

Een inventarisatie van risico's met betrekking tot voedselveiligheid van champignons

Auteur(s): A.J.J. van Roestel, J. van der Roest (RIKILT)
Met aanvullingen van Jos Amsing (DLV) en Anton Sonnenberg (PRI)

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr; €



Projectnummer: 620188

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Paddestoelen

Adres : Peelheideweg 1, 5966 PJ America
: Postbus 6042, 5960 AA Horst
Tel. : 077-4647575
Fax : 077-4647532
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	6
2 WERKWIJZE	7
3 RESULTATEN	8
3.1 Inventarisatie van risico's	8
3.1.1 Processen en risicobeheersing	8
3.1.2 Materialen en risico's	8
3.2 Een toelichting op de risico's	10
3.2.1 Microbiologische risico's	10
3.2.2 Natuurlijke toxinen	11
3.2.3 Zware metalen	12
3.2.4 Residuen van bestrijdingsmiddelen en ontsmettingsmiddelen	12
3.2.5 Mycotoxinen	12
3.2.6 Genetisch gemodificeerde organismen (GGO)	13
3.2.7 Diergeneesmiddelen	13
3.2.8 Dioxinen en PCB's	14
3.2.9 Overige chemische verontreinigingen	14
3.2.10 Overdracht dierziekten	14
4 CONCLUSIES	15
5 AANBEVELINGEN	16
LITERATUUR	17
BIJLAGE 1 PROCESSCHEMA PRODUCTIE DOORGROEIDE COMPOST	20
BIJLAGE 1 (VERVOLG)	21
BIJLAGE 2 PROCESSCHEMA PRODUCTIE DEKAARDE	22
BIJLAGE 3 VULLEN TEELTCEL	23
BIJLAGE 4 TELEN	24
BIJLAGE 5 OOGSTEN	25
BIJLAGE 6 VERZENDEN	26
BIJLAGE 7 PROCESSEN EN RISICO'S CHAMPIGNONTEELTBEDRIJF	27
BIJLAGE 8 VOEDSELVEILIGHEID GROENTEN	29
Microbiologische risico's	29
Chemische risico's	29
Fysische risico's	30

Samenvatting

De champignonsector wil zo goed mogelijk voorbereid zijn op eventuele problemen met de voedselveiligheid van champignons. De vraag is of het mogelijk is om vragen over voedselveiligheid adequaat te beantwoorden en eventueel garanties te geven. De doelstelling van dit project is om ondernemers en andere belanghebbenden in de sector een handleiding te geven met informatie over risico's op het gebied van voedselveiligheid in de champignonteelt.

In de keten is het mogelijke optreden van risico's tot en met het champignonteeltbedrijf geïnventariseerd. Aan de hand van processchema's en een lijst van grondstoffen kan worden nagegaan wat de mogelijke bronnen zijn van deze risico's. De aard van de risico's wordt aan de hand van literatuur kort beschreven. De volgende onderwerpen worden behandeld: Microbiologische risico's, natuurlijke toxines, zware metalen, residuen van bestrijdingsmiddelen en ontsmettingsmiddelen, mycotoxines, genetisch gemodificeerde organismen, diergeneesmiddelen, dioxinen en PCB's, overdracht van dierziekten en overige chemische verontreinigingen.

Een deel van de risico's vindt zijn oorsprong in processen op het champignonteeltbedrijf. De meeste risico's uit de inventarisatie zijn te herleiden tot processen en de samenstelling van gebruikte materialen in het traject vóór het champignonteeltbedrijf. Vaak is nog niet bekend hoe reëel deze risico's zijn. De sector kan de informatie in dit rapport gebruiken om aandachtspunten op het gebied van voedselveiligheid te identificeren.

1 Inleiding

De risico's op het gebied van voedselveiligheid worden ingedeeld in microbiologische, chemische en fysische risico's. Voor de sector groenten en fruit moet daarbij gedacht worden aan de aanwezigheid van bacteriën, residuen van bestrijdingsmiddelen, zware metalen en organochloorverbindingen, fytotoxinen, mycotoxinen en fysische verontreinigingen. Hoewel op alle bedrijven in de champignonketen controle- en borgingsystemen aanwezig zijn, is het niet mogelijk om risico's volledig uit te sluiten. Ondernemers willen zo goed mogelijk voorbereid zijn op het optreden van problemen met voedselveiligheid. Het is daarom gewenst om over een hulpmiddel te beschikken om bij het optreden van voedselveiligheidsproblemen adequaat te kunnen reageren.

De doelstelling van dit project is om ondernemers en andere belanghebbenden in de sector een handleiding te verschaffen voor het vinden van informatie over risico's voor de voedselveiligheid.

Er is een inventarisatie uitgevoerd van de microbiologische, chemische en fysische risico's met betrekking tot de voedselveiligheid van champignons en de materialen en processen die daarvoor verantwoordelijk kunnen zijn. Daarbij zijn twee uitgangspunten gehanteerd:

- De inventarisatie heeft betrekking op de productie van doorgroeide compost en dekaarde en de teelt van champignons op champignonteeltbedrijven. De risico's die daarna ontstaan in de verschillende schakels van de keten vallen buiten dit project en zijn buiten beschouwing gelaten.
- Het rapport betreft een inventarisatie en géén risicobeoordeling. In een risicobeoordeling wordt de kans op het optreden van een probleem en de eventuele ernst daarvan beoordeeld. Soms is het mogelijk om aan de hand van literatuur iets over de waarschijnlijkheid van het optreden van een risico te zeggen. Vaak zijn er nog onbekende factoren in het geding.

Het rapport bestaat uit verscheidene delen. In de inleiding en werkwijze worden de doelstellingen en de aanpak van dit project toegelicht. In het eerste deel van de resultaten worden aan de hand van een overzicht van de processen en materialen mogelijke gevaren op een rijtje gezet. In het tweede deel worden de mogelijke gevaren aan de hand van literatuur kort toegelicht. Omwille van de leesbaarheid zijn de processchema's opgenomen in de bijlagen. In een literatuuroverzicht wordt verwezen naar meer informatie. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen over het gebruik van deze informatie.

2 Werkwijze

Voor een inventarisatie van mogelijke risico's voor de voedselveiligheid van champignons is op de volgende wijze te werk gegaan:

- Er is nagegaan welke algemeen bekende risico's voor voedselveiligheid van groenten ook kunnen gelden voor de champignonteelt. Een samenvatting van algemeen bekende risico's is opgenomen in bijlage 8.
- Er is informatie verzameld over mogelijke risico's, specifiek voor de champignonteelt, door middel van het raadplegen van literatuur en deskundigen bij Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO Paddestoelen) en het Instituut voor Voedselveiligheid (RIKILT) in Wageningen. In het rapport zijn literatuurreferenties opgenomen.
- De resultaten van aanvullend overleg met het bedrijfsleven zijn in dit rapport verwerkt. Daarbij is gebruik gemaakt van het productcertificatieschema RHP Keurmerk Dekaaarde en een risico-analyse met betrekking tot de voedselveiligheid van de CNC (compostbedrijf Milsbeek).

In processchema's is vastgelegd welke grondstoffen op welk moment in welke processen ingezet worden. Er zijn processchema's gemaakt voor de productie van doorgroeide compost en dekaarde. De schema's van de processen op het champignonteeltbedrijf zijn gebaseerd op het handboek voor een integraal managementsysteem voor kwaliteit en voedselveiligheid (Productschap Tuinbouw, 2000).

Het resultaat is een hulpmiddel bij het traceren van mogelijke bronnen van problemen op het gebied van voedselveiligheid. De werkwijze sluit aan bij de opzet van systemen voor het waarborgen van voedselveiligheid zoals HACCP en Eurep-GAP. Door risico's te inventariseren en na te gaan welke processen en materialen verantwoordelijk zijn voor deze risico's wordt een bijdrage geleverd aan een risico-analyse (Hazard Analysis) en het benoemen van Critical Control Points (CCP's) in een HACCP-systeem.

3 Resultaten

3.1 Inventarisatie van risico's

3.1.1 Processen en risicobeheersing

Voor een inventarisatie van de risico's op het gebied van voedselveiligheid is gebruik gemaakt van een beschrijving van de processen en gebruikte materialen in de champignonteelt. De volgende processen zijn in dit rapport beschreven:

- De productie van doorgroeide compost (bijlage 1)
- De productie van dekaarde (bijlage 2)
- De teelt van champignons: Vullen, telen, oogsten en verzenden (bijlagen 3-6)

In een processchema is te zien welke processen achtereenvolgens uitgevoerd worden en in welke fase van het proces welke grond- en hulpstoffen gebruikt worden. Een processchema wordt gebruikt om punten in het proces aan te kunnen wijzen waar de beheersing van een risico mogelijk is. De relatie tussen processen, risico's en preventieve maatregelen op het champignonteeltbedrijf is weergegeven in een overzicht (bijlage 7).

Het meest toegepaste beheerssysteem op champignonteeltbedrijven is Eurep-GAP. Het doel van Eurep-GAP is om gehoor te geven aan zorgen van de consument over voedselveiligheid, dierenwelzijn, milieubescherming en arbeidsomstandigheden. Het certificaat garandeert dat het productieproces voldoet aan vastgestelde normen voor goed landbouwkundig gebruik. Eurep-GAP schrijft voor welke maatregelen genomen moeten worden om gevaren voor voedselveiligheid te beheersen. Vrijwel alle champignon-teeltbedrijven zijn Eurep-GAP gecertificeerd. In de champignonteelt komt de zorg voor voedselveiligheid vooral tot uiting in beheerspunten voor gewasbescherming en hygiënisch werken. Hiermee wordt een aantal chemische, microbiële en fysieke risico's beheerst. Eurep-GAP vereist dat grondstoffen vrij zijn van ziekten en plagen en geschikt zijn voor het doel waarvoor ze gebruikt worden. De leverancier verstrekt daartoe een schriftelijke verklaring aan de afnemer. Een controle op de aanwezigheid van risicostoffen in grondstoffen is geen onderdeel van Eurep-GAP.

Voor het waarborgen van de voedselveiligheid werken leveranciers van grondstoffen volgens de HACCP-methode. De eerste stap in de HACCP-methode is het aanwijzen van de reële risico's voor de voedsel-veiligheid en een inventarisatie van mogelijke maatregelen. De tweede stap bestaat uit het bepalen van de punten in een proces waar een reëel risico kan worden voorkomen, geëlimineerd of tot een aanvaardbaar risico teruggebracht.

Om de noodzaak van risicobeheersing te bepalen, dient eerst vastgesteld worden of er sprake is van een reëel risico voor de voedselveiligheid. Verscheidene vragen dienen daarvoor beantwoord te worden. De vraag moet worden beantwoord of risicostoffen aanwezig zijn in de gebruikte grond- en hulpstoffen. Als risicostoffen aanwezig zijn, moet de vraag worden beantwoord of de verschillende processtappen van invloed zijn op de aanwezigheid van deze risicostoffen in compost en dekaarde. Ook moet de vraag worden beantwoord of deze risicostoffen in de champignon terug te vinden zijn. Deze beoordeling van het risico vergt aparte studies. Beschikbare informatie is verwerkt in paragraaf 3.2.

