinig mogelijk worden verstoord en natuurlijke plaagbestrijding wordt aangemoedigd
Geïntegreerde gewasbescherming	Zie: Geïntegreerde bestrijding
Genetische bronnen	Genetische bronnen zijn genetisch materiaal van feitelijke of potentiële waarde. Genetisch materiaal is alle materiaal van plantaardige, dierlijke, microbiële of andere oorsprong dat functionele eenheden van de erfelijkheid bevat (UN, 1992)
Genus-herkomst combinatie	Een criterium voor classificatie van partijen planten van hetzelfde taxonomische geslacht (genus) en geïmporteerd uit hetzelfde land of gebied
Gereguleerd niet-quarantaineorganisme (Regulated Non-Quarantine Pest; RNQP)	Een niet- <u>quarantaineorganisme</u> dat gereguleerd is voor <u>voortkwekingsmateriaal</u> van bepaalde plantensoorten dat in de handel wordt gebracht (FAO, 2016b)
Gereguleerd organisme	Een <u>quarantaineorganisme</u> , <u>quarantainewaardig organisme</u> of <u>gereguleerd niet-quarantaineorganisme</u> (FAO, 2016b)
Gewasbeschermingsmiddel	Middel, in de vorm waarin zij aan de gebruiker wordt geleverd, die geheel of gedeeltelijk bestaan uit <u>werkzame stoffen</u> , beschermstoffen of synergisten, en bestemd voor een van de volgende toepassingen: a) de bescherming van planten of plantaardige producten tegen alle <u>schadelijke organismen</u> of het verhinderen van de werking van dergelijke organismen, tenzij deze middelen worden beschouwd als middelen die vooral om hygiënische redenen worden gebruikt veeleer dan ter bescherming van planten of plantaardige producten; b) het beïnvloeden van de levensprocessen van planten, zoals het beïnvloeden van hun groei, voor zover het niet

Begrip	Definitie
	gaat om nutritieve stoffen; c) de bewaring van plantaardige producten, voor zover die stoffen of middelen niet onder bijzondere communautaire bepalingen inzake bewaarmiddelen vallen; d) de vernietiging van ongewenste planten of delen van planten, met uitzondering van algen tenzij de producten op de bodem of in water worden gebruikt ter bescherming van planten; e) de beperking of voorkoming van de ongewenste groei van planten, met uitzondering van algen tenzij de producten op de bodem of in water worden gebruikt ter bescherming van planten (Verordening (EG) 1107/2009)
Gewasbeschermingsmiddelenpakket	De verzameling van <u>gewasbeschermingsmiddelen</u> die voor Nederland door het Ctgb zijn toegelaten voor een omschreven activiteit (bijvoorbeeld de teelt van lelie, de teelt van bloemisterijgewassen (bedekte teelt), de Nederlandse land- en tuinbouw)
Grondontsmettingsmiddel	Een <u>gewasbeschermingsmiddel</u> voor grond of bodembehandeling specifiek gericht op de bestrijding van erin verblijvende <u>schadelijke organismen</u> . Deze toepassingsmethode is vaak in de eerste plaats gericht op de bestrijding van nematoden (Ctgb, 2015)
Herbicide	Onkruidodend middel, onkruidbestrijdingsmiddel (Ctgb, 2015)
Importcontrole	Officiële procedure bij binnenkomst van zendingen uit landen buiten de Europese Unie om vast te stellen dat aan de eisen van Verordening 2016/2031 is voldaan. De procedure bestaat uit fysieke controle, documentcontrole en identiteitscontrole.
Incidentie	Het percentage of het aantal eenheden van een partij, gebied of steekproef, dat besmet is met een schadelijk organisme (FAO, 2016b)
Inperken	Toepassen van <u>fyto-sanitaire maatregelen</u> in en rondom een besmet gebied om verspreiding van een <u>schadelijk organisme</u> vanuit het gebied te voorkomen (FAO, 2016b)
Insecticide	Insecten- en geleedpotigen dodende stof, (chemisch) insectenbestrijdingsmiddel (Ctgb, 2015)
Inspectie	<u>Officiële visuele beoordeling</u> van planten, plantaardige producten of andere objecten om vast te stellen of <u>schadelijke organismen</u> aanwezig zijn (FAO, 2016b). Tijdens een inspectie kunnen ook monsters worden genomen voor een <u>toets</u> om de aanwezigheid van een of meerdere schadelijk organismen te kunnen vaststellen
Integrated Pest Management (IPM)	Zie: Geïntegreerde bestrijding
Interceptie	Aantreffen van een <u>schadelijk organisme</u> in een zending bij importcontrole (FAO, 2016b)
Introductie	De binnenkomst van een <u>schadelijk organisme</u> in een gebied, resulterend in de langdurige aanwezigheid van het organisme in het gebied (FAO, 2016b). Introductie

Begrip	Definitie
	(Introduction) bestaat uit binnenkomen (entry) en vestiging (establishment) van een schadelijk organisme (FAO, 2017)
Laboratoriumtoets	<u>Toets</u> uitgevoerd in een laboratorium
Meeliften	Verplaatsing van een <u>schadelijk organisme</u> via andere middelen of materialen dan <u>waardplanten</u> of via natuurlijke verspreiding
Metaboliet	Chemisch omzettingsproduct ontstaan door (metabolische) afbraak van de moederstof (Ctgb, 2015)
Nematicide	Nematodendodende stof, nematodenbestrijdingsmiddel (Ctgb, 2015).
Neonicotinoïde	Een groep <u>werkzame stoffen</u> (insecticiden) die verwant zijn aan nicotine
Notificatie van interceptie (Notification of interception)	Een 'notificatie van interceptie' wordt door een importerend land verzonden aan een exporterend land, als een geëxporteerde zending niet voldoet aan de in het <u>fyto-sanitair certificaat</u> gestelde eisen, bijvoorbeeld als de zending besmet blijkt te zijn met <u>schadelijke organismen</u> (FAO, 2016a)
Nultolerantie	Voor een <u>schadelijk organisme</u> of een <u>residu</u> : De eis dat het organisme of de stof niet wordt aangetroffen in een partij of steekproef
Officieel	Ingesteld, geautoriseerd of uitgevoerd door de 'National Plant Protection Organisation' (FAO, 2016b). De NVWA is de 'national plant protection organisation' van Nederland
Opbrengstderving	Zie: <u>schade</u>
Organisme-gewas combinatie	De specifieke combinatie van één soort <u>schadelijk organisme</u> en één soort <u>waardplant</u> , bijvoorbeeld om een <u>tolerantiegrens</u> voor de besmettingsgraad van een partij van die waardplant te formuleren
Plaagorganisme	Dierlijk schadelijk organisme
Plantenpaspoort	Een <u>officieel</u> label dat bewijst dat aan de fyto-sanitaire normen en aan de bijzondere eisen voor verkeer van planten binnen de EU, die bij Verordening 2016/2031 zijn vastgesteld, is voldaan, en dat daartoe: - op communautair niveau voor verschillende soorten planten of plantaardige producten is gestandaardiseerd en - is opgesteld door de verantwoordelijke officiële instantie van een lidstaat en afgegeven overeenkomstig de toepassingsbepalingen betreffende de bijzonderheden van de procedure voor de afgifte van plantenpaspoorten (Verordening 2016/2031)
Plantpathogeen	Niet-dierlijk schadelijk organisme
Quarantaineorganisme (EU-quarantaineorganisme)	Een <u>schadelijk organisme</u> , waarvan de identiteit duidelijk is, dat nog niet voorkomt in de EU of slechts in beperkte mate, dat zich in de EU kan vestigen en na introductie onaanvaardbare gevolgen heeft en dat vermeld staat in Bijlage II van Uitvoeringsverordening (EU) 2019/2072

Begrip	Definitie
	(Uitvoeringsverordening 2016/2031, artikel 4) of waarvoor tijdelijke maatregelen gelden bij uitvoeringshandeling door de Commissie (Uitvoeringsverordening 2016/2031, artikel 30). NB Volgens Verordening 2016/2031 zijn uitsluitend de organismen in bijlage II van Verordening 2019/2072 EU-quarantaineorganismen
Quarantainewaardig organisme	Een <u>schadelijk organisme</u> dat niet is vermeld in Bijlage II van Uitvoeringshandeling 2019/2072 en waarvoor geen tijdelijke maatregelen gelden vastgesteld bij uitvoeringshandeling door de Commissie, maar waarvoor in Nederland <u>officiële</u> fyto-sanitaire maatregelen worden genomen, meestal naar aanleiding van een eerdere <u>vondst</u> of <u>interceptie</u> van het organisme of een aanvraag van een bedrijf of instelling om met een organisme te mogen werken van buiten de Europese Unie
Ras	Zie: cultivar
Residu	Resthoeveelheid van <u>werkzame stof</u> van een <u>gewasbeschermingsmiddel</u> of (schadelijke) <u>metabooliet</u> daarvan, die na toepassing van het <u>gewasbeschermingsmiddel</u> op of in een product, gewas, water of grond wordt aangetroffen (Ctgb, 2015)
Resistentie (tegen gewasbeschermingsmiddel)	De genetisch bepaalde verminderde gevoeligheid van een populatie van een <u>schadelijk organisme</u> voor een bepaald <u>gewasbeschermingsmiddel</u>
Resistentie (tegen schadelijk organisme)	Genetisch bepaalde verminderde vatbaarheid van een populatie planten voor <u>schade</u> door een <u>schadelijk organisme</u>
Schade	Reductie in kwantiteit en/of kwaliteit van het geoogste product als gevolg van de aanwezigheid van een <u>schadelijk organisme</u> in het gewas. Schade is synoniem met opbrengstderving (Zadoks & Schein, 1979)
Schadelijk	Een organisme is schadelijk als <u>beschadiging</u> , <u>schade</u> , <u>verlies</u> en/of <u>exportverlies</u> aan planten of plantaardige producten ontstaat als gevolg van de aanwezigheid van het organisme
Schadelijke organisme (ENG: pest)	Elke soort, stam of biotype van planten, dieren of ziekteverwekkers die <u>schadelijk</u> is voor planten of plantaardige producten (Verordening 2016/2031); (FAO, 2016b)
Symptoom	Verschijsel waaraan de aanwezigheid van een <u>schadelijk organisme</u> te herkennen is
Toets	<u>Officiële</u> beoordeling, anders dan visueel, van planten, plantaardige producten of andere objecten om te beoordelen of <u>schadelijke organismen</u> aanwezig zijn (FAO, 2016b)
Tolerantiegrens	Niveau van <u>incidentie</u> van een <u>schadelijk organisme</u> in een gebied of in een partij plantmateriaal, waarboven het schadelijk organisme moet worden bestreden of een partij wordt afgekeurd (FAO, 2016b).
Verlies	Economische waarde van de <u>schade</u> (Zadoks & Schein, 1979).

Begrip	Definitie
Verspreiding	Uitbreiding van de geografische verdeling van een <u>schadelijk organisme</u> in een gebied (FAO, 2016b)
Visuele beoordeling	Fysiek onderzoek van planten, plantaardige producten of andere objecten, met behulp van het blote oog, loep, stereoscoop of microscoop om <u>schadelijke organismen</u> te ontdekken, zonder gebruik te maken van <u>toetsen</u> (FAO, 2016b)
Vondst	Aantreffen van een <u>schadelijk organisme</u> op het grondgebied van Nederland
Waard, gastheer	Organisme (individu of soort) waarin of waarop een ander organisme of virus de bestanddelen en voorwaarden vindt, die zijn groei (en vermeerdering) nodig zijn. Is de gastheer een plant dan wordt bij voorkeur van <u>waardplant</u> gesproken (Bos et al., 1985)
Waardplant	Zie: <u>waard</u>
Waardplantenreeks	De lijst van bekende <u>waardplanten</u> voor een organisme
Werkzame stof	De component(en) in een <u>gewasbeschermingsmiddel</u> dat (die) verantwoordelijk is (zijn) voor de werking (Ctgb, 2015)

11.3. Voedselveiligheid

Begrip	Definitie
Acute blootstelling	Kortdurende, eenmalige blootstelling
Carcinogeen	Kankerverwekkend
Chronische blootstelling	Langdurige, levenslange blootstelling
Cumulatief effect	Total effect van de effecten van verschillende stof tezamen
Genotoxisch	Door beschadiging van DNA erfelijke veranderingen kunnen veroorzaken
Gezondheidskundige grenswaarde	Maximale hoeveelheid van een stof die een mens kan binnenkrijgen zonder risico's voor de gezondheid (mg of µg stof per kg lichaamsgewicht) [RIVM, https://rvs.rivm.nl/normen/consumenten]
Hepatotoxiciteit	Giftigheid voor de lever
Kiemreducerende behandeling	Behandeling van een product waardoor reductie van de microbiële besmetting van het product plaatsvindt
Kolonievormende eenheid (Kve)	Eenheid gebruikt bij bepaling van het aantal bacteriën in een matrix. Deze hoeveelheid wordt uitgedrukt in het aantal kve per ml of gram. Dat wil zeggen dat er zoveel kolonies gekweekt zijn uit 1 gram product. Omdat de mogelijkheid bestaat dat 1 kolonie uit meer cellen

Begrip	Definitie
	is ontstaan, wordt deze eenheid gebruikt en niet het aantal cellen per ml of gram.
Milieucontaminant	Contaminanten (verontreinigingen) in het milieu
Multiresidumethode	Chemisch analytische methode waarin meerdere gewasbeschermingsmiddelen tegelijk kunnen worden geanalyseerd
Mutageen	Genotoxische stof
Neurotoxisch	Giftig voor het zenuwstelsel
Nosocomiale infectie / overdracht	Infectie / overdracht van micro-organismen opgelopen in het ziekenhuis
Productnorm	Maximaal gehalte van een stof in voedingsmiddelen, vastgesteld per stof-levensmiddel combinatie
Teratogeen	Stof die aangeboren afwijkingen kan veroorzaken
Toxico-infectie	Vergiftiging die ontstaat door het eten van voedsel waarin ziekteverwekkende bacteriën aanwezig waren, die toxine(n) in de darmen vormen
Versgewicht	Gewicht van de (rauwe) aardappelen (ook wel natgewicht)
Voedselinfectie	Infectieziekte ontstaan door het eten van voedsel en veroorzaakt door de (aanwezigheid van) ziekteverwekkende micro-organismen in dat voedsel. De ziekte zelf ontstaat na binnendringen van de micro-organismen in het lichaam
Voedselvergiftiging	Vergiftiging ontstaan door het eten van voedsel waarin gifstoffen (toxinen) aanwezig waren, die door bacteriën of schimmels in dat voedsel zijn gevormd
Wettelijke limiet	Maximale waarde die wettelijk is vastgelegd

11.4. Teelt, bewerking en verwerking

Begrip	Definitie
Bouwplan	De verdeling van gewassen over de beschikbare percelen van een landbouwbedrijf
Consument	Eindgebruiker (particulier) van een <u>eindproduct</u> . Laatste schakel van een productieketen
Consumptie	Eindgebruik van het product, omvat verschillende vormen: voeding, plaatsen van planten in een particuliere tuin of particuliere overdekte ruimte, verwerken van planten tot decoratie, etc.
Eindgebruik	Zie: consumptie

