

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 R11681 | Eindrapport

Notitie generieke aanpak van endotoxinen bij de bron - mogelijkheden voor verbreding

Datum	25 november 2014
Auteur(s)	Jeroen Terwoert Birgit van Duuren-Stuurman Suzanne Spaan
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	322 (inclusief bijlagen)
Aantal bijlagen	3
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.

© 2014 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Beschrijving generieke aanpak van endotoxinen in de agro-food industrie	4
	Stap 1. Beschrijven productieprocessen en -omstandigheden	5
	Stap 2: Incluseren gegevens over persoonlijke blootstelling aan (stof en) endotoxinen	5
	Stap 3: Oriënterende analyses.....	6
	Stap 4: Beschrijven gangbare beheersmaatregelen	6
	Stap 5: Doorlopen lijst mitigatietechnieken	7
	Stap 6: Selectie van mitigatietechnieken die aan de randvoorwaarden voldoen	7
	Stap 7: Kosten-baten analyse	9
	Stap 8: Keuze en implementatie van mitigatie-techniek(en)	11
3	Selectie producten en/of branches	12
3.1	Bloembollen.....	13
3.2	Champignons.....	15
3.3	Diervoeder	17
3.4	Fruit- en groenteverwerking (inclusief snijderij)	18
3.5	Glastuinbouw	19
3.6	Op- en overslag.....	21
3.7	Sojaolie-extractie; sojameel	22
3.8	Suikerindustrie.....	23
3.9	Veilingen	24
3.10	Biograndstoffen.....	24
	Referenties	26
	Bijlage 1:Checklist en format procesbeschrijvingen	27
	Bijlage 2: Voorbeeld trade-off tabel	31
	Bijlage 3: Overzicht van kosten-categoriën en kosten-elementen voor het doen van een kosten-baten analyse	32

1 Inleiding

Tijdens het project Aanpak endotoxinen bij de bron (2013-2014) is voor drie typen verwerkende bedrijven uit de agro-food sector de (potentiele) bron van blootstelling aan endotoxinen van de werknemers in kaart gebracht. Vervolgens zijn potentieel kansrijke opties geïdentificeerd om deze blootstelling zo dicht mogelijk bij de bron te reduceren (mitigatietechnieken). Hierbij is in het kort de volgende aanpak gevolgd:

- Gedetailleerd beschrijven van de processen en de productieomstandigheden in de verwerkende bedrijven, en deels in de toeleverende teeltbedrijven (werkpakket 1 (WP 1));
- Ontwikkelen van een protocol voor de monsternamen en analyse van de endotoxinen-niveaus op agrarische producten (WP 2);
- Analyseren van de endotoxinen-niveaus op diverse onderdelen van batches product zoals deze de verwerkende bedrijven binnenkomen, en in proceswater (WP 2);
- Identificeren en beschrijven van kansrijke mitigatietechnieken als opties voor het reduceren van de blootstelling aan endotoxinen door bestrijding aan de bron (WP 3).

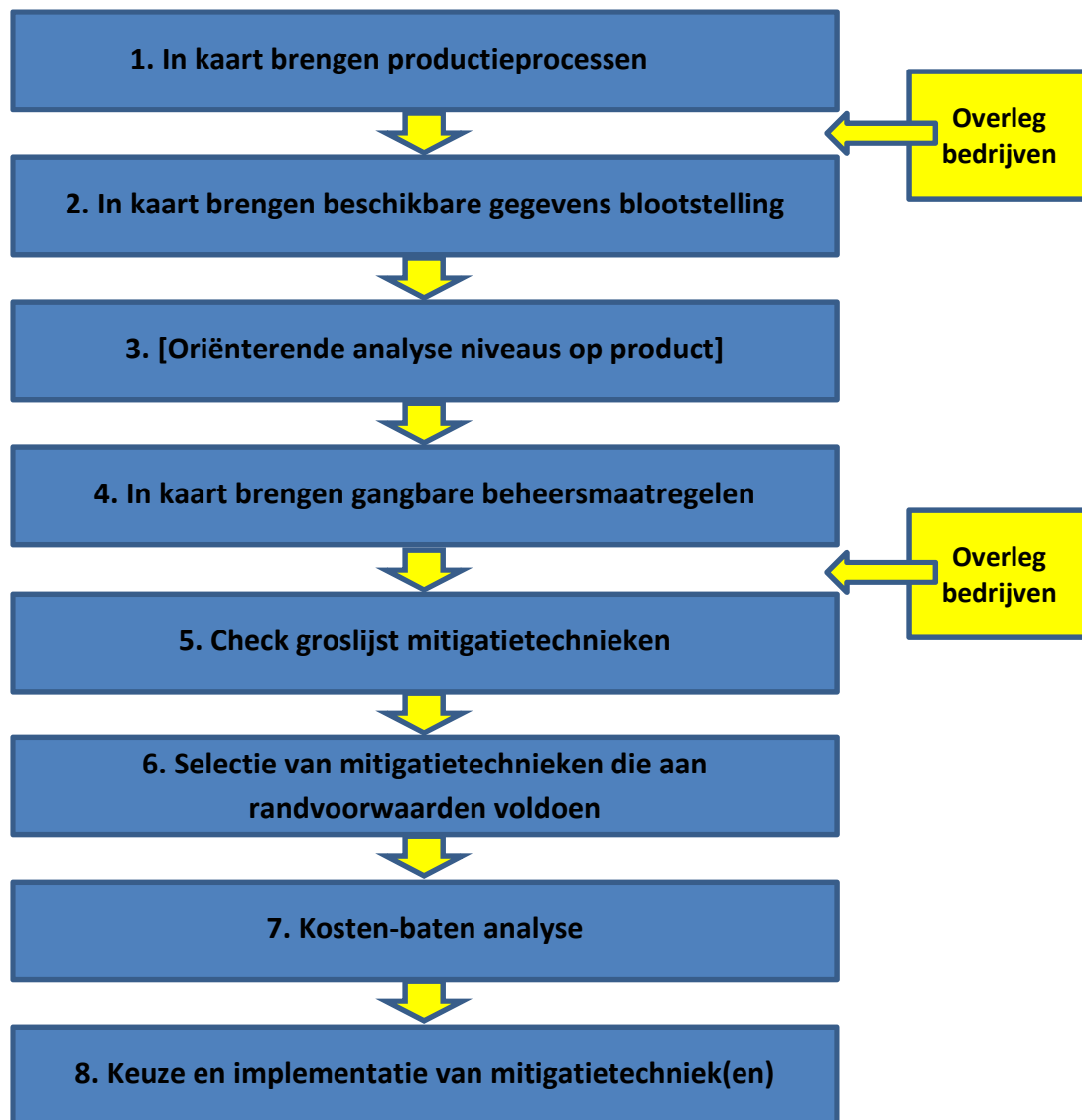
Dit project is uitgevoerd in samenwerking met drie brancheverenigingen (NAO, Frugi Venta en Plantum) en heeft zich daarom gericht op drie bijbehorende productgroepen: aardappelen, uien en zaden.

In deze notitie worden de resultaten uit WP 1, 2 en 3 samengebracht tot een generieke aanpak voor andere (agrarische) toepassingen. In hoofdstuk 2 wordt een korte beschrijving gegeven van het generieke stappenplan dat kan worden gevolgd voor het structureel aanpakken van de endotoxinen-problematiek in een bepaalde branche of voor een bepaalde productgroep. In hoofdstuk 3 worden andere potentieel relevante agro-foodsectoren met bijbehorende arbeidssituaties geïdentificeerd en beschreven.

Deze notitie is opgesteld aan de hand van met name literatuurstudie en expert judgement, op basis van kennis die is opgedaan in eerdere projecten en de binnen het projectteam aanwezige expertise.

2 Beschrijving generieke aanpak van endotoxinen in de agro-food industrie

Om de endotoxinen-problematiek in een bepaalde branche of voor een bepaalde productgroep structureel te kunnen aanpakken, waarbij de nadruk ligt op het aanpakken van de bron van endotoxinen, kan een generiek stappenplan worden gevolgd. Een schematische weergave van zo'n aanpak is hieronder weergegeven.



Per stap worden hieronder in het kort de aanpak, beschikbare hulpmiddelen en informatiebronnen en 'tips & tricks' beschreven.

Stap 1. Beschrijven productieprocessen en -omstandigheden

Maak een gedetailleerde beschrijving van de diverse (proces)stappen in het productieproces, de gebruikte technieken dan wel technologieën, en de productieomstandigheden. Deze beschrijving geeft inzicht in de locaties waar mogelijk blootstelling optreedt, en de momenten waarop kan worden ingegrepen (aan de bron dan wel op het gebied van beheersing). Daarnaast biedt de beschrijving inzicht in de processen en omstandigheden die de groei van micro-organismen remmen of bevorderen. Met deze inzichten kan de kans worden bepaald dat het endotoxinen-niveau op de producten gedurende de verblijftijd van het product in het bedrijf, bijvoorbeeld tijdens opslag of na mitigatie bij binnenkomst (weer) toeneemt. Een belangrijk aandachtspunt in de procesbeschrijving is bijvoorbeeld de vraag of proceswater wordt gebruikt, bijvoorbeeld voor het wassen van het product, en zo ja, of dit proceswater (ongezuiverd of na behandeling) wordt hergebruikt.

