

Utrechtseweg 48
3704 HE Zeist
Postbus 360
3700 AJ Zeist

www.tno.nl

T +31 88 866 60 00

F +31 88 866 87 28

TNO-rapport

TNO 2014 R10455 | Eindrapport

Endotoxinen-niveaus op productmonsters van aardappelen, uien en zaden in het kader de identificatie van kansrijke mitigatietechnieken

Datum	10 november 2014
Auteur(s)	Suzanne Spaan Mariska Gröllers-Mulderij Birgit van Duuren-Stuurman Jeroen Terwoert
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	70 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	4
Opdrachtgever	Frugi Venta, NAO, Plantum
Projectnaam	SMO-project Aanpak endotoxinen bij de bron - 'Een schone start'
Projectnummer	060.02640

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
1.1	Achtergrond van het project.....	3
1.2	Blootstelling aan endotoxinen in de agro-foodsectoren	4
1.3	Doel van het project.....	4
1.4	Karakterisering van de bron van endotoxinen.....	5
2	Methode.....	6
2.1	Pilot extractie en analyse en selectie productonderdelen	6
2.2	Verzamelen monsters	7
2.3	Extractie van de productmonsters.....	10
2.4	Analyse van de productmonsters	11
2.5	Statistische analyse	12
3	Resultaten.....	13
3.1	Algemeen	13
3.2	Aardappelen.....	16
3.3	Uien	21
3.4	Zaden.....	24
4	Discussie en conclusie.....	32
4.1	Endotoxinen-niveaus van de geanalyseerde productmonsters.....	32
4.2	Overzicht persoonlijke blootstelling in sectoren	36
4.3	Endotoxinen-niveaus op productmonsters in eerdere studies.....	39
4.4	Conclusies en aanbevelingen	40
	Literatuur.....	41
	Ondertekening	43
	Dankbetuiging.....	44
	Annex I: Resultaten pilot-experiment extractie en analyse endotoxinen	45
	Annex II: Verzamelde monsters per sector en instructie monsternamen	47
	Annex III: Overzicht verzamelde contextuele informatie bij productmonsters	54
	Annex IV: Overzichtstabellen endotoxinen-niveaus op productmonsters	57
	Overzicht algemene resultaten	57
	Overzicht resultaten productmonsters aardappelen	58
	Overzicht resultaten productmonsters uien	62
	Overzicht resultaten productmonsters zaden.....	64

1 Inleiding

1.1 Achtergrond van het project

Tijdens de verwerking van de producten in bedrijven in de agrofood-sectoren worden werknemers op grote schaal blootgesteld aan 'organisch stof'. Dit organische stof bestaat uit materiaal van plantaardige, dierlijke en microbiologische oorsprong. Inademing van organisch stof, ook in waterlevels, kan leiden tot verschillende problemen met de gezondheid die worden veroorzaakt door specifieke deeltjes in dit stof, zoals endotoxinen.

Endotoxinen zijn een onderdeel van de celwand van Gram-negatieve bacteriën, welke bijna altijd aanwezig zijn in zogenaamd organisch stof. Endotoxinen zijn meetbaar indien bacteriële groei is opgetreden en komen vrij wanneer de cel sterft. Endotoxinen bestaan uit eiwitten, lipiden en lipopolysacchariden (LPS). Het lipide-deel (lipide A) is verantwoordelijk voor het grootste deel van de toxische kenmerken van endotoxinen. Het polysaccharide-deel is verantwoordelijk voor de serologische specificiteit (ofwel: aantoonbare immunreactie) en maakt ook de oplosbaarheid van het molecuul in water mogelijk.

Endotoxinen kunnen na inademing ontstekingsreacties veroorzaken met griepachtige verschijnselen (rillingen, transpireren, malaise gevoel), respiratoire klachten (droge hoest), en acute en chronische longfunctieveranderingen (indicatief voor chronische bronchitis) als gevolg. Deze effecten zijn waargenomen in onderzoek bij vrijwilligers die zuiver endotoxinen of endotoxine-houdend stof inademde, en bij werknemers met een hoge beroepsmatige endotoxinenblootstelling. Onderzoek onder personen met astma heeft aangetoond dat lichamelijke effecten optreden (o.a. klachten, longfunctieveranderingen) bij lagere niveaus dan bij normale proefpersonen. In onderzoek dat is uitgevoerd onder werknemers van mengvoederbedrijven en varkenshouders is aangetoond dat de longfunctie versneld afneemt, wat wijst op een verhoogd risico op chronische bronchitis. Op basis van onder andere deze informatie is door de Gezondheidsraad een gezondheidskundige advieswaarde van 90 endotoxinen units (EU)/m³ afgeleid (Gezondheidsraad, 2010).

De geobserveerde gezondheidsklachten kunnen resulteren in productieverlaging, afname van de motivatie, ziekteverzuim, en in ernstige gevallen arbeidsongeschiktheid. Een significante groep werknemers, naar schatting 350.000 in Nederland, wordt (potentieel) blootgesteld (Spaan et al., 2011). Klachten aan de luchtwegen zijn dan ook een belangrijke oorzaak van ziekteverzuim in de agrofood-sectoren. Dit bedreigt niet alleen de gezondheid van de medewerkers, maar ook het voortbestaan van de bedrijven. Momenteel lijkt de blootstelling onbeheersbaar ondanks het feit dat bedrijven in de agrofood-sectoren al veel maatregelen hebben genomen. Veel bedrijven aarzelen om verder in maatregelen te investeren, aangezien het effect, en daarmee ook de kosteneffectiviteit, te onzeker is. Hier komt nog bij dat in de meeste bedrijven op zéér veel punten in het proces (organisch) stof, en dus mogelijk endotoxinen, vrijkomt, en dus het risico op

blootstelling ontstaat. Aanpak van alle emissiepunten lijkt daarom alleen mogelijk tegen hoge investeringen.

1.2 Blootstelling aan endotoxinen in de agro-foodsectoren

In Nederland liggen de huidige persoonlijke blootstellingen in de agro-foodsectoren een factor 10-1000 maal hoger dan de vastgestelde gezondheidkundige advieswaarde van 90 EU/m³ (GR, 2010). Soortgelijke niveaus worden ook in andere landen aangetroffen (Spaan, 2008). Dit ondanks dat bedrijven in de agrofood-sectoren al veel maatregelen hebben genomen, zoals bronafzuiging, ventilatie, inkapseling, en stofmaskers. De variabiliteit in de gemeten persoonlijke blootstellingen in de diverse agrofood-sectoren is groot, en in veel gevallen onverklaarbaar (Spaan, 2008; Smit, 2008). Er zijn waarden gemeten beneden de grenswaarde van 90 EU/m³, maar ook boven de 100.000 EU/m³. Deze variatie is te zien tussen de agrarische sectoren onderling, maar ook binnen één sector. De meeste studies bevatten te weinig contextuele informatie of zijn te 'grof' opgezet om een goed inzicht te krijgen in de factoren die het meest van invloed zijn op de hoogte van blootstelling. Daarbij is de variëteit aan producten, bedrijfstypen en omstandigheden dusdanig groot, dat het vrijwel onmogelijk is om relaties te kunnen leggen tussen de diverse parameters en de resulterende blootstelling. In een Position Paper stelt de sector zelf vast: "Er is nog onvoldoende zicht op de factoren die de hoogte van endotoxine blootstelling beïnvloeden" (Stof? Pak 't aan!, 2011).

1.3 Doel van het project

Zowel binnen als buiten Nederland, is er veel aandacht geweest voor blootstelling aan endotoxinen op de werkplek. Dit onderzoek heeft zich voornamelijk gericht op het in kaart brengen van de persoonlijke blootstelling van werknemers zonder hierbij te kijken naar de bron van deze blootstelling, namelijk de "producten" waarmee wordt gewerkt. De sectoren zelf zijn echter vooral op zoek naar antwoord op de vraag waar en hoe het probleem precies ontstaat. En of deze kennis aanknopingspunten biedt om zo vroeg mogelijk in het productieproces een (meer) structurele oplossing te bieden.

Het SMO-project 'Aanpak van endotoxinen bij de bron – een schone start' richt zich op het product zoals dat bij verwerkende bedrijven binnenkomt. Het eerste doel is het ontwikkelen van een methodologie om het gehalte endotoxinen op of in producten betrouwbaar te kunnen bepalen, en vervolgens het daadwerkelijk karakteriseren van de bron van endotoxinen in of op het plantaardige product. Het tweede doel is het identificeren van kansrijke mitigatietechnieken. Kansrijke mitigatietechnieken zijn maatregelen die de endotoxinen verwijderen, inkapselen of onschadelijk maken vóórdat het product verder het verwerkingsproces ingaat, terwijl zij (de kwaliteit van) het product niet beïnvloeden. Op deze manier wordt

de hoeveelheid aanwezige endotoxinen op het product verlaagd met behoud van productkwaliteit. De kosten van de maatregelen worden ook in kaart gebracht, omdat deze acceptabel moeten zijn.

1.4 Karakterisering van de bron van endotoxinen

Binnen het project 'Aanpak endotoxinen bij de bron' wordt in werkpakket (WP) 2 meer inzicht gegenereerd in de *locatie* van de endotoxinen in of op plantaardige producten, en de mate waarin deze in of op het product 'verankerd' zijn. Hierbij zijn de volgende stappen onderscheiden:

WP 2.1 Ontwikkelen protocol voor monsternamen en analyse

Beschreven in TNO rapport TNO 2014 R10379, Protocol voor het verzamelen van (product)monsters, opslag, extractie en analyse op endotoxinen (finale versie 2, 30 juni 2014).

WP2.2 Onderzoek aan de bron

Beschreven in dit rapport.

WP 2.3 Ontwikkeling gehalte endotoxinen op de producten, binnen het bedrijf

Beschreven in Interne notitie Ontwikkeling endotoxinen gedurende productieproces en aanknopingspunten voor mitigatie (finale versie 2, 30 juni 2014).

Het is voor de ontwikkeling van mitigatietechnieken vooral van belang waar de endotoxinen zich in of op de agrarische producten bevinden. De absolute gehalten zijn minder van belang, omdat deze sterk variëren. In dit rapport worden de resultaten van de analyses voor het bepalen van de niveaus van endotoxinen op monsters van diverse onderdelen van de producten beschreven. Dit is gedaan om de locatie van de endotoxinen in kaart te brengen. Hierbij is het onder WP 2.1 ontwikkelde protocol gebruikt. De informatie uit dit rapport zal worden gebruikt als input voor de ontwikkeling van mogelijke (succesvolle) mitigatie-technieken om endotoxinen bij de bron (bij binnenkomst van het product) aan te pakken.

2 Methode

2.1 Pilot extractie en analyse en selectie productonderdelen

Een pilot-experiment is uitgevoerd om te onderzoeken op welke manier de productmonsters het beste geëxtraheerd konden worden. Het aantal monsters dat geanalyseerd kon worden binnen het gehele project was beperkt. Daarom is onderzocht of bepaalde productmonsters uitgesloten konden worden gezien de te verwachten endotoxine gehalten (Tabel 1).

Tabel 1: Overzicht productmonsters meegenomen in pilot

Aardappelen	Uien	Zaden
• Aardappel met aanhangend grond	• Loof van ui (rode ui)	• Paprika schoon Cadia 707001
• Aardappel "schoon"	• Wortels van ui (rode ui)	• Paprika vuil 690594
• Aardappel zonder schil	• Ui met loshangende schillen (rode ui)	• Komkommer schoon E33.15828 696341
• Binnenkant aardappel gemalen	• Ui binnenkant gemalen (rode ui)	• Komkommer vuil 5A0017 Paraisc 696666
• Grond van aardappel (afgewreven)	• Loshangende schillen van ui (rode ui)	• Andijvie schoon Markant 732963
• Schil van aardappel	• Binnenste vastzittende schil van ui (rode ui)	• Andijvie vuil E025.3442 692723
	• Loof van ui (gele ui)	• Sla schoon Oriola 690450
	• Wortels van ui (gele ui)	• Sla vuil Caipira 686033
	• Ui met loshangende schillen (gele ui)	• Bieten
	• Ui binnenkant gemalen (gele ui)	• Selderij
	• Loshangende schillen van ui (gele ui)	• Jalinas geschoond C1 1321473
	• Binnenste vastzittende schil van ui (gele ui)	• Jalinas ongeschoond C1 1321473
		• Stof E uit schoningsproces

Deze productmonsters waren in geval van de aardappelen en de uien afkomstig van de eigen teelt van drie TNO-collega's. De zaden werden meegebracht door de contactpersonen van drie zaadverwerkende bedrijven tijdens het kick-off overleg met de branche op 15 november 2013.

De uiteindelijk toegepaste methode voor extractie is gebaseerd op de methodes zoals die worden toegepast bij andere instituten (zoals IRAS, NAK en RPS) voor het extraheren van stofmonsters.

Tijdens het pilot experiment zijn twee endotoxinen assay kits van Lonza met elkaar vergeleken, de Kinetic Turbidimetric Endotoxin assay en de Kinetic QCL Endotoxin assay, om te zien welke assay gebruikt zou gaan worden tijdens dit project. Deze

endotoxinen analysekits zijn gekozen op basis van de NEN-EN 14031 norm (NEN-EN, 2003) en de ervaringen bij IRAS met deze analyse (persoonlijke communicatie). Deze vergelijking wees uit dat de chromogenische analysemethode de voorkeur heeft boven de turbidimetrische methode, omdat het bereik van de chromogenische methode veel hoger ligt dan bij de turbidimetrische methode, en de lineariteit van de standaarden van de chromogenische methode beter te zijn (Gröllers-Mulderij et al., 2014). De resultaten van de pilot staan weergegeven in Annex I. De resultaten van deze pilot zijn ook gebruikt voor het bepalen van de meest optimale verdunningen voor de verschillende onderdelen van de productmonsters tijdens de analyse-fase.

Uit de resultaten van het pilot-experiment is gebleken dat de binnenkant van de productmonsters van aardappelen en uien een te verwaarlozen bijdrage leveren aan de totale hoeveelheid endotoxinen die wordt gevonden op deze producten. Daarom is er voor gekozen om gehele aardappelen en gehele uien te analyseren en de binnenkant van deze producten verder buiten beschouwing te laten. In Tabel 2 staan de gevonden endotoxinen-niveaus in de binnenkant van een aardappel en een ui.

Tabel 2: Resultaten endotoxinen-niveaus binnenkant aardappel en ui

Productmonster	Verdunning	QCL Chromogenic EU/ml	Turbidimetric EU/ml
binnenkant aardappel	10	5,62	0,48
	100	4,83	<0,398
	1000	5,31	<3,981
binnenkant gele ui	10	8,10	12,77
	100	10,62	13,46
	1000	11,79	10,61

2.2 Verzamelen monsters

2.2.1 Selectie van producten of productonderdelen voor monsternamen

Om een goed idee te krijgen van de variatie in omstandigheden en producten binnen een sector is samen met de betreffende sectoren het proces van de teelt van de producten en het eventuele verwerkingsproces in kaart gebracht. Hierbij is ook aandacht besteed aan factoren die van invloed zouden kunnen zijn op het gehalte endotoxinen op het binnenkomende product, zoals:

- De teeltomstandigheden, inclusief weersomstandigheden (bijv. teelt in kas versus vollegrond)
- De oogstomstandigheden, inclusief weersomstandigheden, manier van oogsten en eventuele (bewerkings)stappen die door de teler worden uitgevoerd
- Duur en omstandigheden van opslag bij teler (temperatuur, luchtvochtigheid, manier van opslag)

- Verschil in grondsoorten waarop product is geteeld (bijv. mate van afslibbaarheid)
 - Klei- versus zandgrond
- Vochtgehalte van het product
- Type bemesting (dierlijk of plantaardig), eventueel bepaalde bespuitingen
- Materiaal dat meekomt met het product (bijv. plantmateriaal, aanhangende grond, loof)
- Verschillen tussen rassen, bijvoorbeeld op het gebied van huidschileigenschappen (aardappelen), hoe vast de rokken zitten (uien), grove versus fijne zaden, structuur van de zaden (glad huidig vs. harig, regelmatig vs. met hoekjes/ deukjes, wel of geen losse 'velletjes'), rijpheid (vroeg en late rassen).

In geval van de te verzamelen uienmonsters is bij de selectie van de monsters onderscheid gemaakt tussen het soort grond waarop de uien zijn geteeld (zand- versus kleigrond) en het soort ui in verband met de schilvastheid (geel, rood en roze). Het bleek dat slechts een van de 5 bedrijven in de vastgestelde periode uien van zandgrond binnenkreeg. Hierdoor was het niet mogelijk de monsters in een gelijke verhouding te verzamelen. Verder heeft elk bedrijf ook minimaal 1 rotte ui aangeleverd.

In geval van de te verzamelen aardappelmonsters is bij de selectie van de monsters onderscheid gemaakt tussen het soort grond waarop de uien zijn geteeld (zand- versus kleigrond) en het soort schil van de aardappelen (ruw versus glad). Verder is in overleg met de sector besloten om de monsternamen te verdelen over een aantal industriële verwerkingsbedrijven en een aantal verpakkingsbedrijven. Deze hebben zelf de uiteindelijke verdeling van de te verzamelen monsters onderling verdeeld. In geval van de industriële verwerkingsbedrijven heeft één persoon ook daadwerkelijk alle monsters verzameld. Verder heeft elk bedrijf een proceswater- en een viltmateriaal-monster aangeleverd.

In geval van de te verzamelen zadenmonsters is bij de selectie van de monsters getracht om een redelijk representatieve weergave van de verschillende soorten zaden die worden verwerkt in de bedrijven te verzamelen. In geval van de landbouwzaden is besloten om ons te beperken tot Engels raaigras, aangezien de verwerking voor ongeveer 80% hieruit bestaat. In geval van de tuinzaden is vooraf het onderscheid gemaakt tussen vruchtzaden en zaden van volle grond. Hierbij is geprobeerd om in ieder geval ook die soorten zaden die in grote hoeveelheden worden verwerkt mee te nemen. Het bleek dat er in de betreffende periode relatief weinig 'vuile' (nog niet geschoonde) partijen zaden in de bedrijven binnenkwamen, waardoor er onder andere relatief weinig plantmateriaal is verzameld.

2.2.2 *Instructie voor nemen monsters door bedrijven, inclusief opslag*

Omdat het organisatorisch niet mogelijk was om iemand van TNO de monsters te laten verzamelen in alle verschillende bedrijven, is besloten om dit door de bedrijven te laten doen. De bedrijven ontvingen hiervoor een instructie en de benodigde materialen om de monsters te verzamelen.

Per sector is tijdens een kick-off bijeenkomst met de deelnemende bedrijven besloten wat voor soort monsters verzameld zouden moeten worden. Hierbij is een partij binnenkomend product als uitgangspunt gekozen. Ook is een indeling gemaakt van welke monsters waar zouden worden verzameld, waarbij per partij een 'setje' monsters is geïdentificeerd (zie Annex II voor een overzicht per deelnemende sector). Tijdens deze bijeenkomst zijn de materialen voor het verzamelen van deze monsters verstrekt aan de bedrijven (50 ml steriele Greiner-buizen, steriele gripzakken). Verder is de door TNO opgestelde instructie met betrekking tot de verzameling van verschillende monsters (zie Annex II) en een formulier voor de benodigde (contextuele) informatie (zie Annex III) per mail toegestuurd. De contextuele informatie is na ontvangst opgeslagen in een database, om deze gegevens te kunnen koppelen aan de resultaten van de endotoxinen-analyse.

In verband met mogelijke groei van micro-organismen waaronder Gram-negatieve bacteriën (eventueel resulterend in een hogere concentratie endotoxinen) op de verzamelde productmonsters is besloten dat de productmonsters binnen een week zouden worden verzameld door de bedrijven. Na monstername werden deze monsters zoveel mogelijk gekoeld bewaard. Medewerkers van TNO hebben de monsters opgehaald bij de verschillende bedrijven.