3.1.2 Materialen en risico's

In de tabellen 1-3 is een specificatie van de grond- en hulpstoffen opgenomen per proces. De lijst van materialen is uitgebreid, maar het is niet uitgesloten dat nog andere materialen gebruikt worden. In de laatste kolom van de tabellen 1-3 wordt aangegeven welke risico's voor voedselveiligheid mogelijk verbonden zijn aan het gebruik van de betreffende materialen. In paragraaf 3.2 worden de risico's toegelicht.

Tabel 1 Grond- en hulpstoffen voor de productie van doorgroeide compost

Grond- en hulpstoffen	Materialen	Inventarisatie gevaren
Stro	Tarwestro	Zware metalen Residuen Mycotoxinen GGO
Mest	Paardenmest, kippendrijfmest, slachtkuikenmest, varkensdrijfmest	Zware metalen

		Residuen Geneesmiddelen Microbiële verontreiniging GGO Dierziekten
Gips	Natuurgips of industriegips. Industriegips is gips dat als reststof vrijkomt bij industriële processen. Bijvoorbeeld fosfogips, nitrogips, gips als bijproduct van de productie van melkzuur en citroenzuur of bij waterzuivering. Experimenteel is vastgesteld dat vele soorten gips bruikbaar zijn (Gerrits, 1987).	Zware metalen Overige chemische verontreiniging
Toevoeging	Ammoniumsulfaat uit een ammoniakwasser wordt met proceswater als stikstofbron aan compost toegevoegd. Ook ureum of ammoniumnitraat worden wel als stikstofbron toegevoegd.	-
Broed	Broed bestaat uit graankorrels die doorgroeid zijn met mycelium. Meestal wordt rogge gebruikt.	Mycotoxinen GGO
Bijvoedmiddel	Een groot aantal stoffen van organische of dierlijke oorsprong kan hiervoor gebruikt worden. De meest gebruikte grondstof is sojameel. Als geschikte bronnen worden genoemd (Gerrits, 1987): Plantaardige bronnen: sojameel, maïsglutenmeel, aardappeleiwit, grondnotenmeel, katoenzaadmeel Dierlijke bronnen: Verenmeel, diermeel	GGO Overdracht dierziekten
Water	Tijdens de compostbereiding kan proceswater of leidingwater worden toegevoegd.	Microbiële verontreiniging Chemische verontreiniging

Tabel 2 Grond- en hulpstoffen voor de productie van dekaarde

Grond- en hulpstoffen	Materialen	Inventarisatie gevaren
Veen	Vooraf zwartveen en bolsterveen worden gebruikt (Visscher, 1987)	Zware metalen Overige chemische verontreiniging Microbiële verontreiniging
Kalkrijke producten	Kalkproducten worden toegevoegd om de pH van dekaarde te verhogen. Gebruikte producten: Vaste schuimaarde (betacal carbo, betacal filter), kalkmergel, zeefbandkalk, steenslijpsel/slik	Zware metalen Residuen Overige chemische verontreiniging Dioxinen
Water	Aan dekaarde wordt water toegevoegd.	Microbiële verontreiniging Chemische verontreiniging
Toevoegingen	Soms wordt formaldehyde als middel tegen besmetting door ongewenste micro-organismen toegevoegd. Mineralen worden soms toegevoegd voor kwaliteitsverbetering	Chemische verontreiniging

Tabel 3 Grond- en hulpstoffen in de teelt van champignons

Grond- en hulpstoffen	Materialen	Inventarisatie gevaren
Doorgroeide compost	Zie tabel 1	
Dekaarde	Zie tabel 2	
Toegelaten gewasbeschermingsmiddelen	Werkzame stoffen in de toegelaten middelen zijn (Baar en Rutjens, 2004): Insecticiden: deltamethrin, diflubenzuron, malathion Fungiciden: carbendazim, prochloraz, thiofanaat-methyl	Residuen

	Ontsmettingsmiddelen: quaternaire ammoniumverbindingen, formaldehyde, perazijnzuur/waterstofperoxide	
Water	Water wordt gebruikt als sproeiwater op de teeltbedden en voor de schoonmaak. Er wordt leidingwater of grondwater gebruikt. Hergebruik van water komt niet voor.	Microbiële verontreiniging Chemische verontreiniging
Toevoegingen	Soms worden stoffen toegevoegd aan sproeiwater zoals zouten voor een betere productkwaliteit of bleekwater tegen bacterievlekken.	Chemische verontreiniging

3.1.3 Overige risico's

Fysische verontreiniging

Problemen kunnen ontstaan door verontreiniging van product met ongewenste materialen zoals stukjes glas, hout of steen tijdens teelt- of oogstwerkzaamheden. Behalve problemen tijdens het verwerkingsproces van producten, kunnen deze verontreinigingen ook voedselveiligheidsproblemen opleveren. In dit rapport wordt geen speciale aandacht besteed aan deze risico's.

Insleep door transport

Risico's kunnen ontstaan door verontreiniging van transportmiddelen. Aanwezige resten van eerder vervoerde stoffen in een laadbak kunnen leiden tot verontreiniging van materialen die bestemd zijn voor de teelt van champignons. Bij transport van dekaarde worden de risico's door middel van voorschriften in het RHP-keurmerk beheerst. Dat geldt echter niet voor het transport van alle grondstoffen.

Er bestaan regels en certificatie procedures voor het transport van goederen om de risico's voor de veiligheid te bewaken (Productschap Diervoeder, 2003). In dit rapport wordt geen speciale aandacht besteed aan deze risico's.

Natuurlijke toxinen

Onafhankelijk van de in de productie gebruikte materialen, kunnen in groenten van nature verbindingen worden aangetroffen die onder bepaalde omstandigheden een gevaar opleveren voor de voedselveiligheid, zogenaamde natuurlijke toxinen. Deze risico's bij de champignon worden besproken in par. 3.2.2.

Niet optimaal verloop van processen en menging van grondstoffen

Door het niet optimaal verlopen van processen of aanpassingen in de procescondities kunnen bij het gebruik van overigens veilige grondstoffen nieuwe, onverwachte risico's optreden. Ook kunnen bij menging van op zichzelf onverdachte grondstoffen onder bepaalde omstandigheden onvoorziene risico's optreden. Het biologische proces in het complex van compost en dekaarde kan onder invloed van de ontwikkeling van de pH microbiologische problemen opleveren. Aan dit aspect wordt in dit rapport geen speciale aandacht besteed.

Teelt en productkwaliteit

De aanwezigheid van ziekten in de teelt leidt tot opbrengst- en kwaliteitsverlies. De verantwoordelijke schimmels, bacteriën of andere organismen die afkomstig zijn uit het teeltproces en de kwaliteit van de champignons bederven (Geels *et al.* 1998), leveren, voor zover bekend, geen gevaar op voor de voedselveiligheid. De kwaliteitsvoorschriften van het Productschap Tuinbouw zijn er wel op gericht dat door ziekten aangetaste producten niet verkocht worden.

3.2 Een toelichting op de risico's

3.2.1 Microbiële verontreiniging

Microbiologische gevaren zijn onder te verdelen in gevaren ten gevolge van besmetting door bacteriën, virussen en parasieten. Aangezien champignons worden gekweekt op een basis van paardenmest en andere organische meststoffen, lijkt compost een goede voedingsbodem voor allerlei bacteriën. Deze bacteriën kunnen ook op de champignons terecht komen en hier zouden ook mogelijke pathogenen tussen kunnen zitten. Verhitting van het product bij bereiding maakt deze pathogenen weer onschadelijk.

Gebrek aan hygiëne van medewerkers is een potentiële risicofactor. In de keten dient hygiënisch gewerkt te worden en dienen de juiste bewaaromstandigheden te worden gehandhaafd om de ontwikkeling van bacteriën te beheersen. De aanwezigheid van verschillende Clostridiumsoorten blijken in de conserverenindustrie tot bederf te kunnen leiden. Daarnaast stellen klanten zowel in de versmarkt als in de diepvriessector hogere eisen aan de aanwezigheid van bacteriën dan wettelijk

vastgelegd is op grond van de Warenwet. Het is niet bekend in welke mate processen op het champignonteeltbedrijf verantwoordelijk zijn voor de besmetting en hoe en in welke mate de aanwezigheid van bacteriën te beïnvloeden is.

Volgens de resultaten van een onderzoek naar microbiële verontreiniging in de champignonteelt (Verhagen et al., 2001; Griensven, 2001) is de kans op een besmetting van champignons met pathogene bacteriën zeer klein. In het onderzoek is gekeken naar pathogene bacteriën waarvoor normen zijn gesteld in de Warenwet: *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* en *Clostridium perfringens*. In de onderzochte grondstoffen werden nauwelijks pathogene bacteriën aangetroffen. Alleen in compost en lekwater werd tijdens de teelt in enkele gevallen *Campylobacter* gevonden. De bacterie werd echter niet aangetroffen op champignons. In het onderzoek van Verhagen et al. (2001) is de beschikbare literatuur over de champignon in relatie tot deze pathogene bacteriën verwerkt. Desrumeaux & Sedeyn (2002) vonden geen pathogene bacteriën, met inbegrip van fecale coliformen, boven de microbiologische veiligheidsnormen. Aandacht blijft wel nodig voor de kwaliteit van het sproeiwater, hygiënisch oogsten en de aflevering van champignons zonder bacterievlekken of andere contaminaties en zonder dekaardevervuiling. Hergebruik van water op het champignonteeltbedrijf dient met de nodige voorzorgsmaatregelen te worden toegepast (Os & Loeffen, 2000; Loeffen & Amsing, 2000).

In het RHP-Keurmerk dekaarde is een algemene producteis dat het dekaardeproduct geen voor de mens schadelijke organismen mag bevatten (bacteriën, schimmels, virussen, aaltjes, insecten (Stichting RHP, 2003).

Virussen kunnen op champignons worden overgebracht door mensen die met het virus zijn besmet en het product met ongewassen handen aanraken. Tijdens de oogst dient men alert te zijn op hygiëne na toiletbezoek en op zieke personeelsleden. Het risico op infectie bestaat alleen bij champignons die rauw geconsumeerd worden en niet verhit worden voor consumptie.

Parasieten die groenten kunnen besmetten zijn meestal afkomstig van fecaal verontreinigd water, waarin de cysten van o.a. *Entamoeba histolytica* of *Giardia lamblia* kunnen voorkomen. Consumptie van rauwe champignons kan tot besmetting leiden.

3.2.2 Natuurlijke toxinen

De samenstelling van de champignon komt in verscheidene studies aan de orde. Daarin is aandacht voor de voedingswaarde (Schijvens, 1978), de aanwezigheid van zware metalen (Amsing, 1983a; Gerrits, 1997) en andere bijzondere bestanddelen (Meer 1987a, 1987b).