Om de beschrijving op een gestructureerde en eenduidige wijze te kunnen maken is een checklist en format ontwikkeld (zie bijlage 1). De checklist geeft een overzicht van aspecten die van belang kunnen zijn, maar deze hoeven niet voor iedere branche of productgroep relevant te zijn. Het format kan gebruikt worden om de gevonden informatie in op te nemen. Verder zijn binnen het project vier procesbeschrijvingen opgesteld die als voorbeeld kunnen dienen: 1) Sorteren en verpakken of verwerken van aardappels, 2) Sorteren en verpakken van uien, 3) Verwerken en verpakken van landbouwzaden, en 4) Verwerken en verpakken van tuinzaden.

Een procesbeschrijving kan het best in samenwerking met één of meer bedrijven uit de betreffende sector worden opgesteld, op basis van:

- Bedrijfsbezoeken;
- Processchema's die door de bedrijven worden verstrekt;
- Het laten invullen van de checklist;
- Een bijeenkomst met meerdere bedrijven, om overeenstemming te bereiken over specifieke vragen en onduidelijkheden.

Aanvullend dan wel ter voorbereiding op een bijeenkomst met bedrijven kan op websites van bedrijven uit de sector of sectororganisatie worden gezocht naar informatie over productieprocessen. Eventueel kan een beperkte literatuurstudie worden uitgevoerd.

Stap 2: Incluseren gegevens over persoonlijke blootstelling aan (stof en) endotoxinen

In de openbare literatuur zijn voor een reeks van sectoren meetgegevens aangaande de (persoonlijke) blootstelling aan stof en endotoxinen van werknemers beschikbaar, gebaseerd op nationaal dan wel internationaal

onderzoek. Enkele reviews zijn vermeld in de referentielijst bij deze notitie (Gezondheidsraad, 2010; Spaan, 2008; Heederik et al., 2013). Via deze reviews kan de onderliggende informatie uit individuele publicaties worden getraceerd. In zeldzame gevallen zijn naast blootstellingsmetingen, ook analyses van de gehalten endotoxinen in producten beschikbaar. Deze geven een meer direct inzicht in de bron van de blootstelling.

Hoewel dit niet de voorkeur heeft kan men, indien er voor een betreffende sector geen blootstellingsgegevens voorhanden zijn, hiervoor informatie uit aanverwante sectoren gebruiken. Deze gegevens zijn echter slechts indicatief, en moeten voorzichtig worden behandeld.

Stap 3: Oriënterende analyses

Wanneer geen enkel inzicht bestaat in de voornaamste bronnen van blootstelling aan endotoxinen kan een oriënterende analyse van de voorkomende endotoxinen-niveaus op producten, in productstromen en productiemiddelen worden overwogen. Zo zijn in dit project naast de agrarische producten zelf bijvoorbeeld monsters genomen van proceswater, het grondmateriaal (zand of klei) dat met de producten mee het bedrijf in komt, rotte uien en het viltdoek dat wordt gebruikt voor het drogen van de aardappelen.

Om de monsternamen en analyse gedegen en eenduidig uit te voeren, is een monsternamen- en analyse protocol ontwikkeld (Gröllers et al., 2014). Verder is als voorbeeld de rapportage beschikbaar van de analyses die in het kader van het huidige project zijn uitgevoerd (Spaan et al., 2014). Hierin zijn richtlijnen opgenomen met betrekking tot de meetstrategie en de (statistische) analyse en de wijze van presenteren van de resultaten.

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. Gemeten niveaus geven dus in vrijwel alle gevallen een momentopname weer en kunnen alleen als indicatie worden gebruikt.

Stap 4: Beschrijven gangbare beheersmaatregelen

Het is van belang inzicht te krijgen in hetgeen er in een sector dan wel in de individuele bedrijven in het algemeen is gedaan of is geprobeerd op het gebied van de beheersing van de blootstelling aan (stof en) endotoxinen. Dit geeft

belangrijke informatie over het type mitigatietechniek dat al dan niet kansrijk zou kunnen zijn.

De beschrijving van de maatregelen die momenteel gangbaar zijn in een bepaalde sector, kan het best in overleg met de bedrijven worden opgesteld. Dit kan bijvoorbeeld tijdens een workshop of door middel van een korte vragenlijst. Ook kan dit in combinatie met het maken van de procesbeschrijvingen worden gedaan.

Voor veel sectoren zijn tegenwoordig arbocatalogi beschikbaar, waarin gangbare beheersmaatregelen of goede praktijken worden beschreven. Deze kunnen worden gebruikt om na te gaan of blootstelling aan endotoxinen al een punt van aandacht is in de betreffende sector, en zo nee, of blootstelling aan 'stof' in het algemeen een punt van aandacht is. Een overzicht van de beschikbare arbocatalogi is te vinden op:

<http://www.arboportaal.nl/types/alle/arbocatalogi/?onderwerpen>.

Tenslotte is het aan te bevelen om na te gaan wat de gangbare beheersmaatregelen zijn in aanverwante sectoren.

Stap 5: Doorlopen lijst mitigatietechnieken

In het kader van het huidige project is een rapportage gemaakt waarin potentieel kansrijke mitigatietechnieken zijn beschreven voor de onder stap 1 genoemde sectoren (van de Runstraat et al., 2014). De in deze rapportage beschreven lijst van beschikbare mitigatietechnieken kan worden gebruikt als eerste stap om te komen tot een selectie van technieken die mogelijk kunnen worden toegepast in deze nieuwe sector (technieken die potentieel kansrijk lijken). Deze selectie kan worden aangevuld door middel van bijvoorbeeld literatuuronderzoek. Verder is het ook van belang om deze selectie te toetsen bij bedrijven in de betreffende sector. Op basis van een dergelijke toetsing is te zien welke techniek(en) men in de praktijk het meest kansrijk acht, en of deze aan alle randvoorwaarden voldoen (bijvoorbeeld met betrekking tot het eindproduct). Belangrijke issues die hierbij spelen zijn het kostenplaatje, de beschikbare investeringsmogelijkheden, en of het gaat om het aanpassen van een bestaande situatie of om het implementeren van een nieuwe processtap.

Stap 6: Selectie van mitigatietechnieken die aan de randvoorwaarden voldoen

Vervolgens dient de selectie van potentieel kansrijke mitigatietechnieken teruggebracht te worden naar een aantal daadwerkelijk bruikbare technieken voor de betreffende sector. Mitigatietechnieken kunnen afvallen als bruikbare techniek

indien deze niet voldoen aan de randvoorwaarden die worden gesteld door een bedrijf. Deze selectie kan gedaan worden aan de hand van de volgende stappen:

1. Inventariseren aan welke randvoorwaarden een techniek moet voldoen. Voorbeelden van randvoorwaarden zijn:
 - a. De effectiviteit van de techniek moet groot genoeg zijn. Hoe groot de vermindering van blootstelling door het toepassen van de techniek kan zijn hangt onder andere af van het voorkomen van endotoxinen op het product en eigenschappen van de techniek.
 - b. De techniek mag geen schade aan het product veroorzaken, zeker in geval het eindproduct een consumentenproduct is. Omstandigheden als vocht, krachten of temperatuur kunnen resulteren in een verminderde verkoopbaarheid, houdbaarheid, etc. Het is ook wenselijk dat de service naar de klanten toe minimaal hetzelfde blijft (bijvoorbeeld de betrouwbaarheid van leveren).
 - c. Indien er geen sprake is van nieuwbouw (en dat zal in veel gevallen niet het geval zijn), moet de techniek te implementeren zijn in het bestaande proces. De termijn waarop dit mogelijk is kan hierbij een rol spelen.
 - d. De techniek moet voldoen aan wetgeving en bestaande normen, zoals veiligheid of HACCP.
 - e. Gebruiksgemak speelt een belangrijke rol in het daadwerkelijk gebruik van een nieuwe techniek en de effectiviteit ervan.
 - f. Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) speelt een rol bij de keuze van een techniek. Hieronder vallen aspecten op het gebied van veiligheid en milieu, zoals afval. MVO kan van belang zijn in het kader van image van een bedrijf en de werknemerstevredenheid.
 2. De volgende stap is bepalen hoe belangrijk iedere randvoorwaarde is voor de branche, en in welke mate deze dus meeweegt in de selectie van bruikbare technieken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in 'killer requirements' en de acceptatiegraad:
 - a. 'Killer requirements' zijn de eisen waaraan de techniek in elk geval moet voldoen. Indien een techniek hier niet aan voldoet valt de techniek direct af. Deze eisen moeten worden vast gesteld door de bedrijven.
 - b. Acceptatie-graad bij bedrijven: ook als een maatregel technisch voldoet, kan deze op weerstand stuiten, bijvoorbeeld omdat een routinematige werkwijze veranderd moet worden. De acceptatie-graad dient daarom in kaart te worden gebracht.
 3. Maken van een eerste selectie van technieken door het afstrepen van technieken die niet voldoen aan de 'killer requirements'.
- Voor de overblijvende technieken dienen de randvoorwaarden gescoord te worden. Dit gebeurt aan de hand van een zogenaamde 'trade-off tabel'. In een trade-off tabel worden punten toegekend aan de verschillende technieken voor de gestelde randvoorwaarden. Hoe hoger de score, hoe geschikter een techniek is. Een voorbeeld van een trade-off tabel is gegeven in Bijlage 2.