Hieronder een overzicht van de planning met betrekking tot de monstername zoals uitgevoerd binnen dit project, inclusief de soorten monsters die zijn verzameld per set:

- **Productmonsters Uien:** verzameld gedurende week 47 (18-11-2013 / 22-11-2013) door 5 bedrijven, opgehaald en binnengekomen bij TNO op 25-11-2013.
 - Hele ui (voor buitenkant ui inclusief schillen en staart (plantmateriaal))
 - Grondmateriaal
 - Extra: rotte uien
 - **Productmonsters Zaden:** verzameld gedurende week 48 (25-11-2013 / 29-11-2013) door 5 bedrijven verzameld, opgehaald en binnengekomen bij TNO op 02-12-2013.
 - Ongeschoonde zaden
 - Geschoonde zaden
 - Afvalmateriaal schoning
 - Plantmateriaal
- NB.** Hierbij moet worden opgemerkt dat hierbij een onderscheid gemaakt moet worden naar de mate van vervuiling van de partijen zaad. In veel

gevallen hebben de partijen zaad die in de verwerkende bedrijven binnenkomen al een vorm van voorschoning doorlopen (vaak in het land van herkomst), en worden in het verwerkende bedrijf nog nageschoond. Hiervoor worden deels dezelfde schoningsmachines gebruikt, maar de mate van vervuiling van de partijen zaad verschilt over het algemeen. In dit onderzoek duidt het onderscheid 'ongeschoond' en 'geschoond' eenzelfde partij zaden voor en na een schoningsstap aan (dit kan zowel voor- als naschoning zijn), en is het afvalmateriaal het afvalmateriaal dat vrijkomt tijdens deze schoningsstap. Hierbij moet weer worden opgemerkt dat er geen sprake is van een directe massa-balans, omdat tijdens het onderzoek elk monster uit ongeveer een gram product bestond (een gram (on)geschoond zaad of een gram afvalmateriaal), terwijl de hoeveelheid afvalmateriaal in de ongeschoonde zaden ongeveer 5-15% van de totale massa is (in geval van tuinzaden).

- **Productmonsters Aardappelen:** verzameld gedurende week 50 (02-12-2013 / 06-12-2013) door 7 bedrijven, opgehaald en binnengekomen bij TNO op 09-12-2013.
 - Hele aardappel
 - Grondmateriaal
 - Plantmateriaal
 - Extra: proceswater en viltmateriaal

Monstermateriaal is na binnenkomst bij TNO opgeslagen bij 2-10°C gedurende maximaal 5 dagen (tot extractie).

2.3 Extractie van de productmonsters

De verzamelde monsters zijn geëxtraheerd in LAL-water met 0.05% Tween-20 gedurende 1 uur bij kamertemperatuur op een schudplateau. Vervolgens zijn de extracten gecentrifugeerd voor 10 minuten bij 1000xg. De extracten zijn overgebracht in 3 cryovials en daarna bewaard bij -20°C tot de analyse op endotoxinen.

De manier van extraheren hing af van het product. Zo is op basis van de pilot geconstateerd dat voor een goede extractie van gehele aardappelen en uien een extractievolume van 75 ml nodig is. Voor de overige productonderdelen (schil, wortel, loof, grond en zaden) is gekozen voor het maken van 10% (W/V) extracten. Hieronder volgen een aantal foto's (foto 1,2 en 3) ter illustratie, aan de hand van het maken van extracten van gehele uien.



Foto 1: Gehele uien in sample containers met 75 ml PFW-T toegevoegd



Foto 2: Suspensie na 1 uur extraheren overgebracht in 50 ml buizen



Foto 3: Extracten na 10 minuten afdraaien bij 1000xg

2.4 Analyse van de productmonsters

De endotoxinen-concentratie is bepaald met behulp van een kwantitatieve Limulus Amoebocyte Lysaat-test (LAL) Kinetic-QCL assay kit (Lonza). De reagentia-kit bevat

als reagens een gezuiverde *Lymulus Amebocyte Lysate* gemengd met een kunstmatig substraat bestaande uit een gebruikelijke peptide (Ac-Ile-Glu-Ala-Arg) die is gekoppeld aan para-nitro-alanine (pNA). Wanneer er endotoxinen aanwezig zijn in het monster, wordt het pro-enzyme in de lysate geactiveerd, en dit enzym maakt de pNA vrij van de peptide. In de reactiematrix absorbeert vrij pNa fotonen bij 405 nm. De mate van absorptie is derhalve een maat voor het gehalte endotoxinen. De monsters worden geïncubeerd met het hierboven beschreven LAL-reagens.

De verdere analyses van alle uien-, zaden- en aardappel extracten zijn uitgevoerd volgens de aanwijzingen van de leverancier. De extracten (samples) zijn verdund in 3 concentraties in pyrogeen-vrij water (LAL reagent water van Lonza) en in tweevoud gemeten. Verdunningen zijn gekozen op basis van de resultaten van het pilot-experiment (zie Annex I):

- Uien: 1:1000, 1:10.000 en 1:100.000.
- Zaden:
 - Tuinzaden: 1:10, 1:100 en 1:1000
 - Graszaden: 1:1000, 1:10.000 en 1:100.000
 - Materiaal uit schoningstap: 1:1000, 1:10.000 en 1:100.000
 - Plantmateriaal: 1:100, 1:1000 en 1:10.000
- Aardappelen: 1:100, 1:1000 en 1:10.000.

Analyses van samples zijn herhaald indien geen of maar 1 van de geteste verdunningen een te meten resultaat gaf (vaak aan de ondergrens of aan de bovengrens van de standaardcurve). Bij een te laag endotoxinen-niveau (dus onder de laagste concentratie van de standaardcurve) is een sample opnieuw geanalyseerd met lagere verdunningen (laagste verdunning 1:10). Bij een te hoog endotoxinen-niveau (dus boven de hoogste concentratie van de standaardcurve) is sample opnieuw geanalyseerd met hogere verdunningen (hoogste verdunning 1:100.000). Er zijn 39 herhaalde analyses uitgevoerd.

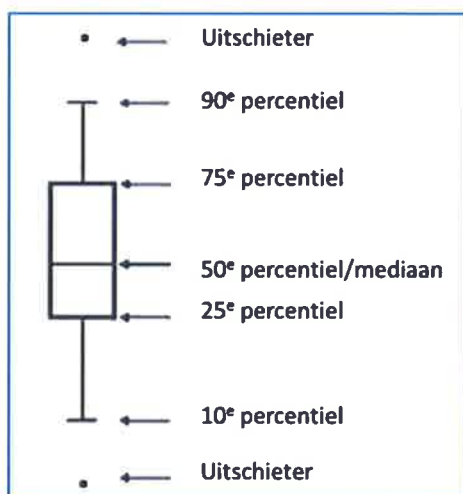
De endotoxinen-niveaus worden uitgedrukt als endotoxinen-units (EU) per gram productmonster (EU/g).

2.5 Statistische analyse

De statistische analyses zijn uitgevoerd met SAS statistische software (The SAS System for Windows, versie 9.3; SAS Institute inc.). De concentraties zijn berekend voor verschillende subgroepen. De gemeten endotoxinen-niveaus laten een lognormale verdeling zien. De resultaten worden daarom weergegeven met behulp van zowel het rekenkundig gemiddelde (AM), als ook het geometrisch gemiddelde (GM) met de geometrische standaarddeviatie (GSD). Verder worden een aantal percentielen van de distributie getoond.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de endotoxinen-niveaus (in endotoxinen-units per gram monster; EU/g) zoals gevonden op of in de verschillende verzamelde productmonsters weergegeven. Om een goede vergelijking van de verschillende groepen mogelijk te maken worden de resultaten zowel grafisch in de vorm van boxplots (zie hieronder) als in tabelvorm weergegeven. In het geval van de boxplots wordt de gevonden distributie voor een gevonden groep weergegeven aan de hand van het 25^{ste}, 50^{ste} (de mediaan) en 75^{ste} percentiel (de 'box'), het 10^{de} en 90^{ste} percentiel (de 'streepjes' aan de buitenkant van de box), en de uitschieters (de 'dots') (zie Figuur 1 als een voorbeeld). Hierbij moet worden opgemerkt dat de uitschieters in het algemeen *niet* in de boxplot worden getoond als er slechts een kleine set datapunten beschikbaar is. Dit heeft als reden dat er in deze gevallen eigenlijk niet voldoende informatie beschikbaar is om met zekerheid iets over de onderliggende statistische distributie te zeggen. Er kan in deze gevallen dus alleen een indicatie van de distributie worden gegeven. Dit moet ook als zodanig worden geïnterpreteerd. Verder wordt in verband met de gevonden spreiding gebruik gemaakt van een logaritmische schaal. De bijbehorende tabellen staan weergegeven in Annex IV.



Figuur 1: Voorbeeld van een boxplot

3.1 Algemeen

In november en december 2013 zijn met behulp van de deelnemende sectoren 330 productmonsters verzameld, waarvan 86 aardappelmonsters, 94 uienmonsters en 150 zadenmonsters. Hoewel de producten zoals verwerkt in de drie sectoren van elkaar verschillen, zijn in het kader van de vergelijkbaarheid de verschillende monsters wel in dezelfde categorieën ingedeeld. Zo wordt hier met 'buitenkant product' (n=150) de hele aardappelen (inclusief mogelijk nog een beetje grond) en hele uien (inclusief schillen) bedoeld, evenals de ongeschoonde

en geschoonde zaden. Plantmateriaal is in alle drie de sectoren verzameld, terwijl grondmateriaal alleen in geval van aardappelen en uien is verzameld. In Tabel 3 is een verdeling van de verzamelde productmonsters over de verschillende sectoren weergegeven.

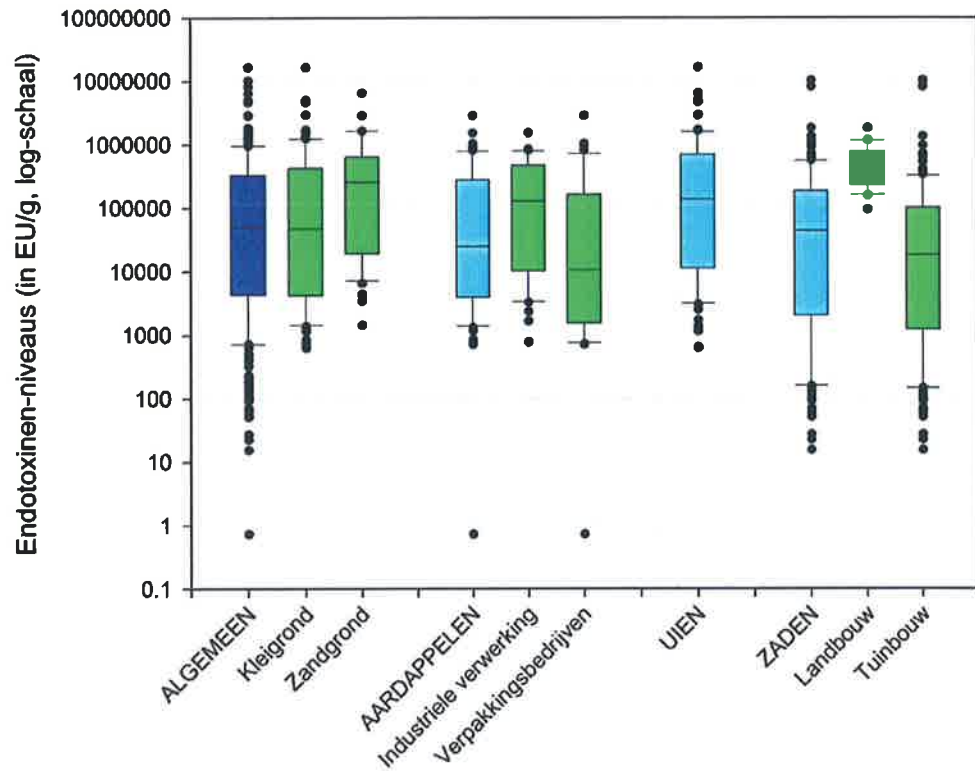
Tabel 3: Overzicht verzamelde productmonsters over de verschillende sectoren.

	Totaal	Aardappelen	Uien	Zaden
Totaal	330	86	94	150
		- Industriële verwerking: 44		- Landbouw: 21
		- Verpakkingsbedrijven: 42		- Tuinbouw: 129
Aantal bedrijven	18	9	5	4
		- Industriële verwerking: 5		- Landbouw: 1
		- Verpakkingsbedrijven: 4		- Tuinbouw: 3
Buitenkant product	150	25	28	97
				- Geschoonde zaden: 48
				- Ongeschoonde zaden: 49
Grondmateriaal	55	27 *	28	-
Plantmateriaal	61	20	28 **	13
Afvalmateriaal	40	-	-	40
Proceswater	7	7	-	-
Viltmateriaal	7	7	-	-
Rotte uien	10	-	10	-

* Inclusief 2 kluiten

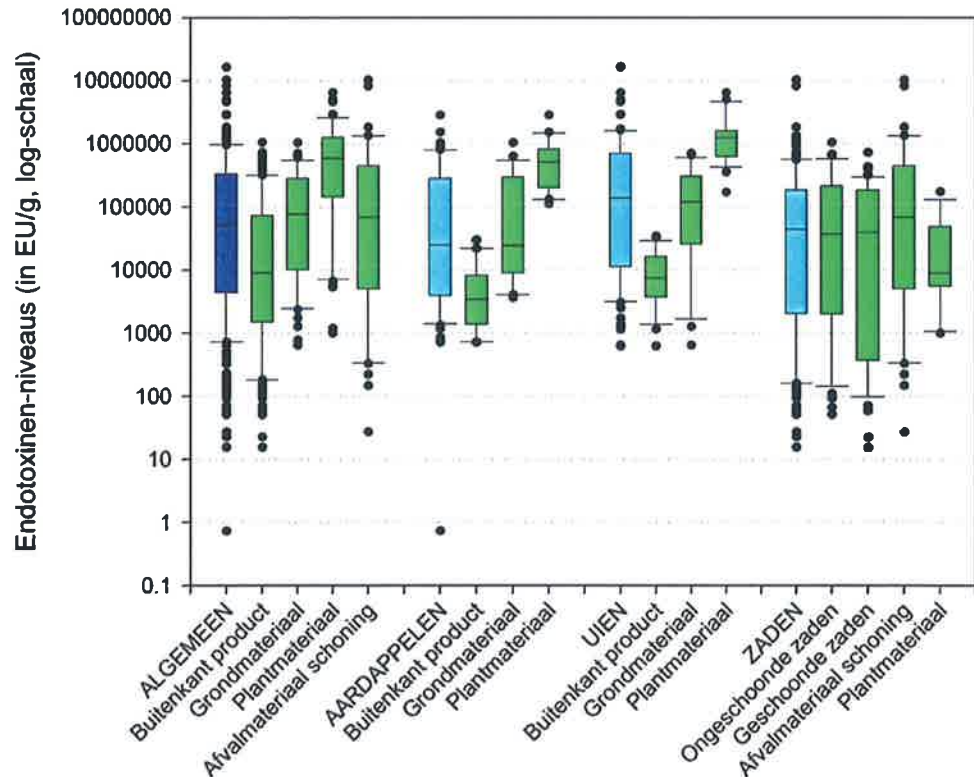
** De staart is tijdens het extraheren verwijderd door TNO, dus voor elke verzamelde ui zijn twee extracten gemaakt

De range in gevonden endotoxinen-niveaus is erg groot, variërend van 0,7 EU/g (een monster proceswater) tot ~16.400.000 EU/g (een rotte ui). Zoals te zien is in Figuur 2 en Tabel IV-1 in Annex IV liggen de niveaus van productmonsters van zandgrond over het algemeen iets hoger dan van kleigrond. Verder worden gemiddeld de hoogste endotoxinen-niveaus op uienmonsters gevonden (GM 93.000 EU/g, mediaan 137.700 EU/g), gevolgd door de zadenmonsters (GM 17.800 EU/g, mediaan 44.200 EU/g) en de aardappelmonsters (GM 30.900 EU/g, mediaan 25.000 EU/g). Verder liggen binnen de aardappelsector de endotoxinen-niveaus op de monsters uit de industriële verwerking (GM 65.600 EU/g) hoger dan in de verpakkingsbedrijven (GM 14.000 EU/g). Binnen de zaadverwerkende sector liggen de gevonden endotoxinen-niveaus op de landbouwzaden (GM 435.200 EU/g) substantieel hoger dan op de tuinzaden (GM 10.600 EU/g), hoewel hierbij moet worden opgemerkt dat de spreiding in de gevonden niveaus op de tuinzaden zeer groot is.



Figuur 2: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters per sector

Wanneer we kijken naar de onderverdeling naar de soorten productmonsters die zijn verzameld voor aardappelen, uien en zaden gezamenlijk (de extra monsters buiten beschouwing gelaten), worden over het algemeen (*veruit*) de hoogste niveaus op het plantmateriaal gevonden (GM 319.600 EU/g), gevolgd door het grondmateriaal (GM 49.100 EU/g), het afvalmateriaal uit de schoning in geval van zaden (GM 42.400 EU/g), en de buitenkant van het product (GM 9.300 EU/g) (zie Figuur 3 en Tabel IV-1 in Annex IV). Hoewel de absolute endotoxinen-niveaus van elkaar verschillen, laten de verzamelde monsters uit de aardappel en de uiensector hetzelfde beeld zien (plant > grond > product). Echter, in geval van de zadenmonsters is het beeld niet zo duidelijk. De onderlinge verschillen tussen de verschillende soorten verzamelde monsters zijn minder duidelijk aanwezig. In deze sector worden de laagste gemiddelde endotoxinen-niveaus op het plantmateriaal gevonden (GM 12.400 EU/g), en de hoogste endotoxinen-niveaus op het afvalmateriaal uit de schoning (GM 42.400 EU/g). De gemiddelde niveaus op de ongeschoonde zaden (GM 10.200 EU/g) en de geschoonde zaden (GM 16.900 EU/g) liggen niet ver uit elkaar, hoewel de geschoonde zaden een grotere spreiding laten zien.



Figuur 3: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters per sector en soort monster

In de volgende paragrafen wordt meer specifiek op de gevonden resultaten uit de drie verschillende sectoren ingegaan.

3.2 Aardappelen

Alle resultaten betreffende de productmonsters van de aardappelen zijn terug te vinden in Tabel IV-2 in Annex IV. Een overzicht van alle aardappelsoorten waarvan productmonsters zijn genomen is weergegeven in Tabel 4.

Omdat het van belang werd geacht dat er aardappelen geteeld op zowel zandgrond als kleigrond zouden worden meegenomen, en ten tijde van het verzamelen van de monsters de deelnemende verpakkingsbedrijven geen aardappelen van kleigrond binnenkregen, is besloten dat de aardappelen van zandgrond met name bij de industriële verwerkingsbedrijven zouden worden verzameld. Uitgaande van verzamelde sets productmonsters (set bestaat uit monsters van grondmateriaal, plantmateriaal en buitenkant product) van een bepaalde batch aardappelen, was de verdeling daarom als volgt:

- Industriële verwerkingsbedrijven: 12 sets, waarvan 8 sets afkomstig van zand- en 4 sets van kleigrond.

- Verpakkingsbedrijven: 13 sets, waarvan 1 set afkomstig van zand- en 12 sets van kleigrond.