Begrip	Definitie
Eindproduct	Geogst product van een gewas, bestemd voor <u>consumptie</u>
Grote cateraars	Bedrijven of instellingen (inclusief voertuigen en vaste of mobiele kramen), zoals restaurants, kantines, scholen, ziekenhuizen en cateringbedrijven waarin in het kader van een bedrijfsactiviteit voedsel wordt bereid dat klaar is voor consumptie door de eindverbruiker
Miniknollen	Miniknollen zijn kleine aardappelknolletjes die in de kas zijn gegroeid. Ze groeien aan plantjes die door snelle vermeerdering vanuit één plant zijn verkregen. Deze plantjes worden ziektevrij opgekweekt en vervolgens in schone potgrond gepoot. De knolletjes die van deze plantjes worden geogst, worden miniknollen genoemd. M
Plant- of pootgoed	Zie: uitgangsmateriaal
Reststroom	Bijproducten en afval, ontstaan in een ketenschakel van een productieketen
Samengesteld product	Producten waarin naast aardappelen ingrediënten uit andere productieketens dan de aardappelketen zijn verwerkt
Tarragrond	Aanhangende grond die vrijkomt bij het verwerken van geogste aardappelen
Teeltmateriaal	Zie: voortkweekingsmateriaal
Uitgangsmateriaal	Zie: voortkweekingsmateriaal
Veredeling	Totaal aan handelingen dat leidt tot verbetering van erfelijke eigenschappen van cultuurgewassen
Vermeerdering	Productie van nieuw <u>uitgangsmateriaal</u> (zaai-, plant- en pootgoed) voor de <u>teelt</u> van eindproducten. Vermeerderingstechnieken zijn de teelt van zaad, het produceren van stekken en enten, in-vitro cultuur, weefselkweek
Voedselbereider	Consument in private huishoudens; Professionele voedselbereiders bij <u>grote cateraars</u>
Volggewas	Het eerstvolgende gewas dat op een bepaald perceel wordt geteeld na oogst van het huidige gewas
Voortkweekingsmateriaal	Planten of plantmateriaal dat bestemd is voor gebruik als zaaigoed, pootgoed of plantgoed. Synoniem met uitgangsmateriaal en teeltmateriaal
Vruchtwisseling	De chronologische volgorde waarin gewassen in een <u>bouwplan</u> op één perceel worden geteeld
Weefselkweek	Weefselkweek is een methode om planten te vermeerderen onder steriele condities, die vaak wordt gebruikt om klonen van een plant te produceren. Miniknollen

11.5. Medisch

Begrip	Definitie
Opportunistisch pathogeen	Een micro-organisme dat zonder gevaar aanwezig is op of in een menselijk lichaam en geen gezondheidsrisico vormt tenzij het immuunsysteem van het lichaam faalt (O'Toole, 2017)
Ziektelast	De ziektelast ('Burden of Disease') is de hoeveelheid gezondheidsverlies in een populatie die veroorzaakt wordt door ziekten. De ziektelast wordt uitgedrukt in DALY's ('Disability-Adjusted Life-Years'). De DALY kwantificeert gezondheidsverlies en is opgebouwd uit twee componenten: de jaren verloren door vroegtijdige sterfte en de jaren geleefd met ziekte

11.6. Overig

Begrip	Definitie
Bewerking	Behandeling van het product zonder dit noemenswaardig te veranderen. Hieronder vallen wassen, verpakken en schillen
Derde land	Een staat die geen lid is van de Europese Unie
Derde-landeneis	Eisen die derde landen stellen aan zendingen uit <u>andere landen</u> , bijvoorbeeld Nederland
Export	Verkeer van producten naar landen buiten de Europese Unie
Handel	Verkeer van producten
Import	Binnenbrengen van producten in de Europese Unie vanuit landen buiten de Europese Unie
Invoer	Binnenbrengen van producten uit andere lidstaten van de Europese Unie in Nederland
Milieukwaliteitsnorm	Milieukwaliteitsnormen richten zich op het beschermen van de algemene milieukwaliteit binnen wettelijke kaders. Er zijn milieukwaliteitsnormen voor stoffen in oppervlaktewater, grondwater, sediment, bodem en lucht
Uitvoer	Verkeer van producten uit Nederland naar andere lidstaten van de Europese Unie
Verwerking	Handeling die het oorspronkelijke product ingrijpend wijzigt, onder meer door middel van verhitten, roken, zouten, rijpen, drogen, marinieren, extraheren of extruderen, of een combinatie van dergelijke behandelingen Uit: Verordening (EU) 852/2004

12. Literatuur

- Aalten M, de Jong A, Stenvers O, Braks M, Friesema I, Maassen C, Van Pelt W, Schimmer B & Geenen P, 2011. Staat van Zoönosen 2010. RIVM rapport 330291007/2011. nieuwe Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 62 pp. Beschikbaar online: http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2011/november/Staat_van_zoonosen_2010
- Agbaje M, Begum RH, Oyekunle MA, Ojo OE & Adenubi OT, 2011. Evolution of *Salmonella* nomenclature: a critical note. *Folia Microbiologica*, 56, 497-503. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s12223-011-0075-4>
- Agrimatie, 2016. Agrimatie: informatie over de agrosector: Gewasbescherming, Dashboard gewasbescherming - Alle sectoren (versie 3 juli 2016) [Webpagina]. Wageningen Economic Research, Wageningen University & Research. Beschikbaar online: <http://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2275> [Geraadpleegd: 18 oktober 2018].
- Agrimatie, 2020. Gewasbescherming [Webpagina]. Beschikbaar online: <http://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2275> [Geraadpleegd: 11-2-2020].
- Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2017. Handboek Voedsel- en Voederveiligheid Akkerbouw (VVAK); Teelt- en bewaarseizoen 2017-2018
- Akkerbouw Certificeringsoverleg, 2019. Handboek Voedsel- en Voederveiligheid Akkerbouw (VVAK). Brancheorganisatie Akkerbouw. Beschikbaar online: <https://bo-akkerbouw.nl/NL/diensten/certificering>
- Al-Sadi A, 2017. Impact of Plant Diseases on Human Health. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 7 (2), 21-22. Beschikbaar online: https://doi.org/10.4103/ijnpnd.ijnpnd_24_17
- Argudin MA, Mendoza MC & Rodicio MR, 2010. Food poisoning and *Staphylococcus aureus* enterotoxins. *Toxins (Basel)*, 2 (7), 1751-1773. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/toxins2071751>
- Avebe, 2018. Optimeelverslag Teeltjaar 2017. Veendam, 31 pp. Beschikbaar online: <https://www.avebe.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2015/06/Optimeelverslag-teeltjaar-2017-.pdf>
- Avebe, 2020a. Solanic [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.avebe.nl/producten/solanic/>
- Avebe, 2020b. Over ons [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.avebe.nl/over-ons/> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- Aviko, 2013. Golfbal? Gevaarlijk! Beschikbaar online: <https://avikopotato.nl/nl/nieuws/nieuws/22-aviko-algemeen/59-golfbal-gevaarlijk>
- Aviko, 2014. 108 uur stilstand door vervuiling. Beschikbaar online: <https://avikopotato.nl/nl/nieuws/nieuws/150-108-uur-stilstand-door-vervuiling>
- Aviko, 2015. Geen golfballen en glasscherven! Beschikbaar online: <https://avikopotato.nl/nl/nieuws/nieuws/18-agronomie-berichten/363-geen-golfballen-en-glasscherven>
- Aviko, 2016. Toelichting Bedrijfsprocessen Aviko Lomm.
- Aviko, 2019. Telers kunnen helpen productvervuiling te voorkomen. Beschikbaar online: <https://avikopotato.nl/nl/nieuws/nieuws/554-telers-kunnen-helpen-productvervuiling-te-voorkomen>
- Aviko, 2020. Voorwaarden 2020. Dronten.
- Azevedo M-M, Faria-Ramos I, Cruz LC, Pina-Vaz C & Gonçalves Rodrigues A, 2015. Genesis of Azole Antifungal Resistance from Agriculture to Clinical Settings. *Journal of Agricultural and*

- Food Chemistry, 63 (34), 7463-7468. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02728>
- Baayen RP, Cochius G, Hendriks H, Meffert JP, Bakker J, Bekker M, van den Boogert PHJF, Stachewicz H & van Leeuwen GCM, 2006. History of potato wart disease in Europe—a proposal for harmonisation in defining pathotypes. *European Journal of Plant Pathology*, 116 (1), 21-31.
- Balique F, Lecoq H, Raoult D & Colson P, 2015. Can plant viruses cross the kingdom border and be pathogenic to humans? *Viruses*, 7 (4), 2074-2098. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/v7042074>
- Banach JL, Hoffmans Y, Van Asselt ED, Klüche M & Hoek – van den Hil EF, 2020. Cleaning and disinfection in the poultry, eggs, leafy greens and sprouts supply chains. WFSR report 2020.008. WFSR.
- Barth M, Hankinson TR, Zhuang H & Breidt F, 2009. Microbiological spoilage of fruits and vegetables. In, *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*. Springer, pp. 135-183.
- Battilani A, Plauborg F, Andersen MN, Forslund A, Ensink J, Dalsgaard A, Fletcher T & Solimando D, 2014. Treated wastewater reuse on potato (*Solanum tuberosum*). *Acta Horticulturae*, 1038, 105-112. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1038.11>
- Beuchat L, Komitopoulou E, Betts R, Beckers H, Bourdichon F, Joosten H, Fanning S & Kuile B, 2011. Persistence and survival of pathogens in dry foods and dry food processing environments. Report no. 9078637323. ILSI Europe, Brussel, 48 pp. Beschikbaar online: <https://ilsi.eu/publication/persistence-and-survival-of-pathogens-in-dry-foods-and-dry-food-processing-environments/>
- BfR, 2018a. Table potatoes should contain low levels of glycoalkaloids (solanine). Bundesinstitut für Risikobewertung. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.17590/20180503-095617-0>
- BfR, 2018b. Speisekartoffeln sollten niedrige Gehalte an Glykoalkaloiden (Solanin) enthalten: Stellungnahme Nr. 010/2018 des BfR vom 23. April 2018. Bundesinstitut für Risikobewertung., Berlin. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.17590/20180423-085250>
- BfR, 2018c. Solanine in potatoes: Green and strongly germinating potato tubers should be sorted out. Bundesinstitut für Risikobewertung.
- Blue SR, Singh VR & Saubolle MA, 1995. *Bacillus licheniformis* bacteremia: five cases associated with indwelling central venous catheters. *Clinical Infectious Diseases*, 20 (3), 629-633. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/clinids/20.3.629>
- Bokkers B, van de Ven B, Janssen P, Bil W, van Broekhuizen F, Zeilmaker M & Oomen A, 2019. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in food contact material. RIVM Letter report 2018-0181. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 108 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2018-0181>
- Bonerba E, Di Pinto A, Novello L, Montemurro F, Terio V, Colao V, Ciccarese G & Tantiello G, 2010. Detection of potentially enterotoxigenic food-related *Bacillus cereus* by PCR analysis. *International Journal of Food Science & Technology*, 45 (6), 1310-1315. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02257.x>
- Boon PE & te Biesebeek JD, 2015. Preliminary assessment of dietary exposure to 3-MCPD in the Netherlands. RIVM Letter report 2015-0199. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 43 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0199.pdf>
- Boon PE, te Biesebeek JD, de Wit-Bos L & van Donkersgoed G, 2014. Dietary exposure to dioxins in the Netherlands. RIVM Report 2014-0001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 62 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0001.pdf>
- Boon PE, te Biesebeek JD, van Leeuwen SPJ, Zeilmaker MJ & Hoogenboom LAP, 2016. Dietary exposure to polybrominated diphenyl ethers in the Netherlands. RIVM Report 2016-0037. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 62 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0037.pdf>

- Boon PE, van Donkersgoed G, Wolterink G, Brants H, Drijvers J & Zeilmaker M, 2017. The intake of contaminants via a diet according to the Dutch Wheel of Five Guidelines. RIVM letter report 2017-0124. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 120 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2017-0124>
- Bos L, Limonard T, Parlevliet JE, van der Zweep W, Ankersmi GW, Coolen WA & Evenhuis HH, 1985. Lijst van gewasbeschermingskundige termen. Gewasbescherming, 16 (1), Supplement nr. 1.
- Bourland CT, Heidelbaugh ND, Huber CS, Kiser PR & Rowley DB, 1974. Hazard analysis of *Clostridium perfringens* in the skylab food system. Journal of Milk and Food Technology, 37 (12), 624-628. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0022-2747-37.12.624>
- Bouwknegt M, Mangen M-JJ, Friesema IHM, van Pelt W & Havelaar AH, 2014. Disease burden of food-related pathogens in the Netherlands, 2013. RIVM Letter report 2014-0115/2015. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 36 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2017-0061.pdf>
- Brancheorganisatie Akkerbouw, 2020a. Handboek Bodem en Bemesting: Aardappelen [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Gewas/Aardappelen.htm> [Geraadpleegd: 10-06-2020].
- Brancheorganisatie Akkerbouw, 2020b. Certificering [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://bo-akkerbouw.nl/NL/diensten/certificering> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- Brenner FW, Villar RG, Angulo FJ, Tauxe R & Swaminathan B, 2000. *Salmonella* nomenclature. Journal of Clinical Microbiology, 38 (7), 2465-2467. Beschikbaar online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10878026>
- Bryan FL, Teufel P, Riaz S, Roohi S, Qadar F & Malik Z, 1992. Hazards and critical control points of street-vended chat, a regionally popular food in Pakistan. Journal of Food Protection, 55 (9), 708-713. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-55.9.708>
- Brynestad S & Granum PE, 2002. *Clostridium perfringens* and foodborne infections. International Journal of Food Microbiology, 74 (3), 195-202. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00680-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00680-8)
- Bus CB, Van Loon CD & Veerman A, 1996. Teelt van pootaardappelen. Teelthandleiding PAGV, Lelystad. Beschikbaar online: <https://research.wur.nl/en/publications/teelt-van-pootaardappelen>
- Busse F, Bartkiewicz A, Terefe-Ayana D, Niepold F, Schleusner Y, Flath K, Sommerfeldt-Impe N, Lubeck J, Strahwald J, Tacke E, Hofferbert HR, Linde M, Przetakiewicz J & Debener T, 2017. Genomic and transcriptomic resources for marker development in *Synchytrium endobioticum*, an elusive but severe potato pathogen. Phytopathology, 107 (3), 322-328. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-16-0197-R>
- CABI, 2018. *Globodera ellingtonae*. Distribution Maps of Plant Diseases; 2018. (October):map 1219 (edition 1). [Webpagina]. CABI Head Office, Wallingford, UK. Beschikbaar online: <https://www-cabi-org.ezproxy.library.wur.nl/dmpd/FullTextPDF/2018/20183337975.pdf>
- CABI, 2019. Crop Protection Compendium [online database] [Webpagina]. CAB International. Beschikbaar online: <https://www.cabi.org/cpc/>
- Çakır E, van Leeuwen GCM, Flath K, Meffert JP, Janssen WAP & Maden S, 2009. Identification of pathotypes of *Synchytrium endobioticum* found in infested fields in Turkey. EPPO Bulletin, 39 (2), 175-178.
- Carlin F & Peck MW, 1996. Growth of and toxin production by nonproteolytic *Clostridium botulinum* in cooked puréed vegetables at refrigeration temperatures. Applied and Environmental Microbiology, 62 (8), 3069-3072. Beschikbaar online: <https://aem.asm.org/content/aem/62/8/3069.full.pdf>
- Carter AT & Peck MW, 2015. Genomes, neurotoxins and biology of *Clostridium botulinum* Group I and Group II. Research in Microbiology, 166 (4), 303-317. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2014.10.010>