In rauwe champignons komt van nature agaritine voor (Meer, 1987a). Hoewel van agaritine zelf niet aangetoond is dat het carcinogeen is voor mensen (Beelman et al., 2004), is dat van vergelijkbare stoffen of afbraakproducten daarvan wel bekend. Een carcinogeen effect van agaritine bij muizen trad op bij consumptie van grote hoeveelheden rauwe champignons (Shephard et al., 1995). Bij ratten werden geen effecten waargenomen (Toth, 2000). Door paddestoelen te verhitten, zoals bij smoren, stoven en bakken, wordt de agaritine grotendeels afgebroken.

Andersson en Gry hebben een uitvoerig stuk overzicht gepubliceerd getiteld "Phenylhydrazines in the Cultivated Mushroom (*Agaricus bisporus*)" in 2004. Hieronder een Nederlandse samenvatting van deze studie. De samenvatting komt er op neer dat het onderzoek dat tot nu toe is gedaan niet deugdelijk is geweest en dat verdere analyse nodig is om een uitspraak te doen.

De Mushroom Counsel in Amerika heeft ook een *Paper* over agaritine opgesteld dat een overzicht geeft over het gedane onderzoek. Beide genoemde stukken zullen als bijlagen van het rapport over Voedingswaarden Paddenstoelen aan de PAC worden toegezonden.

Samenvatting Anderson en Gry over agaritine:

Om een goede risico inschatting te kunnen maken voor phenylhydrazinen in de champignon zijn meer studies nodig. Vooral de volgende onderwerpen moeten nader beschouwd worden:

Studies naar kankerwekking

- *Een studie naar de kankerwekking door verse champignons volgens een deugdelijk voedingsprotocol waarbij verschillende doses bij ratten getest moeten worden.*

Andere toxiciteit studies

- *De metabolieten/afbraakproducten van *Agaricus bisporus* phenylhydrazines die in het bloed van consumeerders van de champignon voorkomen moeten geïdentificeerd worden.*
- *De rol van γ -glutamyl transferase in vitro en in vivo moet verder bestudeerd worden.*
- *De binding van agaritine aan DNA moet verder onderzocht worden na deugdelijke toedieningscondities.*
- *De mutagene activiteit van agaritine, 4-(carboxy)phenylhydrazine, β -N-(γ -L(+)-glutamyl)-4-(carboxy)phenylhydrazine en 4-(hydroxymethyl)benzenediazonium ion in zoogdiercellen in vitro moeten onderzocht worden.*

Chemische studies

- *Het voorkomen van 4-(carboxy)phenylhydrazine, β -N-(γ -L(+)-glutamyl)-4-(carboxy)-phenylhydrazine en 4-(hydroxymethyl)benzenediazonium ion in *Agaricus bisporus* moet bevestigd worden.*
- *Het voorkomen van agaritine en andere phenylhydrazinen in andere (wilde en geteelde) *Agaricus* soorten moet worden*

bestudeerd.

- De invloed van bewaren en huishoudelijke bewerkingen op de concentraties van 4-(carboxy)phenylhydrazine, β -N-(γ -L(+)-glutamyl)4-(carboxy)phenylhydrazine en 4-(hydroxymethyl)benzenediazonium ion in *Agaricus bisporus* moet onderzocht worden.

- De afbraakproducten van agaritine en andere phenylhydrazinen die in *Agaricus Bisporus* gevormd worden bij huishoudelijke bewerkingen moeten worden geïdentificeerd.

In sommige groenten kan door het hoge nitraatgehalte een risico voor de voedselveiligheid optreden. Champignons behoren tot de groenten met het laagste nitraatgehalte (Meer, 1987a). Het nitraatgehalte is daarom geen aandachtspunt.

3.2.3 Zware metalen

Van paddestoelen is bekend dat ze zware metalen kunnen accumuleren. Geteelde champignons hebben meestal lagere gehalten aan zware metalen dan in het wild groeiende paddestoelen (van der Meer, 1987a). Voor twee zware metalen zijn maximale normen vastgelegd in EU Verordening 466/2001 voor gekweekte fungi, waaronder de champignon, en wel voor lood een norm van 0,3 mg/kg vers gewicht en voor cadmium een norm van 0,2 mg/kg vers gewicht). Gegevens over de aanwezigheid van zware metalen in champignons zijn uit diverse onderzoeken bekend (Overstijns & Verloo, 1981; Amsing, 1983b; Gerrits, 1996).

Zware metalen, zoals cadmium, lood, arseen, kwik, koper en zink, zijn aanwezig in grondstoffen die voor de teelt van champignons worden gebruikt. Zware metalen komen voor in stro, diverse organische mestsoorten, gips, schuimaarde en veen (Amsing 1983b; Driessen et al., 1996; Hotsma et al., 1996, Hotsma, 1999, Amsing et al., 2000).

Nederlandse compostbedrijven maken in het algemeen gebruik van gips dat afkomstig is uit de levensmiddelenindustrie. Hieraan zijn naar alle waarschijnlijkheid geen risico's verbonden. Dit kan bij andere herkomsten van gips anders liggen.

Bij problemen met schuimaarde zijn in principe vervangende materialen verkrijgbaar. De alternatieven zijn duurder. Als alle leveranciers in de keten zouden constateren dat er een moeilijk te beheersen risico ontstaat, kunnen eventueel afspraken gemaakt worden om bepaalde grondstoffen niet meer te gebruiken.

Gerrits (1986) presenteert de resultaten van een berekening van de gehalten aan zware metalen in compost, veen, schuimaarde en champignons. Gerrits (1997) geeft ook een indruk van de onttrekking door de champignon van verschillende elementen uit compost op basis van ringonderzoeken in compost en champignons. Voor sommige metalen lijkt er een verband te bestaan tussen de hoeveelheid die aanwezig is in compost en in de champignon (Amsing, 1983b). De aanwezigheid van zware metalen in grondstoffen is daarom een aandachtspunt in verband met de voedselveiligheid.

3.2.4 Residuen van bestrijdingsmiddelen en ontsmettingsmiddelen

Voor de champignonteelt is een beperkt aantal chemische gewasbeschermingsmiddelen toegelaten (Baar en Rutjens, 2004). Het betreft de volgende werkzame stoffen:

- desinfectiemiddelen: quaternaire ammoniumverbindingen, formaldehyde, perazijnzuur/waterstofperoxide

- insecticiden: deltamethrin, diflubenzuron, malathion

- fungiciden: carbendazim, prochloraz, thiofanaat-methyl

Residuen of afbraakproducten van bestrijdingsmiddelen kunnen op of in de champignon achterblijven. In de Regeling residuen van bestrijdingsmiddelen (Bestrijdingsmiddelenwet) zijn maximale gehalten voor residuen van bestrijdingsmiddelen in champignons vastgelegd. Het is acht nemen van de juiste veiligheidstermijnen bij het uitvoeren van behandelingen van champignons zal het risico voor de voedselveiligheid minimaliseren (Geels et al., 1998). Ook residuen van desinfectiemiddelen vormen een potentieel risico. Sommige desinfectiemiddelen zijn moeilijk aan te tonen in het product. Ook hier geldt dat men zich moet houden aan de instructies op het etiket.

De champignonteelt kan ook via andere routes te maken krijgen met residuen van bestrijdingsmiddelen. In de graanteelt worden chemische gewasbeschermingsmiddelen toegepast. Via stro en via paardenmest kunnen residuen in compost terecht komen. In schuimaarde, grondstof voor dekaarde, kunnen residuen uit de suikerbietenteelt voorkomen. Schuimaarde kan desgewenst vervangen worden door andere, duurere kalkrijke stoffen.

Er is gekeken naar residuen van fungiciden en halmverkorters in graanteelt, met name naar CCC (halmverkorters), triazolen en strobilurines. Sommige stoffen lijken wel af te breken tijdens de compostering, andere niet (Bruchem et al., 2001). Bij niet optimaal verlopen van het composteringsproces, bijvoorbeeld in "koude hoeken", of bij andere (toekomstige) procescondities, kan de afbraak van residuen tegenvallen. Residuen kunnen een remmend effect hebben op de groei van *Scytalidium* of *Agaricus* in compost (Chaloux et al., 1993; Boyle, 1998). Het is niet bekend of de champignon eventuele residuen of afbraakproducten opneemt uit compost. Een hoog gehalte van chloormequat (CCC) in stro kan leiden tot een verhoogd gehalte in de champignon. Het lijkt onwaarschijnlijk dat dit leidt tot gehalten in champignons die een risico voor de voedselveiligheid opleveren (Bibo, 1993).

3.2.5 Mycotoxinen

Schimmeligifstoffen (mycotoxinen) zijn afvalproducten van bodemschimmels. De schimmel komt op het gewas terecht en kan vervolgens op de plant óf na de oogst schimmeligifstoffen produceren. Het gaat om de schimmelsoorten *Fusarium*,

Aspergillus en *Penicillium* die van nature voorkomen op granen en andere gewassen. Schimmels van de soort *Fusarium* produceren voornamelijk gifstoffen tijdens de groei van het gewas. Tijdens de opslag van de geoogste gewassen zijn bepaalde *Aspergillus* en *Penicillium* soorten de oorzaak van het ontstaan van gifstoffen. De schimmels die schimmelgifstoffen produceren komen wereldwijd in diverse gewassen voor. Als deze na de oogst als grondstof gebruikt worden, kunnen de schimmelgifstoffen ook terecht komen in het betreffende product. In het geval van graan zijn het vooral de fusariotoxines die voor potentiële risico's zorgen. Een bekende mycotoxine is DON (deoxynivalenol) die geproduceerd wordt door de schimmelsoorten *Fusarium culmorum* en *Fusarium graminearum*. In Amerika, Europa en Azië kunnen deze schimmels voorkomen in granen, vooral tarwe en maïs. Bij natte weersomstandigheden heeft de schimmel meer kans zich op het gewas te ontwikkelen. DON is zeer stabiel en hittebestendig. Acute problemen van vergiftiging met DON zijn braken, maagdarmklachten en hoofdpijn. Deze klachten kunnen ontstaan bij hoeveelheden vanaf 3 mg DON per kilo graan. Kinderen tot 4 jaar zijn het meest kwetsbaar. De gemiddelde dagelijkse inname van DON voor volwassenen ligt rond het gehalte dat maximaal wordt toegestaan (1 microgram per kilogram lichaamsgewicht per dag). Kinderen tot 4 jaar overschrijden deze norm, maar de eventuele groeivertraging die hierdoor ontstaat, kan tijdens de groei na het vierde jaar gemakkelijk worden ingehaald. Andere bekende mycotoxines zijn aflatoxine, geproduceerd door *Aspergillus flavus*, en ochratoxine, geproduceerd door bepaalde soorten van *Penicillium* en *Aspergillus*.