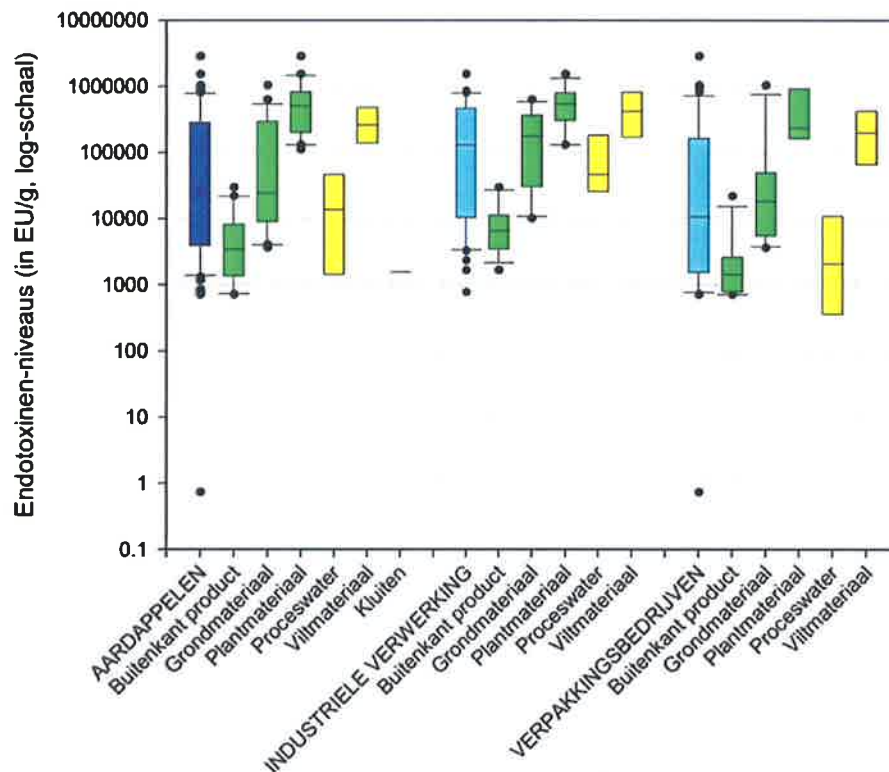
Tabel 4: Overzicht van aardappelsoorten waarvan productmonsters zijn genomen

Aardappel	Grondsoort	Huid	Aardappel	Grondsoort	Huid
Agria	Klei	Glad	Agria	Zand	Glad
AnnaSelle	Klei	Glad	Innovator	Zand	Ruw
Annabelle	Klei	Glad	Spunta	Zand	Ruw
Cupido	Klei	Glad	Bintje	Zand	Ruw/Glad
Melody	Klei	Glad	Fontane	Zand	Ruw/Glad
Bildtstar	Klei	Ruw	Hansa	Zand	Ruw/Glad
Eigenheimel	Klei	Ruw			
Eigenheimer	Klei	Ruw			
Innovator	Klei	Ruw			
Maritiema	Klei	Ruw			
Milva	Klei	Ruw			
Santé	Klei	Ruw			
Fontane	Klei	Ruw/Glad			
Nicola	Klei	Ruw/Glad			
Santé	Klei	Ruw/Glad			

Figuur 4 geeft een overzicht van de endotoxinen-niveaus op productmonsters van aardappelen per soort monster en soort bedrijf. De range in gevonden endotoxinen-niveaus in de productmonsters van de aardappelen is erg groot, variërend van 0,7 EU/g (proceswater) tot ~2.800.000 EU/g (plantmateriaal). Het gemiddelde endotoxinen-niveau over alle monsters is 30.900 EU/g. De hoogste niveaus worden gevonden in het plantmateriaal (GM 434.700 EU/g). Daarna volgen de niveaus op het viltmateriaal (GM 237.100 EU/g), grondmateriaal (GM 45.800 EU/g), het proceswater (GM 3.600 EU/g), en de buitenkant van de aardappelen (GM 3.300 EU/g). De laagste gemiddelde endotoxinen-niveaus worden gevonden op de kluiten (GM 1.300 EU/g), maar dit betreft slechts twee monsters.

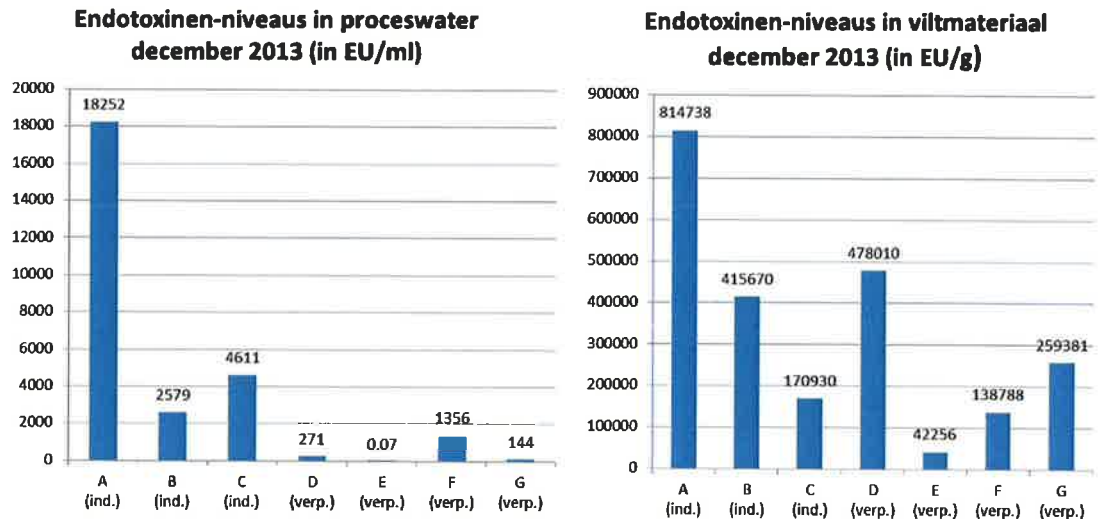
Bij een onderverdeling naar type bedrijven waar monsters zijn verzameld zijn de gemiddelde endotoxinen-niveaus over alle monsters in de industrieel verwerkende bedrijven (GM 65.600 EU/g) ongeveer 4,5 keer zo hoog als in de verpakkingsbedrijven (GM 14.100 EU/g). Hoewel de absolute endotoxinen-niveaus van elkaar verschillen tussen de typen bedrijven, laten de verzamelde monsters uit de aardappel sector globaal hetzelfde beeld zien: hoogste endotoxinen-niveaus op het plantmateriaal (industrieel verwerkende bedrijven: GM 477.400 EU/g, verpakkingsbedrijven: GM 377.900 EU/g), gevolgd door viltmateriaal (industrieel verwerkende bedrijven: GM 386.800 EU/g, verpakkingsbedrijven: GM 164.200 EU/g), grondmateriaal (industrieel verwerkende bedrijven: GM 108.700 EU/g,

verpakkingsbedrijven: GM 20.700 EU/g). De laagste concentraties zijn gevonden op de buitenkant van het product (industriële verwerkende bedrijven: GM 6.800 EU/g, verpakkingsbedrijven: GM 1.700 EU/g) en in het proceswater (industriële verwerkende bedrijven: GM 60.100 EU/g, verpakkingsbedrijven: GM 440 EU/g). Hierbij moet dus worden opgemerkt dat naar verhouding de monsters zoals verzameld in de industriële verwerkende bedrijven veel vaker afkomstig waren van zandgrond, en daarom deze vergelijking naar type bedrijf in ieder geval ook deels een vergelijking is naar soort grond waarop de aardappelen zijn geteeld. Daarom wordt in Tabel IV-2 in Annex IV een verdere onderverdeling naar type bedrijf en type grondmateriaal gepresenteerd.

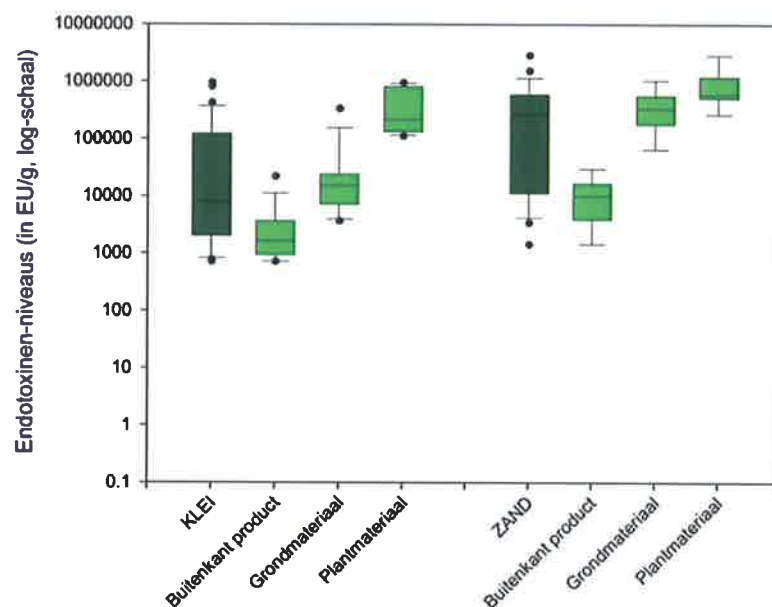


Figuur 4: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van aardappelen – per soort monster en soort bedrijf

In Figuur 5 worden de individuele niveaus zoals gevonden in de monsters van proceswater en viltmateriaal weergegeven. Hierbij moet worden aangegeven dat de niveaus in het proceswater worden gepresenteerd in EU/ml proceswater, terwijl de niveaus in het viltmateriaal worden weergegeven in EU/gram viltmateriaal. Hoewel slechts indicatief lijken deze gevonden niveaus aan te geven dat hoge niveaus in het proceswater resulteren in hoge niveaus in het viltmateriaal zoals gebruikt voor het drogen van de aardappelen na het wassen.



Figuur 5: Endotoxinen-niveaus individuele monsters proceswater en viltmateriaal (ind. = industrieel verwerkend bedrijf, verp. = verpakingsbedrijf)

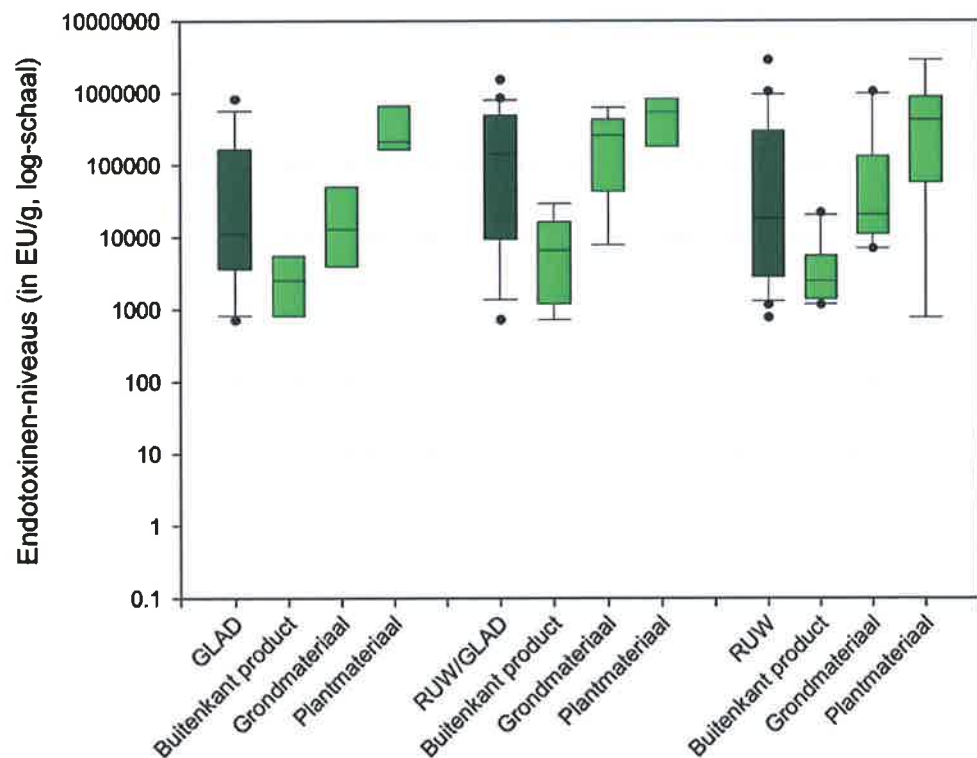


Figuur 6: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van aardappelen – per grondsoort en soort monster

Figuur 6 geeft de endotoxinen-niveaus weer onderverdeeld naar grondsoort en soort monsters. In totaal zijn er 27 monsters verzameld van aardappelen van zandgrond en 45 monsters van aardappelen van kleigrond. De gemiddelde endotoxinen-niveaus van productmonsters van zandgrond (GM 120.100 EU/g) zijn hoger dan de endotoxine-niveaus van kleigrond (GM 13.900 EU/g). Hoewel de absolute endotoxinen-niveaus van elkaar verschillen tussen zandgrond en kleigrond, is het beeld in de verzamelde monsters hetzelfde: de hoogste endotoxinen-niveaus op het plantmateriaal (zandgrond: GM 740.200 EU/g,

kleigrond: GM 281.300 EU/g), gevolgd door grondmateriaal (zandgrond: GM 298.900 EU/g, kleigrond: GM 16.000 EU/g), en de laagste concentraties op de buitenkant van de aardappelen (zandgrond: GM 7.800 EU/g, kleigrond: GM 2.100 EU/g). Het is bekend dat zandgrond meer organisch materiaal bevat dan kleigrond.

Het overzicht van de endotoxine-niveaus op productmonsters per soort aardappel en soort monster is weergegeven in Figuur 7. Er zijn drie soorten aardappelen onderscheiden in dit project: aardappelen met een gladde huid (n=17), aardappelen met een ruw/gladde huid (n=26) en aardappelen met een ruwe huid (n=29). De gemiddelde endotoxinen-niveaus van productmonsters van ruw/gladde aardappelen was het hoogst (GM 61.900 EU/g), gevolgd door ruwe aardappelen (GM 23.800) en de gladde aardappelen (GM 17.400). Er is echter veel overlap, en er is geen logisch verloop te zien van glad naar ruw. Het beeld in de verzamelde monsters is wederom hetzelfde: de hoogste endotoxinen-niveaus op het plantmateriaal (ruw/glad: GM 446.500 EU/g; ruw: GM 553.300 EU/g; glad: 297.200 GM EU/g), gevolgd door grondmateriaal (ruw/glad: GM 133.400 EU/g; ruw: GM 38.000 EU/g; glad: 12.600 GM EU/g) en de buitenkant van de aardappelen (ruw/glad: GM 4.900 EU/g; ruw: GM 2.900 EU/g; glad: 2.200 GM EU/g).



Figuur 7: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van aardappelen - per soort aardappel (schil) en soort monster

In Tabel IV-2 in Annex IV wordt ook nog een verder onderscheid gemaakt naar soort aardappel en grondsoort. Omdat dit per subgroep echter slechts een beperkt

aantal monsters betreft, zeker als onderscheid wordt gemaakt naar de verschillende productonderdelen, is hier geen figuur bij gemaakt. In zijn algemeenheid worden de hoogste endotoxinen-niveaus gevonden op ruw/gladde aardappelen van zandgrond (GM 138.600 EU/g), gevolgd door ruwe aardappelen van zandgrond (GM 90.600 EU/g), gladde aardappelen van zandgrond (GM 89.400 EU/g), ruwe aardappelen van kleigrond (GM 16.800 EU/g), gladde aardappelen van kleigrond (GM 12.200 EU/g) en ruw/gladde aardappelen van kleigrond (GM 10.100 EU/g).

3.3 Uien

In Tabel 5 wordt een overzicht gegeven van het de verdeling van het aantal sets monsters over de verschillende bedrijven. Het aantal monsters afkomstig van batches uien geteeld op zandgrond was ten tijde van de monsterverzameling erg beperkt bij de deelnemende bedrijven, evenals het aantal batches roze uien.

Tabel 5: Overzicht verzamelde sets uienmonsters per bedrijf

	Bedrijf				
	1	2	3	4	5
Totaal aantal sets per bedrijf	6	6	5	5	6
Verhouding klei / zand	2 / 4 *	6 / 0	5 / 0	5 / 0	6 / 0
Verhouding geel / rood / roze	4 / 2 / 0	3 / 3 / 0	5 / 1 / 0	3 / 0 / 2	4 / 2 / 0
Aantal rotte uien **	2	2	2	2	2 ***

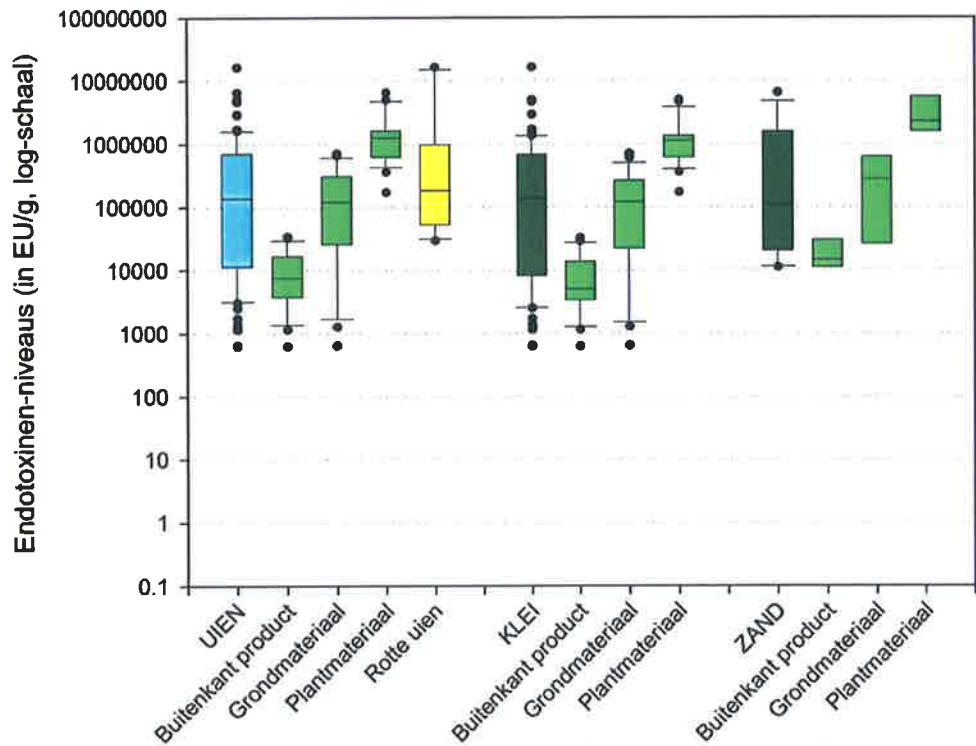
* Allemaal gele uien

** Het aantal rotte uien dat ook daadwerkelijk is geanalyseerd

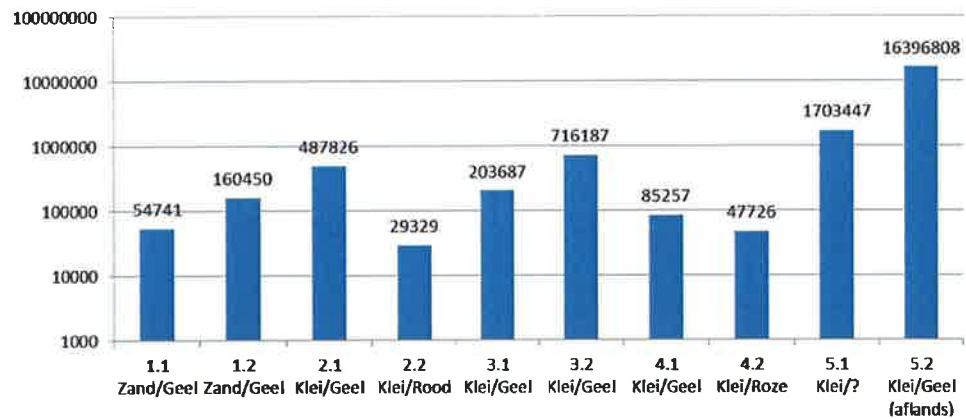
*** Een van de rotte uien aflands (direct van het land, niet geroid)

Op de productmonsters die binnen de uiensector zijn verzameld, zijn endotoxinen-niveaus in de range van 630 (buitenkant ui, van kleigrond) tot 16.400.000 EU/g (rotte ui) gevonden (zie Figuur 8 en Tabel IV-3 in Annex IV). Wanneer we kijken naar de onderverdeling naar soorten productmonsters die zijn verzameld, worden over het algemeen de hoogste niveaus op het plantmateriaal (in dit geval de staarten van de uien) gevonden (GM 1.600.000 EU/g), gevolgd door de rotte uien (GM 270.000 EU/g), het grondmateriaal (GM 67.600 EU/g), en de buitenkant van het product (GM 7.000 EU/g). De endotoxinen-niveaus op productmonsters van zandgrond (GM 161.800 EU/g) liggen *gemiddeld* hoger dan de niveaus gevonden op monsters van kleigrond (GM 84.600 EU/g), maar het verschil is niet groot en de spreiding in de gevonden niveaus overlappen sterk. Hoewel de absolute endotoxinen-niveaus wat van elkaar verschillen, zijn de verschillen qua gevonden niveaus op de verschillende productonderdelen van klei- en zandgrond vergelijkbaar (plant > grond > product). Hierbij moet wel worden opgemerkt dat er slechts een beperkt aantal monsters van zandgrond is verzameld (14 versus 80 monsters), zodat de resultaten voor producten van zandgrond slechts als indicatief kunnen worden gezien. Ongeveer 80% van de teelt van uien in Nederland gebeurt

op kleigrond (vnl. Zeeland, de IJsselmeerpolders en West-Brabant), terwijl 10-20% van de teelt op zandgrond plaatsvindt (vnl. Limburg, Brabant, Drenthe). Het is bekend dat uien van zandgrond meer verweerd zijn en een meer zwarte kleur hebben, wat zou kunnen duiden op meer invloeden van micro-organismen. De ervaring leert dat uien die op de zandgrond geteeld worden eigenlijk niet geschikt zijn voor lange bewaring. Over het algemeen is de kwaliteit van deze partijen minder, en worden dan ook niet opgeslagen maar direct verwerkt, waardoor ‘tarra’ (rotte uien) geen kans krijgt om te vermeerderen (mondelijke mededelingen deelnemende bedrijven).