- CDC, 2018a. National Botulism Surveillance [Webpagina, 14-03-2018]. Beschikbaar online: <https://www.cdc.gov/botulism/surveillance.html>
- CDC, 2018b. National Outbreak Reporting System (NORS) [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.cdc.gov/norsdashboard/> [Geraadpleegd: 12-10-2018].
- CDC, 2019a. *Listeria* (Listeriosis) [Webpagina, 7-11-2019]. Beschikbaar online: <https://www.cdc.gov/listeria/index.html> [Geraadpleegd: 10-12-2019].
- CDC, 2019b. *Pseudomonas aeruginosa* in healthcare settings [Webpagina, 13-11-2019]. Beschikbaar online: <https://www.cdc.gov/hai/organisms/pseudomonas.html> [Geraadpleegd: 08-04-2020].
- Ceuppens S, Boon N & Uyttendaele M, 2013. Diversity of *Bacillus cereus* group strains is reflected in their broad range of pathogenicity and diverse ecological lifestyles. *FEMS Microbiology Ecology*, 84 (3), 433-450. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12110>
- CFIA, 2019. Plants with Novel Traits (PNT) and Novel Feeds from Plant Sources Approved in Canada [Webpagina, 23-12-2019]. Beschikbaar online: <https://www.inspection.gc.ca/active/netapp/plantnoveltraitpnt-vegecarnouvcn/pntvcne.aspx#table-heading> [Geraadpleegd: 20-05-2020].
- Cheng RA, Eade CR & Wiedmann M, 2019. Embracing diversity: Differences in virulence mechanisms, disease severity, and host adaptations contribute to the success of nontyphoidal *Salmonella* as a foodborne pathogen. *Frontiers in microbiology*, 10, 1368. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01368>
- Choma C, Guinebretière MH, Carlin F, Schmitt P, Velge P, Granum PE & Nguyen-The C, 2000. Prevalence, characterization and growth of *Bacillus cereus* in commercial cooked chilled foods containing vegetables. *Journal of Applied Microbiology*, 88 (4), 617-625. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00998.x>
- CLM, 2016. Opstellen van een risicolijst van bestrijdingsmiddelen. Publicatienr. CLM 893. CLM Onderzoek & Advies, Culemborg, 29 pp. Beschikbaar online: <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2016/08/CLM-rapport-893-Risicolijst-bestrijdingsmiddelen-feb-incl-2016.pdf>
- CLO, 2020. Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw per gewas [Webpagina]. Beschikbaar online: www.clo.nl [Geraadpleegd: januari 2020].
- CML, 2012. Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit. De Snoo G & Vijver M (eds.). Centrum voor Milieuwetenschappen, Leiden.
- Contzen M, Hailer M & Rau J, 2014. Isolation of *Bacillus cytotoxicus* from various commercial potato products. *International Journal of Food Microbiology*, 174, 19-22. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.12.024>
- Ctgb, 2015. Definitielijst Termen Wettelijke gebruiksvoorschriften (versie 2.0, Ctgb juni 2015). College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden, Ede, 21 pp. Beschikbaar online: <https://www.ctgb.nl/documenten/instructies-gewasbeschermingsmiddelen/2017/02/20/dtw-lijst>
- Ctgb, 2018a. Wanneer is een middel een gewasbeschermingsmiddel? [Webpagina]. College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Beschikbaar online: <https://www.ctgb.nl/gewasbeschermingsmiddelen/vraag-en-antwoord/wanneer-is-een-middel-een-gewasbeschermingsmiddel> [Geraadpleegd: 19 mei 2018].
- Ctgb, 2018b. Toelatingendatabank [Webpagina]. Beschikbaar online: www.ctgb.nl [Geraadpleegd: 24-05-2018].
- Ctgb, 2018c. Gewasbeschermingsmiddelen beoordeeld op veiligheid voor omwonenden [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.ctgb.nl/onderwerpen/risico-omwonenden> [Geraadpleegd: 29-11-2018].
- Ctgb, 2018d. Biociden in de landbouw [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.ctgb.nl/onderwerpen/biociden-in-de-landbouw/biociden-in-de-landbouw>
- Ctgb, 2020a. MRL chloorprofam pas aangepast na EU-besluit [Webpagina]. College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. [Geraadpleegd: 26-06].

- Ctgb, 2020b. Basisstof [Webpagina]. College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Beschikbaar online: <https://www.ctgb.nl/onderwerpen/basisstoffen> [Geraadpleegd: 08-01].
- Ctgb, 2020c. wettelijk gebruiksvoorschrift Talent [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations/16123>
- Ctgb, 2020d. Glyfosaat: stand van zaken [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.ctgb.nl/onderwerpen/glyfosaat> [Geraadpleegd: 03-03-2020].
- Ctgb, 2020e. Toelatingenbank [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://toelatingen.ctgb.nl> [Geraadpleegd: 01-04-2020].
- Ctgb, 2020f. Toelatingendatabank [Webpagina]. Beschikbaar online: www.ctgb.nl [Geraadpleegd: 06-01-2020].
- Cunningham DJ & Leber A, 2018. 140 - *Enterobacter*, *Cronobacter*, and *Pantoea* Species. In: Long SS, Prober CG & Fischer M (eds.), Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases (Fifth Edition). Elsevier, pp. 824-827.e821.
- DAR, 2016. Draft Assessment Report and Proposed decision of the Netherlands prepared in the context of the possible renewal of chlorpropham under Regulation (EC) 1107/2009. DAR Draft assessment report. Beschikbaar online: <https://www.efsa.europa.eu/en/consultations/call/160622>
- Davies JB & Parry WH, 1958. Toxin food-poisoning caused by fried potatoes. Lancet, 1 (7022), 684-686.
- de Jonge R & Aarts HJM, 2010. Verificatie deskundigenverklaring Salmonella - Kennisvraag 9.1.30C. Briefrapport 330391001/2010. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 7 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/330391001.pdf>
- De Medici D, Anniballi F, Wyatt GM, Lindström M, Messelhäuser U, Aldus CF, Delibato E, Korkeala H, Peck MW & Fenicia L, 2009. Multiplex PCR for detection of botulinum neurotoxin-producing clostridia in clinical, food, and environmental samples. Applied and Environmental Microbiology, 75 (20), 6457-6461. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1128/aem.00805-09>
- de Vries W, Römkens PFAM, Bonten LTC, Rietra RPJJ, Ma WC & Faber JH, 2008. De invloed van bodemeigenschappen op kritische gehalten voor zware metalen en organische microverontreinigingen in de bodem. Wageningen UR, Alterra.
- Defra, 2017. Pest specific plant health response plan: Outbreaks of Epirix potato flea beetles on potato crops. Department for Environment, Food and Rural Affairs, York, United Kingdom. Beschikbaar online: <https://planthealthportal.defra.gov.uk/assets/uploads/Epirix-UK-contingency-plan-draftv8.pdf>
- Defra, 2018. Pest specific plant health response plan: Outbreaks of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' and its psyllid vector *Bactericera cockerelli* on glasshouse-grown crops. Department of Environment Food and Rural Affairs, United Kingdom. Beschikbaar online: <https://planthealthportal.defra.gov.uk/assets/uploads/Candidatus-liberibacter-solanacearum-glasshouse-UK-contingency-plan-draft-v6.pdf>
- Del Torre M, Della Corte M & Stecchini ML, 2001. Prevalence and behaviour of *Bacillus cereus* in a REPFED of Italian origin. International Journal of Food Microbiology, 63 (3), 199-207. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00421-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00421-9)
- Del Torre M, Stecchini ML, Braconnier A & Peck MW, 2004. Prevalence of *Clostridium* species and behaviour of *Clostridium botulinum* in gnocchi, a REPFED of Italian origin. International Journal of Food Microbiology, 96 (2), 115-131. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.01.004>
- Deltares, 2018. Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen Land- en Tuinbouw Evaluatie; resultaten 2017. 11202236-003. Deltares.
- DiPersio PA, Kendall PA, Yoon Y & Sofos JN, 2005. Influence of blanching treatments on *Salmonella* during home-type dehydration and storage of potato slices. Journal of Food Protection, 68 (12), 2587-2593. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028x-68.12.2587>

- Doan CH & Davidson PM, 1999. Growth of *Bacillus cereus* on oil-blanching potato strips for "home-style" french fries. *Journal of Food Science*, 64 (5), 909-912. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb15938.x>
- Doan CH & Davidson PM, 2000. Microbiology of potatoes and potato products: a review. *Journal of Food Protection*, 63 (5), 668-683. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.5.668>
- Dodds KL, 1989. Combined effect of water activity and pH on inhibition of toxin production by *Clostridium botulinum* in cooked, vacuum-packed potatoes. *Applied and Environmental Microbiology*, 55 (3), 656-660. Beschikbaar online: <https://aem.asm.org/content/aem/55/3/656.full.pdf>
- Driehuis F, Wilkinson JM, Jiang Y, Ogunade I & Adesogan AT, 2018. Silage review: Animal and human health risks from silage. *Journal of Dairy Science*, 101 (5), 4093-4110. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13836>
- Duran AP, Swartzentruber A, Lanier JM, Wentz BA, Schwab AH, Barnard RJ & Read RB, Jr., 1982. Microbiological quality of five potato products obtained at retail markets. *Applied and Environmental Microbiology*, 44 (5), 1076-1080. Beschikbaar online: <https://aem.asm.org/content/aem/44/5/1076.full.pdf>
- Ebrahimi N, Viaene N, Aerts J, Debode J & Moens M, 2016. Agricultural waste amendments improve inundation treatment of soil contaminated with potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *European Journal of Plant Pathology*, 145 (4), 755-775.
- EC, 2003. Opinion of the Scientific Committee on Veterinary Measures relating to public health on salmonellae in foodstuffs. 65 pp. Beschikbaar online: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scv_out66_en.pdf
- EC, 2019. Cumulative Risk Assessment [Webpagina]. Europese Commissie Beschikbaar online: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels/cumulative_risk_en
- EC, 2020a. EU Register of authorised GMOs [Webpagina]. Beschikbaar online: https://webgate.ec.europa.eu/dyna/gm_register/index_en.cfm [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- EC, 2020b. EU Pesticides database [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN> [Geraadpleegd: 17-1-2020].
- Edelenbosch R & Munnichs G, 2020. De aardappel heeft de toekomst – Drie scenario's over de hybride aardappel en de wereldvoedselvoorziening. Rathenau Instituut, Den Haag, 57 pp.
- EFSA, 2008. Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. *EFSA Journal*, 6 (6). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.689>
- EFSA, 2011. Results of the monitoring of perfluoroalkylated substances in food in the period 2000 - 2009. *EFSA Journal*, 9 (2). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2016>
- EFSA, 2013a. EFSA Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees). European Food Safety Authority.
- EFSA, 2013b. Evaluation of monitoring data on residues of didecyldimethylammonium chloride (DDAC) and benzalkonium chloride (BAC). *EFSA Supporting Publications*, 10 (9). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2013.EN-483>
- EFSA, 2014a. Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products. *EFSA Journal*, 12 (10). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3874>
- EFSA, 2014b. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA Journal*, 12 (3). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3597>
- EFSA, 2014c. The 2011 European Union Report on Pesticide Residues in Food. *EFSA Journal*, 12 (5). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3694>
- EFSA, 2015. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA Journal* 2015;13(11):4302, 107.

- EFSA, 2016a. The 2014 European Union Report on Pesticide Residues in Food. EFSA Journal, 14 (10). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4611>
- EFSA, 2016b. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance maleic hydrazide. EFSA Journal, 14 (6). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4492>
- EFSA, 2017a. Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives. EFSA Journal, 15 (6).
- EFSA, 2017b. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance chlorpropham. EFSA Journal, 15 (7). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4903>
- EFSA, 2018a. Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid considering the uses as seed treatments and granules. EFSA Journal, 16, 5178. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5178>
- EFSA, 2018b. Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin considering the uses as seed treatments and granules. EFSA Journal, 16, 5177. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5177>
- EFSA, 2018c. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance carvone (substance evaluated d-carvone). EFSA Journal, 16 (8). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5390>
- EFSA, 2018d. Scientific risk assessment of pesticides in the European Union (EU): EFSA contribution to on-going reflections by the EC. EFSA Supporting Publications, 15 (1). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1367>
- EFSA, 2018e. Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam considering the uses as seed treatments and granules. EFSA Journal, 16, 5179. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5179>
- EFSA, 2019a. The 2017 European Union report on pesticide residues in food. EFSA Journal, 17 (6). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5743>
- EFSA, 2019b. Overview of available toxicity data for calystegines. EFSA Journal, 17 (1). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5574>
- EFSA, 2019c. *Bactrocera dorsalis*–Pest Report and Datasheet to support ranking of EU candidate priority pests. Beschikbaar online: Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3407183>
- EFSA, 2020a. Cumulative dietary risk characterisation of pesticides that have acute effects on the nervous system. EFSA Journal, 18 (4), e06087. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6087>
- EFSA, 2020b. Cumulative dietary risk characterisation of pesticides that have chronic effects on the thyroid. EFSA Journal, 18 (4), e06088. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6088>
- EFSA & ECDC, 2013. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2011. EFSA Journal, 11 (4), 3129. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3129>
- EFSA & ECDC, 2014. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012. EFSA Journal, 12 (2), 3547. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3547>
- EFSA & ECDC, 2015a. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2013. EFSA Journal, 13 (1), 3991. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.3991>
- EFSA & ECDC, 2015b. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2014. EFSA Journal, 13 (12), 4329 [4191 pp.]. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4329>
- EFSA & ECDC, 2016. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. EFSA Journal, 14 (12), 4634 [4231 pp.]. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4634>

- EFSA & ECDC, 2017. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. EFSA Journal, 15 (12), 5077 [5228 pp.]. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5077>
- EFSA & ECDC, 2018. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. EFSA Journal, 16 (12), e05500. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500>
- EFSA & ECDC, 2019. The European Union One Health 2018 zoonoses report. EFSA Journal, 17 (12), e05926. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5926>
- EFSA, Lázaro E, Parnell S, Vicent Civera A, Schans J, Schenk M, Cortiñas Abrahantes JC, Zancanaro G & Vos S, 2020. General guidelines for statistically sound and risk-based surveys of plant pests. EFSA Supporting Publications, 17 (9), 1919E. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1919>
- EFSA ANS Panel, 2016. Scientific Opinion on the re-evaluation of sulfur dioxide (E 220), sodium sulfite (E 221), sodium bisulfite (E 222), sodium metabisulfite (E 223), potassium metabisulfite (E 224), calcium sulfite (E 226), calcium bisulfite (E 227) and potassium bisulfite (E 228) as food additives. EFSA Journal, 14 (4). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4438>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2005. Opinion of the Scientific Panel on biological hazards (BIOHAZ) related to *Clostridium* spp in foodstuffs. EFSA Journal, 199, 1-65. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.199>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2011. Scientific Opinion on an update on the present knowledge on the occurrence and control of foodborne viruses. EFSA Journal, 9 (7), 2190. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2190>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2013. Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations). EFSA Journal, 11 (1), 3025. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3025>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2014. Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella, Yersinia, Shigella and Norovirus in bulb and stem vegetables, and carrots). EFSA Journal, 12 (12), 3937. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3937>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2016. Risks for public health related to the presence of *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. including *Bacillus thuringiensis* in foodstuffs. EFSA Journal, 14 (7), e04524. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4524>
- EFSA BIOHAZ Panel, 2018. *Listeria monocytogenes* contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU. EFSA Journal, 16 (1), e05134. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5134>
- EFSA CONTAM Panel, 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons in food - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA Journal, 6 (8), 724 [114 pp.]. Beschikbaar online: <https://doi.org/doi:10.2903/j.efsa.2008.724>
- EFSA CONTAM Panel, 2009. Scientific Opinion on Arsenic in Food. EFSA Journal, 7 (10). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1351>
- EFSA CONTAM Panel, 2010. Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal, 8 (4). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- EFSA CONTAM Panel, 2011a. Statement on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA Journal, 9 (2). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.1975>
- EFSA CONTAM Panel, 2011b. Scientific Opinion on Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in food. EFSA Journal, 9 (5), 2156 [2274 pp.].
- EFSA CONTAM Panel, 2012a. Lead dietary exposure in the European population. EFSA Journal, 10 (7). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2831>
- EFSA CONTAM Panel, 2012b. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Journal, 10 (12). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2985>