Stap 7: Kosten-baten analyse

De financiële middelen om te investeren zijn meestal niet onbeperkt. Het daarom van belang om de kosten en baten van de implementatie van een mitigatietechniek goed in kaart te brengen en daarbij ook de partijen die betalen en/of profiteren.

De eerste indruk is veelal dat het implementeren van een mitigatietechniek geld kost; echter, in veel gevallen is er ook sprake van kostenbesparingen. De implementatie van een techniek die er voor zorgt dat er minder stofvorming plaats zal vinden zal bijvoorbeeld leiden tot minder vervuiling van de werkruimte en machines, waardoor de schoonmaakkosten zullen dalen en er minder slijtage zal plaatsvinden in de machines. Een verlaging van de stofvorming leidt veelal ook tot minder blootstelling van de werknemers aan stof en daarmee tot een verlaging van het aantal gezondheidsklachten gerelateerd aan stof. In sommige gevallen zal dit zelfs leiden tot voorkoming van (gedeeltelijke) arbeidsongeschiktheid. Hoe groot dit effect precies is, is moeilijk in te schatten en moet meestal nader onderzocht worden. Een verlaging van gezondheidsklachten en (gedeeltelijke) arbeidsongeschiktheid resulteert naast een betere gezondheid voor de medewerker ook tot een verlaging in productiviteitsverlies (of wel ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid) en ziektekosten. Verlaging van met name productiviteitsverlies kan leiden tot aanzienlijke kostenbesparingen (baten). Tot slot kan een implementatie leiden tot een verhoging van de productiviteit, omdat een gedeelte van het proces bijvoorbeeld geautomatiseerd wordt waardoor de productie omhoog kan.

Bovenstaande maakt duidelijk dat het belangrijk is om zowel de verwachte kosten als de verwachte baten in kaart te brengen. Hierbij moet ook een vergelijking worden gemaakt met de oude (of huidige) situatie, om een goede vergelijking te kunnen maken tussen verschillende technieken.

Een stappenplan dat gevolgd kan worden voor een kosten-baten analyse met daarbij een korte uitleg volgt hieronder. Meer informatie hierover is intern beschikbaar bij TNO.¹

1. *Definieer het doel van de kosten-batenanalyse.* Een kosten-baten analyse kan om verschillende redenen uitgevoerd worden, bijvoorbeeld om een onderbouwde keuze voor een investering te maken, om aandacht te trekken voor een probleem, of te onderzoeken of het aantrekkelijk zou kunnen zijn voor stakeholders om te investeren.
2. *Geef een beschrijving van de huidige situatie en geef een beschrijving van de mogelijk te implementeren mitigatietechnieken.* Door dit te doen kan goed

¹ http://oshwiki.eu/wiki/The_economic_dimension_of_occupational_safety_and_health_management

onderzocht worden wat het effect is van het implementeren van een mitigatietechniek ten opzichte van de huidige situatie.

3. *Inventariseer welke stakeholders betrokken zijn.* De invoering van een mitigatietechniek kan een effect hebben op verschillende stakeholders. Over het algemeen spelen de volgende stakeholders een rol: de werkgever, de werknemers en de overheid. Echter, verzekeraars en investeerders kunnen bijvoorbeeld ook een rol spelen.
4. *Maak een overzicht van relevante kosten.* Vele kosten en baten kunnen meegenomen worden in een kosten-baten-analyse. Deze kosten en baten kunnen ondergebracht worden in 6 kosten-categorieën, die vervolgens weer onderverdeeld kunnen worden in kosten-elementen. De 6 kosten-categorieën zijn:
 - a. Kosten van de investering in de mitigatietechniek: zoals bijvoorbeeld aanschaf, training van medewerkers, afschrijving bestaande apparatuur, maar ook te ontvangen subsidies
 - b. Lopende kosten van de mitigatietechniek: zoals bijvoorbeeld energiekosten, personeelskosten en onderhoud, schoonmaakkosten
 - c. Ziekte gerelateerde kosten: zoals medische kosten, arbeidsongeschiktheid (onder andere kosten van vervanging, loonderving, reïntegratiekosten), productiviteitsverlies
 - d. Klantenservice: zoals klanttevredenheid en service
 - e. Aansprakelijkheid: zoals voldoen aan wetgeving, boetes.
 - f. Veiligheid

In bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van de 6 kosten-categorieën en de daarbij horende elementen. Kies uit het overzicht de kosten en baten die relevant zijn voor de betreffende kosten-baten analyse.

5. Druk de verschillende kosten en baten in geld uit en ken ze toe aan de relevante stakeholder. Het is hierbij van belang dat deze kosten worden beschreven ten opzichte van de huidige situatie, omdat er anders veelal een grote overschatting van de kosten plaatsvindt.
6. Definieer de duur waarover de kosten-baten-analyse wordt uitgevoerd. Vooral bij ziekten waarvan de verschijnselen pas op de lange termijn ontstaan is het goed te kiezen voor een lange periode waarover de kosten-baten-analyse wordt uitgevoerd, omdat anders deze baten worden gemist.
7. Voer ten slotte de kosten-baten-analyse uit. Verminder de baten met de kosten van de implementatie van een mitigatietechniek. Uit deze berekening kan naar voren komen dat de implementatie baten oplevert. Echter, het kan zijn dat de kosten allen bij één bepaalde stakeholder liggen (veelal de werkgever) en de baten grotendeels bij een andere stakeholder (bijvoorbeeld de werknemer of de overheid). Het heeft daarom de voorkeur om de kosten en baten te specificeren voor verschillende stakeholders. Indien de baten en kosten zeer scheef verdeeld zijn kan hierover in gesprek worden gegaan.

Stap 8: Keuze en implementatie van mitigatie-techniek(en)

Voor de overgebleven technieken uit stap 6 kan aan de hand van de waarden die gescoord zijn met behulp van de trade-off tabel, de acceptatiegraad van de technieken, en de uitkomsten van de kosten-baten-analyse, een keuze worden gemaakt van de meest geschikte mitigatietechniek(en).

Het is van belang om ook de producenten van productiemiddelen (machines) in de betreffende sector dan wel producenten van specifieke mitigatietechnieken (ook als die nog niet bekend zijn met de betreffende sector) te betrekken bij de selectie en keuze. Afhankelijk van de aard van de bedrijven en vooral de mate van 'openheid' kan bijvoorbeeld een gezamenlijke brainstorm worden georganiseerd, of kunnen bezoeken worden afgelegd aan individuele bedrijven. Doel van het overleg met leveranciers is om te leren van hun praktijkervaring, te onderzoeken wat er verder nog aan productontwikkeling nodig is om een techniek toe te kunnen passen (bijvoorbeeld schaalvergroting), en wat er verder nodig is voor de implementatiefase. Hierbij is het in kaart brengen van de daadwerkelijke effectiviteit (het doen van metingen voor en na toepassing van de techniek) ook van belang. Ook kan eventueel worden besloten om (gezamenlijk) een ontwikkelproject in te gaan, waarbij het opstellen van een goede business case van belang is.

3 Selectie producten en/of branches

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 waternevels, kan leiden tot verschillende problemen met de gezondheid die worden veroorzaakt door specifieke deeltjes in dit stof, zoals endotoxinen. Van een aantal agrarische sectoren is het bekend dat er hoge blootstelling aan endotoxinen voor kunnen komen, op niveaus waarbij gezondheidseffecten op zouden treden. In sommige gevallen zijn deze blootstellingen 100 tot 1000 maal hoger dan de gezondheidskundige advieswaarde van 90 endotoxinen-units per m³ (EU/m³) zoals afgeleid door de Gezondheidsraad (Spaan, 2008; Gezondheidsraad, 2010, Heederik et al., 2013). Deze niveaus zijn al eerder ruwweg in kaart gebracht, onder andere in de aanloop naar het voorafgaande Branche Innovatie Agenda (BIA) project "Reductie blootstelling aan stof en endotoxinen in agrofood-sectoren" (2012-2013). Naast de sectoren die agrarische producten telen of verwerken, en eveneens in de veeteelt, speelt blootstelling aan endotoxinen ook een rol in andere sectoren waarin men in aanraking kan komen met organische materialen, zoals huisvuilinzameling en -verwerking, rioolwaterzuivering, en de papierindustrie (Spaan, 2008; Gezondheidsraad, 2010; Heederik et al., 2013). Deze sectoren blijven in deze notitie veelal buiten beschouwing, aangezien er veel minder duidelijk sprake is van een afgebakende 'productstroom' waarop een brongerichte aanpak kan worden ingezet. Omdat in de veeteelt het ontstaan van blootstelling aan endotoxinen sterk verschilt van de blootstelling tijdens de verwerking van (plantaardige) agrarische producten, evenals de mogelijkheden voor mitigatie aangezien men hier te maken heeft met levende have, focust deze notitie zich op de (primaire) verwerking van plantaardige producten.