In biologische compost mogen geen fungiciden gespoten worden. Het is niet ondenkbaar dat daardoor in biologische compost mycotoxinen vaker voorkomen. Daardoor is de kans groter dat een aantasting van *Fusarium*, *Aspergillus* en *Penicillium* zich verder kan ontwikkelen, met gevolg dat schimmelgifstoffen in het stro terecht komen.

Via graan voor het broed en stro kunnen mycotoxines terecht komen in compost. Over de werkelijke aanwezigheid van de genoemde schimmels en mycotoxines in compost is weinig bekend. *Fusarium* is weleens aangetroffen in doorgroeide compost na compostering in kisten (Desrumaux, 2002). De aanwezigheid van fusariotoxines in compost zal wellicht gering zijn omdat de toxines zich vooral in de graankorrel en de zemelen bevinden en in mindere mate in het stro zelf. De warmtebehandeling bij het composteringsproces heeft waarschijnlijk geen invloed op het gehalte en de werkzaamheid van de mycotoxines. Of de microflora in de compost invloed heeft op het gehalte is niet duidelijk (Desrumaux, 2002).

Of de champignon deze mycotoxinen opneemt is niet bekend. Het is niet uitgesloten dat ze een rol spelen bij wisselende composteringsprocessen.

3.2.6 Genetisch gemodificeerde organismen (GGO)

Bij genetische modificatie wordt erfelijk materiaal veranderd om planten, dieren, bacteriën, schimmels of gisten andere eigenschappen te geven. Sommige afnemers van champignons willen de garantie dat er geen genetisch gemodificeerd materiaal in de champignon aanwezig is. In de biologische teelt is het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen niet toegelaten. Er zijn geen redenen om GGO-gewassen om gezondheids- of veiligheidsrisico's te mijden. De tegenstanders wijzen vooral op de onbekende risico's die met de gentechnologie gepaard gaan en op de ethische en sociale bezwaren.

De teelt van GGO-graan is in Europa niet toegelaten. Het gebruik van genetisch gemodificeerd stro voor de compost is daardoor uitgesloten, tenzij stro geïmporteerd wordt. Bij de productie van broed wordt graan gebruikt. Dit graan kan van buiten Europa komen. Omdat het gebruikte graan hoofdzakelijk rogge is, en er geen GGO roggerassen zijn of te verwachten zijn, lijkt de kans op problemen klein (Desrumaux et al., 2001).

De meeste bijvoedmiddelen in de championonteelt zijn gebaseerd op soja als grondstof. Bij de productie van soja wordt het gebruik van genetische modificatie op grote schaal toegepast. Het blijkt dat genetisch gemodificeerde genen van de sojaplant niet in de champignon terug te vinden zijn (Sonnenberg, 2004, Desrumaux et al., 2001).

GGO's zouden via het veevoer in de mest terecht kunnen komen en vervolgens in compost. Het aantonen van GGO's in compost bleek technische problemen op te leveren (Desrumaux et al., 2001). Een eventuele overdracht van GGO uit compost wordt echter onwaarschijnlijk geacht.

Er zijn geen genetisch gemodificeerde champignonrassen in de handel (Sonnenberg, 2004). Dit zal naar verwachting de komende jaren ook niet het geval zijn.

3.2.7 Diergeneesmiddelen

Antibiotica zijn geneesmiddelen die ziekmakende micro-organismen onschadelijk kunnen maken. Ze kunnen worden gebruikt om infecties te voorkomen en te bestrijden, maar ook om de groei van dieren te bevorderen. Het grootste risico van dit gebruik van antibiotica is dat bacteriën er ongevoelig (resistent) voor kunnen worden. Daarnaast kunnen bacteriën resistent worden voor vergelijkbare antibiotica die bij de mens worden gebruikt. Resistente bacteriën zijn moeilijker te bestrijden. Het gebruik van antibiotica als groeibevorderaar bij de veeteelt kan ook resistentie veroorzaken en wordt daarom binnenkort (2006) in Europa geheel verboden. Na gebruik van antibiotica geldt een wachttijd waarbinnen er geen dieren of producten van de behandelde dieren voor de slacht of consumptie mogen worden aangeboden. De gehalten antibiotica die dan nog voor kunnen komen in producten, zijn zo laag dat de mens er geen nadelige gevolgen van ondervindt.

Antibiotica kunnen voorkomen in de mest van met antibiotica behandelde dieren. Er is onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van antibiotica in gecomposteerde pluimveemest (Roest, 1999). De behandeling duurde vier dagen waarbij

een temperatuur van 65 °C werd bereikt. De antibiotica werden niet volledig afgebroken. De kans bestaat dat antibiotica of afbraakproducten aanwezig zijn in doorgroeide compost. Over opname door de champignon is geen informatie gevonden. Er kan ook sprake zijn van andere geneesmiddelen in mest, zoals restanten van ontwormingsmiddelen in paardenmest. Het is niet bekend of dit een gevaar voor de voedselveiligheid met zich mee kan brengen.

3.2.8 Dioxinen en PCB's

Dioxine en dioxine-achtige verbindingen zoals PCB's (polychloorbifenylen) zijn chemische afvalstoffen die via het milieu en het voedsel door mensen worden opgenomen en schadelijk zijn voor de gezondheid. Dioxinen kunnen ontstaan door industriële productieprocessen en door natuurlijke gebeurtenissen zoals vulkaanuitbarstingen (verbranding). Dioxinen komen via de lucht en het water overal in de natuur voor en zijn moeilijk afbreekbaar.

Sommige grondstoffen voor de champignonteelt zouden dioxinen kunnen bevatten. Hierbij kan gedacht worden aan een dioxinebesmetting van kippenmest en aan besmetting van grondstoffen voor de dekaarde.

In 1999 leidde een dioxinebesmetting van kippenvoer in België tot vragen over de mogelijkheid van de besmetting van champignons met dioxine. In de champignonteelt kan verontreinigde kippenmest in de compost terecht komen. Naar verwachting zal het gehalte aan dioxinen tijdens de bereiding van compost met temperaturen die oplopen tot 80 °C weinig of niet afnemen. Op basis van aannames over de afvoer van dioxinen in kippenmest, het aandeel van kippenmest in compost en de overdrachtsfactor van dioxinen naar de champignons is een worst-case schatting uitgevoerd (Kloet, 1999). Het berekende gehalte van dioxinen en PCB's in champignons was lager dan het toegestane gehalte in melkvet resp. dierlijke vetten.

Aan dekaarde worden kalkrijke producten toegevoegd om de pH te verhogen. Hiervoor worden diverse materialen gebruikt zoals schuimaarde in verschillende vormen, carbokalk, steenslijpsel, mergel en zeefbandkalk (restproduct uit de zoutindustrie). Incidenten met dioxinen geven aanleiding tot voorzichtigheid met grondstoffen. Bij McCain leidde het gebruik van verontreinigde klei in het verwerkingsproces tot de aanwezigheid van dioxinen in aardappelschillen. Het is niet bekend of dioxinen door de champignon uit de dekaarde opgenomen worden.

3.2.9 Overige chemische verontreinigingen

Na de ramp op in Tsjernobyl in 1986 bleken hoge gehalten van Cesium voor te komen in groenten. Ook paddestoelen die in het wild groeiden bleken veel radioactief materiaal op te nemen en waren ongeschikt voor consumptie. Het is niet bekend of een besmetting van grondstoffen, bijvoorbeeld stro, met radioactief materiaal tot veiligheidsrisico's in de champignonteelt kan leiden. In het RHP-Keurmerk voor dekaarde wordt het veen in de dekaarde hierop getoetst (Stichting RHP, 2003).

Een van de grondstoffen voor compost is industriegips. In het gips uit de industrie kunnen chemische stoffen voorkomen die een risico vormen voor de voedselveiligheid. Nederlandse compostbedrijven gebruiken gips uit de levensmiddelenindustrie.

Voor de productie van dekaarde wordt schuimaarde gebruikt. Daarin kunnen residuen of afbraakproducten van gewasbeschermingsmiddelen voor de bietenteelt terecht komen. Of deze route werkelijk een risico voor de voedselveiligheid oplevert, is niet bekend. Indien schuimaarde een risicofactor zou worden, zijn alternatieven beschikbaar. Deze alternatieven zijn wel duurder.

Soms wordt bronwater of regenwater gebruikt voor het sproeien op de bedden of voor het schoonspuiten van machines en teeltcellen. Dit water dient gecontroleerd te worden op chemische en microbiologische verontreinigingen (Van Os & Loeffen, 2000, Hilken en van Laarhoven, 1993)

3.2.10 Overdracht dierziekten

In sommige bijvoedmiddelen wordt gebruik gemaakt van dierlijke producten zoals verenmeel. Door de BSE-crisis zijn de regels voor het gebruik van diermeel aangescherpt. Risicomaterialen van runderen worden bij de slacht verwijderd en vernietigd. Het gebruik van diermeel van zoogdieren in voer voor landbouwhuisdieren is verboden. Het is niet bekend of het gebruik van diermeel als bijvoedmiddel in de champignonteelt risico's oplevert voor de voedselveiligheid. Alternatieve bijvoedmiddelen, vooral op sojabasis, zijn beschikbaar.

4 Conclusies

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van processen en materialen voor de productie van champignons vanaf de grondstoffenbedrijven tot en met het champignonteeltbedrijf. Mogelijke risico's voor de voedselveiligheid zijn geïnventariseerd. Risico's die ontstaan in de keten ná het champignonteeltbedrijf zijn in deze studie buiten beschouwing gelaten. Bij het optreden van een probleem op het gebied van voedselveiligheid kan met de geboden informatie worden nagegaan welke processen en materialen daarvoor verantwoordelijk kunnen zijn.

Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek kunnen risico's als volgt getypeerd worden:

- De meeste risico's uit de inventarisatie vinden hun oorsprong in processen die plaatsvinden in schakels van de productieketen voorafgaand aan het champignonteeltbedrijf. De risico's hangen vooral samen met de aanwezigheid van probleemstoffen in materialen die gebruikt worden voor de productie van compost en dekaarde.
- Sommige risico's voor de voedselveiligheid van champignons ontstaan in de processen op het champignonteeltbedrijf. Het zijn vooral de risico's die hun oorsprong vinden in microbiologische verontreinigingen en in het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.
- Van sommige risico's is bekend op welke punten in het productieproces ze kunnen worden voorkomen of tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht. Het betreft risico's die hun oorsprong vinden in microbiologische verontreinigingen, in het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de teelt of in het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen (GGO's). De beheersing van deze risico's is verwerkt in kwaliteitssystemen zoals Eurep-GAP en HACCP.
- Van de meeste risico's die ontstaan in de keten voorafgaand aan het champignonteeltbedrijf is onvoldoende bekend in welke mate ze reëel zijn en of het nodig is beheersmaatregelen te nemen. Het betreft risico's die samenhangen met de aanwezigheid van zware metalen, mycotoxinen of residuen van bestrijdingsmiddelen uit de graanteelt, diergeneesmiddelen, dioxinen en het gebruik van diervoer. Het bepalen van de omvang en de ernst van deze risico's valt buiten de scope van dit onderzoek.