- EFSA CONTAM Panel, 2014. Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of perchlorate in food, in particular fruits and vegetables. EFSA Journal, 12 (10). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3869>
- EFSA CONTAM Panel, 2015a. Risks for public health related to the presence of chlorate in food. EFSA Journal, 13 (6). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4135>
- EFSA CONTAM Panel, 2015b. Scientific Opinion on acrylamide in food. EFSA Journal, 13 (6). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4104>
- EFSA CONTAM Panel, 2017a. Risks for public health related to the presence of furan and methylfurans in food. EFSA Journal, 15 (10). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5005>
- EFSA CONTAM Panel, 2017b. Risks to human and animal health related to the presence of deoxynivalenol and its acetylated and modified forms in food and feed. EFSA Journal, 15 (9). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4718>
- EFSA CONTAM Panel, 2018a. Update of the risk assessment on 3-monochloropropane diol and its fatty acid esters. EFSA Journal, 16 (1). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5083>
- EFSA CONTAM Panel, 2018b. Risk to human and animal health related to the presence of 4,15-diacetoxyscirpenol in food and feed. EFSA Journal, 16 (8). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5367>
- EFSA CONTAM Panel, 2018c. Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food. EFSA Journal, 16 (12). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5194>
- EFSA CONTAM Panel, 2018d. Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. EFSA Journal, 16 (11). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5333>
- EFSA CONTAM Panel, 2020a. Scientific opinion on the risks for animal and human health related to the presence of glycoalkaloids in feed and food, in particular in potatoes and potato-derived products (concept). EFSA Journal. Beschikbaar online: <https://doi.org/doi:10.2903/j.efsa.20YY.NNNN>
- EFSA CONTAM Panel, 2020b. Public Consultation on draft Scientific Opinion on Glycoalkaloids in food and feed, Annex A. <http://www.efsa.europa.eu/en/calls/consultations>.
- EFSA CONTAM Panel, 2020c. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. concept under public consultation. Beschikbaar online: <https://www.efsa.europa.eu/en/consultations/call/public-consultation-draft-scientific-opinion-risks-human-health>
- EFSA PLH Panel, 2011. Scientific Opinion on the assessment of the risk of solanaceous pospiviroids for the EU territory and the identification and evaluation of risk management options. EFSA Journal, 9 (8), 2330. Beschikbaar online: <https://doi.org/doi:10.2903/j.efsa.2011.2330>
- EFSA PLH Panel, 2012. Scientific Opinion on the risks to plant health posed by European versus non-European populations of the potato cyst nematodes *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*. EFSA Journal, 10 (4), 2644. Beschikbaar online: <https://doi.org/doi:10.2903/j.efsa.2012.2644>
- EFSA PLH Panel, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Tomato yellow leaf curl virus* and related viruses causing tomato yellow leaf curl disease in Europe. EFSA Journal, 12 (10), 3850. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3850>
- EFSA PLH Panel, 2020a. List of non-EU viruses and viroids infecting potato (*Solanum tuberosum*) and other tuber-forming *Solanum* species. EFSA Journal, 18 (1), e05852. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5852>
- EFSA PLH Panel, 2020b. Pest categorisation of non-EU viruses and viroids of potato. EFSA Journal, 18 (1), e05853. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5853>

- EFSA Scientific Committee, 2014. Scientific Opinion on the safety assessment of carvone, considering all sources of exposure. EFSA Journal, 12 (7). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3806>
- Engwerda J, 2018. Solynta: eerste aardappelras in 2019 in Oost-Afrika. Boerderij. Beschikbaar online: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Nieuws/2018/9/Solynta-eerste-aardappelras-in-2019-in-Oost-Afrika-332949E/>
- EPPO, 2005. *Tecia solanivora*. Data sheets on quarantine pests EPPO Bulletin, 35, 399-401.
- EPPO, 2010. PRA record for *Meloidogyne enterolobii*. European and Mediterranean Plant Protection Organisation. Beschikbaar online: <https://gd.eppo.int/taxon/MELGMY/documents>
- EPPO, 2012. Pest risk analysis for *Candidatus Liberibacter solanacearum* in Solanaceae. European and Mediterranean Plant Protection Organisation, Paris, France.
- EPPO, 2016. Pest Risk Analysis for Epitrix species damaging potato tubers [Webpagina]. European and Mediterranean Plant Protection Organisation. Beschikbaar online: <https://gd.eppo.int/taxon/EPIXPP/documents>
- EPPO, 2017. PM 7/28 (2) *Synchytrium endobioticum*. EPPO Bulletin, 47 (3), 420-440.
- EPPO, 2018a. EPPO Alert list. European and Mediterranean Plant Protection Organisation, Paris, France. Beschikbaar online: https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm
- EPPO, 2018b. EPPO Global Database [online database] [Webpagina]. European Plant Protection Organization. Beschikbaar online: <https://gd.eppo.int> [Geraadpleegd: januari - oktober 2018].
- EPPO, 2020. EPPO Global Database [Webpagina]. European and Mediterranean Plant Protection Organisation. Beschikbaar online: <https://gd.eppo.int/> [Geraadpleegd: 05-02-2020].
- Eshtiaghi M & Knorr D, 1993. Potato cubes response to water blanching and high hydrostatic pressure. Journal of Food Science, 58 (6), 1371-1374. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb06185.x>
- Esmarck F, 1924. Zur Biologie des Kartoffelkrebse. Deutsch. Landw. Presse51, 11, i8.
- EZ, 2013. Gezonde groei, duurzame oogst. Tweede nota duurzame gewasbescherming periode 2013 tot 2023. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, 46 pp. Beschikbaar online: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2013/05/14/gezonde-groei-duurzame-oogst-tweede-nota-duurzame-gewasbescherming>
- FAO, 2016a. ISPM 13. Guidelines for the notification of non-compliance and emergency action. Secretariat of the International Plant Protection Convention. Food and Agricultural Organization of the United Nations, 14 pp. Beschikbaar online: <http://www.fao.org/3/a-y3242e.pdf>
- FAO, 2016b. ISPM 5. Glossary of phytosanitary terms. Secretariat of the International Plant Protection Organization. Food and Agricultural Organization of the United Nations, 34 pp. Beschikbaar online: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoterm/PDF/ISPM_05_2016_En_2017-05-25_PostCPM12_InkAm.pdf
- FAO, 2017. ISPM 11. Pest risk analysis for quarantine pests. Secretariat of the International Plant Protection Convention. Food and Agricultural Organization of the United Nations, 40 pp. Beschikbaar online: <http://www.fao.org/3/a-j1302e.pdf>
- Farber JM, Ross WH & Harwig J, 1996. Health risk assessment of *Listeria monocytogenes* in Canada. International Journal of Food Microbiology, 30 (1), 145-156. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(96\)01107-5](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01107-5)
- Farrokh C, Jordan K, Auvray F, Glass K, Oppegaard H, Raynaud S, Thevenot D, Condron R, De Reu K & Govaris A, 2013. Review of shiga-toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and their significance in dairy production. International Journal of Food Microbiology, 162 (2), 190-212. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.08.008>
- FDA, 2012. Bad bug book: Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins. Second edition. US Food and Drug Administration, 292 pp. Beschikbaar online: <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM297627.pdf>

- FDA, 2018a. Company Announcement McCain Foods USA, Inc. Beschikbaar online: <https://www.fda.gov/safety/recalls-market-withdrawals-safety-alerts/mccain-foods-usa-inc-recalls-frozen-southern-style-hash-browns-due-possible-health-risk-product-sold>
- FDA, 2018b. Company Announcement McCain Foods USA, Inc. Expanding recall. Beschikbaar online: <https://www.fda.gov/safety/recalls-market-withdrawals-safety-alerts/mccain-foods-usa-inc-expands-voluntary-recall-frozen-hash-browns-include-wegmans-retail-brand-due>
- FDA, 2019a. Fish and fishery products hazards and controls guidance (fourth edition). US Food and Drug Administration. Beschikbaar online: <https://www.fda.gov/food/seafood-guidance-documents-regulatory-information/fish-and-fishery-products-hazards-and-controls-guidance>
- FDA, 2019b. Archive for recalls, market withdrawals & safety alerts [Webpagina, 18-04-2019]. US Food and Drug Administration. Beschikbaar online: <https://www.fda.gov/safety/recalls-market-withdrawals-safety-alerts/archive-recalls-market-withdrawals-safety-alerts>
- Fohler S, Discher S, Jordan E, Seyboldt C, Klein G, Neubauer H, Hoedemaker M, Scheu T, Campe A, Charlotte Jensen K & Abdulmawjood A, 2016. Detection of *Clostridium botulinum* neurotoxin genes (A–F) in dairy farms from Northern Germany using PCR: A case-control study. *Anaerobe*, 39, 97-104. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2016.03.008>
- Forslund A, Plauborg F, Andersen MN, Markussen B & Dalsgaard A, 2011. Leaching of human pathogens in repacked soil lysimeters and contamination of potato tubers under subsurface drip irrigation in Denmark. *Water Research*, 45 (15), 4367-4380. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.05.009>
- Forsythe SJ, 2000. *The microbiology of safe food*. Wiley, 412 pp.
- Fortes IM & Navas-Castillo J, 2012. Potato, an experimental and natural host of the crinivirus Tomato chlorosis virus. *European Journal of Plant Pathology*, 134 (1), 81-86.
- Fox A, Fowkes AR, Skelton A, Harju V, Buxton-Kirk A, Kelly M, Forde SMD, Pufal H, Conyers C, Ward R, Weekes R, Boonham N & Adams IP, 2019. Using high-throughput sequencing in support of a plant health outbreak reveals novel viruses in *Ullucus tuberosus* (Basellaceae). *Plant Pathology*, 68 (3), 576-587. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/ppa.12962>
- Fremaux B, Prigent-Combaret C, Delignette-Muller ML, Mallen B, Dothal M, Gleizal A & Vernozy-Rozand C, 2008. Persistence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O26 in various manure-amended soil types. *Journal of Applied Microbiology*, 104 (1), 296-304. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03532.x>
- Friesema I, de Jong A, Wit B & van Pelt W, 2014. Registratie voedselinfecties en vergiftigingen in Nederland, 2013. RIVM Rapport 092331001/2014. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 35 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/092331001.pdf>
- Friesema I, Tijsma ASL, Slegers-Fitz-James IA & Franz E, 2017a. Registratie voedselgerelateerde uitbraken in Nederland, 2016. RIVM Rapport 2017-0051. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 48 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2017-0051>
- Friesema I, Tijsma ASL, Wit B & van Pelt W, 2015a. Registratie voedselinfecties en vergiftigingen in Nederland, 2014. RIVM Rapport 2015-0075. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 43 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0075.pdf>
- Friesema I, Tijsma ASL, Wit B & van Pelt W, 2016a. Registratie voedselgerelateerde uitbraken in Nederland, 2015. RIVM Rapport 2016-0085. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 43 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0085.pdf>
- Friesema IHM, Kuiling S, Heck MEOC, Biesta-Peters EG, de Jong AEI, van der Ende A, Spanjaard L & van Pelt W, 2015b. Surveillance van *Listeria monocytogenes* in Nederland, 2013. *Infectieziekten Bulletin*, 26 (1), 14-19. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/surveillance-van-listeria-monocytogenes-in-nederland-2013>

- Friesema IHM, Kuiling S, Heck MEOC, Biesta-Peters EG, van der Ende A & Franz E, 2017b. Surveillance van *Listeria monocytogenes* in Nederland, 2016. Infectieziekten Bulletin, 28 (8), 279-286. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/surveillance-van-listeria-monocytogenes-in-nederland-2016>
- Friesema IHM, Kuiling S, Heck MEOC, Biesta-Peters EG, van der Ende A, Spanjaard L & van Pelt W, 2016b. Surveillance van *Listeria monocytogenes* in Nederland, 2014. Infectieziekten Bulletin, 27 (2), 73-80. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/surveillance-van-listeria-monocytogenes-in-nederland-2014>
- Friesema IHM, Kuiling S, Heck MEOC, Biesta-Peters EG, van der Ende A & van Pelt W, 2017c. Surveillance van *Listeria monocytogenes* in Nederland, 2015. Infectieziekten Bulletin, 28 (1), 17-22. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/surveillance-van-listeria-monocytogenes-in-nederland-in-2015>
- Friesema IHM, Slegers-Fitz-James IA, Wit B & Franz E, 2018. Registratie voedselgerelateerde uitbraken in Nederland, 2017. RIVM Rapport 2016-0085. RIVM & NVWA, Bilthoven, 46 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2018-0088>
- FSANZ, 2019. Agents of foodborne illness: *Campylobacter* species [Webpagina, 12-2013]. Food Standards Australia New Zealand. Beschikbaar online: <https://www.foodstandards.gov.au/publications/Documents/Campylobacter%20species%20-%20dec%202013.pdf> [Geraadpleegd: 20-11-2019].
- Gebbink WA, van Asseldonk L & van Leeuwen SPJ, 2017. Presence of Emerging Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) in River and Drinking Water near a Fluorochemical Production Plant in the Netherlands. Environ Sci Technol, 51 (19), 11057-11065. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02488>
- Gellatly SL & Hancock REW, 2013. *Pseudomonas aeruginosa* : new insights into pathogenesis and host defenses. Pathogens and Disease, 67 (3), 159-173. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/2049-632X.12033>
- Gezondheidsraad, 2014. Gewasbescherming en omwonenden. Publicatienr. 2014/02. Gezondheidsraad, Den Haag. Beschikbaar online: <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2014/01/29/gewasbescherming-en-omwonenden>
- Gezondheidsraad, 2016. Zorgvuldig omgaan met desinfectantia. Publicatienr. 2016/18. Gezondheidsraad, Den Haag. Beschikbaar online: <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2016/12/21/zorgvuldig-omgaan-met-desinfectantia>
- Giannuzzi L & Zaritzky N, 1990. Effect of sulphur dioxide on microbial growth in refrigerated pre-peeled potatoes packaged in plastic films. Journal of the Science of Food and Agriculture, 51 (3), 369-379. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740510309>
- Glasset B, Herbin S, Guillier L, Cadel-Six S, Vignaud M-L, Grout J, Pairaud S, Michel V, Hennekinne J-A, Ramarao N & Brisabois A, 2016. *Bacillus cereus*-induced food-borne outbreaks in France, 2007 to 2014: epidemiology and genetic characterisation. Eurosurveillance, 21 (48), pii=30413. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2016.21.48.30413>
- Graveland H, Roest HJ, Stenvers O, Valkenburgh S, Friesema I, van der Giessen J & Maassen K, 2013. Staat van Zoönosen 2012. RIVM Rapport 092330002/2013. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu & Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Bilthoven, 67 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/092330002.pdf>
- Guinebretière M-H, Auger S, Galleron N, Contzen M, De Sarrau B, De Buyser M-L, Lamberet G, Fagerlund A, Granum PE, Lereclus D, De Vos P, Nguyen-The C & Sorokin A, 2013. *Bacillus cytotoxicus* sp. nov. is a novel thermotolerant species of the *Bacillus cereus* Group occasionally associated with food poisoning. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 63 (1), 31-40. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.1099/ijs.0.030627-0>