Hieronder wordt voor een aantal sectoren die agrarische producten verwerken op basis van aanwezige informatie een *korte* beschrijving gemaakt van:

- De ernst van de problematiek in de betreffende sectoren (de mate van blootstelling),
- De processen en activiteiten,
- De voornaamste 'bronnen' van endotoxinen,
- De mogelijke bijdrage aan reductie in blootstelling door het toepassen van mitigatietechnieken, met name aan het begin van het productieproces (de verwerking), zodat blootstelling aan endotoxinen ook gedurende de rest van het verwerkingsproces zoveel mogelijk wordt voorkomen dan wel kan worden gecontroleerd.

De hieronder uitgewerkte lijst met sectoren dient als voorbeeld, en is niet bedoeld om compleet te zijn. Deze voorbeelden geven een idee van in hoeverre en op

welke manier de in dit project opgedane kennis breder kan worden toegepast. Indien mogelijk zou de nu beschikbare informatie dus kunnen worden uitgebreid met aanvullende informatie die wordt verzameld aan de hand van het stappenplan.

3.1 Bloembollen

In deze sector moet onderscheid worden gemaakt in telers en handelaren. Anders dan in de uiensector lijken deze activiteiten echter niet zo duidelijk van elkaar gescheiden te zijn. Bij bloembollentelers vinden vaak activiteiten plaats als 'pellen' en sorteren.²

Blootstelling

Zowel voor de bloembollenteelt als de bloembollenhandel zijn in de literatuur enkele meetgegevens gerapporteerd (Spaan, 2008):

- Bloembollenteelt: GM 3565 EU/m^3 ; range 9,7 - 4.130 EU/m^3 (N = 21; 2 bedrijven);
- Bloembollenhandel: GM 388 EU/m^3 ; range 107 - 1.220 EU/m^3 (N = 16; 1 bedrijf).

Hoewel het aantal bedrijven waarin is gemeten klein is, geven de gegevens een indicatie van de ernst van de problematiek. De gemiddelde blootstelling (GM) lag in de twee teeltbedrijven ruwweg een factor 6 boven de gezondheidskundige advieswaarde (90 EU/m^3), en in het handelsbedrijf een factor 4. De maximale blootstelling lag respectievelijk een factor 46 en 13,5 boven de advieswaarde. Hiermee ligt de blootstelling op een niveau dat vergelijkbaar is met dat in bedrijven die aardappels sorteren en verpakken, en sterk onder het niveau in uiensoortbedrijven. Gezien de overeenkomsten in het type product en de type activiteiten (zie onder) zou men wellicht eerder verwacht hebben dat de bloembollensector qua blootstelling op de uiensector zou lijken. De verschillen in blootstelling hebben wellicht te maken met de schaalgrootte (volume dat wordt verwerkt per tijdseenheid) en de mate van automatisering van het proces. Er is geen informatie beschikbaar over de blootstelling tijdens specifieke handelingen of in specifieke functies. Wel zijn in het verleden ook gemiddelde endotoxineniveaus in het inhaleerbaar stof in de lucht gerapporteerd. Voor de bloembollenteelt waren deze gemiddeld (GM) 419.000 EU/gram stof, en voor de handel 653.000 EU/gram stof. Dit houdt in dat in geval van een (hypothetische) gemeten blootstelling van 1 mg/m^3 inhaleerbaar stof (ofwel: 10% van de algemene grenswaarde voor inhaleerbaar stof, die is gesteld op 10 mg/m^3 over een 8-urige werkdag), de verwachte blootstelling aan endotoxinen zo rond de 420 EU/m^3 en 650 EU/m^3 zou liggen. Blootstellingsniveaus van rond de 1 mg/m^3 inhaleerbaar stof zijn veelvuldig gerapporteerd in verschillende branches (Spaan, 2008), en zouden

² Bedrijfsbezoek bollenteler, Jeroen Terwoert, 25-11-2010.

³ GM = geometrisch gemiddelde

dus hoogstwaarschijnlijk leiden tot een overschrijding van de advieswaarde voor endotoxinen van 90 EU/m³.

Processen

Er is nog geen gedetailleerde informatie over de processen in de bloembollensector beschikbaar, maar processen die hoogstwaarschijnlijk voorkomen, vanaf de oogst tot en met het verpakken, zijn:

- Opslag (kort na oogst, eventueel langer na eerste verwerking bij teler)
- Transport via transportbanden (incl. overstortpunten);
- Machinaal sorteren;
- Pellen (grotendeels geautomatiseerd maar ook handmatig)
- Handmatig 'lezen' en sorteren;
- Verpakken.

De processen transport, sorteren, lezen en verpakken zijn mogelijk vrij goed vergelijkbaar met wat in de uiensector gebeurt (zie foto). Of er tijdens het verwerkingsproces voorafgaand aan het pellen (verwijderen van losse velletjes en wortels) nog ander plantmateriaal wordt verwijderd (a la het 'afstaarten' van uien) is niet bekend. Het pellen van bollen gebeurt in ieder geval deels handmatig (bijvoorbeeld aan een lopende band), zodat dit een mogelijk belangrijk moment van blootstelling is.

Een specifieke processtap in de bollensector is bolontsmetting. Dit gebeurt bij de teler door middel van dompeling in een bak met (watergedragen) ontsmettingsmiddel of door middel van een 'douchemachine'.¹ Het ontsmetten van bollen vindt echter pas plaats nadat alle overige handelingen zijn verricht. Mocht het dompelen of douchen leiden tot een afname in de endotoxinen-niveaus, of in een afname in stof en/of losse vellen, dan heeft dat dus een geringe invloed op de blootstelling aan stof en endotoxinen in teeltbedrijven, maar mogelijk wel verder in de keten, bij de handelaren.

Bronnen

In een recente enquête die de branchevereniging 'Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur' (KAVB) heeft gehouden, geven bedrijven zelf als 'stoffige' activiteiten aan: strodekken, sorteren en reinigingsactiviteiten (Van Oers & Kroes, 2013). Het 'strodekken' is een activiteit tijdens de teelt. Het (handmatig) sorteren komt sterk overeen met het handmatig sorteren (lezen) in de uiensector. Op de website www.pakstofaan.nl wordt voor een aantal sectoren per handeling een 'risicoscore' gegeven die de mate van blootstelling aan 'stof' aangeeft. Voor de sector bloembollenteelt en -handel zijn de handelingen die relatief hoog scoren (score 9 en hoger): oogsten onder droge omstandigheden, sorteren en lezen, spoelen van bloembollen, op- en overslag van droge bollen tijdens de handel, en reinigingswerk. Lager scoren pellen en op- en overslag tijdens de teelt. Ook strodekken wordt hier laag ingeschat.

Vanuit het product geredeneerd zijn belangrijke bronnen van endotoxinen waarschijnlijk:

- Aanhangend stof en meekomend grondmateriaal;
- Losse vellen en ander plantmateriaal;
- Rotten bollen
- Opwervend stof tijdens vegen, door rondrijdende heftrucks, etc.;
- Waternevel tijdens douchen of dompelen van bollen (indien de vloeistof langere tijd wordt (her)gebruikt)

Mitigatie

Waarschijnlijk zijn de mitigatietechnieken die voor de uiensector zijn beschreven ook hier kansrijk: bollen snel drogen, monitoren en verwijderen rotte exemplaren, grond en losse vellen zo vroeg mogelijk verwijderen, afscherming van processen, en beperken van vegen en het gebruik van perslucht. Het spoelen van de bollen vormt wellicht een extra mogelijkheid om endotoxinen te verwijderen.



Handmatig sorteren van bollen (Van Oers & Kroes, 2013)

Bestaande activiteiten

De KAVB is in 2013 een project gestart om stof in de bloembollensector verder terug te dringen: Stof in zicht. Jan Hein Boer, namens de KAVB lid van de stuurgroep *Stof? Pak 't aan!*: “De problemen, die stof kan veroorzaken zijn nauwelijks onderwerp van discussie binnen de bloembollenteelt en de bloembollenhandel. Door dit project wordt duidelijk gemaakt dat er tot actie moet worden gekomen”.⁴ Hierbij wordt voornamelijk ingezet op voorlichting.

3.2 Champignons

Voor de champignonsector zijn alleen gegevens over teeltbedrijven bekend. Het is onbekend of in deze sector aparte handelsbedrijven bestaan. Qua gebruik en daarmee verdere verwerking kan een onderscheid gemaakt worden in de versmarkt (vaak handmatig geoogst) en conserven, diepgevroren goed en halfconserven (vaak machinaal geoogst).

⁴ Nieuwsbrief Stof, Pak 't aan, januari 2013.

Blootstelling

In de literatuur zijn meetgegevens bekend uit één bedrijf in de champignonteelt (Spaan, 2008). De gemiddelde blootstelling (GM) aan endotoxinen lag op 80,8 EU/m³, met een range van 2,9 tot 1.350 EU/m³ (N = 16). Het geometrisch gemiddelde lag derhalve onder de advieswaarde van 90 EU/m³, maar er zijn uitschieters gemeten tot 15 maal de advieswaarde (persoonlijke blootstelling gedurende een werkdag van 8 uur). Ook hier is geen informatie beschikbaar over de blootstelling tijdens specifieke handelingen of in specifieke functies. De endotoxinen-niveaus in het stof in de lucht waren gemiddeld (GM) 375.000 EU/gram inhaleerbaar stof, hetgeen bij een blootstelling aan 1 mg/m³ inhaleerbaar stof neerkomt op een verwachte endotoxinenblootstelling van rond 375 EU/m³.