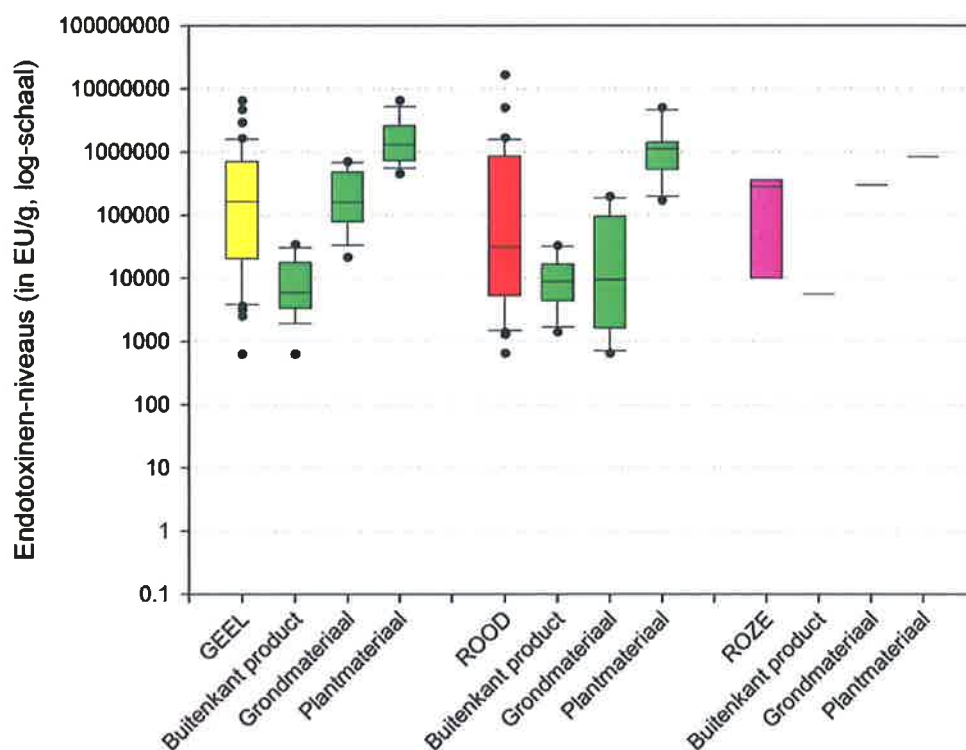


Figuur 8: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van uien – per soort monster en grondsoort



Figuur 9: Endotoxinen-niveaus individuele rotte uien (in EU/g)

Tijdens de kick-off bijeenkomst met de sector is besloten om als aanvulling op de 'normale' productmonsters ook een aantal rotte uien te verzamelen, om een idee te krijgen van de endotoxinen-niveaus bij het hanteren van rotte uien. Hoewel er slechts 10 rotte uien zijn geanalyseerd, en deze resultaten dus slechts als indicatie kunnen worden gezien, zijn de gevonden niveaus wel relatief hoog, met ook een aanzienlijke variatie (GM 270.000 EU/g, range 29.329-10.219.452 EU/g) (zie Figuur 9). Bij het verzamelen van de productmonsters hebben 4 van de 5 bedrijven het % rotting van de partij waarvan monsters zijn genomen doorgegeven. Dit varieerde tussen de 4% en 15%.



Figuur 10: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van uien – per soort ui (schilvastheid) en soort monster

In het onderzoek zijn 54 monsters van gele uien, 32 monsters van rode uien en 7 monsters van roze uien meegenomen. Wanneer wordt gekeken naar de verschillen tussen deze soorten uien blijkt dat gemiddeld de hoogste niveaus op gele uien (GM 125.400 EU/g) zijn gevonden, gevolgd door roze uien (GM 80.900 EU/g) en rode uien (GM 53.100 EU/g). Ook hier zijn de verschillen relatief klein, en ook voor deze onderverdeling zijn de verschillen qua gevonden niveaus op de diverse productonderdelen van klei- en zandgrond redelijk vergelijkbaar (plant > grond > product). In geval van rode uien liggen de gevonden niveaus op de buitenkant van de uien en het grondmateriaal echter niet ver uit elkaar (zie Figuur 10 en Tabel IV-3 in Annex IV). Door het kleine aantal productmonsters voor roze uien kunnen deze niveaus slechts als indicatief worden gezien. In vergelijking met

gele uien hebben rode uien een iets minder vaste buitenste rok, waardoor deze uien ook iets gevoeliger op de huid zijn.

In Tabel IV-3 in Annex IV wordt ook nog een verder onderscheid gemaakt naar soort ui en grondsoort. Omdat dit per subgroep echter slechts een beperkt aantal monsters betreft, zeker als onderscheid wordt gemaakt naar de verschillende productonderdelen, en alleen gele uien van zandgrond zijn meegenomen in dit onderzoek, is hier geen figuur bij gemaakt. In zijn algemeenheid worden de hoogste endotoxinen-niveaus gevonden op gele uien van zandgrond (GM 161.800 EU/g), gevolgd door gele uien van kleigrond (GM 114.700 EU/g), roze uien van kleigrond (GM 80.900 EU/g) en rode uien van kleigrond (GM 53.100 EU/g).

3.4 Zaden

Gezien de grote verscheidenheid aan soorten zaden die binnen Nederland wordt verwerkt, zijn er in totaal 150 productmonsters binnen de zaadverwerkende sector verzameld. Hiervan is een klein deel (n=21) afkomstig van de landbouwzaden, de rest (n=129) is afkomstig van tuinzaden. In Tabel 6 is een overzicht gegeven van de verdeling van de verschillende soorten zaden over de vier deelnemende bedrijven. Verder is per bedrijf aangegeven bij welk deel van de verzamelde productmonsters voorschoning (met relatief vuile zaden) dan wel naschoning (tweede schoningsstap) heeft plaatsgevonden.

In verband met de grote verscheidenheid aan soorten tuinzaden dat is meegenomen in het onderzoek, is samen met de drie deelnemende tuinzaadbedrijven getracht om de zaden in verschillende categorieën in te delen. Op basis van die indeling is het mogelijk informatie te krijgen over mogelijkheden voor mitigatietechnieken. In Tabel 7 staan de indelingen in categorieën weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt in:

- Vruchtgewassen versus teelt op volle grond of in kassen (geen vruchtgewassen)
 - Hierna wordt uit praktische overwegingen met de aanduiding 'volle grond' ook de teelt in kassen bedoeld (versus vruchtgewassen)
- Het soort gewas waarvoor de zaden zijn geteeld
- Eigenschappen van de zaden, namelijk:
 - Ruw versus glad oppervlakte
 - Kleine versus middelgrote/grote zaden
 - Mate van stoffigheid van een binnenkomende partij zaden (visueel beoordeeld).

Hoewel elk bedrijf weer andere uitgangspunten hanteert bij het toekennen van de categorieën, is na een aantal malen overleg tot een indeling gekomen waarmee alle partijen het eens waren.

Tabel 6: Overzicht soort verzamelde zaden en soort toegepaste schoning

Tuinbouw		Landbouw	
Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4
Soort zaad			
Bieten (n=12)	Andijvie (n=3)	Andijvie (n=3)	Engels raaigras (n=21)
Prei (n=3)	Komkommer (n=3)	Augurk (n=2)	
Spinazie (n=3)	Paprika (n=6)	Komkommer (n=4)	
Uien (n=3)	Radijs (n=9)	Kool (n=2)	
Venkel (n=4)	Sla (n=6)	Kroot (n=7)	
Wortel (n=13)	Tomaat (n=6)	Kropsla (n=6)	
		Paprika (n=3)	
		Prei (n=2)	
		Radijs (n=6)	
		Sla (n=2)	
		Spinazie (n=7)	
		Tomaat (n=4)	
		Veldsla (n=1)	
		Witlof (n=2)	
		Wortel (n=7)	
Soort schoning			
Voorschoning (n=13)	Naschoning (n=33)	Voorschoning (n=13)	Voorschoning (n=21)
Naschoning (n=25)		Naschoning (n=25)	

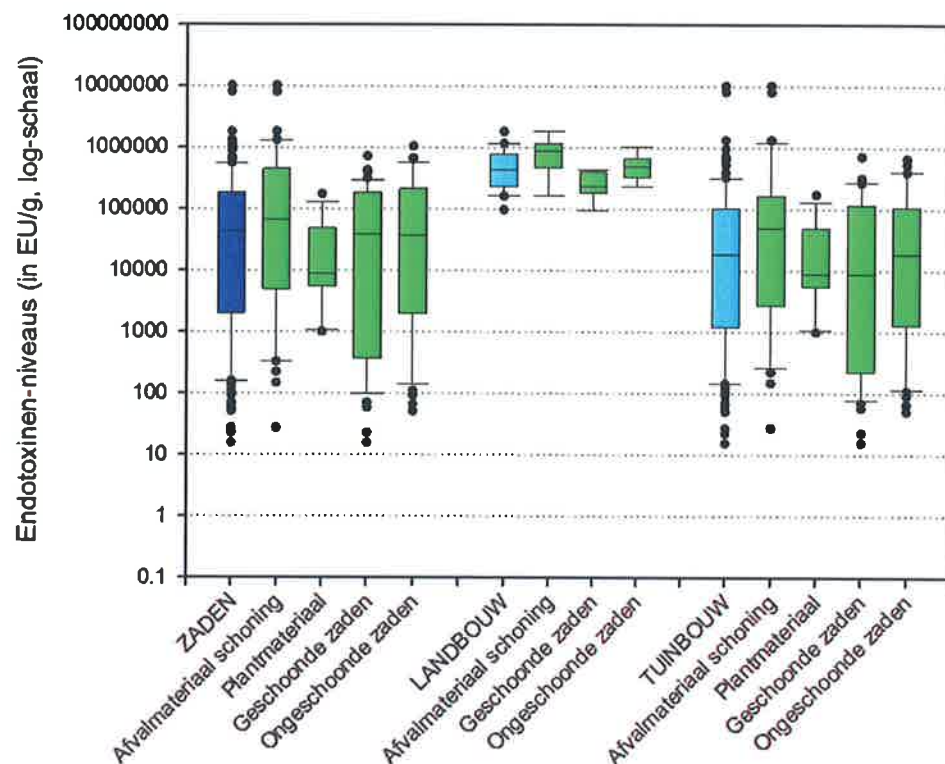
Tabel 7: Overzicht onderverdelingen met betrekking tot eigenschappen zaden

Soort zaad	Vrucht/volle grond	Soort gewas	Soort zaad		
			Ruw/glad	Groot/klein	Wel/niet stoffig
Andijvie	Volle grond	Bladgewas	glad	klein	Stoffig
Augurk	Vruchtgewas	Vruchtgewas	glad	middel	Niet stoffig
Bieten	Volle grond	Wortelgewas	ruw, cluster	middel	Stoffig
Komkommer	Vruchtgewas	Vruchtgewas	glad	middel	Niet stoffig
Kool	Volle grond	Koolgewas	glad	klein	Niet stoffig
Kroot	Volle grond	Wortelgewas	ruw, cluster	middel	Stoffig
Kropsla	Volle grond	Bladgewas	glad	klein	Niet stoffig
Paprika	Vruchtgewas	Vruchtgewas	glad	klein	Niet stoffig
Prei	Volle grond	Bladgewas	ruw	klein	Stoffig
Radijs	Volle grond	Knolgewas	glad	middel	Niet stoffig *
Sla	Volle grond	Bladgewas	glad	klein	Niet stoffig *
Spinazie	Volle grond	Bladgewas	ruw	middel	Stoffig
Tomaat	Vruchtgewas	Vruchtgewas	ruw, harig	klein	Stoffig
Uien	Volle grond	Bolgewas	ruw	klein	Stoffig
Veldsla	Volle grond	Bladgewas	ruw, cluster	middel	Stoffig
Venkel	Volle grond	Wortelgewas	ruw, harig	groot **	Stoffig
Witlof	Volle grond	Bladgewas	glad	Klein	Stoffig
Wortel	Volle grond	Wortelgewas	ruw, harig	Klein	Stoffig

* Een bedrijf heeft aangegeven dat in geval van Nederlandse teelt deze zaden als 'stoffig' worden beoordeeld

** In verband met kleine aantal (n=4) gerekend bij 'middel'

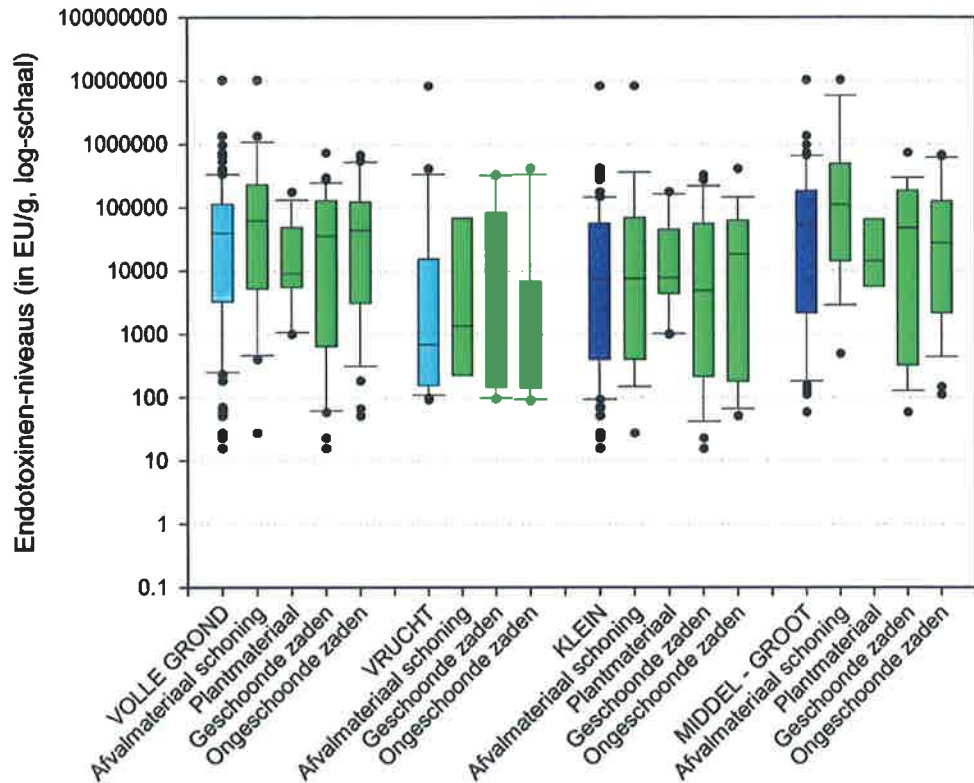
Op de productmonsters die binnen de zaadverwerkende sector zijn verzameld, zijn endotoxinen-niveaus in de range van 16 (geschoonde zaad kropsla) tot 10.200.000 EU/g (afvalmateriaal uit schoning van krootzaad) gevonden (zie Figuur 11 en Tabel IV-4 in Annex IV). De endotoxinen-niveaus op de landbouwzaden (GM 435.200 EU/g) lagen substantieel hoger dan op de tuinzaden (GM 10.600 EU/g), hoewel hierbij moet worden opgemerkt dat de spreiding in de gevonden niveaus op de tuinzaden wel zeer groot is. In Tabel IV-4 in Annex IV wordt een onderverdeling naar de verschillende soorten zaden weergegeven, waarbij is te zien dat op zaden van krotten, bieten, prei, spinazie, uien, venkel, witlof en wortel de hoogste niveaus zijn gevonden. Opmerkelijk is de grote spreiding die wordt gevonden voor tomatenzaad, met een range van 148-8.200.000 EU/g.



Figuur 11: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van zaden – per soort monster en soort bedrijf

In geval van landbouwzaden worden de hoogste endotoxinen-niveaus gevonden in het afvalmateriaal uit de schoning (GM 722.300 EU/g), gevolgd door ongeschoonde zaden (GM 482.700 EU/g) en geschoonde zaden (GM 236.500 EU/g). Ook in geval van de tuinzaden worden de hoogste niveaus gevonden op het afvalmateriaal uit de schoning (GM 23.200 EU/g), gevolgd door het plantmateriaal (GM 12.400 EU/g), de ongeschoonde zaden (GM 9.600 EU/g) en de geschoonde

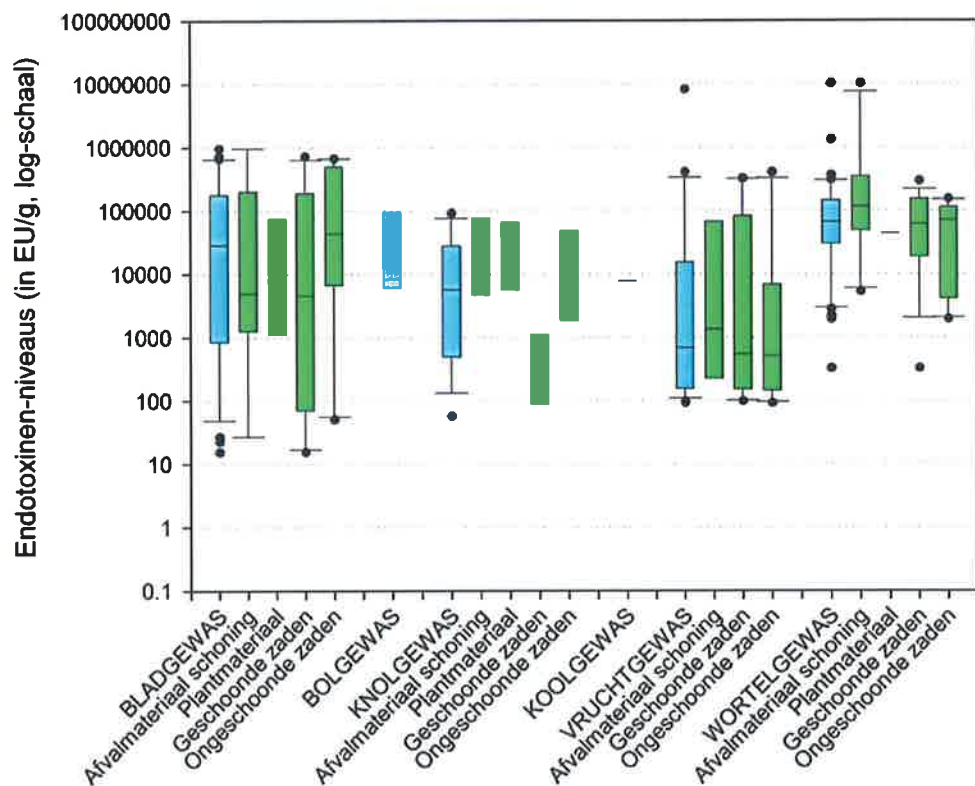
zaden (GM 6.000 EU/g). Bij tuinzaden is de range in de concentraties op iedere categorie, en daarmee de overlap tussen de diverse categorieën, wel erg groot.