- Haasse NU, 2010. Glycoalkaloid Concentration in Potato Tubers Related to Storage and Consumer Offering. *Potato Research*, 53, 297–307. Beschikbaar online: <https://doi.org/DOI.10.1007/s11540-010-9162-1>
- Hameed A, Zaidi SS, Shakir S & Mansoor S, 2018. Applications of New Breeding Technologies for Potato Improvement. *Front Plant Sci*, 9, 925. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00925>
- Handel N, de la Sayette S, Verweij PE, Brul S & Ter Kuile BH, 2015. De novo induction of resistance against voriconazole in *Aspergillus fumigatus*. *J Glob Antimicrob Resist*, 3 (1), 52–53. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2015.01.001>
- Handoo ZA, Carta LK, Skantar AM & Chitwood DJ, 2012. Description of *Globodera ellingtonae* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae) from Oregon. *Journal of Nematology*, 44 (1), 40–57. Beschikbaar online: <http://journals.fcla.edu/jon/article/view/79252>
- Harada T, Taguchi M, Kawahara R, Kanki M & Kawatsu K, 2018. Prevalence and antimicrobial susceptibility of bacterial pathogens in ready-to-eat foods retailed in Osaka prefecture, Japan. *Journal of Food Protection*, 81 (9), 1450–1458. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-035>
- Hartman R, 1955. Potato wart eradication program in Pennsylvania. *American Journal of Potato Research*, 32 (9), 317–326.
- Haydushka IA, Markova N, Kirina V & Atanassova M, 2012. Recurrent sepsis due to *Bacillus licheniformis*. *Journal of Global Infectious Diseases*, 4 (1), 82–83. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4103/0974-777X.93768>
- Heini N, Stephan R, Ehling-Schulz M & Johler S, 2018. Characterization of *Bacillus cereus* group isolates from powdered food products. *International Journal of Food Microbiology*, 283, 59–64. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.06.019>
- Hennekinne JA, De Buyser ML & Dragacci S, 2012. *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation. *FEMS Microbiol Rev*, 36 (4), 815–836. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00311.x>
- Holmberg C, 1944. Hur länge kan Potatiskräftans smittämme kvarleva i jorden. Växtkyddsnotiser, Växtskyddsanst. Stockh, 84–86.
- Hoogendoorn M., P. Leendertse & E. Hoftijser, 2019. Update van de risicolijst van bestrijdingsmiddelen. CLM. Beschikbaar online: <https://www.clm.nl/uploads/nieuws-pdfs/CLM%20rapport%20Update%20Risicolijst%20bestrijdingsmiddelen%20jan%202019.pdf>
- Hoornstra D, Andersson MA, Teplova VV, Mikkola R, Uotila LM, Andersson LC, Roivainen M, Gahmberg CG & Salkinoja-Salonen MS, 2013. Potato crop as a source of emetic *Bacillus cereus* and cereulide induced mammalian cell toxicity. *Applied and Environmental Microbiology*, 79 (12), 3534–3543. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1128/aem.00201-13>
- Howard SJ & Arendrup MC, 2011. Acquired antifungal drug resistance in *Aspergillus fumigatus*: epidemiology and detection. *Med Mycol*, 49 Suppl 1, S90–95. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3109/13693786.2010.508469>
- Huang L, 2016. Mathematical modeling and validation of growth of *Salmonella* Enteritidis and background microorganisms in potato salad – One-step kinetic analysis and model development. *Food Control*, 68, 69–76. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.03.039>
- Hutchison ML, Harrison D, Heath JF & Monaghan JM, 2017. Fate of *Escherichia coli* O145 present naturally in bovine slurry applied to vegetables before harvest, after washing and simulated wholesale and retail distribution. *Journal of Applied Microbiology*, 123 (6), 1597–1606. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/jam.13593>
- IARC, 2015. Glyphosate. IARC Monographs IARC. Beschikbaar online: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono112-10.pdf>
- ICMSF, 1986. Sampling plans for vegetables, fruits, and nuts. In: International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ed.), *Microorganisms in foods 2: sampling for*

- microbiological analysis, principles and specific applications. Blackwell Scientific Publications, pp. 197-202.
- ICMSF, 1996. *Staphylococcus aureus*. In: Roberts T, Tompkin R & Baird-Parker A (eds.), Microorganisms in foods 5: Microbiological specifications of food pathogens. Blackie Academic & Professional London (UK), pp. 299-333.
- ISHS, 2016. International code of nomenclature for cultivated plants. Scripta Horticulturae Number 18. International Society for Horticultural Science.
- Issenhuth-Jeanjean S, Roggentin P, Mikoleit M, Guibourdenche M, de Pinna E, Nair S, Fields PI & Weill F-X, 2014. Supplement 2008–2010 (no. 48) to the White–Kauffmann–Le Minor scheme. Research in Microbiology, 165 (7), 526-530. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resmic.2014.07.004>
- Jacobsen CS & Bech TB, 2012. Soil survival of *Salmonella* and transfer to freshwater and fresh produce. Food Research International, 45 (2), 557-566. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.026>
- Janse JD, Bergsma-Vlami M, Beuningen Av, Derks H, Hendriks H, Horn N, Janssen F, Kavelaars J, Roenhorst A, Schoeman M, Steeghs M, Tjou-Tam-Sin NNS, Verdel M & Wenneker M, 2009. Brown rot in potato. Gewasbescherming, 40 (4), 176-187. Beschikbaar online: http://library.wur.nl/sfx_local?sid=OVID:cabadb&id=pmid:&id=doi:&issn=0166-6495&isbn=&volume=40&issue=4&spage=176&pages=176-187&date=2009&title=Gewasbescherming&atitle=Brown+rot+in+potato.&aurlast=Janse&pid=%3Cauthor%3EJanse%2C+J.+D.%3BBergsma-Vlami%2C+M.%3BBeuningen%2C+A.+van%3BDerks%2C+H.%3BHendriks%2C+H.%3BHorn%2C+N.%3BJanssen%2C+F.%3BKavelaars%2C+J.%3BRoenhorst%2C+A.%3BSchoeman%2C+M.%3BSteeghs%2C+M.%3BTjou-Tam-Sin%2C+N.+N.+S.%3BVerdel%2C+M.%3BWenneker%2C+M.%3C%2Fauthor%3E%3CAN%3E20093251020%3C%2FAN%3E%3CDT%3EJournal+article%3C%2FDT%3E
- Janssens SRM & Smit AB, 2016. Reststromen consumptieaardappelen. LEI Wageningen UR, Den Haag, 16 p. pp.
- Jechalke S, Schierstaedt J, Becker M, Flemer B, Grosch R, Smalla K & Schikora A, 2019. *Salmonella* establishment in agricultural soil and colonization of crop plants depend on soil type and plant species. Frontiers in microbiology, 10 (967). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00967>
- Johannsen A, 1963. *Clostridium botulinum* in Sweden and the adjacent aaters. Journal of Applied Bacteriology, 26 (1), 43-47. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1963.tb01153.x>
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 1992. Evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants. Thirty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives [meeting held in Rome from 3 to 12 February 1992]. World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations, Geneva Beschikbaar online: <http://www.who.int/iris/handle/10665/40033>
- Jones RAC, 1982. Tests for transmission of four potato viruses through potato true seed. Annals of Applied Biology, 100 (2), 315-320. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1982.tb01944.x>
- Jorgensen HJ, Mathisen T, Lovseth A, Omoe K, Qvale KS & Loncarevic S, 2005. An outbreak of staphylococcal food poisoning caused by enterotoxin H in mashed potato made with raw milk. FEMS Microbioly Letters, 252 (2), 267-272. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.femsle.2005.09.005>
- JRC, 2020. Status of dossiers [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/StatusOfDossiers.aspx> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- Juneja VK, Martin ST & Sapers GM, 1998. Control of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged pre-peeled potatoes. Journal of Food Science, 63 (5), 911-914. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb17925.x>

- Kaminski K, Beckers F & Unger JG, 2012. Global internet trade of plants–legality and risks. EPPO Bulletin, 42 (2), 171-175.
- KAP, 2018. Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten (KAP). RIVM.
- KAP, 2020. Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten (KAP). RIVM.
- Kennisplatform Aardappels, 2020. Van poter tot plant [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://kennisplatform.aardappels.nl/van-poter-tot-plant>
- Ketenborging.nl, 2020. Kwaliteitsschema's en -status [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://ketenborging.nl/kwaliteitsschemas-en-status/> [Geraadpleegd: 11-03-2020].
- KHN, 2016. Hygiënecode voor de horeca.
- Khuri-Bulos NA, Abu Khalaf M, Shehabi A & Shami K, 1994. Foodhandler-associated *Salmonella* outbreak in a university hospital despite routine surveillance cultures of kitchen employees. Infection Control and Hospital Epidemiology, 15 (5), 311-314. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1086/646918>
- King NJ, Whyte R & Hudson JA, 2007. Presence and significance of *Bacillus cereus* in dehydrated potato products. Journal of Food Protection, 70 (2), 514-520. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.2.514>
- Knuivers M, 2015. Dynamische aardappelsector in kaart [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2015/2/Dynamiek-in-aardappelsector-1702940W/>
- Knuivers M, 2019. Kiemremming aardappelen wordt flink prijziger. de Boerderij, (25 maart 2019).
- Knuivers M, 2020. Telers moeten in 2020 chloorprofambewaarplaatsen reinigen. de Boerderij, (7 januari 2020).
- Köhler E, 1931. Der Kartoffelkrebs und sein Erreger *Synchytrium endobioticum* (SCHILB.) PERC. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 74, 729-806.
- Koné KM, Douamba Z, de Halleux M, Bougoudogo F & Mahillon J, 2019. Prevalence and diversity of the thermotolerant bacterium *Bacillus cytotoxicus* among dried food products. Journal of Food Protection, 82 (7), 1210-1216. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.Jfp-19-006>
- Kuhn KG, Nielsen EM, Mølbak K & Ethelberg S, 2018. Epidemiology of campylobacteriosis in Denmark 2000–2015. Zoonoses and Public Health, 65, 59-66. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/zph.12367>
- Lahr J, Derksen A, Wipfler L, Schans Mvd, Berendsen B, Blokland M, Dimmers W, Bolhuis P & Smidt R, 2018. Diergeneesmiddelen & hormonen in het milieu door de toediening van drijfmest : Een verkennende studie in de provincie Gelderland naar antibiotica, antiparasitaire middelen, coccidiostatica en natuurlijke hormonen in mest, (water)bodem, grondwater en oppervlaktewater. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.18174/455340>
- Lindqvist R, Andersson Y, de Jong B & Norberg P, 2000. A summary of reported foodborne disease incidents in Sweden, 1992 to 1997. Journal of Food Protection, 63 (10), 1315-1320. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.10.1315>
- Lizarraga C, Querci M, Santa Cruz M, Bartolini I & Salazar LF, 2000. Other natural hosts of *potato virus T*. Plant Disease, 84 (7), 736-738. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.7.736>
- Lizarraga C, Santa Cruz M, Lopez G & Fuentes S, 2001. Effect of viruses UMV, UVC, PapMV-U, and PLRV on ulluco production and their control. In: Scientist and farmer
- International Potato Center (Centro Internacional de la Papa) (CIP), Lima, pp. Program Report 1999-2000; 2001 1381-1389 1919 ref.
- Lizarraga C, Santa Cruz M, Marca JL & Salazar LF, 1999. The importance of the viruses infecting *Ullucus tuberosus* Caldas in Peru. Fitopatologia, 34 (1), 22-28.
- LNV, 2019. Voorkomen van het ontstaan en van het verspreiden van resistentie bij de schimmel *Aspergillus fumigatus* tegen azolen.

- López P, Mulder P., de Vries E., de Nijs M., 2016. Potato glycoalkaloids in The Netherlands Worlds Mycotoxin Forum, Winnipeg 2016.
- López Sánchez P, de Rijk TC, Sprong RC, Mengelers MJB, Castenmiller JJM & Alewijn M, 2016. A mycotoxin-dedicated total diet study in the Netherlands in 2013: Part II – occurrence. World Mycotoxin Journal, 9 (1), 89-108. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.3920/WMJ2015.1906>
- Luttik R, 2018. Sequential and simultaneous use of plant protection products with a focus on aquatic risk assessment., 58 pp.
- Luttik R, Zorn M, Brock T, Roex E & van der Linden A, 2017. Multiple stress by repeated use of plant protection products in agricultural areas. RIVM Report 2016-0152. Rijkstinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 70 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0152.pdf>
- Maassen C, de Jong A, Stenvers O, Valkenburgh S, Friesema I, Heimeriks K, van Pelt W & Graveland H, 2012. Staat van Zoönosen 2011. RIVM Rapport 330291008/2012. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu & Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Bilthoven, 68 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/330291008.pdf>
- Mahakarnchanakul W & Beuchat LR, 1999. Influence of temperature shifts on survival, growth, and toxin production by psychrotrophic and mesophilic strains of *Bacillus cereus* in potatoes and chicken gravy. International Journal of Food Microbiology, 47 (3), 179-187. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(99\)00011-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(99)00011-2)
- Maleita C, Esteves I, Cardoso JMS, Cunha MJ, Carneiro RMDG & Abrantes I, 2018. *Meloidogyne luci*, a new root-knot nematode parasitizing potato in Portugal. Plant Pathology, 67 (2), 366-376. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/ppa.12755>
- Manani TA, Collison EK & Mpuchane S, 2006. Microflora of minimally processed frozen vegetables sold in Gaborone, Botswana. Journal of Food Protection, 69 (11), 2581-2586. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-69.11.2581>
- Mandal B & Jain RK, 2010. Can plant virus infect human being? Indian journal of virology : an official organ of Indian Virological Society, 21 (1), 92-93. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s13337-010-0014-z>
- Matsushita Y, Yanagisawa H, Khiutti A, Mironenko N, Ohto Y & Afanasenko O, 2019. First report of chrysanthemum stunt viroid isolated from potato (*Solanum tuberosum*) plants in Russia. Journal of General Plant Pathology, 1-3.
- Meijering L, 2015. Pootgoedteelt in stroomversnelling [Webpagina, 6 augustus 2015]. Beschikbaar online: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2015/8/Pootgoedteelt-in-stroomversnelling-2667879W/> [Geraadpleegd: 13 april 2020].
- Meis JF, Chowdhary A, Rhodes JL, Fisher MC & Verweij PE, 2016. Clinical implications of globally emerging azole resistance in *Aspergillus fumigatus*. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 371 (1709). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0460>
- Meng X, Karasawa T, Zou K, Kuang X, Wang X, Lu C, Wang C, Yamakawa K & Nakamura S, 1997. Characterization of a neurotoxicogenic *Clostridium butyricum* strain isolated from the food implicated in an outbreak of food-borne type E botulism. Journal of Clinical Microbiology, 35 (8), 2160-2162. Beschikbaar online: <https://jcm.asm.org/content/35/8/2160.long>
- Mohammadpour H, Berizi E, Hosseinzadeh S, Majlesi M & Zare M, 2018. The prevalence of *Campylobacter* spp. in vegetables, fruits, and fresh produce: a systematic review and meta-analysis. Gut Pathogens, 10, 41. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/s13099-018-0269-2>
- Molendijk L, 2018. Beheersing van aardappelmoehheid in de akkerbouw. Branche Organisatie Akkerbouw. Beschikbaar online: <http://www.aaltjesschema.nl/Portals/0/Documenten/Beheersing%20van%20aardappelmoehheid%20Update%2012%20februari%202018%20Digitaal%20verzendversie%20small.pdf>
- Molendijk L, Den Nijs L & Janssen F, 2017. Achtergrondinformatie over het ontstaan van virulentere populaties van het witte aardappelpycosteaaltje *Globodera pallida*. Wageningen University &

- Research. Beschikbaar online: <https://docplayer.nl/55252366-Achtergrondinformatie-over-het-ontstaan-van-virulentere-populaties-van-het-witte-aardappelcystealtje-globodera-pallida.html>
- Mulder PPJ, de Nijs M, Castellari M, Hortos M, MacDonald S, Crews C, Hajslova J & Stranska M, 2016. Occurrence of tropane alkaloids in food. EFSA Supporting Publications, 13 (12), 1140E. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2016.EN-1140>
- Murray K, Wu F, Shi J, Jun Xue S & Warriner K, 2017. Challenges in the microbiological food safety of fresh produce: Limitations of post-harvest washing and the need for alternative interventions. Food Quality and Safety, 1 (4), 289-301. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx027>
- Mwamula AO, Waeyenberge L & Viaene N, 2015. The yam nematode, *Scutellonema bradys*, a new threat to potato. Potato Research, 58 (3), 189-203. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s11540-015-9294-4>
- NAK, 2016. Keuringsreglement 2016. NAK, Emmeloord. Beschikbaar online: <https://www.nak.nl/zakelijke-informatie/wet-a-regelgeving/>
- NAK, 2017. Jaarverslag 2017 (online version) [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://jaarverslag.nak.nl/2017/> [Geraadpleegd: 14-03-2020].
- NAK, 2018. Jaarverslag 2018 (online version) [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://jaarverslag.nak.nl/2018/> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- NAK, 2020. ATR-Regeling [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nak.nl/aardappelen/aangifte/atr-regeling> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- NAO, 2012. Algemene voorwaarden consumptieaardappelen met bijbehorend arbitragereglement NAO-LTO. NAO-LTO (ed.). Nederlandse Aardappel Organisatie, Den Haag.
- NAO, 2015. NAO Erkenningsregeling tarragrond voor handelaren. Nederlandse Aardappel Organisatie, Den Haag, 3 pp. Beschikbaar online: <https://www.nao.nl/nl/erkenningen/regeling-tarragrond-handelaren>
- NAO, 2019. Overzichten aardappelverwerking en aardappelconsumptieproducten (verwerkingscijfers) juli 2019. Nederlandse Aardappel Organisatie, Den Haag. Beschikbaar online: <https://www.nao.nl/nl/markt/verwerking-cijfers>
- NAO, 2020a. PCC Hygiëneprotocol Ringrot [Webpagina]. Nederlandse Aardappel Organisatie. Beschikbaar online: <https://www.nao.nl/nl/erkenningen/pcc-hygieneprotocol-ringrot> [Geraadpleegd: 17-06-2020].
- NAO, 2020b. Exportcijfers pootaardappelen [Webpagina]. Nederlandse Aardappel Organisatie. Beschikbaar online: <https://www.nao.nl/nl/markt/exportcijfers> [Geraadpleegd: 30-06-2020].
- NAO, 2020c. Hygiënecode voor handelaren in en (klein)verpakkers van ongeschilde (zoete) aardappelen en was-, klei, zout- en sorteerbedrijven [Webpagina]. Nederlandse Aardappel Organisatie. Beschikbaar online: <https://www.nao.nl/nl/erkenningen/nao-hygienecode> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- Nema V, Agrawal R, Kamboj DV, Goel AK & Singh L, 2007. Isolation and characterization of heat resistant enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* from a food poisoning outbreak in Indian subcontinent. International Journal of Food Microbiology, 117 (1), 29-35. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.01.015>
- Nijkamp MM, van Asselt E, Janssens B, Razenberg L, de Wit-Bos L & van der Fels-Klerx HJ, 2017. Chemische en fysische gevaren in de Nederlandse aardappelketen. RIKILT rapport, no. 2017-010. RIKILT, 91 pp.
- Nikitin NA, Trifonova EA, Karpova OV & Atabekov JG, 2016. Biosafety of plant viruses for human and animals. Moscow University Biological Sciences Bulletin, 71 (3), 128-134. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3103/S0096392516030081>
- Noorlander CW, van Leeuwen SPJ, te Biesebeek JD, Mengelers MJB & Zeilmaker MJ, 2011. Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in The Netherlands. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59, 7496-7505.