5 Aanbevelingen

Op het gebied van voedselveiligheid ontwikkelt elke grondstoffenleverancier zijn eigen beleid. Een belangrijk deel van dat beleid bestaat uit het nemen van preventieve maatregelen ter voorkoming van voedselveiligheidsrisico's. Hoewel voor een aantal risico's uit de inventarisatie de kans op problemen klein lijkt te zijn, is het niet mogelijk om alle risico's bij voorbaat uit te sluiten. Vaak zijn nog onbekende factoren in het geding. Het verdient daarom aanbeveling dat bedrijven in de sector op basis van deze risico-inventarisatie en hun eigen ideeën en ervaringen aangeven over welke potentiële risico's zij meer kennis willen verzamelen. Deze kennis kan bedrijven helpen prioriteiten te stellen in de aanpak van hun voedselveiligheidsbeleid. De ontwikkeling van kennis zou gericht moeten worden op een bepaling van de omvang en de ernst van een risico en mogelijke beheersmaatregelen. De volgende onderwerpen kunnen onder meer aan de orde komen:

- De mate waarin een risicostof voorkomt in uitgangsmateriaal
- De factoren die op de aanwezigheid van een risicostof van invloed zijn
- De invloed van het bedrijfsproces op de aanwezigheid van een risicostof in compost en dekaarde
- De invloed van afbraakprocessen op de aanwezigheid van een risicostof in compost en dekaarde
- De opname van een risicostof door de champignon
- De inname door de consument en de gevolgen voor de voedselveiligheid
- De beschikbaarheid van detectiemethoden
- De mogelijkheden voor preventieve maatregelen

Literatuur

Amsing, J.G.M., 1983a. Inventarisatie van lood, cadmium, kwik, arseen en zink in geteelde champignons (*Agaricus bisporus*) en compost. De Champignoncultuur (27), nr 6, pp 275-285

Amsing, J.G.M., 1983b. Resultaten van een inventarisatie van lood, cadmium, kwik, arseen en zink in geteelde champignons (*Agaricus bisporus*) en compost. Intern rapport Proefstation voor de Champignoncultuur

Amsing, J.G.M., F.P. Geels, F.J.M. Verhagen, 2000. Certificering dekaarde (2000) Intern rapport, Stichting Proefstation voor de Champignoncultuur, Horst, april 2000.

Amsing, J.G.M., Loeffen, H. 2000. Hergebruik afvalwater vooral voor snijbedrijf interessant. Groenten en Fruit, vakdeel Paddestoelen, 22 september 2000.

Arts, W., 2004. Risicoanalyse voedselveiligheid champignonsubstraatproductie. Conceptrapport. CNC Grondstoffen B.V.

Baar, J. en A. J. Rutjens, 2006. Toegelaten middelen in de paddenstoelenteelt: een update. Paddestoelen, nr 4, 8 september 2006 pp 2.

Beelman, R.B., D.J. Royse & N. Chikthimmah, 2004. Bioactive Components in *Agaricus bisporus* of Nutritional, Medicinal, or Biological Importance. In: Science and Cultivation of Edible and Medicinal Fungi, Romaine, Keil, Rinker & Royse (eds). Copyright 2004 Penn State, USA, pp. 1-16

Bibo, J., 1993. Chlormequat in Pilzen
Der Champignon, pp. 20-22

Boyle, D., 1998. Testing essential oils and other chemicals for use against green mould. Mushroom World 9 (4), 51-57 (gerefereerd in Verhagen & Olijnsma, 2000)

Bruchem, G.D. van, W.A. Traag en dr. F.J.M. Verhagen, 2001. Residuen van fungiciden in tarwestro in relatie tot de teelt van champignons, deel 2 RIKILT, Wageningen, Proefstation voor de Champignoncultuur, Horst. Uitgave: RIKILT rapport 2001.001, januari 2001

Chaloux, N. J.M. Savoie & J.M. Olivier, 1993. Growth inhibition of *Agaricus bisporus* and associated thermophilic species by fungicides used in wheat cultivation. Agronomie 13, 407-412 (gerefereerd in Verhagen & Olijnsma, 2000)

Desrumaux, B., P. Sedeyn, H. Desmet, M. Willaert, P. Lannoy, 2001. Risico's van GGO's in de champignonteelt. Champignonberichten, januari 2001, pp 6-13

Desrumaux, B., 2002 Aarfusarium en fusariotoxines in tarwestro en compost. Champignonberichten, juli 2002, pp 3-6

Desrumaux, B., P. Sedeyn, 2002. Microbiële belasting van verse champignons: Richtlijnen en enkele oriënterende analyses. Champignonberichten, 31 mei 2002, pp 1-6

Driessen, J.J.M., A.H. Roos, H. Bannink, G.M. Booiman-Hagens, G. Brouwer, 1996. Zware metalen, organische microverontreinigingen en nutriënten in dierlijke mest, compost, zuiveringsslib, grond en kunstmeststoffen. RIKILT-DLO 96-14. 65 pp.

Geels, F.P., H. van Keulen, A.J.J. van Roestel, A.J. Rutjens, 1998. Gewasbescherming in de champignonteelt. Voorkomen en bestrijden van ziekten en plagen in de teelt van eetbare paddestoelen
Uitgave: Proefstation voor de Champignoncultuur, Horst

Gerrits, J.P.G., 1997 Ringonderzoek champost 1996. De Champignoncultuur jrg 41 (3), pp 99-101

Gerrits, J.P.G., 1996. Ringonderzoek met champignons van eerste en tweede vlucht. De Champignoncultuur jrg 40 (10), pp 385-387

- Gerrits, J.P.G. 1987 Voeding en compost. In: Van Griensven, 1987. De teelt van champignons. Uitgave CNC, Milsbeek.
- Gerrits, J.P.G., 1986. Stikstof en mineralen in compost en dekaarde tijdens de teelt van champignons. De Champignoncultuur, jaargang 30, nr 7, 1986
- Gerrits, J.P.G, J.G.M. Amsing, 1998. Dekaaarde. Overzicht van de literatuur. Samenstelling (grondstoffen), toevoegingen (zouten), waterhoudend vermogen en structuur. Intern rapport, Stichting Proefstation voor de Champignoncultuur, Horst.
- Griensven, L.J.L.D. van, 2001. Kans op bacteriële besmetting van champignons is nihil. Groenten en Fruit, Paddestoelen, 23 februari 2001
- Hilkens, J, D. van Laarhoven, 1993. Handboek milieuzorg in de champignonteelt. DLV, december 1993.
- Hotsma, P.H., W.J. Bruins, E.J.R. Maathuis, 1996. Gehalten aan zware metalen in meststoffen. IKC-Ede.
- Hotsma, P.H. 1999. Gehalten aan zware metalen in kalkmeststoffen. Meststoffen 1999, pp. 57-59
- Kloet, 1999. Dioxinen in mest en plantaardige producten, concept-notitie RIKILT, Wageningen.
- Meer, M.A. van der, 1987a. De samenstelling van de geteelde champignon I. Beoordeling van de voedingswaarde. De Champignoncultuur, 31 (7), pp 331-347
- Meer, M.A. van der, 1987b De samenstelling van de geteelde champignon II. De invloed van diverse factoren op de gehalten der bestanddelen. De Champignoncultuur, 31 (8), pp 447-465
- Os, E.A. van, Loeffen, H. 2000. Hergebruik water op champignonteeltbedrijf. Nota P 2000-22, IMAG, Wageningen
- Overstijns, A., M. Verloo, 1981. Onderzoek op zware metalen in champignons. Champignonberichten, nr 54, 1981, pp 1-5
- Productschap Diervoeder, 2003. GMP-standaard wegtransport diervoedersector. Rapport GMP07.
- Productschap Tuinbouw, 2000. Handboek Integraal Managementsysteem voor kwaliteit en voedselveiligheid Uitgave: Productschap Tuinbouw, CNC
- Roest, J. van der, 1999. Eindrapportage AKK-project QUALI-FERT. Kwaliteitsborging en afzetvergroting door ketensamenwerking. RIKILT rapport 99.008
- Schijvens, E.P.H.M., 1978. De voedingswaarde van de geteelde champignon. Voedingsmiddelentechnologie, 1978, jaarg 11, nr 2, pp 14-19
- Shephard, S.E., D. Gunz, C. Schlatter, 1995. Genotoxicity of agaritine in the lacI transgenic mouse mutation assay: evaluation of the health risk of mushroom consumption. Food Chem Toxicol 33: 257-264.
- Sonnenberg, 2004. Champignons genetisch gemodificeerd? Paddestoelen, nr 12, december 2004
- Stichting RHP en ECAS BV, 2003. Productcertificatieschema RHP Keurmerk Dekaaarde. Normcommissie Dekaaarde, Stichting RHP en ECAS BV. 12 januari 2004.
- Toth, 2000. Hydrazine and Cancer. A Guidebook on the Carcinogenic Activities of Hydrazines, Related Chemicals and Hydrazine-containing Natural Products. Harwood Academic Publishers. Canada. (gerefereerd in Beelman et al., 2004)
- Verhagen, F.J.M., T.W. Olijnsma, L.J.L.D. Van Griensven, 2001. Microbiële verontreiniging van champignons Applied Plant Research (PPO), Wageningen UR, Horst
- Visscher, H.R., 1987. Dekaaarde
In: Van Griensven, 1987. De teelt van champignons. Uitgave CNC, Milsbeek.