Figuur 12: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van zaden – per soort teelt en grootte zaden

In Figuur 12 wordt een onderverdeling naar het soort teelt (volle grond versus vruchtgewas) en de grootte van de zaden weergegeven. Gemiddeld gezien zijn de gemeten endotoxinen-niveaus hoger voor gewassen die zijn geteeld op volle grond (GM 17.200 EU/g) dan voor vruchtgewassen (GM 1.800 EU/g). Voor beide soorten teelt worden de hoogste niveaus gevonden in het afvalmateriaal uit de schoning, hoewel de niveaus van de volle grond gewassen bijna 8x zo hoog zijn (respectievelijke GM 35.900 EU/g en 4.600 EU/g). In geval van de volle grondteelt zijn de gevonden endotoxinen-niveaus op de ongeschoonde zaden (GM 20.900 EU/g) hoger dan die van de geschoonde zaden (GM 9.000 EU/g), terwijl dit in het geval van vruchtgewassen omgekeerd is (GM respectievelijk 39.600 EU/g en 61.500 EU/g). Plantmateriaal is alleen beschikbaar voor volle grond gewassen, waarvoor de laagste gemiddelde endotoxinen-niveaus zijn gevonden (GM 32.100 EU/g). Bij teelt op volle grond is nog een verdere onderverdeling in bedekte teelt en volle grond teelt mogelijk. Omdat dit meer met de wijze van produceren te maken heeft dan met de eigenschappen van de zaden is deze verdere onderverdeling vooralsnog buiten beschouwing gelaten.

Bij een onderverdeling naar grootte van de zaden worden gemiddeld gezien ongeveer driemaal hogere endotoxinen-niveaus gevonden voor middelgrote tot grote zaden (GM 21.500 EU/g) ten opzichte van kleine zaden (GM 6.000 EU/g). In geval van de kleine zaden worden de hoogste gemiddelde niveaus gevonden op het plantmateriaal (GM 11.200 EU/g) gevolgd door het afvalmateriaal uit de schoning (GM 8.800 EU/g). In geval van middelgrote zaden is dit in het afvalmateriaal uit de schoning (GM 86.900 EU/g) gevolgd door het plantmateriaal (GM 17.400 EU/g). In beide gevallen zijn de gevonden endotoxinen-niveaus op de ongeschoonde zaden (klein GM 5.100 EU/g, middelgroot GM 16.500 EU/g) hoger dan de niveaus op de geschoonde zaden (klein GM 3.700 EU/g, middelgroot GM 10.800 EU/g).



Figuur 13: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van zaden – per soort gewas

In Figuur 13 wordt een onderverdeling naar het soort gewas weergegeven. Wanneer we kijken naar de gemiddelde endotoxinen-niveaus over alle soorten monsters worden de hoogste niveaus gevonden op wortelgewas (GM 51.500 EU/g), gevolgd door bolgewas (GM 16.700 EU/g), bladgewas (GM 9.300 EU/g), koolgewas (GM 7.700 EU/g, maar dit betreft alleen plantmateriaal), knolgewas (GM 4.000 EU/g) en vruchtgewas (GM 1.800 EU/g).

Omdat voor een aantal gewassen het aantal verzamelde monsters zeer beperkt is, is in die gevallen een verdere onderverdeling naar soort monster niet geoorloofd

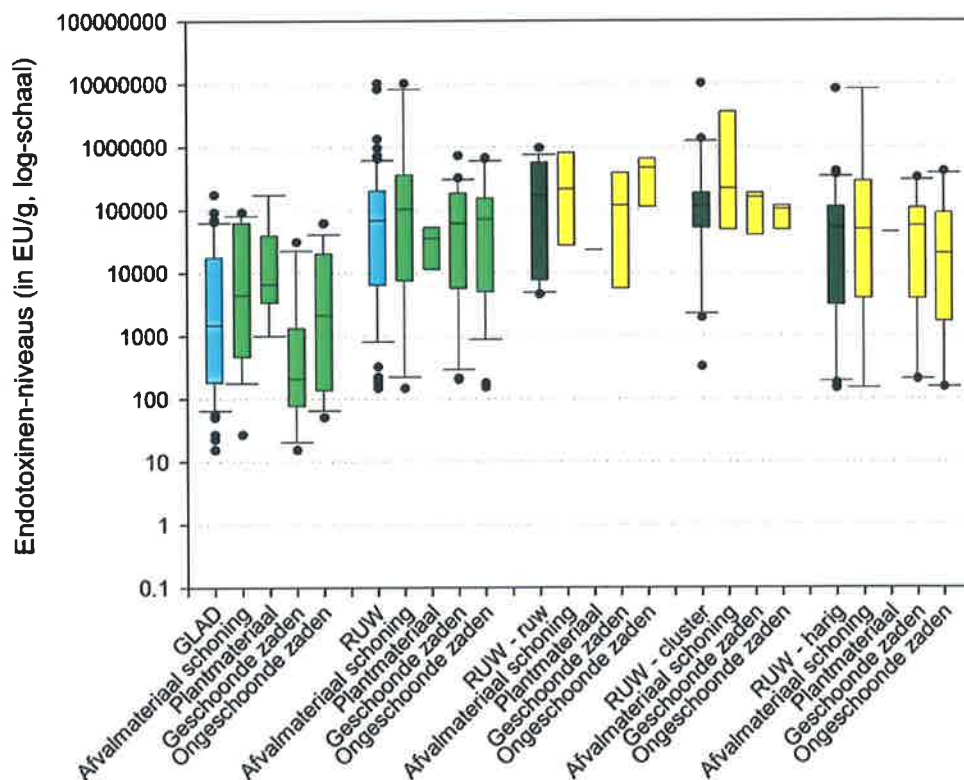
(geldt voor bolgewas en koolgewas). Voor de andere soorten gewassen zijn er verschillen in het soort monster waarin de hoogste endotoxinen-niveaus zijn aangetroffen, namelijk in ongeschoonde zaden voor bladgewas (GM 22.200 EU/g), in plantmateriaal voor knolgewas (GM 17.400 EU/g), en in afvalmateriaal uit de schoning voor vruchtgewas (GM 4.600 EU/g) en wortelgewas (GM 130.700 EU/g). Met uitzondering van bladgewas zijn de gevonden endotoxinen-niveaus in het afvalmateriaal uit de schoning hoger dan hetgeen is gevonden in de monsters van (on)geschoonde zaden. In geval van vrucht- en wortelgewas zijn de gevonden niveaus van geschoonde zaden hoger dan die van de ongeschoonde zaden. In geval van blad- en knolgewas zijn de gevonden niveaus op de ongeschoonde zaden hoger dan die van de geschoonde zaden.

Wat betreft de indeling naar soort gewas heeft een van de deelnemende bedrijven aangegeven dat in principe kan worden volstaan met het onderscheid tussen vrucht en blad. Ook hiervoor geldt dat er bij het produceren van zaad geen verschil is tussen blad- (top) en wortel gewassen (terra), aangezien deze allemaal tot plant doorgroeien in verband met de zaadzetting. Met het oog op stof en endotoxinen zou het verschil tussen peul- (zoals radijs, kool en boon) en schermbloemige gewassen (zoals wortel en peterselie) van invloed kunnen zijn. Dit is echter vertaald in de onderverdeling naar het oppervlakte van de zaden (glad = peul; harig = scherm) (zie Figuur 14).

In Figuur 14 wordt een onderverdeling naar het oppervlakte van het soort zaad weergegeven. In eerste instantie is hierbij uitgegaan van een indeling in glad versus ruw, waarna de 'ruwe' zaden verder zijn onderverdeeld in ruw, cluster en harig. Gemiddeld gezien zijn de gevonden endotoxinen-niveaus veel hoger op ruwe zaden (GM 43.000 EU/g) dan op gladde zaden (GM 1.800 EU/g). Verder worden bij een onderverdeling naar het soort monster in geval van de gladde zaden de hoogste gemiddelde endotoxinen-niveaus gevonden in het plantmateriaal (GM 9.100 EU/g), terwijl dit voor ruwe zaden in het afvalmateriaal uit de schoning is (GM 78.500 EU/g). Voor beide categorieën worden gemiddeld hogere endotoxinen-niveaus gevonden in de ongeschoonde zaden (glad GM 1.700 EU/g, ruw GM 37.200 EU/g) dan in de geschoonde zaden (glad GM 360 EU/g, ruw 34.200 GM EU/g), maar de gevonden relatieve verschillen zijn veel groter voor de gladde zaden dan voor de ruwe zaden.

Bij een verdere onderverdeling van de ruwe zaden worden vergelijkbare niveaus gevonden voor de 'ruwe' zaden (GM 90.800 EU/g) en de 'ruw – cluster' zaden (GM 86.400 EU/g), maar lagere niveaus voor de 'ruw – harig' zaden (GM 19.200 EU/g). Omdat voor deze verdere indeling het aantal verzamelde monsters zeer beperkt is, is een verdere onderverdeling naar soort monster eigenlijk niet geoorloofd; deze gevonden endotoxinen-niveaus moeten als indicatief voor de werkelijke onderliggende distributie worden gezien. De gevonden niveaus lijken er wel op te

wijzen dat er voor deze verschillende groepen van 'ruwe' zaden verschillen zijn tussen de geschoonde en de ongeschoonde zaden.

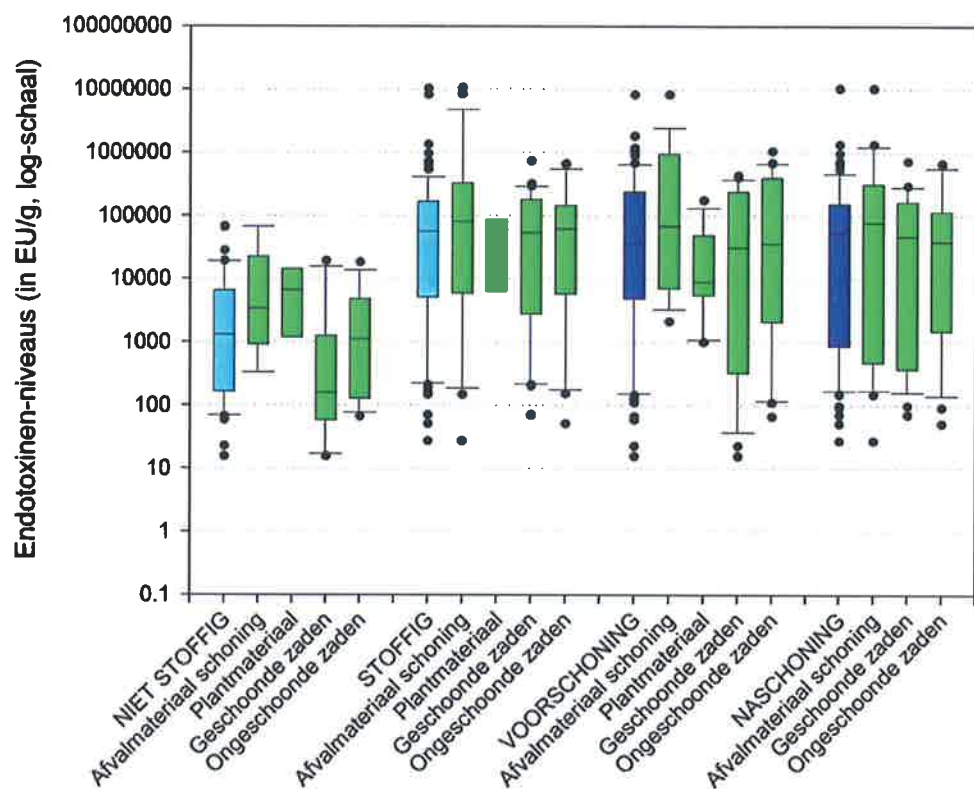


Figuur 14: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van zaden – per soort oppervlakte zaad

In Figuur 15 wordt een onderverdeling naar de mate van stoffigheid van de zaden (bij binnenkomst) en de manier van schoning weergegeven. Gemiddeld gezien worden in de productmonsters van partijen zaden die als 'stoffig' zijn geclassificeerd ook veel hogere endotoxinen-niveaus gevonden dan in de monsters van partijen zaden die als 'niet stoffig' zijn geclassificeerd (GMs respectievelijk 28.100 EU/g en 1.200 EU/g). In geval van de 'niet stoffige' monsters worden de hoogste niveaus gevonden in het plantmateriaal (GM 6.200 EU/g), in het geval van 'stoffige' monsters is dit in het afvalmateriaal uit de schoning (GM 44.800 EU/g). Voor deze indeling geldt dat in beide gevallen hogere endotoxinen-niveaus worden gevonden in de ongeschoonde zaden (stoffig GM 29.500 EU/g, niet stoffig GM 840 EU/g) dan in de geschoonde zaden (stoffig GM 18.800 EU/g, niet stoffig 250 GM EU/g). Hierbij valt op dat de gevonden niveaus voor de 'stoffige' monsters vele malen hoger zijn, vergeleken met de 'niet stoffige' monsters.

Bij een onderverdeling naar de manier van schoning worden in de monsters van de partijen zaad die 'voorschoning' hebben ondergaan bij de betreffende bedrijven bijna tweemaal hogere endotoxinen-niveaus gevonden vergeleken met 'naschoning' (GMs respectievelijk 22.700 EU/g en 14.000 EU/g). Er is echter veel

overlap in de 'ranges'. Bij deze indeling worden voor beide categorieën de hoogste niveaus gevonden in het afvalmateriaal dat afkomstig is uit de schoning (voorschoning GM 94.600 EU/g, naschoning GM 21.900 EU/g). Hierbij zijn de verschillen in gevonden endotoxinen-niveaus ook het grootst. Voor beide categorieën worden hogere endotoxinen-niveaus gevonden in de ongeschoonde zaden (voorschoning GM 22.0000 EU/g, naschoning GM 13.800 EU/g) dan in de geschoonde zaden (voorschoning GM 10.800 EU/g, naschoning 9.700 GM EU/g). Hierbij lijken de verschillen in niveaus voor geschoonde zaden kleiner te zijn dan voor de ongeschoonde zaden. Voor alle soorten monsters binnen de schoningscategorieën geldt echter dat de gevonden spreiding zeer groot is, en deze indeling dus niet als zeer specifiek kan worden gezien.



Figuur 15: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van zaden – per mate van stoffigheid en soort schoning

Verder moet hierbij worden opgemerkt dat één van de bedrijven heeft aangegeven dat voor sommige soorten gewassen met name de binnenlandse teelt heel stoffig is. Ook een ander bedrijf geeft aan dat er een verschil is wat betreft het oppervlakte van de zaden (en dus waarschijnlijk de mate van schoning die al heeft plaatsgevonden) tussen binnenlandse en buitenlandse teelt.

4 Discussie en conclusie

4.1 Endotoxinen-niveaus van de geanalyseerde productmonsters

In dit project zijn voor in totaal 330 productmonsters de endotoxinen-niveaus bepaald. De range in gevonden endotoxinen-niveaus was erg groot, variërend van 0,7 EU/g tot ~16.400.000 EU/g. Gemiddeld werden de hoogste endotoxinen-niveaus gevonden op de monsters uit uienbedrijven, gevolgd door de monsters uit respectievelijk de aardappelbedrijven en zadenbedrijven. In deze gemiddelde gehalten zijn niet alleen de producten zelf betrokken, maar ook het plantmateriaal, grondmateriaal, in geval van aardappelbedrijven proceswater en viltmateriaal, en in geval van zadenbedrijven het afval uit de schoningsstappen.

Een totaal van 330 productmonsters is op zich een omvangrijke steekproef. Echter, omdat deze productmonsters zijn verdeeld in drie hoofdgroepen, en daarbinnen weer over diverse subcategorieën (zoals plantmateriaal, grondmateriaal, buitenkant product) ligt het aantal beschikbare productmonsters per subcategorie aanzienlijk lager. Verder is geprobeerd om onderscheid te maken tussen verschillende eigenschappen van de monsters en de endotoxinegehalten, zoals bijvoorbeeld het type ui of aardappel, grondsoort, en diverse kenmerken van de geanalyseerde zaden. Ook is bekend dat de variatie in de hoeveelheid endotoxinen op plantaardige producten als gevolg van onder meer de weersomstandigheden over het algemeen al hoog is. Door de grote spreiding in de gevonden niveaus en het relatief kleine aantal beschikbare metingen voor bepaalde subcategorieën is het niet altijd eenvoudig om duidelijke relaties te zien tussen de eigenschappen van de monsters en de gevonden endotoxinen-niveaus. Desondanks zijn uit de resultaten een aantal interessante conclusies te trekken. Aangezien bij de selectie van kansrijke mitigatietechnieken waarschijnlijk een product-specifieke aanpak zal worden gevolgd in verband met onder andere de verschillende randvoorwaarden die vanuit de producten gelden, is in de onderstaande beschrijving tevens een product-specifieke onderverdeling aangehouden. Achtereenvolgens worden de resultaten voor aardappelen, uien en zaden besproken.

4.1.1 Aardappelen

Van de monsters uit de aardappelverwerkende bedrijven bleken de endotoxinen-niveaus duidelijk het hoogst op het plantmateriaal, gevolgd door het 'losse' grondmateriaal dat uit kisten of trucks is verzameld. Op de buitenkant van de aardappelen, inclusief eventueel grondmateriaal dat aan de aardappelen vast zat, waren de niveaus een stuk lager. Mogelijk heeft het losse grondmateriaal zich al enige tijd kunnen verzamelen, waardoor de endotoxinen-niveaus gedurende de tijd zijn opgelopen. De endotoxinen-niveaus waren duidelijk hoger voor aardappelen die op zandgrond waren geteeld vergeleken met aardappelen geteeld op kleigrond. Dit verschil geldt met name voor het grondmateriaal en de buitenkant van de aardappel, en in iets mindere mate voor het plantmateriaal, wat

gezien directe contact met de grond een logische constatering is. Het is waarschijnlijk dat de omstandigheden qua groei van micro-organismen gunstiger zijn in zandgrond vergeleken met kleigrond.

Zoals bij het bepalen van de soorten te verzamelen productmonsters al werd vermoed bleek het viltmateriaal inderdaad een relevante bron van endotoxinen te zijn, aangezien de endotoxinen-niveaus in het viltmateriaal hoog waren. Het viltdoek wordt gebruikt voor het drogen van de aardappelen na de wasstap. Het is waarschijnlijk dat de endotoxinen die zich op de aardappelen dan wel in het (recirculerend) proceswater bevinden op het viltdoek achterblijven en zich daar ophopen. De niveaus in het proceswater lagen gemiddeld genomen aanzienlijk lager. Echter, in de bedrijven die aardappelen industrieel verwerken lagen de gevonden niveaus in het proceswater hoger dan in bedrijven die alleen sorteren en verpakken. Een factor die de variatie in de endotoxinen-niveaus in proceswater mogelijk deels verklaart is waarschijnlijk het type behandeling dat het proceswater ondergaat voordat het wordt hergebruikt in het proces, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen recirculatie water uit bezinkbassins en uit een zuiveringsproces. In dit project zijn echter onvoldoende monsters verzameld om hier een uitspraak over te kunnen doen. In een aanpalend project wordt dit aspect nader onderzocht (het Technologiecluster Endotoxinen en waterbehandeling in aardappelverwerkende bedrijven). Tenslotte zijn er geen duidelijke dan wel eenduidige verschillen in endotoxinen-niveaus op gladde, glad/ruwe en ruwe aardappelen gevonden, wat er op lijkt te duiden het soort schil geen grote invloed heeft op de mate van hechting van de endotoxinen aan de buitenkant van de aardappelen dan wel de groei van bacteriën op de buitenkant van de schil.

Wat betreft de mogelijkheden voor mitigatie leveren bovenstaande resultaten de volgende aanknopingspunten op:

- Plantmateriaal in een zo vroeg mogelijk stadium uit het verwerkingsproces verwijderen
- Losse grond in een zo vroeg mogelijk stadium uit het verwerkingsproces verwijderen;
- Viltdoek regelmatig reinigen of vervangen;
- Recirculatie van proceswater voorkomen of een meer uitgebreide waterbehandeling toepassen om micro-organismen en endotoxinen uit het water te verwijderen, met name in industriële bedrijven.

4.1.2 Uien

Ook in geval van de productmonsters die zijn verzameld bij pak- en sorteerbebedrijven van uien waren de gevonden endotoxinen-niveaus duidelijk het hoogst op het plantmateriaal (in dit geval met name de 'staarten' van de uien), gevolgd door het 'losse' grondmateriaal dat uit kisten of trucks is verzameld. De staarten van de uien lijken dus een belangrijke bron van endotoxinen te vormen. Het is waarschijnlijk dat in de staart van een ui de omstandigheden voor groei van

micro-organismen het meest optimaal zijn, wellicht door een combinatie van vocht, aanwezigheid van een voedingsbodem, en wellicht iets meer warmte dan in andere onderdelen, zoals de (losse) rokken van de uien.