- NPPO, 2013a. Quickscan SB26-29 (isometric virus family unknown). National Plant Protection Organization, the Netherlands. Beschikbaar online: <https://english.nvwa.nl/documents/risicobeoordeling/plantenziekten/archief/2016m/quick-scan-sb26-29-isometric-virus-family-unknown>
- NPPO, 2013b. Quickscan *Russelliana solanicola*. National Plant Protection Organisation, the Netherlands. Beschikbaar online: <https://english.nvwa.nl/documents/risicobeoordeling/plantenziekten/archief/2016m/quick-scan-russelliana-solanicola>
- NVIC, 2019. Persoonlijke communicatie.
- NVWA, 2015a. Bestrijdingsmaatregelen Aardappelmoetheid. Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/plant/plantziekte-en-plaag/plantziekte/aardappelmoetheid/aardappelmoetheid-toelichting-bij-informatie-besmetverklaring-aardappelmoetheid-stap-2a-bepaal-bestrijdingsmaatregel>
- NVWA, 2015b. Fytosanitaire signalering 2014. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/fytosanitaire-signalering>
- NVWA, 2015c. Informatiedocument wratziekte [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/binaries/nvwa/documenten/.../Informatieblad+wratiekte.pdf> [Geraadpleegd: 12.08.2019].
- NVWA, 2015d. Verkenning azolen.
- NVWA, 2015e. September 2015 Pest Report - The Netherlands *Ralstonia solanacearum*, (race 1): a) Findings in ornamental Rosa plants for planting, b) Confirmation of eradication in ornamental Curcuma plants. Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority. Beschikbaar online: <https://english.nvwa.nl/topics/pest-reporting/documents/plant/plant-health/pest-reporting/documents/pest-report-ralstonia-solanacearum>
- NVWA, 2016a. Finding of PSTVd in one genitor of *Solanum tuberosum* breeding material in one small field in the municipality Noordoostpolder. Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit.
- NVWA, 2016b. Ontsmettingsmaatregelen tegen *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, veroorzaker van ringrot in aardappelen (preventief). 3 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plaagen/documenten/plant/plantziekte-en-plaag/plantziekte/ringrot/ontsmettingsmaatregelen-ringrot-preventief>
- NVWA, 2016c. April 2016 - First outbreak of Potato spindle tuber viroid on seedless *Capsicum annuum* plants for planting, without specific symptoms, in four professional greenhouses. Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority. Beschikbaar online: <https://english.nvwa.nl/topics/pest-reporting/documents/plant/plant-health/pest-reporting/documents/april-2016-first-outbreak-of-potato-spindle-tuber-viroid-on-seedless-capsicum-annuum-plants-for-planting-without-specific-sympt>
- NVWA, 2016d. Rapport Fytosanitaire signaleringen 2015. Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit, Utrecht. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/fytosanitaire-signalering>
- NVWA, 2016e. October 2016 - CLOSING NOTE pest report - Finding of *Ralstonia solanacearum*, (race 1) in ornamental Anthurium plants for cut flower production. Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority. Beschikbaar online: <https://english.nvwa.nl/topics/pest-reporting/documents/plant/plant-health/pest-reporting/documents/october-2016-%E2%80%93-closing-note-pest-report---finding-of-ralstonia-solanacearum-race-1-in-ornamental-anthurium-plants-for-cut-flower-production>
- NVWA, 2017a. Methodiek korte risicobeoordeling fytosanitaire gevaren. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/risicobeoordeling/plantenziekten/quarantainewaardige-organismen/methodiek/methodiek-korte-risicobeoordeling-van-fytosanitaire-gevaren>
- NVWA, 2017b. Fytosanitaire signalering 2016. Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit, Utrecht, the Netherlands. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/fytosanitaire-signalering>

- NVWA, 2017c. Residuen van gewasbeschermingsmiddelen op groente en fruit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/inspectieresultaten-bestrijdingsmiddelen-in-voedingsmiddelen/documenten/consument/eten-drinken-roken/bestrijdingsmiddelen/publicaties/voortgangsrapportage-residuen-bestrijdingsmiddelen-januari-2015---december-2016>
- NVWA, 2018a. Rapport fytosanitaire signaleringen 2017. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/fytosanitaire-signalering>
- NVWA, 2018b. Teeltvoorschriften akkerbouw en tuinbouw [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/teeltvoorschriften-akkerbouw-en-tuinbouw> [Geraadpleegd: 14-02-2018].
- NVWA, 2018c. Staat van Voedselveiligheid. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/over-de-nvwa/hoe-de-nvwa-werkt/staten-van-staat-van-voedselveiligheid>
- NVWA, 2018d. Persoonlijke communicatie met Wingelaar GJ (17 juli 2018). Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht.
- NVWA, 2018e. Fytosanitaire signalering [Webpagina]. Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/fytosanitaire-signalering> [Geraadpleegd: 02-11-2018].
- NVWA, 2018f. NVWA (ISI database).
- NVWA, 2018g. Fytosanitaire wetgeving van de Europese Unie [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/fytosanitaire-wetgeving-overzicht-eu-nationaal/fytosanitaire-wetgeving-van-de-europese-unie> [Geraadpleegd: 12-02-2018].
- NVWA, 2018h. Teeltvoorschrift gesneden pootgoed [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/teeltvoorschriften-akkerbouw-en-tuinbouw/teeltvoorschrift-gesneden-pootgoed> [Geraadpleegd: 31-10-2018].
- NVWA, 2018i. Persoonlijke communicatie met Waterink B (26 november 2018).
- NVWA, 2018j. Risicobeoordelingen quarantaine(waardige) organismen [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/risicobeoordelingen-quarantainewaardige-organismen>
- NVWA, 2019a. November 2019 – Closing note pest report – Confirmation of eradication of *Ralstonia solanacearum* (race 1) in ornamental Rosa plants for planting for cut flower production. Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority. Beschikbaar online: <https://english.nvwa.nl/topics/pest-reporting/documents/plant/plant-health/pest-reporting/documents/november-2019-closing-note-pest-report-confirmation-of-eradication-of-ralstonia-solanacearum-race-1-in-ornamental-rosa-plants-for-planting-for-cut-flower-production>
- NVWA, 2019b. Informatiepakket bruinrot [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/documenten/plant/plantziekte-en-plaag/plantziekte/ralstonia/informatiepakket-bruinrot> [Geraadpleegd: 07-04-2020].
- NVWA, 2020a. Aardappelverwerkende bedrijven [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/aardappelmoeheid/tarragrond-en-afzet-aardappelen/aardappelverwerkende-bedrijven> [Geraadpleegd: 02-03-2020].
- NVWA, 2020b. teeltvoorschrift *Phytophthora infestans* [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/teeltvoorschriften-akkerbouw-en-tuinbouw/teeltvoorschrift-phytophthora-infestans> [Geraadpleegd: 16-03-2020].
- NVWA, 2020c. Resistente aardappelrassen [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/wratziekte/resistente-aardappelrassen> [Geraadpleegd: 06-04-2020].
- NVWA, 2020d. beregeningsverbodgebieden aardappel en tomaat [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en->

- [plagen/bruinrot/beregeningsverboden-aardappelen-en-tomaten](#) [Geraadpleegd: 16-03-2020].
- NVWA, 2020e. Teeltvoorschrift aardappelmoeheid [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/teeltvoorschriften-akkerbouw-en-tuinbouw/teeltvoorschrift-aardappelmoeheid> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- NVWA, 2020f. Hygiënecodes per sector [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/hygienecodes-haccp/hygienecodes-per-sector> [Geraadpleegd: 11-03-2020].
- NVWA, 2020g. Hygiënecodes, HACCP [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/hygienecodes-haccp/eigen-voedselveiligheidsplan-opstellen-of-hygiencode-branche-gebruiken> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- NVWA, 2020h. Tarragrond aardappelverwerkende bedrijven [Webpagina]. Beschikbaar online: www.nvwa.nl/onderwerpen/aardappelmoeheid/tarragrond-en-afzet-aardappelen/aardappelverwerkende-bedrijven [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- NVWA, 2020i. Lijst aardappelrassen met bijbehorend resistentieniveau aardappelmoeheid [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/aardappelmoeheid/resistentie-aardappelrassen/lijst-aardappelrassen-met-het-bijbehorende-resistentieniveau-am> [Geraadpleegd: 06-04-2020].
- NVWA, 2020j. Beleid voor gebiedsaanwijzing *Meloidogyne chitwoodi* en *Meloidogyne fallax* [Webpagina]. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/m.-chitwoodi-fallax/beleid-voor-gebiedsaanwijzing-m.-chitwoodi-fallax> [Geraadpleegd: 26-06-2020].
- NVWA, 2020k. MANCP Meerjarig Nationaal Controleplan Nederland Jaarverslag 2018. NVWA, Utrecht, 137 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/over-de-nvwa/organisatie/jaarverslagen-en-jaarplannen-nvwa/multi-annual-national-control-plan-mancp>
- NVWA, 2020l. Beregeningsverboden consumptieaardappelen, zetmeelaardappelen en tomaten [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/bruinrot/beregeningsverboden-consumptie-en-zetmeelaardappelen-en-tomaten> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- NVWA, 2020m. Persoonlijke communicatie met Wingelaar J (juli 2020)
- NVWA BuRO, 2014. Advies over nitraat in de voeding. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering, Utrecht, 22 pp.
- NVWA BuRO, 2016. Advies over mogelijkheden voor de uitbreiding van de lijst met producten die uitgezonderd zijn van de verplichting voor een vermelding van een houdbaarheidsdatum. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering, Utrecht, 24 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/over-de-nvwa/documenten/consument/eten-drinken-roken/etikettering/risicobeoordelingen/advies-van-buro-over-houdbaarheidsdatum>
- NVWA BuRO, 2017. Risicobeoordeling zuivelketen (incl. bijlages). NVWA/BuRO/2017/266. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering, Utrecht. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/risicobeoordeling/voedselveiligheid/archief/2017m/risicobeoordeling-zuivelketen-nvwa-buro>
- NVWA BuRO, 2018. Advies over MDMA in mais. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering, Utrecht, 12 pp.
- NVWA BuRO, 2019a. Advies over de risico's van de keten 'voedergewassen en plantaardig diervoeder'. De productiefase tot aan de verstrekking aan landbouwhuisdieren. NVWA, Utrecht, 21 pp. Beschikbaar online: <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/diervoeder/diervoeder/risicobeoordelingen/advies-van-buro-over-de-risico%E2%80%99s-van-de-voedergewassen--en-diervoederketen>
- NVWA BuRO, 2019b. Advies over de risico's van de diervoederketen - bijlagen. Trcvwa/2018/9523. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, bureau Risicobeoordeling &

- onderzoeksprogrammering, Utrecht, 159 pp. Beschikbaar online:
<https://www.nvwa.nl/documenten/dier/diervoeder/diervoeder/risicobeoordelingen/advies-van-buro-over-de-risico%E2%80%99s-van-de-voedergewassen--en-diervoederketen>
- Nyenje ME, Odjadjare CE, Tanih NF, Green E & Ndip RN, 2012. Foodborne pathogens recovered from ready-to-eat foods from roadside cafeterias and retail outlets in Alice, Eastern Cape Province, South Africa: public health implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9 (8), 2608-2619. Beschikbaar online:
<https://doi.org/10.3390/ijerph9082608>
- O'Toole MT, 2017. *Mosby's Medical Dictionary* (Tenth Edition). Elsevier.
- Obidiegwu JE, Sanetomo R, Flath K, Tacke E, Hofferbert H-R, Hofmann A, Walkemeier B & Gebhardt C, 2015. Genomic architecture of potato resistance to *Synchytrium endobioticum* disentangled using SSR markers and the 8.3 k SolCAP SNP genotyping array. *BMC genetics*, 16 (1), 38.
- Otte PF, Römkens PFAM, Rietra RPJJ & Lijzen JPA, 2011. Bodemverontreiniging en de opname van lood door moestuingewassen; Risico's van lood door bodemverontreiniging. RIVM rapport 607711004/2011. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 63 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607711004.pdf>
- Overbeek Lv, Runia W, Kastelein P & Molendijk L, 2014. Anaerobic disinfection of tare soils contaminated with *Ralstonia solanacearum* biovar 2 and *Globodera pallida*. *European Journal of Plant Pathology*, 138 (2), 323-330.
- Park C-M & Beuchat LR, 2000. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in potato starch as affected by water activity, pH and temperature. *Letters in Applied Microbiology*, 31 (5), 364-367. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1046/j.1472-765x.2000.00832.x>
- Park CE & Sanders GW, 1992. Occurrence of thermotolerant campylobacters in fresh vegetables sold at farmers' outdoor markets and supermarkets. *Canadian Journal of Microbiology*, 38 (4), 313-316. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1139/m92-052>
- Park DJ, Yun JC, Baek JE, Jung EY, Lee DW, Kim MA & Chang SH, 2006. Relapsing *Bacillus licheniformis* peritonitis in a continuous ambulatory peritoneal dialysis patient. *Nephrology (Carlton)*, 11 (1), 21-22. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1440-1797.2006.00539.x>
- PBL, 2019. GEÏNTEGREERDE GEWASBESCHERMING NADER BESCHOUWD: Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst. Planbureau voor de Leefomgeving.
- PD, 2006. Rapportage Fytosanitaire signalering 2005. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen.
- Peck MW, Stringer SC & Carter AT, 2011. *Clostridium botulinum* in the post-genomic era. *Food Microbiology*, 28 (2), 183-191. Beschikbaar online:
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.03.005>
- Peetz A, Baker H & Zasada I, 2019. Further elucidation of the host range of *Globodera ellingtonae*. *Nematropica*, 49, 12-17.
- PestLens, 2018. An early-warning system supporting PPQ's efforts to protect U.S. agriculture and the environment against exotic plants [online database]. United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, USA. Beschikbaar online:
<https://pestlens.info/index.cfm>
- Phillips WS, Kitner M & Zasada IA, 2017. Developmental dynamics of *Globodera ellingtonae* in field-grown potato. *Plant Disease*, 101 (7), 1182-1187. Beschikbaar online:
<https://doi.org/10.1094/PDIS-10-16-1439-RE>
- Pijnacker R, Friesema IHM, Mughini Gras L, Lagerweij GR, van Pelt W & Franz E, 2019. Disease burden of food-related pathogens in the Netherlands, 2018. RIVM Rapport 2017-0097. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 50 pp. Beschikbaar online:
<https://doi.org/10.21945/RIVM-2019-0086>
- Pinkerton JN, Santo GS & Mojtahedi H, 1991. Population dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on Russet Burbank potatoes in relation to degree-day accumulation. *Journal of Nematology*, 23 (3), 283-290.