Visscher, H.R. & H.A.T.I. Swinkels, 1987. Gips en kalkbronnen in dekaarde. De Champignoncultuur 31 (10), 503-511

Andere informatiebronnen:

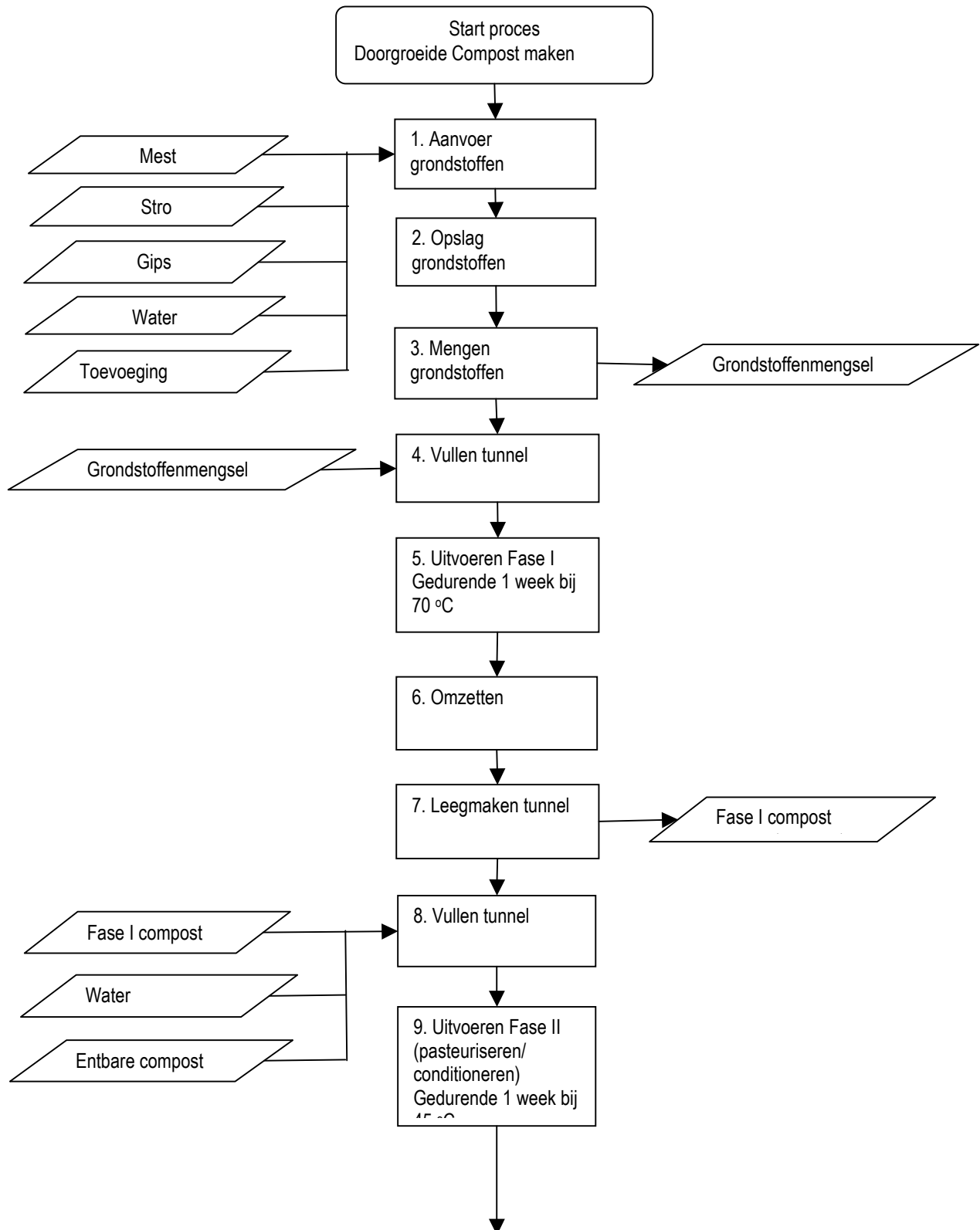
www.vwa.nl (voedsel en warenautoriteit)

www.eurepgap.org (informatie over eurepgap)

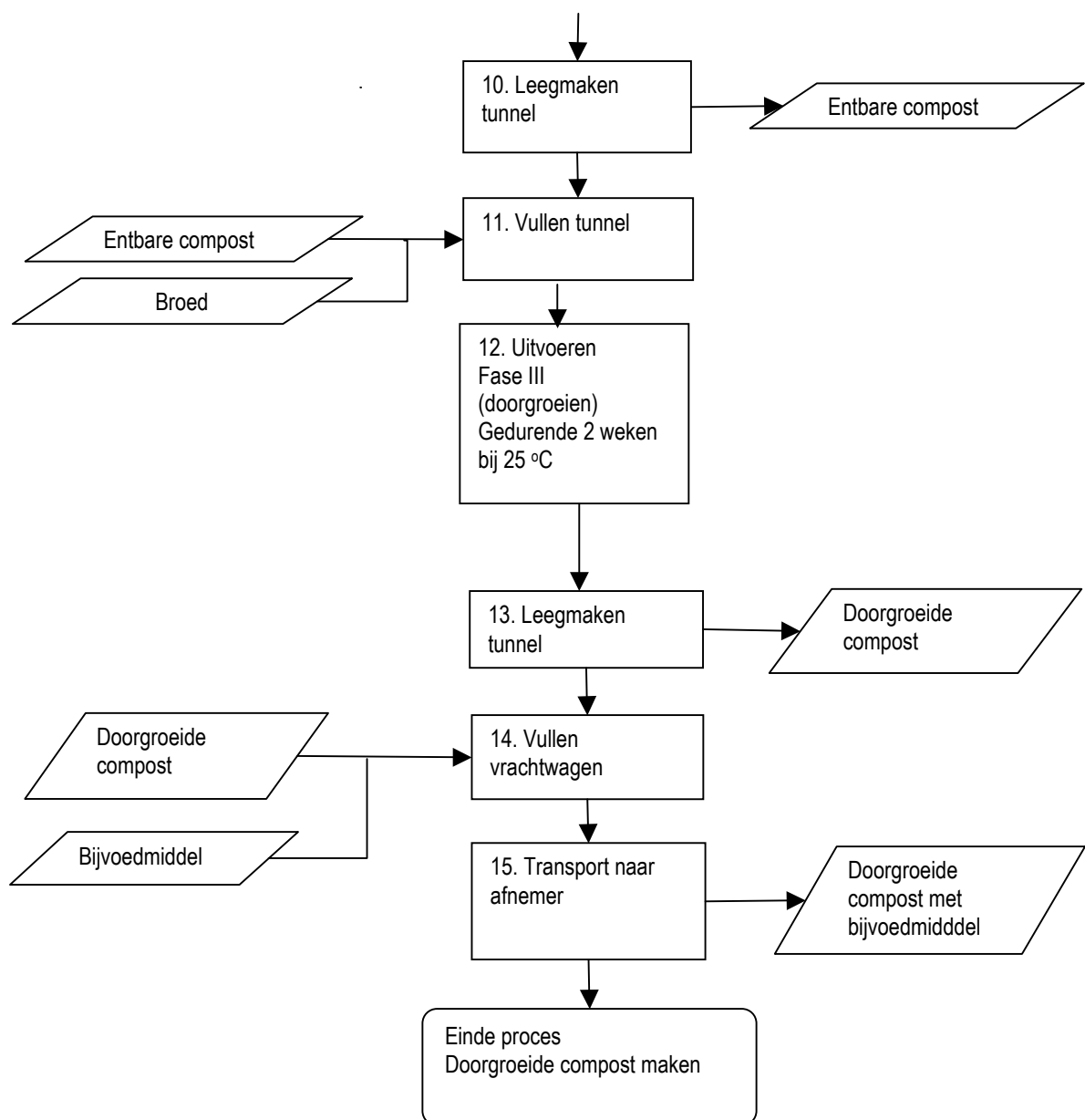
<http://europa.eu.int/comm/food/index.htm> (europese autoriteit voor voedselveiligheid)

http://europa.eu.int/comm/food/food/rapidalert/index_en.htm (EU rapid alert system for Food and Feed)

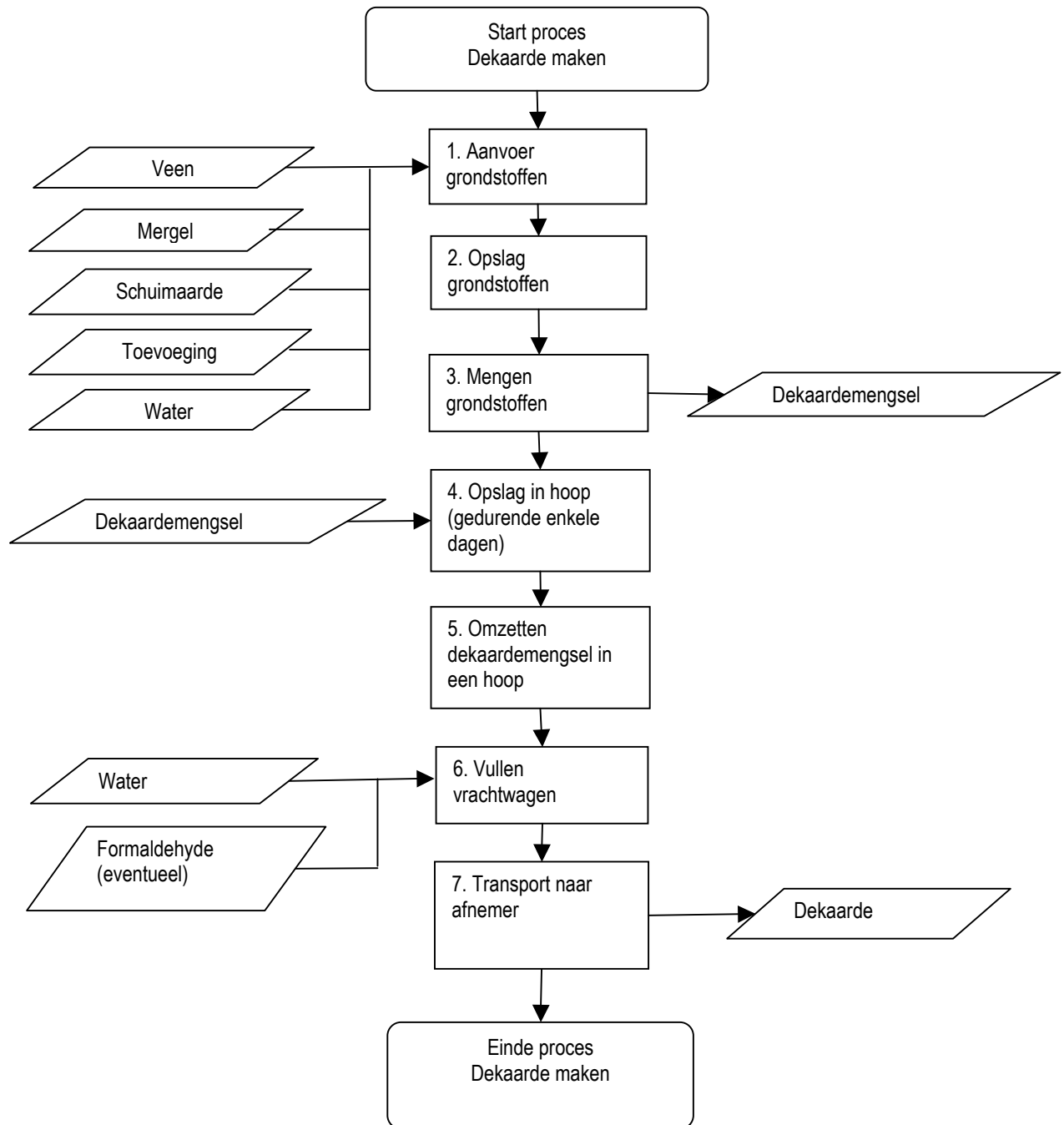
Bijlage 1 Processchema productie doorgroeide compost