Er zijn geen duidelijke verschillen tussen monsters van partijen uien afkomstig van zandgrond en kleigrond gevonden, net zomin als er duidelijke verschillen waren in endotoxinen-niveaus op de diverse typen uien (rood, roze, geel). Hierbij moet worden opgemerkt dat er in verband met beschikbaarheid bij de deelnemende bedrijven slechts een beperkt aantal monsters van zandgrond kon worden verzameld. In vergelijking met gele uien hebben rode uien een iets minder vaste buitenste rok, waardoor deze uien ook iets gevoeliger op de huid zijn. Deze eigenschap lijkt echter verder niet van invloed te zijn op de hoeveelheid gevonden endotoxinen op de buitenkant van de uien of het plantmateriaal.

Verder waren de endotoxinen-niveaus vooral in een aantal van de 'rotte uien' extreem hoog.

Wat betreft de mogelijkheden voor mitigatie leveren bovenstaande resultaten de volgende aanknopingspunten op:

- Plantmateriaal in een zo vroeg mogelijk stadium uit het verwerkingsproces verwijderen
- Losse grond in een zo vroeg mogelijk stadium uit het verwerkingsproces verwijderen;
- Rotte uien zo vroeg mogelijk ('buiten') uitselecteren.

4.1.3 Zaden

Van de verzamelde productmonsters bleek de variatie in endotoxinen-niveaus duidelijk het grootst te zijn voor de diverse typen zaden. Een eerste onderscheid is te zien tussen de landbouwzaden (in dit geval uitsluitend graszaden) en tuinzaden. De endotoxinen-niveaus die gevonden zijn in monsters van partijen graszaden lagen gemiddeld aanzienlijk hoger dan in de monsters van partijen tuinzaden. In zijn algemeenheid heeft het verwerkingsproces bij graszaden veel sterker een 'bulk' karakter dan bij tuinzaden, hetgeen wellicht van invloed is op de ontwikkeling van micro-organismen, en hiermee de gemeten endotoxinen-niveaus. Anderzijds kan ook de manier waarop graszaden worden geteeld en geoogst dan wel de manier van dorsen hierop van invloed zijn, evenals de omstandigheden tijdens de opslag voordat dit bij het verwerkende bedrijf binnenkomt. Bij de tuinzaden is er een grote variatie in de grootte van de partijen dan wel de verwerking en ook in de diverse eigenschappen van de zaden. Logischerwijs was de spreiding in de gemeten endotoxinen-niveaus voor de tuinzaden dan ook erg groot.

Bij de landbouwzaden (graszaden) werden de hoogste niveaus gevonden in het afvalmateriaal van de schoning, gevolgd door ongeschoonde zaden, en de laagste niveaus in geschoonde zaden. Het lijkt er op te duiden dat de endotoxinen zich

met name verbinden op het meekomende plantmateriaal dan wel meekomend vuil, en minder op de graszaden zelf. Ook bij de tuinzaden waren de gevonden niveaus gemiddeld het hoogst in het afvalmateriaal uit de schoning, gevolgd door achtereenvolgens het plantmateriaal, ongeschoonde zaden en geschoonde zaden. Echter, door de grote variatie in de gevonden niveaus voor de verschillende subgroepen tuinzaden zijn deze verschillen niet heel duidelijk (waarschijnlijk geen significante verschillen, maar wel een indicatie voor de onderlinge verhoudingen). Een duidelijk onderscheid was wel te zien tussen zaden geteeld op volle grond en vruchtgewassen: de niveaus in monsters van partijen zaden geteeld op volle grond waren duidelijk hoger dan in zaden uit vruchten. Dit verschil wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat in geval van zaden geteeld op volle grond zaden plantmateriaal meekomt, en de zaden zelf ook meer worden blootgesteld aan micro-organismen wanneer zij groeien aan de plant, terwijl in geval van het winnen van zaden uit vruchten het buitenmilieu veel minder van invloed is. Echter, ook in geval van sommige vruchtgewassen zijn er hoge endotoxinen-niveaus gevonden, bijvoorbeeld in monsters van partijen tomatenzaad.

Verder bleek – nog steeds binnen de tuinzaden – dat de endotoxinen-niveaus zoals gevonden op grote zaden en op ruwe zaden hoger waren dan op respectievelijk kleine en gladde zaden. Echter, harige zaden lieten weer lagere niveaus zien dan ‘overige ruwe’ zaden. In het algemeen waren de niveaus voor partijen *ruwe* zaden het hoogst in het afvalmateriaal uit de schoning, maar waren de verschillen in de gevonden niveaus tussen geschoonde en ongeschoonde zaden juist groter voor gladde zaden. Ook lieten partijen zaden die door de deelnemende bedrijven als ‘stoffig’ waren gekenmerkt duidelijk hogere gehalten zien dan de ‘niet-stoffige’ zaden.

Tenslotte waren nog duidelijke verschillen waarneembaar tussen de verschillende soorten zaden (gewassen), waarbij zeer hoge niveaus werden gevonden in krotenzaad, en er een zeer grote spreiding in de niveaus voor partijen tomatenzaad werd geconstateerd. Krotenzaad valt overigens onder ruw zaad en was vooraf al gekenmerkt als ‘zeer stoffig’, hetgeen overeenkomt met de gevonden resultaten.

Wat betreft de mogelijkheden voor mitigatie, is het beeld bij de zaden iets minder duidelijk dan bij aardappelen en uien. Een eerste voorzet kan zijn:

- Graszaad zo snel mogelijk schonen, buiten dan wel voor binnenkomst bij de zaadverwerkende bedrijven;
- Ruw zaad en ‘stoffig’ zaad zo snel mogelijk schonen, of geschoond laten aanleveren;
- Bij tuinzaden: plantmateriaal snel verwijderen, en het dorsen bij voorkeur elders (onder gecontroleerde omstandigheden) laten plaatsvinden.

De gevonden verschillen tussen de typen gewassen en bijvoorbeeld de grootte van het zaad geven op zich niet veel aanknopingspunten voor mitigatietechnieken,

omdat het niet in de lijn der verwachtingen ligt dat bedrijven om deze reden bepaalde typen zaden niet meer zullen gaan verwerken. Dit zijn echter wellicht wel zaken die meegenomen kunnen worden bij het verder kweken van zaden, bijvoorbeeld bij het opstellen van criteria met betrekking tot de 'kwaliteit' van een partij zaad, dan wel extra voorzorgsmaatregelen die getroffen zouden kunnen worden tijdens het verwerken van bepaalde partijen zaad.

4.2 Overzicht persoonlijke blootstelling in sectoren

Hoewel de niveaus zoals gevonden op de productmonsters uit de verschillende sectoren niet direct kunnen worden gerelateerd aan gemeten persoonlijke blootstellingsniveaus, wordt in deze paragraaf een overzicht gegeven van de persoonlijke blootstellingsniveaus die in eerdere onderzoeken zijn gevonden. Hierbij moet in acht worden genomen dat er tussen de aanwezigheid van endotoxinen op een productonderdeel en het in het lucht terecht komen van deze deeltjes (emissie vanuit de bron), het transport van de deeltjes door de lucht naar de persoon (transmissie) en uiteindelijk aankomen bij de persoon (immissie) vele processen actief zijn, en dat vele factoren hier invloed op hebben (Tielemans et al., 2008; Fransman et al., 2010). Verder is het bekend dat de endotoxinen-niveaus op zowel producten als in de inademingslucht zeer variabel zijn, en dat de gemeten niveaus dus in vrijwel alle gevallen een momentopname weergeven en alleen als indicatie kunnen worden gebruikt.

4.2.1 Aardappelen

In het algemeen is de blootstelling aan endotoxinen in aardappelverwerkende bedrijven vergeleken met de andere twee sectoren niet extreem hoog (zie Tabel 8). Wel vindt nog veelvuldig overschrijding van de adviesgrenswaarde van 90 EU/m³ plaats. De gemiddelde blootstelling (GM) aan inhaleerbaar stof ligt in het algemeen beneden de grenswaarde van 10 mg/m³, maar ook hierbij vinden nog wel overschrijdingen plaats. In de huidige situatie lijkt verdere beheersing van de blootstelling aan zowel stof endotoxinen nog wel nodig te zijn.

Tabel 8: Literatuurgegevens blootstelling endotoxinen in aardappelverwerkende bedrijven

Jaar	Beschrijving	N	Inhaleerbaar stof GM (range) (mg/m ³)	Endotoxinen GM (range) (EU/m ³)
1995 ¹	Potato processing (Nederland)	211/ 195	1.0 (<0,4-153)	272 (10-29.083)
2001 ²	Aardappelverwerking (kleinverpakker)			
	- Ochtend	10	6,9 (2,4-28,8)	71,8 (8,7-303)
	- Middag	10	7,1 (2,5-23,6)	58,8 (19,0-148)
2002 ³	Aardappelteelt – sorteren	2	1,97 (0,8-5,2)	314 (95,5-3130)

Jaar	Beschrijving	N	Inhaleerbaar stof GM (range) (mg/m ³)	Endotoxinen GM (range) (EU/m ³)
2002 ⁴	Potato processing (Polen)	8	13,8 (1,4-201)	10072 (110-18.969.000)
2011 ⁵	Groot kleinverpakkingsbedrijf	9	3,6 (1,6-6,2)	98,7 (65,8-141)
„	Groot kleinverpakkingsbedrijf	9	1,0 (0,6-1,9)	85,4 (25,3-346)
„	Klein kleinverpakkingsbedrijf	7	6,4 (4,2-11,4)	184 (130-246)

¹ Zock et al., 1995

² NAK, 2001

³ Spaan et al, 2002

⁴ Dutkiewicz et al., 2002

⁵ Zaat et al., 2011

4.2.2 Uien

In uiensoorteer- en handelsbedrijven komen zéér hoge blootstellingen aan zowel inhaleerbaar stof als endotoxinen voor, vooral bij sorteerders en zakkenvullers (Tabel 9). De - soms onverklaarde - variabiliteit is wel erg groot, zoals onder andere blijkt uit het onderzoek uit 2010. In dit bedrijf zijn na een eerste meetserie in 2006 aanvullende beheersmaatregelen getroffen, maar desondanks werden tijdens de tweede meetserie in 2010 beduidend hogere concentraties gemeten.

Tabel 9: Literatuurgegevens blootstelling endotoxinen tijdens uienverwerking

Jaar	Beschrijving	N	Inhaleerbaar stof GM (range) (mg/m ³)	Endotoxinen GM (range) (EU/m ³)
2002 ¹	Uienhandel	20	14,4 (6,7-35)	25930 (4025-191430)
	- Heftruckchauffeur	2	7,8* (7,0-8,3)	5000* (4025-5975)
	- Sorteerder	14	17,4* (9,2-35)	50536* (13280-191430)
	- Zakkenvuller	4	13,6* (6,7-16)	24398* (5353-59348)
2006 ²	Uienhandel – traditioneel			
	- Technicus	3		800
	- Heftruck chauffeur	1		4100
	- Verpakker	2		5300
	- Operator	6		10000
	Uienhandel – modern			
	- Technicus	2		380
	- Heftruck chauffeur	6		630
- Verpakker	4		1100	
- Operator	15		1300	
2010 ³	Uienhandel	9	8.2 (0,2-184)	5376 (63-26956)
	(2006)	(6)	(1.0 (0,2-4.4))	(540 (85-3385))

* AM in plaats van GM

¹ Spaan et al., 2002

² Smit et al., 2008

³ Zaat, 2010

4.2.3 Zaden

Net als in geval van de niveaus op productmonsters is ook in geval van de persoonlijke blootstelling de variabiliteit in gemeten endotoxinenconcentraties in zaadverwerkende bedrijven erg groot (Tabel 10). Er zijn (gemiddelde) concentraties gemeten van enkele honderden EU/m³, maar ook van vele tienduizenden. Tijdens de verwerking van graszaad worden relatief hoge concentraties gemeten, wat te maken kan hebben met de grootschaligheid van de processen in deze subbranche (verwerking van grote batches zaad). De gegevens in Tabel 10 zijn niet gespecificeerd naar functie of activiteit, en dat zou in het kader van deze rapportage ook te ver voeren. In algemene zin kan wel worden gesteld dat de meetgegevens erop lijken te wijzen dat de hoogte van de gemeten endotoxinenblootstelling afneemt naarmate het verwerkingsproces verder vordert: het hoogst tijdens de ontvangst en het storten van de zaden, lager in de omgeving van de schoningsmachines, en nog lager bij de verpakkingslijnen.

Tabel 10: Literatuurgegevens blootstelling endotoxinen in zaadverwerkende bedrijven

Jaar	Beschrijving	N	Inhaleerbaar stof GM (range) (mg/m ³)	Endotoxinen GM (range) (EU/m ³)
1999 ¹	Graszaad – kwaliteits- inspectie lab	4	-	88.000 (33.000- 274.000)
2000 ¹	Gras- en maiszaad (1)	5	0,9 (0,2-1,9)	600 (200-1.700)
	Graszaad (1)	6	5,4 (3,1-9,0)	3.700 (1.800-6.100)
2001 ²	Gras- en maiszaad (1)	12	1,0 (0,1-98,0)	600 (10-51.000)
	Gras- en maiszaad (2)	11	2,6 (1,0-13,3)	3.400 (600-18.000)
	Graszaad (2)	15	1,5 (0,1-17,2)	2.900 (200-10.000)
	Graanzaad (1)	2	4,0 (3,0-5,5)	3.600 (1.700-7.500)
	Groentezaad (1)	10	1,0 (0,2-14,4)	600 (40-10.000)
	Groentezaad (2)	14	0,9 (0,2-12,7)	700 (100-22.000)
	Groentezaad (3)	16	1,0 (0,1-5,3)	1.000 (30-42.000)
2002 ¹	Graszaad, onderzoeksinstituut	6	16,1 (10,4-34,7)	41.000 (19.000- 80.000)
2002 ³	Akkerbouwer, graanoogst	3	0,7* (0,3-1,2)	2791* (1032-5791)
2006 ⁴	Groentezaad			
	- lab	2		22
	- verpakking	2		25
	- teler	2		36
	- operator	5		280
2000 – 2003 ⁵	Zaadverwerkend bedrijf - Dataram	32	< 0.05 -1,8	141 -78400

Jaar	Beschrijving	N	Inhaleerbaar stof GM (range) (mg/m ³)	Endotoxinen GM (range) (EU/m ³)
	- GSP	12	0,5-12,1	
2008 – 2012 ⁶	NAK			
	- 2008	11		<10-168
	- 2009	13		<10-471
	- 2010	14		<10-564
	- 2011	11		<10-323
	- 2012	18		<10-231
2010 – 2011 ⁷	Zaadverwerkend bedrijf			
	- Oktober 2010	11	0,6-4,8	30-10254
	- Februari 2011	8		18-3226
	- Oktober 2011	7		2050-92900

* AM in plaats van GM

¹ Smit et al., 2006 ² IRAS, 2001 ³ Spaan et al., 2011 ⁴ Smit et al., 2008

⁵ Blootstellingsgegevens zaadverwerkend bedrijf (vertrouwelijk)

⁶ Notities endotoxine metingen 2008-2012, NAK.

⁷ Blootstellingsgegevens zaadverwerkend bedrijf (vertrouwelijk)

4.3 Endotoxinen-niveaus op productmonsters in eerdere studies

Voor zover bekend is er in het verleden vrijwel niet naar endotoxinen-niveaus op (agro-food)producten gekeken. De enige niveaus waarvan wij op de hoogte zijn, zijn niveaus die zijn bepaald in verschillende zaadmonsters uit een onderzoek uitgevoerd door het IRAS in opdracht van de Nederlandse Vereniging van Zaaizaad en Plantgoed (Heederik et al., 2001) (zie Tabel 11). Net als in het huidige onderzoek, was de variabiliteit in de endotoxinegehalten in de zaden toen ook erg groot, vooral bij de tuinzaden. Een andere overeenkomst is dat in graszaden relatief hoge concentraties zijn gemeten. Echter, in veel gevallen is in het onderzoek uit 2001 slechts één monster geanalyseerd, hetgeen de waarde van de resultaten beperkt.

Tabel 11: Overzicht endotoxinen-niveaus op zaden uit eerder IRAS-onderzoek (Heederik et al., 2001)

Gewas	N	Gehalte (EU/g)
Graszaad; ongeschoond, niet gedroogd	9	150.682 (73.031-361.123) *
Graszaad; ongeschoond, gedroogd	3	120.012 (58.899-181.338) *
Graszaad; geschoond, niet gedroogd	3	72.932 (66.849-78.193) *
Bloemkool; ongeschoond	1	132
Bloemkool; geschoond	1	4.845
Kroot, ongeschoond	1	855.420
Kroot; geschoond	1	8.368
Prei, ongeschoond	1	16.674
Prei; geschoond	1	3.281
Veldsla; ongeschoond	1	1.022.831
Veldsla; geschoond	1	109.442

Gewas	N	Gehalte (EU/g)
Koraalsla; geschoond	1	52.241
Kropsla; ongeschoond	1	37

* AM (range)

4.4 Conclusies en aanbevelingen

Bij de interpretatie van de resultaten is het goed om in het oog te houden dat de endotoxinen-niveaus zijn weergegeven per gram materiaal (EU/gram), waarbij geen rekening is gehouden met de verhoudingen tussen de verschillende monstersoorten. Verder is het zo dat de endotoxinen zich (vrijwel) alleen aan het oppervlakte van de monsters (dus bijvoorbeeld aan de buitenkant van de aardappel of de buitenste (losse) vellen van de ui) bevinden. Ook zijn de verhoudingen van de verschillende monstersoorten in een binnenkomende partij verschillend (bijvoorbeeld relatief weinig plant- en grondmateriaal). Bij de verdere interpretatie van de resultaten in het kader van de identificatie van kansrijke mitigatietechnieken is met bovenstaande rekening gehouden.

De informatie uit dit rapport zal worden gebruikt bij de identificatie en verdere ontwikkeling van mogelijke (succesvolle) mitigatie-technieken om endotoxinen bij de bron (bij binnenkomst van het product) aan te pakken. De resultaten geven inzicht in welke onderdelen van de partijen producten zoals deze binnenkomen bij de verwerkende bedrijven de grootste bron van blootstelling aan endotoxinen vormen. En hoewel de resultaten natuurlijk specifiek zijn voor de agrofood-producten zoals meegenomen in dit onderzoek, geven deze wel aanwijzingen voor te verwachten niveaus op monsters van in meer of mindere mate vergelijkbare partijen van andere agrofood-producten.

Wat betreft de gehalten endotoxinen in proceswater in aardappelverwerkende bedrijven wordt, zoals gezegd, in een aanpalend onderzoek nader gekeken naar de invloed hierop van de specifieke methoden van waterbehandeling die in de sector gangbaar zijn.

Literatuur

Dutkiewicz J, Krysinska-Traczyk E, Skórska C, Cholewa G, Sitkowska J. Exposure to airborne microorganisms and endotoxin in a potato processing plant, *Ann. Agric. Environ. Med.* 2002; 9: 225-235.

Fransman W, Cherrie JW, van Tongeren M, Schneider T, Tischer M, Schinkel JM, Marquart H, Warren N, Kromhout H, Tielemans E. Development of a mechanistic model for the Advanced REACH Tool (ART) - version 1.0. TNO, Zeist, V9009, 2010.

Gezondheidsraad. Endotoxines – Health based recommended occupational exposure limit. Publicatie no. 2010/04OSH, Den Haag, 2010.

Gröllers-Mulderij M, Spaan S. Ontwikkeling van een protocol voor het verzamelen van (product)monsters, en de opslag, extractie en analyse van deze monsters op endotoxinen. TNO-rapport TNO 2014 R10379, TNO, Zeist, 30 juni 2014.

Heederik D, Wouters I, Doekes G. Onderzoek naar endotoxine blootstelling in de zaaizaadsector (vertrouwelijk). Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Universiteit van Utrecht, Utrecht, mei 2001.

NAK. Rapportage stof- en endotoxinemeting, uitgevoerd in opdracht van de Nederlandse Aardappel Organisatie (NAO). NAK Agro Nederland BV, Emmeloord, 2001.