Processen

Er is nog niet veel bekend over de processen in deze sector. Belangrijke processen met mogelijke blootstelling zijn waarschijnlijk het inrichten van de teeltbedden (aanbrengen compost), het (handmatig) oogsten, het uitruimen van de teeltbedden (verwijderen compost), reinigingsactiviteiten, en het sorteren (voor zover dat handmatig gebeurt).

Bronnen

Hoogstwaarschijnlijk is de compost een belangrijke bron van blootstelling (een speciaal samengestelde voedingsbodem bestaande uit onder andere paardenmest, kuikenmest, kalk en dekaarde). Vooral tijdens het aanbrengen en uitruimen van de teeltbedden, maar ook tijdens de oogst en eventueel het handmatig sorteren, kunnen werknemers hiermee in aanraking komen, en kan blootstelling aan bijvoorbeeld endotoxinen voorkomen. Daarnaast kan wellicht blootstelling aan opwervend stof optreden, tijdens vegen, door rondrijdende heftrucks etc.

Mitigatie

Tijdens activiteiten als het inrichten en uitruimen van de teeltbedden is het toepassen van bronmaatregelen wellicht lastig. Wel zou met behulp van een uitgekiende luchtbehandeling en een gecontroleerde luchtstroom (horizontale ventilatie, een 'luchtdouche' of 'luchtmes') blootstelling van de werknemers kunnen worden verminderd dan wel voorkomen. Hetzelfde geldt voor de oogst (handmatig plukken).

In geval van handmatig sorteren is wellicht een maatregel denkbaar die de medewerkers afschermt van het product, zoals deze voor de aardappel- en uiensector geschetst is: een overkapping, in combinatie met luchttoevoer en afzuiging. Verder is ook hier het beperken van vegen en het gebruik van perslucht van belang. Een verdergaande (bron)maatregel is eventueel het aanpassen van het substraat waarop wordt geteeld (de compost). Onbekend is momenteel in hoeverre hieraan al is gewerkt in de sector.

3.3 Diervoeder

In de diervoedersector gaat het om grote(re) bedrijven die op industriële schaal (plantaardige) grondstoffen verwerken, zoals soja(schroot) en dergelijke. Deze grondstoffen bestaan deels uit reststromen uit andere verwerkingsprocessen.

Blootstelling

In de literatuur zijn meetgegevens gerapporteerd uit vier bedrijven (Spaan, 2008). De gemiddelde blootstelling aan endotoxinen (GM) bedroeg 270 EU/m^3 , maar de variatie was zeer groot; de range bedroeg 14,4 tot 80.500 EU/m^3 ($N = 87$). De GM lag derhalve op 3 maal de advieswaarde, met een uitschieter tot 894 maal de advieswaarde. Waarschijnlijk komt deze variatie deels doordat verschillende functies zijn bemeaten, maar hierover is in de geciteerde review geen informatie beschikbaar. Het gemiddelde endotoxinen-niveau in het bemonsterde stof lag op 245.000 EU/gram stof, wat zou betekenen dat een blootstelling aan 1 mg/m^3 inhaleerbaar stof zou resulteren in een verwachte blootstelling aan endotoxinen van rond 245 EU/m^3 .

Processen en activiteiten

Over de processen in deze sector is niet veel specifieke informatie bekend. Er wordt echter aangenomen dat de processen deels vergelijkbaar zijn met de processen in de zaadverwerkende industrie, met name waar het gaat om algemeen voorkomende processen als ontvangst / storten van grondstoffen ('grof' zoals bijvoorbeeld sojabonen, of al gemalen als 'poedervormige' grondstof), transport via transportbanden, tussentijdse opslag in silo's, overstortpunten, storten en mengen in mengvaten, monsternamen, verpakken, en schoonmaakwerk. Andere voorkomende processen zijn malen en persen (www.pakstofaan.nl). Op de website www.pakstofaan.nl worden de volgende werkzaamheden als 'stoffig' aangemerkt: op- en overslag (ontvangst/storten), malen en mengen, persen, reinigingswerk, en onderhoud aan machines. Daarnaast zal ook hier opwervend stof als gevolg van heftrucks een bron kunnen zijn.

Metingen in zaadverwerkende bedrijven hebben aangetoond dat hoge piekconcentraties optreden bij het storten van het product tijdens de ontvangst (10.000 'en EU/m^3), en aan het eind van het proces, tijdens relatief beheerste processen als het verpakken in zakken nog enkele 100 'en EU/m^3 .

Bronnen

Met het oog op bron van blootstelling aan endotoxinen, namelijk de plantaardige en/of dierlijke productstromen die worden verwerkt, zal er een onderscheid zijn tussen het aanvoeren van poedervormige grondstoffen en 'originale' grondstoffen die nog weinig tot geen eerdere verwerkingstappen hebben ondergaan (zoals bijvoorbeeld sojabonen, mais, graan), waarbij de laatste groep waarschijnlijk veel

grotere hoeveelheden micro-organismen en/of endotoxinen bevat. Gezien de grote afstanden die bijvoorbeeld sojabonen afleggen per schip zou tijdens dit proces in principe veel groei van micro-organismen op kunnen treden. Dit is echter wel in grote mate afhankelijk van de transportomstandigheden (in geval van koeling wordt de groei juist weer geremd).

Mitigatie

Beperking of reductie van de endotoxinen-niveaus in de bron (de aangevoerde niet-verwerkte plantaardige en dierlijke materialen) zou kunnen liggen in aanpassingen vlak na de oogst (snel drogen, koelen, verwijderen grond- en/of plantmateriaal dat niet geschikt is als diervoeder) en tijdens het transport (koelen). Het is vooralsnog niet bekend of grondstoffen voor veevoer (zoals soja, mais) bijvoorbeeld gespoeld of gewassen mogen worden met water. Het snel en machinaal verwijderen van ongerechtigheden (plantmateriaal, grond) zou net als in de zadenverwerking een optie kunnen zijn. Daarnaast zullen maatregelen vooral liggen in beheersing met behulp van afscherming en afzuiging, en in het beperken van vegen en het gebruik van perslucht.

Activiteiten branche

De diervoederbranche heeft in samenwerking met het adviesbureau Haskoning een project rond stofbeheersing uitgevoerd.

3.4 Fruit- en groenteverwerking (inclusief snijderij)

Naar verwachting treedt tijdens de teelt van fruit en groente relatief gezien niet veel blootstelling aan endotoxinen op, net zomin als tijdens de handel in fruit. In geval van de handel in groente is dit minder zeker. Tijdens de industriële verwerking van fruit en groente is blootstelling aan endotoxinen echter mogelijk wel een issue.

Blootstelling

Er zijn meetgegevens bekend uit twee groente- en fruitverwerkende bedrijven (Span, 2008). De gemiddelde blootstelling aan endotoxinen bedroeg 177 EU/m^3 , en de range bedroeg $11,1 - 1.200 \text{ EU/m}^3$. De gemiddelde blootstelling lag hiermee op 2 maal de advieswaarde; de maximale blootstelling op 13 maal de advieswaarde. Er is geen informatie bekend over de blootstelling van medewerkers in specifieke functies of tijdens specifieke handelingen. De gehalten endotoxinen in het bemonsterde stof lagen gemiddeld op 758.000 EU/m^3 – relatief hoog. Er zijn verder voor één groentesnijderij meetgegevens voorhanden (Span, 2008). De gemiddelde blootstelling aan endotoxinen (GM) bedroeg $38,8 \text{ EU/m}^3$; de range bedroeg $8,5 - 594 \text{ EU/m}^3$ ($N = 9$). De gehalten endotoxinen in het bemonsterde stof lagen gemiddeld op 268.000 EU/m^3 zodat een blootstelling aan

1 mg/m³ inhaleerbaar stof een blootstelling van ongeveer 268 EU/m³ endotoxinen zou opleveren.

Processen

In groentesnijderijen worden vooral kleinverpakkingen gesneden groenten geproduceerd voor de consumentenmarkt. De processen bij groente- en fruitverwerking dan wel snijderijen zijn waarschijnlijk redelijk vergelijkbaar. Op basis van expert judgement wordt aangenomen dat de volgende processen voorkomen: aanvoer (in kisten of storten uit vrachtwagens), transport via transportbanden, overstorten, verwijderen zand / plantmateriaal / takjes, sorteren, wassen, (snijden), (koken), verpakken. Er wordt waarschijnlijk relatief veel proceswater gebruikt, wat wellicht ook (deels) wordt hergebruikt.

Bronnen

Afhankelijk van het type groente of fruit kunnen meekomend grondmateriaal en plantmateriaal mogelijk een bron van endotoxinen vormen, evenals op de buitenkant van het fruit of de groente. Bij groenten die op of in de grond worden geteeld komt logischerwijs meer grondmateriaal mee, bijvoorbeeld meer bij sla en prei en minder bij erwten of spruitjes. Ook de eigenschappen van de groente of het fruit zelf kunnen variëren, wat weer van invloed kan zijn op de aanwezige endotoxinen-niveaus: bijvoorbeeld vochtgehalte en de mate van 'vastheid' (bijvoorbeeld erwt versus sla, prei of witlof). Een mogelijk belangrijke bron is het proceswater, maar vooral indien dit gerecirculeerd wordt. Ook eventueel aanwezige droogsystemen die dit proceswater opnemen kunnen een bron van endotoxinen zijn (zoals het viltmateriaal dat wordt gebruikt voor het drogen van aardappelen).