- Podolak R, Enache E, Stone W, Black DG & Elliott PH, 2010. Sources and risk factors for contamination, survival, persistence, and heat resistance of *Salmonella* in low-moisture foods. *Journal of Food Protection*, 73 (10), 1919-1936. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028x-73.10.1919>
- Pouillot R, Klontz KC, Chen Y, Burall LS, Macarasin D, Doyle M, Bally KM, Strain E, Datta AR & Hammack TS, 2016. Infectious dose of *Listeria monocytogenes* in outbreak linked to ice cream, United States, 2015. *Emerging Infectious Diseases*, 22 (12), 2113. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3201/eid2212.160165>
- Pratt MA, 1976. The Longevity of Resting Sporangia of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Soil 1. *EPPO Bulletin*, 6 (2), 107-108.
- Przetakiewicz J, 2010. Resistance of Polish cultivars of potato to virulent pathotypes of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.: 2 (Ch1) and 3 (M1). *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, (257/258), 207-214.
- Przetakiewicz J, 2017. Sampling, Maintenance and Pathotype Identification of *Synchytrium Endobioticum* (Schilb.) Perc. *Plant Breeding and Seed Science*, 76 (1), 29-36.
- Quiroz-Santiago C, Rodas-Suárez OR, Q. CRV, Fernández FJ, Quiñones-Ramírez EI & Vázquez-Salinas C, 2009. Prevalence of *Salmonella* in vegetables from Mexico. *Journal of Food Protection*, 72 (6), 1279-1282. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.6.1279>
- Ravel A, Pintar K, Nesbitt A & Pollari F, 2016. Non food-related risk factors of campylobacteriosis in Canada: a matched case-control study. *BMC Public Health*, 16 (1), 1016. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3679-4>
- Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J, Soliva-Fortuny R & Martín-Belloso O, 2009. Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh-cut fruits and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8 (3), 157-180. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00076.x>
- Reestman AJ, Schepers A & Mooi JC, 1960. Over het snijden van pootaardappelen. Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen, 24 pp.
- Regelink I, Ehlert P & Römkens P, 2017. Perspectieven voor de afzet van (fosfaat-verarmd) zuiveringsslib naar de landbouw. Rapport 1566-7197. Wageningen Environmental Research, Wageningen, 75 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.18174/420057>
- Reuters, 2013. EU court annuls approval of BASF's Amflora GMO potato [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.reuters.com/article/us-eu-gmo-potato/eu-court-annuls-approval-of-basfs-amflora-gmo-potato-idUSBRE9BC0DI20131213> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- Rietjens IMCM, Martena MJ, Boersma MG, Spiegelenberg W & Alink GM, 2005. Molecular mechanisms of toxicity of important food-borne phytotoxins. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49 (2), 131-158. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1002/mnfr.200400078>
- Rietveld AG, Verweij PE, Melchers W, Leendertse PC, Hoftijser E & Zwaan BJ, 2017. Azole-resistance selection in *Aspergillus fumigatus*. 2018-0131. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 37 pp. Beschikbaar online: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/12/07/rapport-azole-resistance-selection-in-aspergillus-fumigatus-final-report>
- RIVM, 2001a. Buiktyfus Richtlijn [Webpagina, 11-2019]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/buiktyfus> [Geraadpleegd: 20-11-2019].
- RIVM, 2001b. Paratyfus Richtlijn [Webpagina, 11-2019]. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/paratyfus> [Geraadpleegd: 20-11-2019].
- RIVM, 2006a. Salmonellose Richtlijn [Webpagina, 1-12-2017]. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/salmonellose> [Geraadpleegd: 23-11-2018].
- RIVM, 2006b. *Campylobacter*-infecties Richtlijn [Webpagina, 1-1-2017]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/campylobacter-infecties> [Geraadpleegd: 09-04-2019].

- RIVM, 2010. Shigatoxineproducerende *E. coli* (STEC)-infectie Richtlijn [Webpagina, 8-6-2016]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/shigatoxineproducerende-ecoli-stec-infectie> [Geraadpleegd: 14-12-2018].
- RIVM, 2011a. Difterie Richtlijn [Webpagina, 6-3-2018]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/difterie> [Geraadpleegd: 19-12-2018].
- RIVM, 2011b. Klebsiella [Webpagina, 02-11-2018]. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/klebsiella> [Geraadpleegd: 22-11-2018].
- RIVM, 2011c. Botulisme Richtlijn [Webpagina, 1-8-2011]. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/botulisme> [Geraadpleegd: 09-04-2019].
- RIVM, 2012. Enterobacteriaceae [Webpagina, 02-11-2018]. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/enterobacteriaceae> [Geraadpleegd: 22-11-2018].
- RIVM, 2016a. Listeriose Richtlijn [Webpagina, 20-02-2019]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/listeriose> [Geraadpleegd: 09-04-2019].
- RIVM, 2016b. Bestrijdingsmiddelen in grondwater bij drinkwaterwinningen: huidige belasting en mogelijke maatregelen. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu.
- RIVM, 2018a. Voedselconsumptiepeiling; VCP 2012-2016 [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/voedselconsumptiepeiling> [Geraadpleegd: januari 2020].
- RIVM, 2018b. Bestrijdingsmiddelen en Omwonenden [Webpagina, 1-8-2018]. Beschikbaar online: <https://www.bestrijdingsmiddelen-omwonenden.nl/> [Geraadpleegd: 29-11-2018].
- RIVM, 2018c. Meldingsplicht infectieziekten - Overzicht meldingen [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/meldingsplicht-infectieziekten/overzicht-meldingen> [Geraadpleegd: 27-11-2019].
- RIVM, 2018d. Gezondheidsverkenning omwonenden van landbouwpercelen. RIVM Rapport 2018-0068. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu, Bilthoven, 196 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2018-0068>
- RIVM, 2019a. Bestrijdingsmiddelen en omwonenden: Samenvattend rapport over blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten. RIVM Rapport 2019-0052. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 40 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2019-0052>
- RIVM, 2019b. Waternormen voor gewasbeschermingsmiddelen nog te vaak overschreden [Webpagina, 21-6-2019]. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/nieuws/waternormen-voor-gewasbeschermingsmiddelen-nog-te-vaak-overschreden> [Geraadpleegd: 5-11].
- RIVM, 2020a. Voedselconsumptiepeilingen, aardappelen.
- RIVM, 2020b. Voedselconsumptiepeiling aardappelen.
- RIWA, 2016. De kwaliteit van het Maaswater in 2014. Vereniging van Rivierwaterbedrijven, Maastricht, 74 pp. Beschikbaar online: http://www.riwa-maas.org/uploads/tx_deriva/De_kwaliteit_van_het_Maaswater_in_2014.pdf
- Roels TH, Proctor ME, Robinson LC, Hulbert K, Bopp CA & Davis JP, 1998. Clinical features of infections due to *Escherichia coli* producing heat-stable toxin during an outbreak in Wisconsin: a rarely suspected cause of diarrhea in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 26 (4), 898-902. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1086/513923>
- Rosa EA, 1998. Metatheoretical foundations for post-normal risk. *Journal of Risk Research*, 1 (1), 15-44.
- Rose J, Haas C, Gurian P, Mitchell J & Weir M, 2014. QMRawiki [Webpagina]. Beschikbaar online: <http://qmrawiki.canr.msu.edu> [Geraadpleegd: 16 november].
- Runia WT, Gastel Wv & Korthals G, 2006. Inventarisatie en beheersing van het quarantaine aaltje *Meloidogyne chitwoodi* binnen de pootgoedteelt in de Wieringermeer. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*.

- Runia WT, Molendijk LPG, Berg Wvd, Stevens LH, Schilder MT & Postma J, 2014. Inundation as tool for management of *Globodera pallida* and *Verticillium dahlia*. Acta Horticulturae.
- Ruprich J, Rehurkova I, Boon PE, Svensson K, Moussavian S, van der Voet H, Bosgra S, van Klaveren JD & Busk L, 2009. Probabilistic modelling of exposure doses and implications for health risk characterization: glycoalkaloids from potatoes. Food and Chemical Toxicology, 47 (12), 2899-2905. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.03.008>
- RVO, 2020a. Mestbeleid [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid> [Geraadpleegd: 25-03-2020].
- RVO, 2020b. Mest gebruiken en uitrijden: Hoe mest uitrijden [Webpagina]. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Beschikbaar online: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/gebruiken-en-uitrijden/hoe-mest-uitrijden> [Geraadpleegd: 07-07-2020].
- Safni I, Subandiyah S & Fegan M, 2018. Ecology, epidemiology and disease management of *Ralstonia solanaceae* in Indonesia. Frontiers in microbiology, 9, 419.
- Salazar LF, 2006. Emerging and Re-emerging Potato Diseases in the Andes. Potato Research, 49 (1), 43-47. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s11540-006-9005-2>
- Schaffnit E & Voss G, 1918. Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses im Jahre 1917. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, 28 (3/4), 111-114.
- Scheijen LJJM, Clevers E, Engelen L, Dagnelie PC, Brouns F, Stehouwer CDA & Schalkwijk CG, 2016. Analysis of advanced glycation endproducts in selected food items by ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry: Presentation of a dietary AGE database. Food Chemistry, 190, 1145-1150. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.049>
- Schmid-Hempel P & Frank SA, 2007. Pathogenesis, virulence, and infective dose. PLoS Pathog, 3 (10), 1372-1373. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0030147>
- Schmid D, Schandl S, Pichler AM, Kornschöber C, Berghold C, Beranek A, Neubauer G, Neuhold-Wassermann M, Schwender W, Klauber A, Deutz A, Pless P & Allerberger F, 2006. *Salmonella* Enteritidis phage type 21 outbreak in Austria, 2005. Eurosurveillance, 11 (2), pii=600. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.2807/esm.11.02.00600-en>
- Scholl G, Huybrechts I, Humblet M-F, Scippo M-L, De Pauw E, Eppe G & Saegerman C, 2012. Risk assessment for furan contamination through the food chain in Belgian children. Food Additives & Contaminants: Part A, 29 (8), 1219-1229. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2012.686456>
- Selma MV, Allende A, Lopez-Galvez F, Elizaquivel P, Aznar R & Gil MI, 2007. Potential microbial risk factors related to soil amendments and irrigation water of potato crops. Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement, 103 (6), 2542-2549. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03504.x>
- Serbina L & Burckhardt D, 2017. Systematics, biogeography and host-plant relationships of the Neotropical jumping plant-louse genus *Russelliana* (Hemiptera: Psylloidea). Zootaxa, 1, 1-114. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4266.1.1>
- Silvis H, 2020. Lagere aardappelprijzen voor consument [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2263&indicatorID=2414> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- SKAL, 2018a.]. Beschikbaar online: <https://www.skal.nl/biologische-teelt-van-gewassen/voorwaarden-teelt/gewasbeschermingsmiddelen/> [Geraadpleegd: 25-05-2018].
- SKAL, 2018b. Vervaardigen en verhandelen van biologische producten.
- SKAL, 2019. Informatieblad Biologische teelt van gewassen. Beschikbaar online: <https://www.skal.nl/biologische-teelt-van-gewassen/voorwaarden-teelt/gewasbeschermingsmiddelen/>
- Smit B & Jager J, 2018. Schets van de akkerbouw in Nederland: Structuur-, landschaps- en milieukeurmerken die een relatie hebben tot biodiversiteit. Wageningen Economic Research, Wageningen, 33 pp.

- Smittskydd Västra Götaland, 2018. Pressmeddelande från Smittskydd Västra Götaland 180518 [Webpagina]. Västra Götalandsregionen. Beschikbaar online: <http://mb.cision.com/Main/13220/2524526/843996.pdf> [Geraadpleegd: 12-10-2018].
- Solomon HM, Rhodehamel EJ & Kautter DA, 1998. Growth and toxin production by *Clostridium botulinum* on sliced raw potatoes in a modified atmosphere with and without sulfite. *Journal of Food Protection*, 61 (1), 126-128. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-61.1.126>
- Soriano JM, Font G, Rico H, Moltó JC & Mañes J, 2002. Incidence of enterotoxigenic staphylococci and their toxins in foods. *Journal of Food Protection*, 65 (5), 857-860. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.5.857>
- Sprong RC & Boon PE, 2015. Dietary exposure to cadmium in the Netherlands. RIVM Letter report 2015-0085. Rijksinstituut Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 50 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0085.pdf>
- StatLine, 2019. Goederensoorten naar land; natuur, voeding en tabak [Webpagina, 01-11-2019]. CBS. Beschikbaar online: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81267ned> [Geraadpleegd: 16-03-2020].
- StatLine, 2020a. Landbouw; gewassen, dieren, grondgebruik en arbeid op nationaal niveau [Webpagina, 03-03-2020]. CBS. Beschikbaar online: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81302ned> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- StatLine, 2020b. Akkerbouwgewassen; productie naar regio [Webpagina, 31-03-2020]. CBS. Beschikbaar online: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81267ned> [Geraadpleegd: 01-04-2020].
- StatLine, 2020c. Activiteiten van biologische landbouwbedrijven; regio [Webpagina, 03-03-2020]. CBS. Beschikbaar online: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83922NED> [Geraadpleegd: 10-03-2020].
- Stenfors Arnesen LP, Fagerlund A & Granum PE, 2008. From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiology Reviews*, 32 (4), 579-606. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00112.x>
- Stichting Pro aCt, 2020. Norm Voedselkwaliteit Loonwerk 2020. Stichting Pro aCt, Nijkerk, 31 pp.
- Strajnar P, Sirca S, Knapic M & Urek G, 2011. Effect of Slovenian climatic conditions on the development and survival of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica*. *European Journal of Plant Pathology*, 129 (1), 81-88. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9694-x>
- Stuart TL, Sandhu J, Stirling R, Corder J, Ellis A, Misa P, Goh S, Wong B, Martiquet P, Hoang L & Galanis E, 2010. Campylobacteriosis outbreak associated with ingestion of mud during a mountain bike race. *Epidemiology and Infection*, 138 (12), 1695-1703. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1017/S095026881000049X>
- Surkiewicz BF, Groomes RJ & Padron AP, 1967. Bacteriological survey of the frozen prepared foods industry: III. Potato products. *Applied Microbiology*, 15 (6), 1324-1331. Beschikbaar online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC547192/pdf/applmicro00236-0070.pdf>
- Swartjes F, Janssen P, Dusseldor A & Hagens W, 2018. Handreiking voor de risicobeoordeling van arseen in de bodem voor de particuliere groenteteelt. RIVM briefrapport 2017-0177. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 64 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2017-0177>
- Swartjes FA, van der Linden AMA & van der Aa NGFM, 2016. Bestrijdingsmiddelen in grondwater bij drinkwaterwinningen: huidige belasting en mogelijke maatregelen. RIVM Rapport 2016-0083. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 128 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0083.pdf>
- Syfert MM, Serbina L, Burckhardt D, Knapp S & Percy DM, 2017. Emerging new crop pests: ecological modelling and analysis of the South American potato psyllid *Russelliana solanicola* (Hemiptera: Psylloidea) and its wild relatives. *PLoS ONE*, 12 (1). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167764>