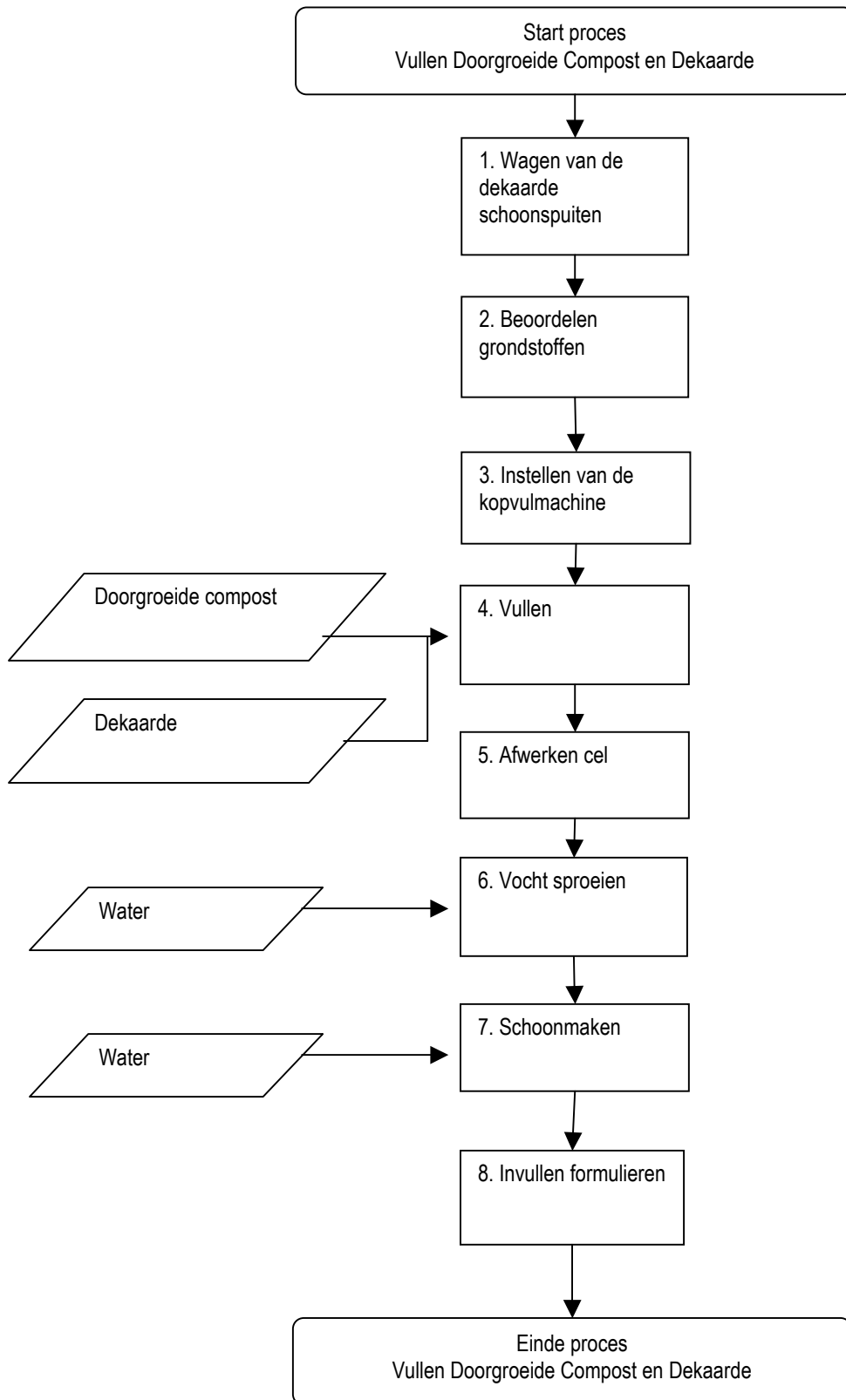
Bijlage 1 (vervolg)



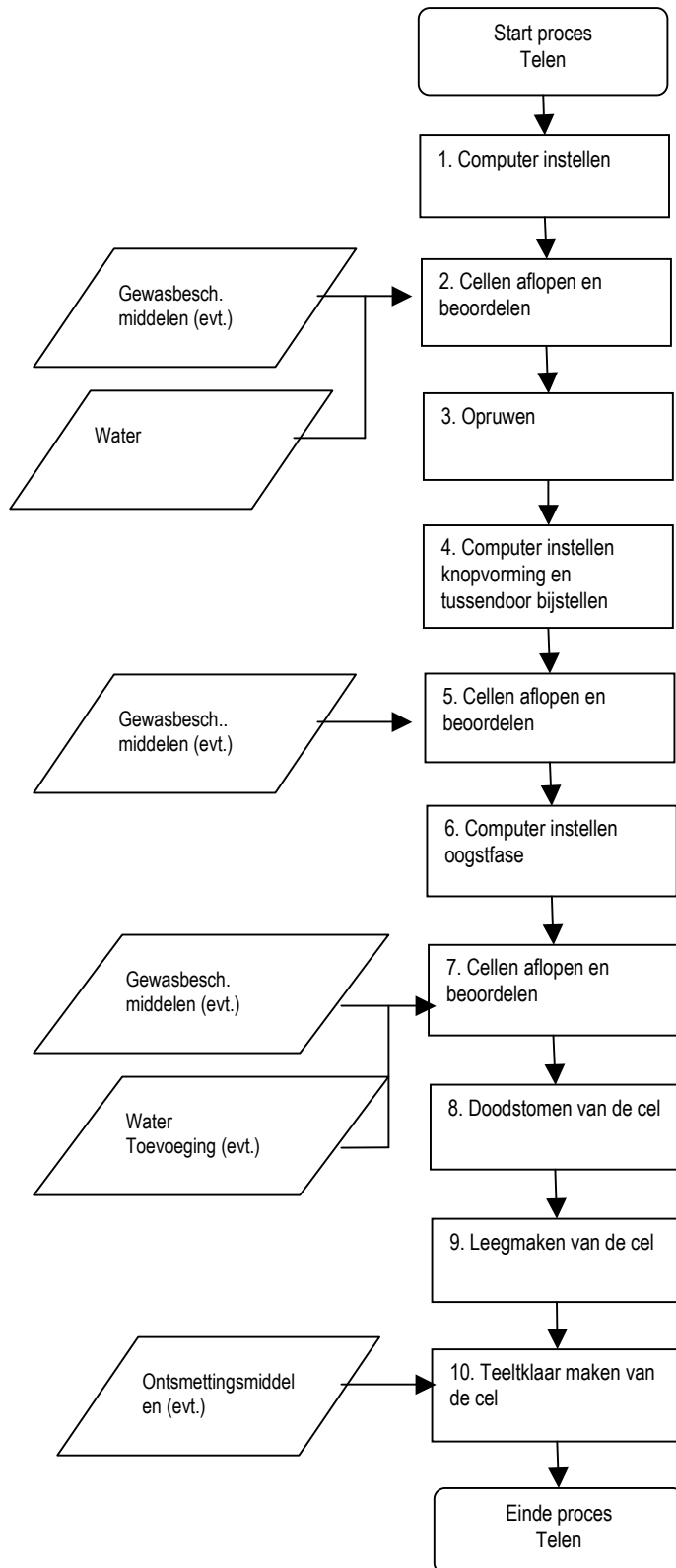
Bijlage 2 Processchema productie dekaarde



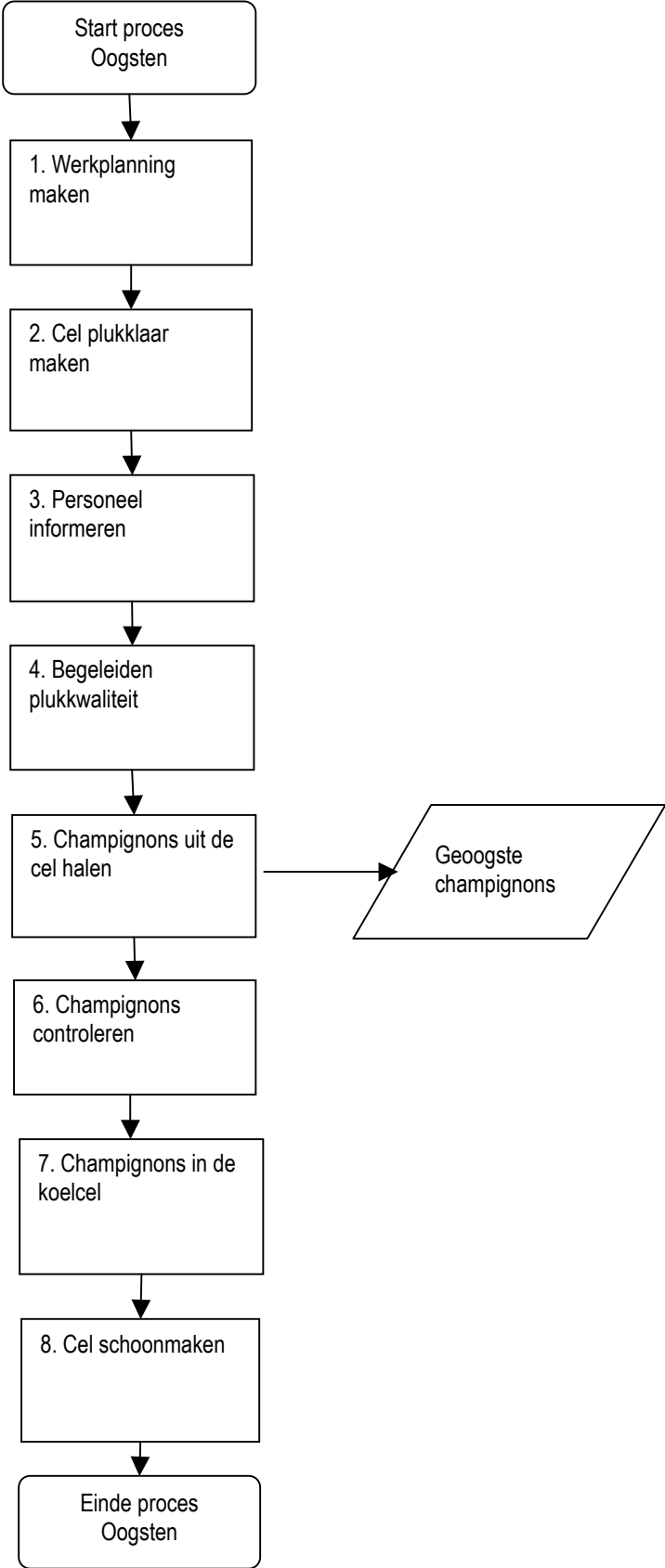
Bijlage 3 Vullen teeltcel



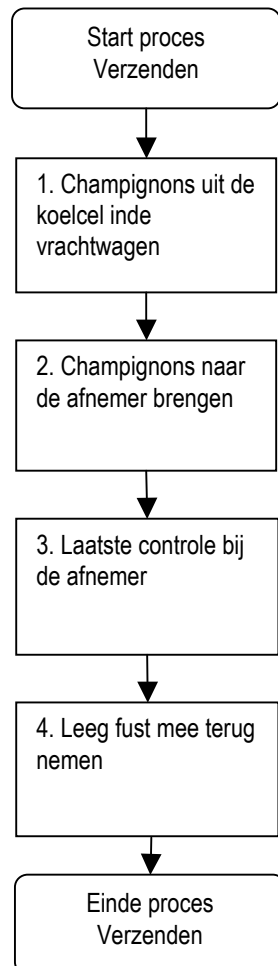
Bijlage 4 Telen



Bijlage 5 Oogsten



Bijlage 6 Verzenden



Bijlage 7 Processen en risico's champignonteeltbedrijf

In dit overzicht worden de processen en de belangrijkste risico's voor voedselveiligheid op het champignonteeltbedrijf samengevat. Hiervoor is gebruik gemaakt van het handboek voor een integraal managementsysteem voor kwaliteit en voedselveiligheid (Productschap Tuinbouw, 2000).