Mitigatie

Ook de mogelijke mitigatietechnieken zullen afhangen van het type groente of fruit dat wordt verwerkt. Veel mogelijke maatregelen zijn wellicht wel af te leiden van de maatregelen die voor de aardappelsector zijn voorgesteld: zand en stof wegblazen tijdens de ontvangst / stort (plus ventilatie), automatisch verwijderen van ongerechtigheden (Smart Grader), vroeg in het proces wassen, gebruik van schoon proceswater, en indien relevant aanpassen van het droogstelsel. Het snel verwijderen van plantaardig afval uit werkruimten (indien van toepassing) is mogelijk een aanvullende maatregel. De plantaardige afvalstroom uit het proces zelf zal verder zoveel mogelijk afgeschermd moeten worden afgevoerd.

3.5 Glastuinbouw

In kassen worden zowel bloemen en planten als groente en fruit gekweekt. Van diverse subsectoren in de glastuinbouw zijn meetgegevens bekend.

Blootstelling

In de literatuur zijn de volgende blootstellingsgegevens uit de glastuinbouw gerapporteerd (Spaan, 2008):

- Komkommer- en paprikateler: GM 157 EU/m³; range 36,1 – 650 EU/m³ (N = 14; in één bedrijf);
- Tomatenteler: GM 68,7 EU/m³; range 13,8 – 342 EU/m³ (N = 10; in één bedrijf);
- Snijbloementelers: GM 39,5 EU/m³; range 4,9 – 326 EU/m³ (N = 31; 2 bedrijven);
- Potplantenteler: GM 47,6 EU/m³; range 1,6 – 1.490 EU/m³ (N = 8; één bedrijf).

De endotoxinen-niveaus in het bemonsterde stof lagen tussen de 83.200 en 275.000 EU/gram, zodat een blootstelling aan 1 mg/m³ inhaleerbaar stof een blootstelling aan endotoxinen tussen de 83 en 275 EU/m³ zou opleveren. Alleen bij de komkommer- en paprikateler lag het GM boven de advieswaarde van 90 EU/m³, hoewel de variatie in de gemeten blootstelling wel groot is. De hoogste uitschieter is gemeten in het potplantenbedrijf: 16,5 maal de advieswaarde. Op dit moment bestaat nog onvoldoende inzicht in de exacte functies en handelingen die een hoge blootstelling veroorzaken.

Processen

Processen met mogelijk blootstelling aan endotoxinen zullen verschillen tussen de diverse subsectoren, maar omvatten waarschijnlijk: aanleggen teeltbedden (grote verschillen in substraat), uitruimen en reinigen van de kas, gewaswerk tijdens de groei (snoeien, verwijderen slechte vruchten, observeren ziekten en plagen), oogsten, sorteren en verpakken (Visser & Terwoert, 2012).

Bronnen

De vraag of het teeltsubstraat een bron van endotoxinen kan zijn hangt sterk af van het type substraat (bijvoorbeeld glaswol vs. potgrond), en in hoeverre dit een goede voedingsbodem is voor micro-organismen. Het gewas zelf zal tijdens de groeifase naar verwachting een relatief kleine bron van endotoxinen vormen, omdat dit normaal gesproken niet in de lucht terecht komt, hoewel ook op dit oppervlak groei van micro-organismen kan optreden. Tijdens het sorteren en verpakken na de oogst kunnen grondmateriaal en rottende bladeren een mogelijke bron zijn. Ook afgefallen blad dat op de grond in de kas ligt kan een bron van endotoxinen vormen. Tijdens schoonmaakwerk zou de blootstelling relatief hoog kunnen oplopen.

Mitigatie

Wanneer wordt gedacht aan een brongerichte aanpak kan aanpassing van het substraat een mogelijke optie zijn, hoewel blootstelling wellicht alleen een probleem is tijdens de inrichting en het uitruimen van de kas. Zo nodig kan de blootstelling tijdens deze activiteiten verlaagd worden met behulp van een uitgekiende luchtbehandeling (horizontale ventilatie, of een 'luchtdouche'). Een

punt van aandacht is waarschijnlijk wel het snel verwijderen van afgevallen blad (en eventueel product), zodat dit niet gaat rotten. Indien handmatig sorteren voorkomt en een probleem vormt qua blootstelling, is wellicht een maatregel denkbaar die de medewerkers afschermt van het product, zoals deze voor de uiensector geschetst is: een overkapping, in combinatie met luchttoevoer en afzuiging.

3.6 Op- en overslag

Op- en overslag komt bij alle verwerkende bedrijven voor. Op- en overslag als *sector* betreft in deze notitie met name de activiteiten in *havens*, op schepen en op de wal.

Blootstelling

Er zijn enkele gegevens bekend over de blootstelling aan endotoxinen tijdens de overslag van granen uit schepen. De gemiddelde blootstelling aan endotoxinen (GM) bedroeg 2.150 EU/m³ (N = 19, in één bedrijf). De range was groot: 113 tot 131.000 EU/m³. Hetzelfde gold voor de range in de concentraties inhaleerbaar stof (0,77 – 98,5 mg/m³). De maximum concentratie inhaleerbaar stof is zeer hoog. Dit geeft aan, dat gezien de grote hoeveelheden en de hoog-energetische processen, een aanzienlijke blootstelling mogelijk is. Het gemiddelde gehalte endotoxinen in het bemonsterde stof bedroeg 321.000 EU/gram, zodat een blootstelling aan 1 mg/m³ inhaleerbaar stof een blootstelling aan endotoxinen van ongeveer 321 EU/m³ zou opleveren.

Processen

Overslag met behulp van shovels (in scheepsruimen), grijpers, transportbanden, stortpunten.

Bronnen

Het ruwe product inclusief ongerechtigeden zoals zand en restanten plantmateriaal. De sterkte van de bron zal afhangen van de mate van 'stoffigheid' van het product, vochtgehalte etc.

Mitigatie

Brongerichte maatregelen tijdens de op- en overslag zijn niet direct voor de hand liggend. In het voortraject is wellicht winst te halen: snel drogen, gekoeld vervoeren etc. Daarnaast zal het veelal gaan om het scheiden van de werknemer van het product, door middel van afgesloten cabines, mechanisatie etc.

3.7 Sojaolie-extractie; sojameel

Bedrijven als Cargill verwerken grote hoeveelheden sojabonen – maar ook andere producten – en extraheren hieruit olie. De restproducten ('sojacake') gaan naar de diervoederindustrie.

Blootstelling

Er zijn geen specifieke blootstellingsgegevens bekend. Wel zijn meetgegevens bekend uit de verwerking van mais (Spaan, 2008). In één maisverwerkend bedrijf, bedroeg de blootstelling aan endotoxinen (GM) 710 EU/m³. De range bedroeg 35,9 - 30.700 EU/m³ (N = 14). Dit is een hoge blootstelling, met het GM op bijna 8 maal de advieswaarde, en de maximale blootstelling zelfs op 341 maal de advieswaarde. Echter, het is niet zeker of de blootstelling bij de verwerking van sojabonen in dezelfde orde van grootte ligt, en of dit ene bedrijf wellicht een 'worst-case' geval was. Wat wel opvalt, is dat het gehalte endotoxinen in het bemonsterde stof niet extreem hoog was (95.300 EU/gram), zodat een blootstelling aan 1 mg/m³ inhaleerbaar stof ongeveer een blootstelling aan endotoxinen van 95,3 EU/m³ zou opleveren. Echter, de stofconcentraties lagen erg hoog (GM 7,5 mg/m³, range 0,75 – 41,7 mg/m³), wat dus een zeer hoge concentratie aan endotoxinen op zou kunnen leveren.

Processen

Relevante processen in deze sector zullen zijn: ontvangst / storten van de bonen, transport via transportbanden, overstortpunten, malen en persen, afvoer en verpakken residu (sojacake), en schoonmaakwerk.

Bronnen

Gezien de grote afstanden die sojabonen afleggen – per schip – zou in principe veel groei van micro-organismen op kunnen treden. Echter, het is goed denkbaar dat vervoer onder koeling gebeurt, wat de groei remt. Naast de aangevoerde bonen zelf, is het residu dat na het persen overblijft een mogelijke bron, net als eventuele vervuiling op de grond.

Mitigatie

Beperking of reductie van de endotoxinegehalten in de bron, zouden kunnen liggen in aanpassingen vlak na de oogst (snel drogen, koelen) en tijdens het transport (koelen). Het is vooralsnog niet bekend of sojabonen bijvoorbeeld gespoeld of gewassen mogen worden met water. Het snel, en machinaal, verwijderen van ongerechtigheden (plantmateriaal, grond), zou net als in de zadenverwerking een optie kunnen zijn. Daarnaast zullen maatregelen vooral liggen in beheersing met behulp van afscherming en afzuiging, en in het beperken van vegen en het gebruik van perslucht.