- Szymczak B, Szymczak M, Sawicki W & Dąbrowski W, 2014. Anthropogenic impact on the presence of *L. monocytogenes* in soil, fruits, and vegetables. *Folia Microbiologica*, 59 (1), 23-29. Beschikbaar online: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3889501/>
- Tamminga SK, Beumer RR, Keijbets MJH & Kampelmacher EH, 1978. Microbial spoilage and development of food poisoning bacteria in peeled, completely or partly cooked vacuum-packed potatoes. *Archiv fur Lebensmittelhygiene*, 29 (6), 215-219. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0018116190&partnerID=40&md5=d21f97fa59544fa14e9f26b93a4066a2>
- TBM, 2018. AM: hoe houden we het beheersbaar? Stichting Teeltbeschermingsmaatregelen Zetmeelaardappelen. Beschikbaar online: <http://www.stichtingtbm.nl/images/bedrijfsstrategie-aardappelmoetheid.pdf>
- Termorshuizen A, Molendijk L & Postma J, 2020. Beheersing van bodempathogenen via bodemgezondheidsmaatregelen: Een overzicht van de beschikbare kennis voor een selectie van akkerbouwgewassen met hun bijbehorende bodemziekten. Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit.
- Teunis P, Takumi K & Shinagawa K, 2004. Dose response for infection by *Escherichia coli* O157:H7 from outbreak data. *Risk Analysis*, 24 (2), 401-407. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00441.x>
- Thomas LV, Ingram RE, Bevis HE, Davies EA, Milne CF & Delves-Broughton J, 2002. Effective use of nisin to control *Bacillus* and *Clostridium* spoilage of a pasteurized mashed potato product. *Journal of Food Protection*, 65 (10), 1580-1585. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.10.1580>
- Thunberg RL, Tran TT, Bennett RW, Matthews RN & Belay N, 2002. Microbial evaluation of selected fresh produce obtained at retail markets. *Journal of Food Protection*, 65 (4), 677-682. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.4315/0362-028x-65.4.677>
- Tournas VH, 2005. Spoilage of vegetable crops by bacteria and fungi and related health hazards. *Critical Reviews in Microbiology*, 31 (1), 33-44. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1080/10408410590886024>
- Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2014. Brief regering; Stand van zaken vondst *Potato Spindle Tuber Viroid* (PSTVd) in aardappel. Den Haag.
- Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2016. Betreft Beantwoording vragen over het bericht 'Illegale inzet koper in biologische aardappel', 19 augustus 2016.
- Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2019. Problematiek rondom stikstof en PFAS; Tijdelijk handelingskader PFAS. 's Gravenhage.
- Uhitil S, Jakšić S & Petrak T, 2000. Prevalence of microorganisms in human food. *Veterinarski Arhiv*, 70 (SUPPL. 1), S35-S40. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0347018638&partnerID=40&md5=4b34b59ba1377fb85557ae58adca6cc1>
- Uiterwijk M, De Rosa M, Friesema I, Valkenburgh S, Roest H, van Pelt W, van den Kerkhof H, van der Giessen J & Maassen K, 2016. Staat van Zoönosen 2015. RIVM rapport 2016-0139. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 84 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0139.pdf>
- Uiterwijk M, Keur I, Friesema I, Rozendaal H, Holtslag M, van den Kerkhof H, Kortbeek T & Maassen K, 2018. Staat van Zoönosen 2017. RIVM rapport 2018-0112. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 100 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2018-0112>
- Uiterwijk M, Keur I, Friesema I, Valkenburgh S, Holtslag M, van Pelt W, van den Kerkhof H, van der Giessen J, Kortbeek T, Nijssen R & Maassen K, 2017. Staat van Zoönosen 2016. RIVM Rapport 2017-0142. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) & Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), Bilthoven, 96 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2017-0142>

- UN, 1992. Convention on Biological Diversity (Biodiversiteitsverdrag). Rio de Janeiro. 5 June 1992. Certified true copy (XXVII.8). United Nations. Beschikbaar online: https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch_XXVII_08p.pdf
- USDA APHIS, 2016. National Environmental Policy Act decision and finding of no significant impact. J.R. Simplot Company X17 and Y9 Potatoes with late blight resistance, low acrylamide potential, lowered reduced sugars, and reduced black spot (16-064-01p). United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Biotechnology Regulatory Services. Beschikbaar online: https://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/16_06401p_fonsi.pdf
- Van Berkhout P, Van Asseldonk M, Benninga J, Gé L, Hoste R & Smit B, 2015. De kracht van het agrocluster. Het belang van de primaire landbouw voor het totale agrocomplex. LEI Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen, 56 pp.
- Van Bossuyt M, van Hoeck E, Vanhaecke T, Rogiers V & Mertens B, 2016. Printed paper and board food contact materials as a potential source of food contamination. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 81, 10-19.
- Van de Vossen B, 2019. From metagenome to gene; identification of the first *Synchytrium endobioticum* effector through comparative genomics. Wageningen University, Wageningen, the Netherlands, 290 pp.
- van de Vossen BT, Brankovics B, Nguyen HD, van Gent-Pelzer MP, Smith D, Dadej K, Przetakiewicz J, Kreuze JF, Boerma M & van Leeuwen GC, 2018. The linear mitochondrial genome of the quarantine chytrid *Synchytrium endobioticum*; insights into the evolution and recent history of an obligate biotrophic plant pathogen. *BMC evolutionary biology*, 18 (1), 136.
- van de Vossen BT, Prodhomme C, van Arkel G, van Gent-Pelzer MP, Bergervoet M, Brankovics B, Przetakiewicz J, Visser RG, van der Lee TA & Vossen JH, 2019a. The *Synchytrium endobioticum* AvrSen1 triggers a Hypersensitive Response in Sen1 potatoes while natural variants evade detection. bioRxiv, 646984. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1101/646984>
- Van de Vossen BT, Van der Lee TA & Nguyen HD, 2019b. The 2019 Potato Wart Disease workshop shared needs and future research directions. *Synchytrium endobioticum* workshop, Wednesday 26 - Friday 28 June. Dutch National Plant Protection Organization, Wageningen, the Netherlands.
- Van der Gaag D, Viaene N, Anthoine G, Ilieva Z, Karssen G, Niere B, Petrova E & Wesemael W, 2011a. Pest Risk Assessment of *Meloidogyne fallax*: Revised Test Method 2b. In: MacLeod A et al. (ed.), *Pest Risk Assessment for the European Community Plant Health: A Comparative Approach with Case Studies*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2012.EN-319/abstract>, pp. 1053
- Van der Gaag D, Viaene N, Anthoine G, Ilieva Z, Karssen G, Niere B, Petrova E & Wesemael W, 2011b. Pest Risk Assessment for *Meloidogyne chitwoodi* Test Method 2. In: MacLeod A et al. (ed.), *Pest Risk Assessment for the European Community Plant Health: A Comparative Approach with Case Studies*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2012.EN-319/abstract>, pp. 1053.
- Van der Gaag DJ, Colon L, De Hoop B, Roenhorst A & Tjou-Tam-Sin L, 2015. Pest Risk Analysis, EU internal movement of true potato seed (TPS) of registered TPS varieties: probability of association of regulated pests and analysis of risk reduction options. Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, Utrecht, the Netherlands.
- Van der Lugt T, Weseler AR, Gebbink WA, Vrolijk MF, Opperhuizen A & Bast A, 2018. Dietary Advanced Glycation Endproducts Induce an Inflammatory Response in Human Macrophages in Vitro. *Nutrients*, 10 (12), 1868. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/nu10121868>
- Van der Lugt T, Weseler AR, Vrolijk MF, Opperhuizen A & Bast A, 2020. Dietary Advanced Glycation Endproducts Decrease Glucocorticoid Sensitivity In Vitro. *Nutrients*, 12 (2), 441. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/nu12020441>

- Van Geel W, 2015. Advisering rijenbemesting bij aardappel en zaaiui; Notitie voor het Handboek Bodem en Bemesting. Research Institute Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen.
- van Gerwen SJC, de Wit JC, Notermans S & Zwietering MH, 1997. An identification procedure for foodborne microbial hazards. *International Journal of Food Microbiology*, 38 (1), 1-15. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(97\)00077-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(97)00077-9)
- van Kreijl CF, Knaap AGAC, Busch MCM, Havelaar AH, Kramers PGN, Kromhout D, van Leeuwen FXR, van Leent-Loenen HMJA, Ocké MC & Verkley H, 2004. Ons eten gemeten; Gezonde voeding en veilig voedsel in Nederland. Rapport 270555007. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 362 pp. Beschikbaar online: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/270555007.pdf>
- van Leusden FM, 2000. Hazard identification and characterisation, and dose response assessment of spore forming pathogens in cooked chilled food containing vegetables. RIVM report 149106008. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 45 pp. Beschikbaar online: https://www.rivm.nl/en/Documents_and_publications/Scientific/Reports/2001/februari/Hazard_identification_and_characterisation_and_dose_response_assessment_of_spore_forming_pathogens_in_cooked_chilled_food_containing_vegetables
- van Loon JP, 2019. Door eendrachtige samenwerking. De geschiedenis van de Aardappelveredeling in Nederland, van hobby tot industrie. 1888 - 2018. (Ph.D. Thesis). Wageningen University, Wageningen, NL, 407 pp.
- van Os J, Lahr J, Mevius D, Hoeksma P, van Overbeek L & van Engelen E, 2018. Pathogenen in dierlijke mest: riskant? *Tijdschrift Milieu: Vereniging van milieuprofessionals*, (5), 47-52. Beschikbaar online: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/539094>
- VAVI-LTO, 2012. Inkoopvoorwaarden aardappelen schakel industrie/teelt en arbitragereglement 2012. VAVI - LTO Nederland (ed.).
- VAVI, 2019. Handboek Voedselveiligheid certificaat aardappelenverwerkende industrie [VVA-certificaat]. Teelt- en bewaarperiode 2019/2020. VAVI, Den Haag. Beschikbaar online: <https://vavi.nl/nl/downloads/>
- VAVI, 2020. De aardappelverwerking in Nederland [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://vavi.nl/nl/dit-is-onze-branche/> [Geraadpleegd: 12-03-2020].
- Veldman K, Kant A, Dierix C, van Essen-Zandbergen A, Wit B & Mevius D, 2014. *Enterobacteriaceae* resistant to third-generation cephalosporins and quinolones in fresh culinary herbs imported from Southeast Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 72-77. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.014>
- Verweij PE, Snelders E, Kema GH, Mellado E & Melchers WJ, 2009. Azole resistance in *Aspergillus fumigatus*: a side effect of environmental fungicide use? *The Lancet Infectious Diseases*, 9, 789-795. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(09\)70265-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(09)70265-8)
- VEWIN, 2019. Aanwezigheid gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater wat gebruikt wordt als bron voor drinkwaterbereiding. [Webpagina]. Beschikbaar online: www.vewin.nl/probleemstoffen
- Vivant A-L, Garmyn D & Piveteau P, 2013. *Listeria monocytogenes*, a down-to-earth pathogen. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 3, 87-87. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00087>
- Vlaanderen F, Uiterwijk M, Cuperus T, Keur I, De Rosa M, Rozendaal H, Koene M, Schreurs H, Nijse R, Nielen M, Friesema I, van Pelt W, Franz E, Hogerwerf L, Opsteegh M & Maassen K, 2019. Staat van Zoönosen 2018. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) & Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), Bilthoven, 90 pp. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21945/RIVM-2019-0185>
- Voidarou C, Bezirtzoglou E, Alexopoulos A, Plessas S, Stefanis C, Papadopoulos I, Vavias S, Stavropoulou E, Fotou K, Tzora A & Skoufos I, 2011. Occurrence of *Clostridium perfringens* from different cultivated soils. *Anaerobe*, 17 (6), 320-324. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.05.004>

Vos P, 2020. Mechanisch koelen neemt een vlucht.

Waterstromen.nl. AWZI Lomm [Webpagina]. Beschikbaar online:

<https://waterstromen.nl/awzi%20lomm> [Geraadpleegd: 16-03-2020].

Weis J & Seeliger HPR, 1975. Incidence of *Listeria monocytogenes* in nature. *Applied Microbiology*, 30 (1), 29-32. Beschikbaar online: <https://aem.asm.org/content/aem/30/1/29.full.pdf>

Weiss F, 1925. The conditions of infection in potato wart. *American Journal of Botany*, 413-443.

Wells JM & Butterfield JE, 1997. *Salmonella* contamination associated with bacterial soft rot of fresh fruits and vegetables in the marketplace. *Plant Disease*, 81 (8), 867-872. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1094/pdis.1997.81.8.867>

Wells JM & Butterfield JE, 1999. Incidence of *Salmonella* on fresh fruits and vegetables affected by fungal rots or physical injury. *Plant Disease*, 83 (8), 722-726. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.8.722>

Wenneker M, Verdel MSW, Groeneveld RMW, Kempenaar C, Beuningen ARv & Janse JD, 1999. *Ralstonia* (*Pseudomonas*) *solanacearum* race 3 (biovar 2) in surface water and natural weed hosts: First report on stinging nettle (*Urtica dioica*). *European Journal of Plant Pathology*, 105 (3), 307-315. Beschikbaar online: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1023/A:1008795417575>

Werkman A, Verhoeven J & Roenhorst J, 2004. Wering van quarantainevirussen bij aardappel. *Gewasbescherming*, 35 (3), 168-171. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/111299>

WFBR, 2015. van Bokhorst-van de Veen H, Minor M, Zwietering M & Nierop Groot M. Microbial hazards in the dairy chain: a literature study. WFBR Report 1553. Wageningen UR Food & Biobased Research, Wageningen, 93 pp. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/451235>

WFBR, 2018. Hayrapetyan H, van Bokhorst-van de Veen H, Zwietering M, Janssens B & Nierop Groot M. Microbiologische gevaren gerelateerd aan consumptie van aardappelproducten: Een literatuurstudie. WFBR rapport 1758. Wageningen Food & Biobased Research (WFBR), Wageningen, 90 pp.

Willow J, Silva A, Veromann E & Smagghe G, 2019. Acute effect of low-dose thiacloprid exposure synergised by tebuconazole in a parasitoid wasp. *PLoS ONE*, 14 (2), e0212456. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212456>

WUR, 2016. Inundatie bestrijdt *Meloidogyne chitwoodi*-aaltjes [Webpagina]. Wageningen University & Research. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Inundatie-bestrijdt-Meloidogyne-chitwoodi-aaltjes-.htm> [Geraadpleegd: 02-03-2020].

Zadoks JC & Schein RD, 1979. *Epidemiology and plant disease management*. Oxford University Press, New York, 427 pp.

Zasada I, Ingham R, Baker H & Phillips W, 2019. Impact of *Globodera ellingtonae* on yield of potato (*Solanum tuberosum*). *Journal of Nematology*, 51, 1-10. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.21307/jofnem-2019-073>

Zeigler M, Claar C, Rice D, Davis J, Frazier T, Turner A, Kelley C, Capps J, Kent A, Hubbard V, Ritenour C, Tuscano C, Qiu-Shultz Z, Leamont CF & Centers for Disease Control Prevention (CDC), 2014. Outbreak of campylobacteriosis associated with a long-distance obstacle adventure race--Nevada, October 2012. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 63 (17), 375-378. Beschikbaar online: <http://europepmc.org/abstract/MED/24785983>

Zomer T, De Rosa M, Stenvers O, Valkenburgh S, Roest H, Friesema I, Maas M, van der Giessen J, van Pelt W & Maassen C, 2014. Staat van Zoönosen 2013. RIVM rapport 2015-0151. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 72 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0076.pdf>

Zomer T, Kramer I, Sikkema R, De Rosa M, Valkenburgh S, Friesema I, Roest H, van der Giessen J, van den Kerkhof H, Kortbeek L, van Pelt W, Braks M & Maassen K, 2015. Staat van Zoönosen 2014. RIVM rapport 2015-0151. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 88 pp. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0151.pdf>