Nederlands Normalisatie-instituut. NEN-EN 14031 (en): Workplace atmospheres - Determination of airborne endotoxins. ICS 13.040.30, februari 2003.

Smit LAM, Wouters IM, Hobo MM, Eduard W, Doekes G, Heederik D. Agricultural seed dust as a potential cause of organic dust toxic syndrome. *Occup. Environ. Med.* 2006; 63: 59-67.

Smit LAM, Heederik D, Doekes G, Blom C, van Zweden I, Wouters IM. Exposure-response analysis of allergy and respiratory symptoms in endotoxin exposed adults. *Eur Respir J* 2008; 31: 1241-1248.

Smit LA. Respiratory effects of endotoxin exposure: individual susceptibility and gene-environment interactions. Proefschrift Universiteit Utrecht, 2008.

Spaan S, Wouters I, Heederik D. Onderzoek naar blootstelling aan endotoxinen in de agrarische sectoren van teelt, be- en verwerking en handel. Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Universiteit Utrecht, Utrecht, 2002.

Spaan S. Endotoxin exposure assessment – measurement and characterisation. Proefschrift Universiteit Utrecht, 2008.

Spaan S, Terwoert J, Marquart H, Meijster T. Evaluatie van sectoren op basis van werk-gerelateerde gezondheidseffecten door stoffenblootstelling. TNO-rapport V9408, TNO, Zeist, 2011.

Stof, pak 't aan. De aanpak van blootstelling aan endotoxinen in de agro-foodsectoren. Position paper, 2011.

Tielemans E, Schneider T, Goede H, Tischer M, Warren N, Kromhout H, Van TM, van HJ, Cherrie JW. Conceptual model for assessment of inhalation exposure: defining modifying factors. *Ann. Occup. Hyg.* 2008b; 52(7): 577-586.

Zock JP, Heederik D, Kromhout H. Exposure to dust, endotoxin and micro-organisms in the potato processing industry. *Ann. Occup. Hyg.* 1995; 39 (6): 841-854.

Zaat V. Onderzoek naar de blootstelling aan inhaleerbaar stof en endotoxinen. NKAL/ IRAS, Utrecht, 2010.

Zaat V, Houba R, Stigter E, Rooijakker J, Wouters I. Onderzoek naar de blootstelling aan inhaleerbaar stof en endotoxinen bij aardappel kleinverpakkingsbedrijven, NKAL / IRAS, Utrecht, 2011.

Ondertekening

TNO, Zeist, 10 november 2014



Han van de Sandt
Research Manager



Suzanne Spaan
Auteur / projectleider

Dankbetuiging

De volgende organisaties hebben een (financiële) bijdrage geleverd aan het project 'Aanpak endotoxinen bij de bron - een schone start' en de totstandkoming van dit rapport. Verder willen we de deelnemende bedrijven hartelijk bedanken voor hun bijdrage aan dit project, deze input was van groot belang voor het slagen van dit project.



Groenten en Fruit Handelsplatform Nederland



Annex I: Resultaten pilot-experiment extractie en analyse endotoxinen

Productmonster	Verdunning	QCL Chromogenic EU/ml	Turbidimetric EU/ml
AARDAPPELS			
1 aardappel met aanhangend grond	100	4315,75	1787,91
	1000	3918,63	3223,25
	10000	3409,71	3575,97
2 aardappel schoon	100	428,95	188,19
	1000	317,17	177,50
	10000	214,55	129,96
3 aardappel zonder schil	100	22,17	14,51
	1000	12,41	6,38
	10000	32,86	<39,811
4 binnenkant aardappel	10	5,62	0,48
	100	4,83	<0,398
	1000	5,31	<3,981
5 grond van aardappel	100	1818,20	773,99
	1000	1868,64	1115,02
	10000	1573,79	1007,91
6 schil van aardappel	100	828,28	452,24
	1000	754,94	546,03
	10000	566,55	433,46
UIEN			
9 rode ui met loshangende schillen	100	2364,00	1331,29
	1000	1784,02	1844,73
	10000	1393,98	1741,47
15 loof van gele ui	100	>12559	7621,75
	1000	14813,00	15847,73
	10000	12893,06	23095,02
16 wortels van gele ui	100	>12559	13133,23
	1000	>125594	60554,81
	10000	221393,12	204889,78
17 gele ui met loshangende schillen	100	>12559	6172,53
	1000	27697,18	16327,26
	10000	24582,95	28882,05
20 binnenkant gele ui	10	8,10	12,77
	100	10,62	13,46
	1000	11,79	10,61
21 loshangende schillen gele ui	100	1024,96	2393,60
	1000	905,76	1802,48
	10000	759,39	4038,69
22 binnenste vastzittende schil gele ui	100	50,49	92,95
	1000	73,84	79,56
	10000	473,03	56,14
ZADEN			
23 Paprika schoon	100	46,89	3,803

Productmonster	Verdunning	QCL Chromogenic EU/ml	Turbidimetric EU/ml
	1000	<25,059	7,361
	10000	<250,594	57,628
24 Paprika vuil	100	8,47	1,31
	1000	<25,059	<3,981
	10000	<250,594	<39,811
25 Komkommer schoon	100	65,80	10,34
	1000	25,30	5,963
	10000	<250,594	<39,811
26 Komkommer vuil	100	210,28	10,34
	1000	96,05	4,878
	10000	<250,594	<39,811
27 Andijvie schoon	100	450,96	419,528
	1000	314,96	412,506
	10000	<250,594	342,79
28 Andijvie vuil	100	555,88	316,383
	1000	418,52	302,652
	10000	<250,594	254,62
29 Sla schoon	100	5,65	3,097
	1000	<25,059	<3,981
	10000	<250,594	<39,811
30 Sla vuil	100	43,28	2,861
	1000	<25,059	<3,981
	10000	<250,594	<39,811
31 Bieten	100	4723,65	2861,383
	1000	4509,63	3487,868
	10000	3772,57	4875,269
32 Selderij	100	6903,87	5340,502
	1000	7769,39	6755,574
	10000	7111,94	10644,202
33 Jalinis schoon	100	>9976	5340,502
	1000	14953,22	8399,226
	10000	13272,26	13039,864
34 Jalinis vuil	100	>9976	6088,189
	1000	29089,51	12930,155
	10000	25741,03	19997,128
35 Stof E uit schoningsproces	100	>9976	8419,958
	1000	>99763	53405,017
	10000	118924,92	144536,988

Groen: Analyse-resultaat beneden detectielimiet (buiten bereik standaard)

Rood: Analyse-resultaat overranged (buiten bereik standaard)

Annex II: Verzamelde monsters per sector en instructie monstername

Uien (Frugi Venta)

Planning:

- Verzamelen: week 47 (18 t/m 24 november)
- Ophalen: maandag 25 november, in de ochtend

Verdeling te nemen monsters over de bedrijven

- 5 deelnemende bedrijven, 80 monsters totaal
- Per partij uien worden 3 monsters geanalyseerd: buitenkant ui (incl. losse schillen), aanhangend grond, en de staart. De staart verwijdt TNO zelf.
- We vragen de bedrijven daarom om 2 soorten monsters: a) hele ui; b) 'grond'.
- Per bedrijf: 2x rotte ui uit een partij waaruit ook een setje 'goed' is genomen

Bedrijf	Rood – klei	Geel – klei	Roze – klei	Geel – zand	Extra
[naam bedrijf]	2 setjes*	3 setjes			1x aflag 1x natte ui
[naam bedrijf]	2 setjes			4 setjes	1x rotte gele ui 1x rotte gele ui (zand)
[naam bedrijf]		3 setjes	2 setjes		1x rotte roze ui 1x rotte gele ui
[naam bedrijf]	2 setjes	3 setjes			1x rotte rode ui 1x rotte gele ui
[naam bedrijf]	2 setjes	3 setjes			1x rotte rode ui 1x rotte gele ui

Aardappelen (NAO)

Planning:

- Verzamelen week 49 (2 t/m 8 december)
- Ophalen: maandag 9 december

Verdeling te nemen monsters over de bedrijven

- 80 monsters totaal
 - o 40 monsters bedrijven industriële verwerking
 - o 40 monsters uit verpakkingsbedrijven
- Per partij aardappelen worden 3 monsters geanalyseerd:
 - 1) buitenkant aardappel
 - 2) aanhangend grond
 - 3) plantmateriaal
- Per bedrijf worden nog twee extra monsters verzameld:

- 4) Proceswater (monster nemen op punt waar het gezuiverde water het wasproces binnenkomt)
 - 5) Stukje viltdoek van de vilten lappen die worden gebruikt voor het drogen van de aardappelen
- Bij selectie van partijen aardappelen onderscheid maken tussen:
 - o Aardappelen met een ruwe versus een gladde schil
 - o Aardappelen van kleigrond versus van zandgrond
 - Zandgrond alleen voorhanden vanuit industriële verwerking
 - o Bij voorkeur monsters van de soorten aardappelen waarvan grote volumes worden verwerkt
 - Invulling verdeling qua monsternamen over bedrijven door bedrijven zelf (per groep is een coördinator aangewezen)

INDUSTRIËLE VERWERKING → 40 monsters

- 12 setjes (dus van 12 partijen aardappelen)
De bedrijven maken zelf een selectie van 4 a 5 aardappelrassen die in grote hoeveelheden worden verwerkt.
 - o 8 setjes van zandgrond
 - o 4 setjes van kleigrond
- 3x proceswater (1 per bedrijf)
- 3x viltmateriaal (1 per bedrijf)

Bedrijf	Ruw – klei	Glad – klei	Ruw - zand	Glad - zand	Extra
TOTAAL	2 setjes	2 setjes	4 setjes	4 setjes	3x proceswater 3x viltmateriaal
[naam bedrijf] *					1x proceswater 1x viltmateriaal
[naam bedrijf]					1x proceswater 1x viltmateriaal
[naam bedrijf]					1x proceswater 1x viltmateriaal

* Coördinatie

De industriële verwerkingsbedrijven hebben de monsterverzameling onderling gecoördineerd, en de onderstaande verdeling aangehouden:

Ras	Grondtype	Regio	Type	Aardappelen	Grond	Plantaardig materiaal
Innovator	Zand	O-Brabant	Ruw	X	X	X
Innovator	Klei	W-Brabant/Zeeland	Ruw	X	X	X
Innovator	Klei	Polders	Ruw	X	X	X
Agria	Zand	O-Brabant/Limburg	Glad	X	x	X
Agria	Zand	W-Brabant	Glad	X	X	X
Agria	Klei	Polders	Glad	X	X	X
Hansa	Zand	O-Brabant/Limburg	R/G	X	X	X

Ras	Grondtype	Regio	Type	Aardappelen	Grond	Plantaardig materiaal
Hansa	Zand	Achterhoek	R/G	X	X	X
Fontane	Zand	Drenthe	R/G	X	X	X
Fontane	Zand	O-Brabant/Limburg	R/G	X	X	X
Fontane	Zand	W-Brabant	R/G	X	X	X
Fontane	Klei	Polders	R/G	X	X	X

Naam industrie	Proceswater	Vilt
[naam bedrijf]	X	X
[naam bedrijf]	X	X
[naam bedrijf]	X	X

VERPAKKINGSBEDRIJVEN → 40 monsters

- 12 setjes (dus van 12 partijen aardappelen); 6 van ruwe aardappelen; 6 van gladde.
- 4x proceswater (1 per bedrijf)
- 4x viltmateriaal (1 per bedrijf)

Bedrijf	Ruw – klei	Glad – klei	Extra
TOTAAL	6 setjes	6 setjes	4x proceswater 4x viltmateriaal
[naam bedrijf] *			1x proceswater 1x viltmateriaal
[naam bedrijf]			1x proceswater 1x viltmateriaal
[naam bedrijf]			1x proceswater 1x viltmateriaal
[naam bedrijf]			1x proceswater 1x viltmateriaal

* Coördinatie

Zaden (Plantum)

Planning:

- a. Verzamelen in week 48 (25 t/m 1 december)
- b. Ophalen: maandag 2 december

Verdeling te nemen monsters

LANDBOUWZADEN

- 1 bedrijf, 20 monsters te analyseren.
- Per partij 3 monsters leveren (die tezamen 1 setje vormen): 1) ongeschoond zaad, 2) geschoond zaad, 3) materiaal uit schoning → 7 setjes, ofwel 7 partijen zaad
- Beperken tot Engels raigras

TUINZADEN - VRUCHTGEWASSEN

- 3 bedrijven, 20 monsters te analyseren.
- Per partij zaad 2 of 3 monsters leveren (tezamen 1 setje): 1)ongeschoond zaad, 2)geschoond zaad, 3)materiaal uit schoning (alleen indien van toepassing) → 10 setjes, ofwel 10 partijen zaad
- Onderscheid maken in (voorbeeld tabel hieronder)
 - Ruw versus glad oppervlakte
 - Grote versus kleine zaden
 - Stoffigheid van het product
 - Bij voorkeur de gewassen waarvan grote volumes worden geteeld (prijs van zaad is wel een beperkende factor)
- Invulling verdeling qua monstername over bedrijven door bedrijven zelf (bijv. 3 a 4 setjes per bedrijf)

Bedrijf	Ruw - groot	Ruw - klein	Glad - groot	Glad - klein
[naam bedrijf]				
[naam bedrijf]				
[naam bedrijf]				

TUINZADEN - VOLLEGRONDSGEWASSEN

- 3 bedrijven, 100 monsters te analyseren.
- Per partij zaad 3 of 4 monsters (= tezamen 1 setje)
 - Vollegronds – ongeschoond en/of ongedorst bij binnenkomst: 40 monsters totaal
 - 4 monsters per setje: 1) plantmateriaal, 2) ongeschoond zaad, 3) geschoond zaad, 4) materiaal uit schoning
→ 10 setjes/ partijen zaad
 - Vollegronds – ongeschoond: 60 monsters totaal
 - 3 monsters per setje: 1) ongeschoond zaad, 2) geschoond zaad, 3) materiaal uit schoning
→ 20 setjes/ partijen zaad.
- Onderscheid maken in:
 - Ruw versus glad oppervlakte
 - Grote versus kleine zaden
 - Stoffigheid van het product
 - Bij voorkeur de gewassen waarvan grote volumes worden geteeld (prijs van zaad is wel een beperkende factor)
- Invulling verdeling qua monstername over bedrijven door bedrijven zelf
 - Inclusief een aantal verzoeken namens TNO (met betrekking tot stoffigheid zaden en schoningsstappen).

Instructie voor monstername

Monstername (van partij binnenkomende uien)

- a. Bovenstaande verdeling aanhouden
- b. Monsters verzamelen gedurende de aangegeven week
- c. Per partij binnenkomende uien een setje:
 - In plastic zakje: 2 a 3 uien, inclusief staart (bij voorkeur niet al te groot)
 - In plastic buisje: Aanhangend / meekomend grond uit de kist of vrachtwagen

Monstername (van partij binnenkomende aardappelen)

- a. Bovenstaande verdeling aanhouden
- b. Monsters verzamelen gedurende de aangegeven week
- c. Per partij binnenkomende uien een setje:
 - In plastic zakje: 2 a 3 aardappelen (bij voorkeur niet al te groot): in plastic zakje
 - Aanhangend / meekomend grond uit de kist of vrachtwagen: in plastic buisje
 - Plantmateriaal: in zakje of buisje
 - Proceswater: in buisje
 - Stukje gebruikt viltdoek: in buisje

Monstername (van partij (binnenkomend) zaad)

- a. Bovenstaande verdeling aanhouden
- b. Monsters verzamelen gedurende de aangegeven week
- c. Per partij geselecteerde zaden een setje verzamelen:
 - Plantmateriaal: in zakje of buisje
 - Geschoonde zaden: in buisje (indien mogelijk buisje vol, minimaal 5 gram)
 - Geschoonde zaden: in buisje (indien mogelijk buisje vol, minimaal 5 gram)
 - Restmateriaal uit schoningsstap: bij voorkeur in buisje, anders in zakje

Aanwijzingen monstername:

- Handen wassen voor monstername
- De binnenkant van zowel de zakjes als de buizen (inclusief dop) niet met handen aanraken
- Het monster zelf niet met handen aanraken. Opties zijn:
 - Bij monstername wegwerphandschoenen dragen
 - Een van de bijgeleverde zakjes gebruiken als 'handschoen' (zie foto's hieronder)
 - Een zakje binnenste buiten keren (zonder de binnenkant aan te raken), en daarmee het monster verzamelen (zie foto's hieronder)

Opslag monsters

- a. Onder geconditioneerde omstandigheden bewaren, bij voorkeur gekoeld.

- b. Indien de productmonsters nog (licht) vochtig zijn, de zakjes niet volledig sluiten, zodat er geen condensvorming ontstaat
- c. Plastic buizen wel dicht bewaren

Gegevens over monsters noteren:

- a. Op monster (zakje / buisje) zelf (bij voorkeur met dunne marker)
 - i. Datum monstername
 - ii. Naam bedrijf
 - iii. Nummer monster (zie Annex III)
- b. Op bijgeleverd formulier per monster (zie Annex III)

Materiaal voor monstername

Buisje



Zakje

Zakje als handschoen

Zakje binnenste buiten keren



Annex III: Overzicht verzamelde contextuele informatie bij productmonsters

UIEN (FRUGI VENTA)

Naam bedrijf								
Opslag monsters in bedrijf tot ophalen (ruimte, temperatuur, etc.)								
	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Extra 1	Extra 2
Nummer monster								
Persoon die monster heeft genomen								
Datum monstername								
Soort monster ¹ (beschrijving)								
Datum ontvangst partij								
Manier ontvangst partij (kist / vrachtwagen / anders)								
Droge / natte uien								
Teler informatie (plaats, provincie)								
Datum oogst partij								
Kwaliteit partij (% rotting)								
Kleigrond / zandgrond								
Type bemesting								

¹ Rode/ gele / roze ui, meekomende grond, rotte rode/gele/roze uit, anders

Annex IV: Overzichtstabellen endotoxinen-niveaus op productmonsters

Overzicht algemene resultaten

Tabel IV-1: Algemeen overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters (in EU/g)

Tabel IV-1: Algemeen	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
OVERALL	330	401368	32964	17	0.7	4391	51558	334837	16396808
Buitenkant product (aardappelen, uien, zaden)	150	88680	9291	14	16	1496	9054	71670	1055537
Grondmateriaal (aardappelen, uien; incl. kluiten)	55	173843	49129	7	645	10129	76140	283058	1039294
Plantmateriaal (aardappelen, uien, zaden)	61	951590	319619	8	997	152785	588978	1246313	6457992
Afvalmateriaal schoning (zaden)	40	726592	42356	23	27	5099	68413	420442	10219452
Van kleigrond (aardappelen, uien)	125	491365	44149	13	627	4391	47681	423041	16396808
Van zandgrond (aardappelen, uien)	41	637019	132978	9	1429	21404	257659	630580	6457992
AARDAPPELEN	86	227451	30904	14	0.7	4036	25039	266152	2842671
Industriële verwerking	44	260562	65577	8	776	10622	129255	453420	1525248
Verpakkingsbedrijf	42	192763	14051	17	0.7	1584	10700	152785	2842671
Buitenkant product	25	6214	3324	3	711	1429	3425	6574	29680
Grondmateriaal	25	166597	45831	6	3645	10129	24288	257659	1039294
Kluiten (ruw, klei)	2	1560	1349	2	776	776	1560	2345	2345
Plantmateriaal	20	632273	434747	2	111780	205327	506176	815299	2842671
Proceswater	7	38877	3634	60	0.7	1444	13565	46109	182518
Viltmateriaal	7	331396	237075	3	42256	138788	259381	478010	814738
UIEN	94	750740	93133	12	627	11538	137681	699814	16396808
Buitenkant product	28	10960	7035	3	627	3866	7456	15708	34141

Tabel IV-1: Algemeen	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
Grondmateriaal	28	192618	67578	7	645	29849	119926	297411	699814
Plantmateriaal	28	1606568	1161275	2	170519	628395	1241516	1592247	6457992
Rotte ui	10	1988546	270320	7	29329	54741	182068	716187	16396808
ZADEN	150	282140	17842	21	16	2065	44177	185341	10219452
Tuinzaden	129	236279	10608	19	16	1254	18301	101511	10219452
Landbouwzaden	21	563860	435219	2	97566	237432	433892	680240	1826159
Zaden - ongeschoond	49	105126	10216	25	16	415	39658	184716	725131
Zaden - geschoond	48	160178	16940	20	51	2077	36938	194007	1055537
Afvalmateriaal schoning	40	726592	42356	23	27	5099	68413	420442	10219452
Plantmateriaal	13	32126	12367	5	997	5621	8941	40804	175206