3.8 Suikerindustrie

De suikerindustrie is naar verwachting enigszins vergelijkbaar met de industriële verwerking van aardappelen. Het product (de suikerbieten) komt in ieder geval redelijk overeen.

Blootstelling

In de literatuur zijn meetgegevens gerapporteerd uit één bedrijf dat suikerbieten verwerkte (Spaan, 2008). De gemiddelde blootstelling aan endotoxinen (GM) lag op 134 EU/m³, de range was 9,4 – 2.520 EU/m³ (N = 27). De gemiddelde blootstelling in dit ene bedrijf is dus lager dan wat in het algemeen is gemeten in aardappelverwerkende bedrijven, en ligt op 1,5 maal de advieswaarde. De maximale blootstelling ligt op 28 maal de advieswaarde. Waarschijnlijk komt de variatie deels doordat verschillende functies zijn bemeten, maar hierover is in de geciteerde review geen informatie beschikbaar. Het gemiddelde endotoxinen-niveau in het bemonsterde stof lag wel relatief hoog vergeleken met veel andere hier beschreven sectoren, namelijk 576.000 EU/gram, zodat een blootstelling aan 1 mg/m³ inhaleerbaar stof een blootstelling aan endotoxinen van 576 EU/m³ zou opleveren.

Processen

Er is bij het projectteam nog geen specifieke informatie beschikbaar, maar op basis van expert judgement kan aangenomen dat de volgende processen met potentieel blootstelling aan endotoxinen aanwezig zullen zijn: aanvoer / storten, transport via transportbanden, overstorten, verwijderen grond en/of plantmateriaal, wassen, schillen / snijden, koken, afvoer schillen en dergelijke. Het sorteren of 'lezen' van de suikerbieten komt waarschijnlijk niet voor, maar dit is niet geheel zeker.

Bronnen

Net als in aardappelverwerkende bedrijven, zijn mogelijke bronnen van endotoxinen: aanhangend zand, plantmateriaal, de buitenkant van het product zelf, (gerecirculeerd?) proceswater, en afvalschillen. Daarnaast kan stof op de grond een secundaire bron van blootstelling vormen. Onbekend is of ook in deze sector een droogstap voorkomt, en of hierbij viltdoek gebruikt wordt dat mogelijk een bron van endotoxinen kan vormen.

Mitigatie

De potentieel kansrijke mitigatietechnieken, zullen deels aansluiten op die in de aardappelsorteerbedrijven en/of aardappelverwerkende industrie: zand en stof wegblazen tijdens de ontvangst / stort (plus ventilatie), borstelen, automatisch verwijderen van ongerechtigheden (bijv. met behulp van een Smart Grader), vroeg in het proces wassen, gebruik van schoon proceswater, en, indien relevant, aanpassen van het droogstelsel. Het snel verwijderen van afvalschillen en dergelijke uit werkruimten is, indien relevant, mogelijk een aanvullende maatregel.

De afvalstroom aan schillen uit het proces zelf, zal zo veel mogelijk afgeschermd moeten worden afgevoerd.

3.9 Veilingen

Op veilingen worden zeer grote aantallen bloemen, groente en fruit verhandeld. Het directe contact met het product, en daarmee de mogelijkheden voor blootstelling, zijn echter relatief beperkt. Vooralsnog laten we deze sector verder buiten beschouwing.

3.10 Biograndstoffen

Het verwerken van plantaardige grondstoffen om hieruit industriële grondstoffen te winnen is in opkomst. Er is nog weinig concrete informatie over, maar als plantaardige (rest-) grondstoffen in bulk worden aangevoerd en verwerkt, zou blootstelling aan endotoxinen een probleem kunnen gaan vormen. Biograndstoffen worden al wat langer toegepast als biomassa in energiecentrales. Met betrekking tot deze toepassing zijn al enkele blootstellingsgegevens bekend.

Blootstelling

In de literatuur zijn blootstellingsgegevens gerapporteerd uit drie energiecentrales waarin biomassa werd bijgemengd, maar waar tevens kolen werden gestookt (Spaan, 2008). Het type biomassa dat werd aangevoerd wordt in de review niet vermeld, maar dat kan worden uitgezocht. De blootstelling aan endotoxinen bedroeg 26,5 EU/m³ (GM), de range bedroeg 2,2 tot 2.100 EU/m³ (N=48). De gemiddelde blootstelling is dus laag. Echter, ondanks dat dit niet wordt vermeld, is het goed denkbaar dat de hoogst gemeten blootstelling (23 maal de advieswaarde) is opgetreden bij de medewerkers die betrokken waren bij de ontvangst en het interne transport van de biomassa. De gehalten endotoxinen in de bemonsterde lucht lagen gemiddeld op 19.400 EU/gram, maar dit is een gemiddelde over alle bemonsterde medewerkers, inclusief degenen met een blootstelling van slechts 2,2 EU/m³. Bij dit *gemiddelde* niveau van endotoxinen in het stof zou een blootstelling aan 1 mg/m³ inhaleerbaar stof een blootstelling aan endotoxinen van slechts ongeveer 19,4 EU/m³ opleveren.

Processen

De processen zullen voornamelijk ontvangst / storten, transport via transportbanden en interne stortpunten omvatten.

Bronnen

Het is goed denkbaar dat reststromen van plantaardige producten, of biomassa die over lange afstanden is vervoerd, hoge gehalten endotoxinen kunnen bevatten. Deze gehalten, en de mate van 'stoffigheid' van de producten, zullen sterk

afhangen van het exacte type biomassa, zodat hier weinig algemeen over is te zeggen.

Mitigatie

Beperking of reductie van de endotoxinegehalten in de bron, zouden kunnen liggen in aanpassingen vlak na de oogst (snel drogen, koelen) en tijdens het transport (koelen). Het spoelen of wassen zal in dit geval geen optie zijn, en het snel, en machinaal, verwijderen van ongerechtigheden niet echt relevant. Wel zullen maatregelen kunnen liggen in beheersing met behulp van afscherming en afzuiging, en in het algemeen schoonmaakregime binnen het bedrijf (beperken van vegen en het gebruik van perslucht).

Referenties

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. Endotoxins – 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, Verbeek A, Wielaard P, Maas J. Dossier endotoxinen, 2013 (www.arbokennisnet.nl).

Meijster T, Van Duuren-Stuurman B, Heederik D, Houba R, Koningsveld E, Warren N, Tielemans E. Cost-benefit analysis in occupational health: a comparison of intervention scenarios for occupational asthma and rhinitis among bakery workers. *Occup. Environ. Med.* 2011; 68: 739-745

Spaan S. Endotoxin exposure assessment - measurement and characterization. Thesis Universiteit Utrecht, 2008.

Spaan S, Gröllers-Mulderij M, van Duuren-Stuurman B, Terwoert J. Endotoxineniveaus op productmonsters van aardappelen, uien en zaden in het kader van kansrijke mitigatietechnieken. TNO-rapport TNO 2014 R10455, TNO, Zeist, 11 november 2014.

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.

Van de Runstraat A, Duisterwinkel A, Terwoert J, Spaan S. Selectie van kansrijke mitigatietechnieken voor reductie van blootstelling aan endotoxinen in de agro-food industrie. TNO-rapport TNO 2014 R11222, TNO, Zeist, 11 november 2014.

Van Oers S, Kroes D. Stof door sector serieus aangepakt. Bloembollenvisie, 25 januari 2013.

Visser R, Terwoert J. Evaluatie van de nota Duurzame gewasbescherming, Deelrapport Arbeidsveiligheid, TNO-rapport R/03120193/VIS.ima, TNO, 2012.

Bijlage 1: Checklist en format procesbeschrijvingen

ASPECTEN DIE KUNNEN WORDEN MEEGENOMEN IN EEN PROCESBESCHRIJVING:

- Typen producten die worden verwerkt
- Productiecapaciteit
 - o Base case
 - o Pieken
 - o Aparte batches?
 - o (Verskil in) doorlooptijd (tijd tussen binnenkomst product en transport gereed product)
- 'Productvorm' bij aanvoer
 - o Direct van het land ('afland': nat) of uit de opslag
 - o Gedorst / ongedorst (zaden)
 - o Grond (deels) verwijderd? (aardappelen / uien)
 - o Loof / wortels verwijderd? (aardappelen / uien)
- Wijze van aanvoer / lossen
 - o Bulk (vrachtwagens)
 - o Zakken / dozen
- Proces bij ontvangst / storten
- Intern transport
 - o Beweging / valhoogten
 - o Overstorten; handmatig / automatisch
- Opslag
 - o Ja / nee; hoe lang?
 - Bij binnenkomst
 - Na bewerking
 - o Bij welke omstandigheden? (temperatuur, relatieve vochtigheid, ...)
- Beschrijving verdere bewerkingen
 - o Zaden: (dorsen), schonen, drogen, mengen, [coaten], [pilleren], verpakken
 - o Aardappelen: ontgronden (loof verwijderen), wassen, [schillen], drogen, sorteren, lezen, [opslag], verpakken (*soms eerst sorteren en dan wassen*).
 - o Uien: drogen, voorsorteren, afstaarten, [nadrogen], sorteren, lezen, verpakken
- Per processtap: Handmatig / geautomatiseerd?
- Per processtap: Wel / niet in afgescheiden of aparte ruimten.
- Per processtap: hoeveelheid werknemers bij betrokken
- Vóórkomen verhoogde temperaturen (waar, hoe hoog)
- Vóórkomen reinigingsstappen zonder water (borstelen, blazen, ...)
- Vóórkomen reinigingsstappen met water (wassen, sproeien,...)
- Vóórkomen reinigingsstappen met lucht
- Recirculatie en/of behandeling proceswater.
- [Recirculatie en/of behandeling afgezogen lucht]

- [Reiniging werkruimten / machines].
- Theorie (zo hoort het te zijn/gaan) en praktijk (zo zie je het vaak als je er loopt).