Proces: Vullen	Risico's	Preventieve maatregelen
Wagen van de dekaarde schoonspuiten		
Beoordelen grondstoffen		
Instellen kopvulmachine		
Vullen	Hout, metaal, stenen in compost of dekaarde Oliën en vetten van de kopvuller in de compost en/of dekaarde	Visuele controle (bij de oogst) Gebruik food grade smeermiddelen
Afwerken cel	Te hoge concentratie bestrijdingsmiddelen Sproeien met verontreinigd grondwater	Werken volgens het boekje (PT, 2000) Kwaliteitsanalyse Leidingwater gebruiken
Op vocht sproeien	Sproeien met verontreinigd grondwater	Kwaliteitsanalyse Leidingwater gebruiken
Schoonmaken	Sproeien met verontreinigd grondwater	Kwaliteitsanalyse Leidingwater gebruiken
Invullen formulieren		

Proces: Telen	Risico's	Preventieve maatregelen
Computer instellen		
Cellen aflopen en beoordelen	Sproeien met verontreinigd grondwater	Kwaliteitsanalyse Leidingwater gebruiken
Opruwen	Oliën en vetten van de opruwer in de compost en/of dekaarde Achterblijven machine-onderdelen Te hoge concentratie bestrijdingsmiddelen Sproeien met verontreinigd grondwater	Gebruik food grade smeermiddelen Visuele controle (bij de oogst) Werken volgens het boekje (PT, 2000) Kwaliteitsanalyse Leidingwater gebruiken
Computer instellen knopvorming en tussendoor bijstellen		
Cellen aflopen en beoordelen		
Computer instellen oogstfase		
Cellen aflopen en beoordelen		
Doodstomen van de cel	Overblijven van bacteriën en schimmels in de omgeving	Doodstomen correct uitvoeren
Leegmaken van de cel	Overblijven van bacteriën en schimmels in de omgeving	Doodstomen correct uitvoeren
Teeltklaar maken van de cel		

Proces: Oogsten	Risico's	Preventieve maatregelen
Werkplanning maken		
Cel plukklaar maken	Karton en papier uit fust	Buiten de cel houden

	Vuil fust	Vuil fust weigeren
Personeel informeren		
Begeleiden plukkwaliteit	Persoonlijke zaken in product Mesjes in het product Aantasting door ziekten/plagen	Bedrijfsreglement Controle op mesjes Apart oogsten en vernietigen, plek markeren, niet meer oogsten
Champignons uit de cel halen		
Champignons controleren	Niet al het fust is gecontroleerd	Oogstregistratie
Champignons in de koelcel	Ongewenste bacteriegroei	Temperatuur controleren
Cel schoonmaken		

Proces: Verzenden		
Champignons uit de koelcel in de vrachtwagen	Microbiologische gevaren (kwaliteitsprobleem, geen voedselveiligheidsprobleem)	Tijdig en bij juiste temperatuur koelen Visuele controle
Champignons naar de afnemer brengen	Verontreiniging door vuile vrachtwagen	Schoonmaken vrachtwagen
Laatste controle bij de afnemer		
Leeg fust mee terug nemen		

Andere gevaren		
Ziekte door overbrenging van ongedierte		
Glas in het product	Bijvoorbeeld glas van lampen	Glasbreukprocedure

Bijlage 8 Voedselveiligheid groenten

Microbiologische risico's

Microbiologische gevarenbronnen worden voornamelijk bepaald door bacteriën, virussen en parasieten.

Ziekteverwekkende bacteriën die in groenten kunnen voorkomen zijn *Listeria monocytogenes* in sla, kool, peterselie en waterkers, *Shigella* in rauwe groenten, *Yersinia enterocolitica* en *Escherichia coli* O157:H7 in kiemgroenten. Van deze bacteriën is *L. monocytogenes* de meest voorkomende en ook van wezenlijk belang vanwege zijn ontwikkelingsmogelijkheden onder gekoelde omstandigheden. In verwerkte groenten is *Clostridium perfringens* een goede indicator voor de mate van hygiëne die is toegepast tijdens de bereiding. De bacteriologische contaminaties kunnen op allerlei manieren ontstaan. De belangrijkste oorzaken van contaminatie zijn gebruik van verontreinigd water, via kruisbesmetting door de mens, via feces van dieren en via opspatten vanaf de grond.

Bederf van groenten wordt ook veroorzaakt door bacteriën, maar dit zijn rottingsbacteriën zoals *Pseudomonas*, *Erwinia* en *Bacillus*. Bederf heeft over het algemeen geen voedselveiligheidsaspecten tot gevolg.

Virussen worden meestal op groenten overgebracht door mensen die met het virus zijn besmet en het product met ongewassen handen aanraken. Tijdens de oogst dient men alert te zijn op algemene hygiëne na toiletbezoek en zieke personeelsleden in het bijzonder. Een typisch voorbeeld van een virus dat op deze wijze tot besmetting kan leiden is *Hepatitis-A*. Rauw geconsumeerde groenten kunnen virus overdragen. Verhitting maakt de virusdeeltjes inactief.

Niet alleen bacteriën en virussen, maar ook parasieten kunnen ons via ons eten ziek maken. Met het toenemen van de welvaart is de overlast van parasieten in Nederland zeer sterk afgenomen, maar is het risico niet volledig verdwenen. Parasieten die groenten kunnen besmetten zijn meestal afkomstig van faecaal verontreinigd water, waarin de cysten van o.a. *Entamoeba histolytica* of *Giardia lamblia* kunnen voorkomen. Consumptie van met name rauwe groenten kan tot besmetting leiden. Als voedingsmiddelen (rauwe bosvruchten, rauw vlees) worden gekookt of gebakken dan worden de parasieten vernietigd.

Chemische risico's

Chemische gevaren in groenten zijn onder te verdelen in residuen van bestrijdingsmiddelen, nitraat, zware metalen, organochloorverbindingen, natuurlijke toxinen en radio-activiteit.

Residuen die achterblijven op groenten bestaan uit werkzame stof of afbraakproducten van het bestrijdingsmiddel dat bij de oogst nog aanwezig kan zijn. Om de consument te beschermen zijn normen vastgelegd in de Bestrijdingsmiddelenwet die aangeven hoeveel residu er maximaal op het geoogste product aanwezig mag zijn. Deze normen zijn getoetst op goed agrarisch gebruik, waarbij is uitgegaan van de laagste concentratie die nodig is voor een effectieve bestrijding van een ziekte of plaag. Overschrijding van deze normen kan een potentieel risico van de gezondheid betekenen, maar dit is afhankelijk van de mate van overschrijding, het eetpatroon en of men tot een kwetsbare groep behoort zoals baby's, zwangeren of ouderen. Bestrijdingsmiddelen mogen alleen worden gebruikt als de veiligheid van mens, dier en milieu kan worden gegarandeerd. Met betrekking tot voedselveiligheid worden de middelen getoetst op neurotoxische (schadelijkheid voor zenuwstelsel), carcinogene (kankerverwekkend) en teratogene (aantasting van de ongeboren vrucht) stoffen.

Nitraat is een stof die van nature in groenten en in het milieu voorkomt. Met name in bladgroenten en in mindere mate in knollen, bijvoorbeeld rode biet, is het gehalte aan nitraat hoog. Er zijn zomer- en winternormen vastgesteld voor sla, andijvie, spinazie en rode biet (verordening EG nr. 466/2001). Nitraat wordt bij consumeren van groenten onder invloed van menselijk speeksel omgezet in schadelijk nitriet.

Zware metalen die in groenten kunnen voorkomen zijn cadmium, lood en, sporadisch, kwik. Deze zware metalen worden opgenomen uit (verontreinigde) grond, via meststoffen en door depositie. Er zijn normen vastgesteld voor zware metalen in producten (verordening EG nr. 466/2001). Concentraties van zware metalen mogen niet te vaak tot overschrijdingen leiden in verband met het accumulatie-effect in het menselijk lichaam.

Organochloorverbindingen, zoals PCB's en dioxinen kunnen door de wortels van groenten uit de grond worden opgenomen. Voor dioxinen zijn, na diverse schandalen, door de EU maximale normen in voedsel vastgesteld, maar niet voor groenten. Er is wel een actiegrens voor dioxine in groente vastgesteld op 0,4 ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg product.

Natuurlijke toxinen in groenten zijn van oorsprong aanwezig en zijn onder te verdelen in fytotoxinen en mycotoxinen. Fytotoxinen zijn verbindingen die van nature in planten worden aangetroffen, zoals glyco-alkaloiden in aardappelen. Ook in tomaat komt deze stof voor bekend onder de naam tomatine. In koolsoorten komt glucosinolaat (organische zwavelverbinding) voor. In bonen bevinden zich eiwitverbindingen zoals tannines en lectines en in snijboon phasine. In rabarber en spinazie kunnen hoge gehalten aan oxalaat voorkomen. Bij normale consumptie en correcte bereidingswijzen behoeven deze toxinen geen gevaar op te leveren.

Mycotoxinen zijn giftige stofwisselingsproducten van schimmels, die bij inname via groenten acuut-toxische of chronisch-toxische effecten teweeg kunnen brengen. Een bekende stof is aflatoxine, die wordt gevormd door de schimmel *Aspergillus*

flavus en die voornamelijk in pinda's en noten wordt aangetroffen, maar ook in tuinbonen. Daarnaast komt patuline voor in groenten en appels, hetgeen wordt gevormd door *Penicillium*. Voor enkele mycotoxinen zijn maximale toegelaten gehalten vastgesteld in de Warenwet (o.a. aflatoxine B1).

Radio-activiteit van Cesium kan in groenten voorkomen na een kernramp, zoals in 1986 in Tsjernobyl is gebeurd. Er zijn normen opgesteld voor voedingsmiddelen van 600Bq/kg. Monitoring van groenten op radio-activiteit vindt nog steeds plaats in Nederland.

Fysische risico's

Fysische gevaren kunnen optreden tijdens het bedrijfsproces. De gevaren ontstaan door verontreinigingen door bijvoorbeeld stukjes glas, hout, steen of andere ongewenste materialen. Vooral bij oogst-, sorteer- en inpakwerkzaamheden kunnen deze verontreinigingen in het product verzeild raken. In het geval van verwerking van groenten heeft de verwerkende industrie grote moeite met de aanwezigheid van fysische verontreinigingen.