AM= rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, GSD = geometrische standaard deviatie, % = percentiel (50th % = mediaan)

Overzicht resultaten productmonsters aardappelen

Tabel IV-2: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van aardappelen (in EU/g)

Tabel IV-2: Aardappelen	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
Totaal	86	227451	30904	14	0.7	4036	25039	266152	2842671
Per soort bedrijf									
Industriële verwerking	44	260562	65577	8	776	10622	129255	453420	1525248
- Buitenkant product	12	9413	6810	2	1663	3521	6528	11172	29680
- Grondmateriaal	12	216352	108692	4	10129	38493	176992	352938	630580
- Plantmateriaal	12	591389	477360	2	130875	344596	543795	793908	1525248
- Kluiten	2	1560	1349	2	776	776	1560	2345	2345

Tabel IV-2: Aardappelen	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
- Proceswater	3	84805	60095	3	25789	25789	46109	182518	182518
- Viltmateriaal	3	467113	386838	2	170930	170930	415670	814738	814738
Verpakkingsbedrijf	42	192763	14051	17	0.7	1584	10700	152785	2842671
- Buitenkant product	13	3262	1714	3	711	848	1429	1662	21914
- Grondmateriaal	13	120670	20652	6	3645	6961	18233	24288	1039294
- Plantmateriaal	8	693598	377854	3	111780	176071	236027	885068	2842671
- Proceswater	4	4431	443	80	0.7	722	2079	8139	13565
- Viltmateriaal	4	229609	164212	3	42256	90522	199085	368696	478010
Per grondsoort									
Klei	45	108683	13906	9	711	2345	7835	111780	949352
- Buitenkant product	16	3501	2052	3	711	1005	1623	3614	21914
- Grondmateriaal	16	39293	15961	3	3645	7305	15198	23148	335298
- Plantmateriaal	11	382085	281286	2	111780	133089	211296	809814	949352
Zand	27	447337	120122	9	1429	11229	266152	588978	2842671
- Buitenkant product	9	11038	7834	3	1429	4352	9893	11229	29680
- Grondmateriaal	9	392915	298918	2	65048	226349	331544	483799	1039294
- Plantmateriaal	9	938058	740194	2	266152	508260	588978	849789	2842671
Per soort aardappel									
Glad	17	122086	17369	10	711	3617	11115	133089	820785
- Buitenkant product	6	3559	2242	3	711	848	2530	3617	11115
- Grondmateriaal	6	30916	12625	4	3645	4036	12945	24288	127635
- Plantmateriaal	5	373724	297222	2	133089	199357	211296	504091	820785

Tabel IV-2: Aardappelen	N	AM	GM	GSD	Minimum	25^{ste} %	50^{ste} %	75^{ste} %	Maximum
Ruw	29	262693	23841	12	776	3281	18233	260758	2842671
- Buitenkant product	10	4752	2941	3	1162	1429	2471	5259	21914
- Grondmateriaal	10	158107	37986	5	6961	12163	20628	65048	1039294
- Plantmateriaal	7	855199	553282	3	111780	260758	588978	949352	2842671
Ruw/Glad	26	279819	61855	10	721	9893	141830	483799	1525248
- Buitenkant product	9	9610	4950	4	721	1663	6574	11229	29680
- Grondmateriaal	9	266485	133362	5	7835	76140	257659	374331	630580
- Plantmateriaal	8	598805	446518	2	130875	209468	543795	813896	1525248
Per grondsoort en soort aardappel									
Klei - Glad	14	102330	12226	10	711	3610	4053	133089	820785
- Buitenkant product	5	2047	1628	2	711	848	1450	3610	3617
- Grondmateriaal	5	11572	7949	3	3645	4036	4069	21820	24288
- Plantmateriaal	4	341132	260450	2	133089	166223	205327	516040	820785
Klei - Ruw	23	133794	16828	9	776	2345	12163	111780	949352
- Buitenkant product	8	5333	3158	3	1162	1452	2471	5870	21914
- Grondmateriaal	8	59591	23485	4	6961	9906	18741	38587	335298
- Plantmateriaal	5	510949	393876	2	111780	260758	423041	809814	949352
Klei - Ruw/Glad	8	47610	10069	9	721	1196	8982	103508	152785
- Buitenkant product	3	1038	956	2	721	721	729	1663	1663
- Grondmateriaal	3	31368	18215	3	7835	7835	10129	76140	76140
- Plantmateriaal	2	141830	141406	1	130875	130875	141830	152785	152785
Zand - Glad	3	214280	89425	7	11115	11115	127635	504091	504091

Tabel IV-2: Aardappelen	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
- Buitenkant product	1	11115	11115	.	11115	11115	11115	11115	11115
- Grondmateriaal	1	127635	127635	.	127635	127635	127635	127635	127635
- Plantmateriaal	1	504091	504091	.	504091	504091	504091	504091	504091
Zand - Ruw	6	756808	90626	23	1429	3425	327013	1039294	2842671
- Buitenkant product	2	2427	2212	2	1429	1429	2427	3425	3425
- Grondmateriaal	2	552171	260008	7	65048	65048	552171	1039294	1039294
- Plantmateriaal	2	1715825	1293936	3	588978	588978	1715825	2842671	2842671
Zand - Ruw/Glad	18	383023	138602	7	4352	21646	298848	579330	1525248
- Buitenkant product	6	13896	11264	2	4352	6574	10561	21646	29680
- Grondmateriaal	6	384044	360859	1	226349	257659	352938	483799	630580
- Plantmateriaal	6	751130	655082	2	266152	508260	678666	849789	1525248
Per soort bedrijf en grondsoort									
Industrieel - Klei	14	115304	17246	9	776	3281	11146	130875	809814
- Buitenkant product	4	3760	3363	2	1663	2472	3449	5049	6481
- Grondmateriaal	4	24820	19624	2	10129	11146	16991	38493	55166
- Plantmateriaal	4	374205	277934	2	130875	131982	278065	616427	809814
Industrieel - Zand	24	341446	115748	7	3425	16438	261906	543795	1525248
- Buitenkant product	8	12239	9690	2	3425	5463	10504	16438	29680
- Grondmateriaal	8	312118	255802	2	65048	176992	294602	429065	630580
- Plantmateriaal	8	699981	625601	2	266152	506176	584154	813896	1525248
Verpakking - Klei	31	105693	12618	9	711	1584	7650	111780	949352
- Buitenkant product	12	3414	1741	3	711	789	1385	2636	21914

Tabel IV-2: Aardappelen	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
- Grondmateriaal	12	44118	14899	4	3645	5515	13034	23148	335298
- Plantmateriaal	7	386588	283220	2	111780	152785	211296	820785	949352
Verpakking - Zand	3	1294465	161620	62	1429	1429	1039294	2842671	2842671
- Buitenkant product	1	1429	1429	.	1429	1429	1429	1429	1429
- Grondmateriaal	1	1039294	1039294	.	1039294	1039294	1039294	1039294	1039294
- Plantmateriaal	1	2842671	2842671	.	2842671	2842671	2842671	2842671	2842671

AM= rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, GSD = geometrische standaard deviatie, % = percentiel (50th % = mediaan)

Overzicht resultaten productmonsters uien

Tabel IV-3: Overzicht endotoxinen-niveaus op productmonsters van uien (in EU/g)

Tabel IV-3: Uien	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
Totaal	94	750740	93133	12	627	11538	137681	699814	16396808
Per grondsoort									
Klei	80	706624	84553	12	627	8750	137681	667673	16396808
- Buitenkant product	24	9708	6102	3	627	3445	4952	12877	32471
- Grondmateriaal	24	173762	60719	8	645	30698	119926	239273	699814
- Plantmateriaal (staart)	24	1352347	1013939	2	170519	610413	1104496	1338469	4991975
- Rotte ui	8	2458783	352282	8	29329	66492	345756	1209817	16396808
Zand	14	1002833	161788	9	11002	21404	107596	1545600	6457992
- Buitenkant product	4	18474	16527	2	11002	11270	14377	25678	34141
- Grondmateriaal	4	305755	128447	6	21404	29849	270502	581661	660612
- Plantmateriaal (staart)	4	3131890	2621052	2	1545600	1592247	2261984	4671534	6457992

Tabel IV-3: Uien	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
- Rotte ui	2	107596	93719	2	54741				160450
Per soort ui									
?? (rotte ui, klei)	1	1703447							
Geel	54	665595	125368	10	627	21404	162937	699814	6457992
- Buitenkant product	16	11242	7003	3	627	3445	5942	17662	34141
- Grondmateriaal	16	269126	170932	3	21404	91771	159928	452417	699814
- Plantmateriaal (staart)	16	1859256	1397503	2	447479	801353	1307027	2261984	6457992
- Rotte ui	6	284691	193987	3	54741	85257	182068	487826	716187
Rood	32	956483	53118	15	645	5353	30900	760109	16396808
- Buitenkant product	10	11584	8200	3	1387	4472	8841	14199	32471
- Grondmateriaal	10	49248	11386	8	645	1725	9495	92541	195489
- Plantmateriaal (staart)	10	1357300	960214	2	170519	552699	1104496	1344315	4991975
- Rotte ui	2	8213069	693474	88	29329				16396808
Roze	7	330931	80869	12	1150	10014	283058	357351	1305453
- Buitenkant product	2	5582	3393	5	1150				10014
- Grondmateriaal	2	297411	297064	1	283058				311764
- Plantmateriaal (staart)	2	831402	683012	2	357351				1305453
- Rotte ui	1	47726							
Per grondsoort en soort ui									
Klei – Geel	40	547562	114662	10	627	21727	167808	667673	4643534
- Buitenkant product	12	8832	5260	3	627	3146	4251	12767	29091
- Grondmateriaal	12	256917	188015	2	47681	119926	159928	392261	699814

Tabel IV-4: Zaden	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
Tuinzaden	129	236279	10608	19	16	1254	18301	101511	10219452
- Afvalmateriaal schoning	33	690826	23207	22	27	3408	49075	129124	10219452
- Plantmateriaal	13	32126	12367	5	997	5621	8941	40804	175206
- Zaden - geschoond	42	79204	6051	24	16	232	8831	110522	725131
- Zaden - ongeschoond	41	96061	9562	18	51	1496	18301	101511	667416
Landbouwzaden	21	563860	435219	2	97566	237432	433892	680240	1826159
- Afvalmateriaal schoning	7	895205	722295	2	162074	478480	900918	1176280	1826159
- Zaden - geschoond	7	260655	236462	2	97566	185341	237432	398171	433892
- Zaden - ongeschoond	7	535719	482668	2	235555	334837	493274	680240	1055537
Per soort zaad, specifiek									
Andijvie	6	39347	26654	4	2065	31111	36488	61044	68885
Augurk	2	3972	2758	4	1114	1114	3972	6829	6829
Bieten	12	115966	43444	9	323	34064	110738	155169	306905
Komkommer	7	1504	495	5	110	128	158	3256	5476
Kool	2	7801	7717	1	6660	6660	7801	8941	8941
Kroot	7	1742367	305160	7	39658	101511	158724	1340048	10219452
Kropsla	6	970	177	10	16	23	124	2124	3408
Paprika	9	12067	1515	11	92	329	868	18301	67942
Prei	5	40087	14829	5	4594	4896	5397	40804	144745
Radijs	15	19753	4007	10	58	490	5621	27798	91353
Sla	8	3667	359	9	27	61	315	1088	26378
Spinazie	10	478014	373419	2	47550	270978	468288	667416	962650
Tomaat	10	921164	5071	80	148	179	217	321615	8212342
Uien	3	36260	16734	5	6034	6034	8215	94530	94530

Tabel IV-4: Zaden	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
Veldsla	1	48340							
Venkel	4	71815	18275	10	2213	2702	40165	140928	204719
Witlof	2	90878	33878	10	6551	6551	90878	175206	175206
Wortel	20	68162	37571	4	2782	20784	55015	68612	362403
Engels raaigras	21	563860	435219	2	97566	237432	433892	680240	1826159
Vrucht- of vollegrond									
Landbouwzaden	21	563860	435219	2	97566	237432	433892	680240	1826159
Volle grond gewassen	101	209319	17238	15	16	3408	39658	110954	10219452
- Afvalmateriaal schoning	26	558055	35857	16	27	5303	61935	204719	10219452
- Plantmateriaal	13	32126	12367	5	997	5621	8941	40804	175206
- Zaden - geschoond	32	84738	9069	22	16	878	35385	122674	725131
- Zaden - ongeschoond	30	116751	20933	13	51	3192	43408	116335	667416
Vruchtgewassen	28	333526	1841	22	92	155	689	12565	8212342
- Afvalmateriaal schoning	7	1183972	4611	51	148	222	1342	67942	8212342
- Zaden - geschoond	10	61495	1658	23	99	158	540	19119	321615
- Zaden - ongeschoond	11	39633	1128	14	92	146	509	6829	405276
Per soort gewas									
Landbouwzaden	21	563860	435219	2	97566	237432	433892	680240	1826159
Bladgewas	38	144261	9302	29	16	997	28744	175206	962650
- Afvalmateriaal schoning	9	159901	9301	28	27	2124	4896	68885	962650
- Plantmateriaal	6	38356	8168	8	997	1179	5974	40804	175206
- Zaden - geschoond	11	115466	3876	50	16	70	4594	188354	725131
- Zaden - ongeschoond	12	211878	22153	35	51	13280	43408	468288	667416
Bolgewas	3	36260	16734	5	6034	6034	8215	94530	94530

Tabel IV-4: Zaden	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
- Afvalmateriaal schoning	1	94530							94530
- Zaden - geschoond	1	6034							6034
- Zaden - ongeschoond	1	8215							8215
Knolgewas	15	19753	4007	10	58	490	5621	27798	91353
- Afvalmateriaal schoning	4	34206	12092	9	490	8836	22490	59575	91353
- Plantmateriaal	3	28329	17380	3	5621	5621	14368	64999	64999
- Zaden - geschoond	4	500	278	4	58	121	300	878	1341
- Zaden - ongeschoond	4	18123	6367	5	1496	2143	4578	34102	61840
Koolgewas (plantmateriaal)	2	7801	7717	1	6660				8941
Vruchtgewas	28	333526	1841	22	92	155	689	12565	8212342
- Afvalmateriaal schoning	7	1183972	4611	51	148	222	1342	67942	8212342
- Zaden - geschoond	10	61495	1658	23	99	158	540	19119	321615
- Zaden - ongeschoond	11	39633	1128	14	92	146	509	6829	405276
Wortelgewas	43	354387	51455	7	323	29938	66396	145331	10219452
- Afvalmateriaal schoning	12	1069915	130728	8	5303	48738	116134	334654	10219452
- Plantmateriaal	2	43459	41302	2	29938				56980
- Zaden - geschoond	16	89592	39887	6	323	25643	61276	146775	294475
- Zaden - ongeschoond	13	67638	30793	5	1942	5010	70829	110954	152459
Per oppervlakte zaden									
Glad	57	15648	1813	12	16	184	1496	17182	175206
- Afvalmateriaal schoning	14	24843	4440	12	27	490	4442	61044	91353
- Plantmateriaal	9	31614	9085	5	997	5621	6660	14368	175206
- Zaden - geschoond	16	3571	363	9	16	85	208	1297	31111
- Zaden - ongeschoond	18	11250	1686	11	51	146	2143	18301	61840

Tabel IV-4: Zaden	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
Ruw	72	410944	42952	12	148	6807	68612	196537	10219452
- Afvalmateriaal schoning	19	1181550	78493	20	148	7581	103144	362403	10219452
- Plantmateriaal	4	33280	24757	3	5397	17668	35371	48892	56980
- Zaden - geschoond	26	125747	34178	10	203	6034	61276	184716	725131
- Zaden - ongeschoond	23	162435	37193	12	153	5010	71670	152459	667416
Per oppervlakte zaden – ruw verder opgedeeld									
Ruw	18	282742	90831	7	4594	8215	166549	533244	962650
- Afvalmateriaal schoning	4	349438	110586	10	4896	49713	215104	649164	962650
- Plantmateriaal	2	23100	14839	4	5397				40804
- Zaden - geschoond	6	207107	60448	8	4594	6034	117952	270978	725131
- Zaden - ongeschoond	6	400461	218971	5	8215	144745	468288	645812	667416
Ruw - cluster	20	681825	86409	9	323	55582	113644	182965	10219452
- Afvalmateriaal schoning	6	2010610	237794	13	5303	62825	218014	1340048	10219452
- Plantmateriaal									
- Zaden - geschoond	7	138519	58032	11	323	39658	158724	184716	294475
- Zaden - ongeschoond	7	86173	54028	5	1942	48340	101511	116335	152459
Ruw - harig	34	319475	19152	15	148	3192	51558	103144	8212342
- Afvalmateriaal schoning	9	998671	32193	33	148	7581	49075	204719	8212342
- Plantmateriaal	2	43459	41302	2	29938				56980
- Zaden - geschoond	13	81320	19754	12	203	4879	55989	77138	321615
- Zaden - ongeschoond	10	73002	9886	15	153	2213	20205	70829	405276
Per grootte zaden									
Klein	71	161426	5955	18	16	398	7581	56980	8212342
- Afvalmateriaal schoning	19	478328	8772	24	27	398	7581	68885	8212342

Tabel IV-4: Zaden	N	AM	GM	GSD	Minimum	25^{ste} %	50^{ste} %	75^{ste} %	Maximum
- Plantmateriaal	10	33265	11167	5	997	5397	7801	40804	175206
- Zaden - geschoond	23	45402	3741	21	16	213	4879	55989	321615
- Zaden - ongeschoond	19	52428	5099	21	51	179	18301	62443	405276
Middel (+ groot)	58	327908	21504	18	58	2213	55090	184716	10219452
- Afvalmateriaal schoning	14	979214	86900	13	490	17182	110238	335678	10219452
- Plantmateriaal	3	28329	17380	3	5621		14368		64999
- Zaden - geschoond	19	120122	10834	27	58	323	47550	184716	725131
- Zaden - ongeschoond	22	133744	16457	14	110	2213	27584	116335	667416
Per stoffigheid zaden									
Niet stoffig	40	7334	1214	9	16	170	1297	6512	67942
- Afvalmateriaal schoning	9	14010	4027	6	329	1342	3408	17182	67942
- Plantmateriaal	7	14681	6237	4	997	1179	6660	14368	64999
- Zaden - geschoond	11	2113	247	8	16	58	158	1254	19119
- Zaden - ongeschoond	13	3174	843	7	66	146	1114	3256	18301
Stoffig	89	339175	28100	15	27	5303	56980	158724	10219452
- Afvalmateriaal schoning	24	944631	44757	26	27	6442	80119	321291	10219452
- Plantmateriaal	6	52479	27485	4	5397	6551	35371	56980	175206
- Zaden - geschoond	31	106559	18824	15	70	2782	54041	181214	725131
- Zaden - ongeschoond	28	139187	29520	13	51	6612	62141	145038	667416
Per soort schoning									
Voorschoning	75	296706	22692	19	16	4879	35400	239579	8212342
- Afvalmateriaal schoning	18	820233	94638	12	2124	7581	68413	900918	8212342
- Plantmateriaal	13	32126	12367	5	997	5621	8941	40804	175206
- Zaden - geschoond	23	112870	10774	31	16	323	31111	237432	433892

Tabel IV-4: Zaden	N	AM	GM	GSD	Minimum	25 ^{ste} %	50 ^{ste} %	75 ^{ste} %	Maximum
- Zaden - ongeschoond	21	213101	21967	25	66	2213	35400	389055	1055537
Naschoning	75	267574	14029	22	27	868	54041	152459	10219452
- Afvalmateriaal schoning	22	649977	21940	33	27	490	77089	306905	10219452
- Plantmateriaal									
- Zaden - geschoond	26	98275	9746	21	70	415	46849	158724	725131
- Zaden - ongeschoond	27	119015	13840	18	51	1496	38476	116335	667416