FORMAT PROCESBESCHRIJVING

A. GEBRUIKTE BRONNEN

Bijvoorbeeld literatuur, internet, bedrijfsbezoeken, interviews. Neem een verwijzing van de gebruikte bronnen ook op in de procesbeschrijving zodat de informatie later nog geraadpleegd kan worden.

B. KORTE BESCHRIJVING BRANCHE

Typen bedrijven
Grootte bedrijven
Aantal bedrijven
Aantal werknemers
Typen producten

C. PROCESSTAPPEN 'UPSTREAMS' IN DE KETEN (TEELT)

Effecten van processen en factoren tijdens de teelt kunnen van invloed zijn op de endotoxine concentraties bij binnenkomst bij verwerkingsbedrijven.

Factoren die van invloed zouden kunnen zijn op het gehalte endotoxinen op het binnenkomende product

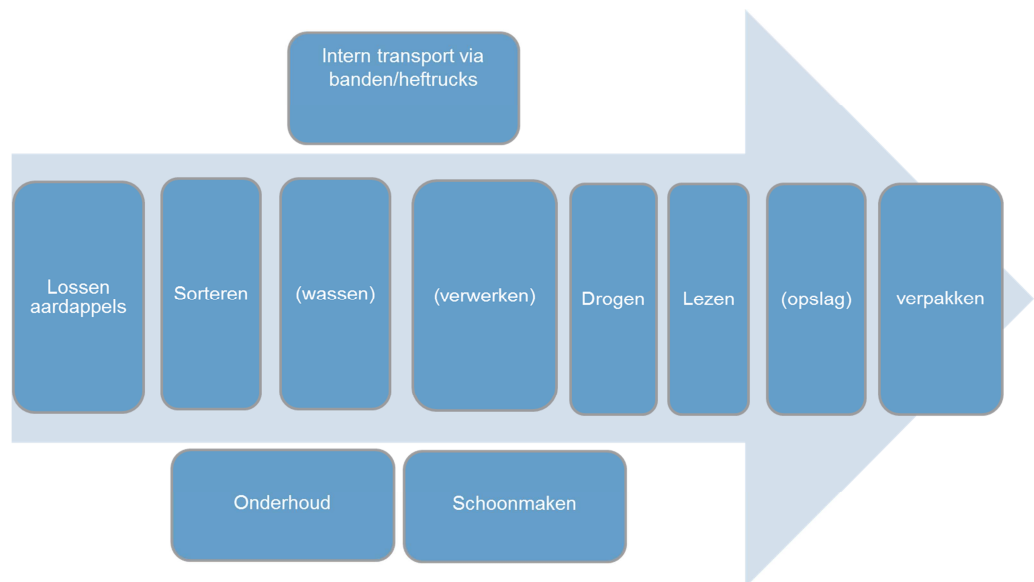
Verschillende factoren zouden van invloed kunnen zijn op de hoeveelheid aanwezige endotoxinen op het binnenkomende product. Voorbeelden van deze factoren zijn:

- De oogstomstandigheden, inclusief weersomstandigheden
- Duur en omstandigheden van opslag bij teler
- Verschil in grondsoorten (mate van afslibbaarheid)
- Vochtgehalte
- Type bemesting: dierlijk of plantaardig
- Materiaal dat meekomt met het product.
- Verschillende naar type product, ras etc.

D. PROCESSTAPPEN VERWERKING

Hieronder volgt een beschrijving van de verschillende processtappen binnen bedrijven die aardappelen verpakken en/of verwerken. Na de beschrijving van de verschillende stappen en de verschillende vragen volgt een overzicht van alle benodigde informatie.

De volgende figuur geeft een voorbeeld van een schematische weergave van de verschillende processtappen binnen een verwerkend bedrijf (voorbeeld: aardappelverwerking). Binnen de verschillende bedrijven kan de volgorde van stappen verschillen.



Schema: Voorbeeld aardappelverwerking

Processtap 1

o.a.:

- Automatische / handmatige handelingen
- Aantal betrokken werknemers
- Gebruikte machines, tools etc.
- Kenmerken werkomgeving (grootte, indeling, klimaat, ventilatie,...)
- Productiecapaciteit, tijdsduur proces
- Mate van stofbeheersing.

Processtap 2

Processtap X

Relevante activiteiten binnen bedrijven, die niet op een vast moment in het verwerkingsproces plaatsvinden:

- **Reinigen/schoonmaken:**
Vegen, gebruik van perslucht vs. stofzuigen is wenselijk, of 'nat' schoonmaken.
- **Onderhoud:**
Onderhoud aan de apparatuur die kan leiden tot stofemissie.

E. SCHEMATISCH OVERZICHT VAN DE INFORMATIE

Processtap	Aantal werknemers	Tijdsduur	Temperatuur	Relatieve vochtigheid	Opmerkingen
XX	XX	XX	XX	XX	XX

F. AANVULLENDE VRAGEN

Algemene vragen:

Wat is de gemiddelde verblijfstijd (in uren/dagen) van een partij binnen het bedrijf?

En hoeveel variatie is er in deze verblijfstijd?

Hoeveel variatie is er in de partijen die gedurende een dag/week het bedrijf binnenkomen?

In hoeverre kan de volgorde van de verschillende processtappen veranderd worden?

Teelt

Onder welke omstandigheden worden de producten opgeslagen bij de teler (klimaat, ruimte, etc.)?

Hoe lang worden de producten opgeslagen bij de teler?

Wordt er gebruik gemaakt van een 'track & trace' systeem voor de herkomst van de producten?

Welke (andere) factoren zouden van invloed kunnen zijn op de hoeveelheid endotoxinen op het binnekomende product?

Aanvoer

Worden partijen product direct na binnenkomst ook wel opgeslagen, en zo ja,

Onder welke omstandigheden?

Hoe lang (gemiddeld)?

Reinigen

Hoe vaak wordt schoongemaakt?

Op welke manier wordt schoongemaakt (nat, stofzuigen, vegen, perslucht)?

Hoeveel werknemers voeren schoonmaakwerkzaamheden uit?

Onderhoud:

Hoe vaak vindt onderhoud plaats?

Hoeveel werknemers voeren deze werkzaamheden uit?

Bijlage 2: Voorbeeld trade-off tabel

Voorbeeld 'trade off tabel'* (Tabel 19 uit van de Runstraat et al., 2014)

Methode	Effectief als bronbeperking	Effect op blootstelling	Schade aan product	Totale kosten	Eindoordeel	Opmerkingen
Gedroogd aanvoeren	Deels	Omkappen of isolatie noodzakelijk	Nihil	Minimaal	1 ^e keus	
Stof afblazen	Nihil	Sterke reductie bij goede ventilatie	Geen grote effecten	Honderden euro's	2 ^e keus	Vooraf voor reductie blootstelling
Wassen	NVT	NVT	Groot risico	NVT		
Bevriezen	Nihil	Waarschijnlijk sterke reductie	Groot risico			
Inkapselen	Nihil als er nog vellen los kunnen laten					
UV-ozon	Beperkt		Risico	Hoog		
Plasma	Groot	Groot	Risico	Substantiële investering, lage OPEX	3 ^e keus	
Afstaarten	Geschat op factor 5	Significant in afwezigheid van medewerkers		Minimaal extra	1 ^e keus	
Scheerstaarten i.p.v. afstaarten	Geschat op ietsje meer dan factor 5	Significant door bronbeperking	Klein risico	Andere machine	2 ^e keus	Bestaande techniek met een nog te lage doorzet
Ontvellen door windziften	Onbekend, potentie is er voor geschatte factor 10	Ruim, overal in proces	Klein risico	Extra stroom en machine	2 ^e keus	In ontwikkeling
Ontvellen door borstelen	Groot, potentie factor 10	Ruim, overal in proces	Risico op kale ui of juist te weinig effectiviteit. Minimaliseren door juiste afstelling		3 ^e keus	
Ontsmetlijn	Potentie als endotoxinen ook gereduceerd	onbekend	Minimaal	Extra machine	3 ^e keus	Bestaande machine Akerboom
Automatisch lezen	Nihil	Omkappen of isolatie noodzakelijk, dan zeer effectief. Optimaal tot aanvaardbare niveaus.	Nihil	Meer stroom, meer en nieuwe machines, minder mensen	1 ^e keus	Zie voorbeeld bij Quallium Onions

* Ongeschikte methoden staan vermeld in grijs

Bijlage 3: Overzicht van kosten-categoriën en kosten-elementen voor het doen van een kosten-baten analyse

Onderstaande figuur geeft een overzicht van kosten-categoriën en kosten-elementen voor het uitvoeren van een kosten-baten-analyse. De figuur is overgenomen uit Meijster et al. (2011).

