



# De stroom van grondstoffen en reststoffen in de biologische champignonteelt

Rapportage binnen het kader van het Koepelprogramma Biologische Landbouw

Gerben Straatsma

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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.

Het Koepelprogramma Biologische Landbouw, gefinancierd door het ministerie van LNV, stimuleert de samenwerking en afstemming van verschillende onderzoekprogramma's biologische landbouw binnen Wageningen UR. Voor meer informatie over het Koepelprogramma zie [www.biologischelandbouw.net](http://www.biologischelandbouw.net).

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Paddestoelen

Adres : Peelheideweg 1, 5966 PJ America

: Postbus 6042, 5960 AA Horst

Tel. : 077 - 4647575

Fax : 077 - 4641567

E-mail : [infopaddestoelen.ppo@wur.nl](mailto:infopaddestoelen.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING .....	5
2 MATERIALEN EN METHODEN.....	6
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE .....	7
4 REFERENTIES.....	11
BIJLAGE 'COMPOSTEREN EN TEELT'.....	12

# Samenvatting

Eind 2002 heeft de programmaleiding van het door het Ministerie van LNV geïnitieerde **Koepelprogramma Biologische Landbouw (401-I)** een opdracht gegeven aan PPO-Paddestoelen om te rapporteren over de positie van de biologische paddestoelenteelt op intersectoraal en (inter)-regionaal niveau. De kern van de rapportage zou moeten bestaan uit een tabel die de stromen van grondstoffen en producten kwantitatief weergeeft.

De belangrijkste kengetallen zijn dat er 2.000 ton biologische champignons per jaar in Nederland worden geproduceerd en dat hiervoor 10.000 ton aan grondstoffen nodig is voor de compostbereiding, dat er 3.000 ton dekaarde nodig is en dat er bijna 7.000 ton afgewerkte compost en dekaarde (champost) wordt geproduceerd. Voor de productie van stro, een van de belangrijkste grondstoffen, is een areaal van ongeveer 500 ha tarweteelt nodig. Champost mag binnen de geldende regelgeving maximaal in een hoeveelheid van 20 ton per ha worden toegepast en kan dus gebruikt worden voor de bemesting van bijna 350 ha akker- en tuinbouwgrond.

Het overzicht in tabel- en schemavorm van de stromen grondstoffen en producten verduidelijkt de intersectorale positie van de champignonteelt. Dit kan een aanzet zijn bij het signaleren en oplossen van knelpunten in de grondstoffenvoorziening in de biologische champignonteelt en in de afzet van restproducten in andere sectoren. 'Intern' heeft de biologische champignonteelt een knelpunt in de compostbereiding door de grote variatie in de samenstelling van de grondstoffen voor de compost. Schaalvergroting van de hele biologische sector zou tot een continue stroom van grondstoffen van meer constante samenstelling kunnen leiden. Voorts zijn er twee negatieve duurzaamheidsaspecten. De productie van compost gebeurt voor de biologische teelt in de open lucht. Daaraan is lozing van  $\text{NH}_3$  in de atmosfeer verbonden. Dat is niet alleen een potentieel milieuprobleem maar laat ook stikstof uit de kringloop verdwijnen. Een belangrijk restproduct van de champignonteelt, champost, verdwijnt in de gangbare afzetkanalen / sectoren terwijl het in andere biologische teelten als meststof (relatief zeer constant in kwaliteit) aangewend kan worden.

# 1 Inleiding

Een overzicht van de in- en uitgaande stromen in de biologische champignonteelt is een hulpmiddel om de intersectorale positie van de champignonteelt duidelijk te krijgen. Dit kan een aanzet zijn bij het signaleren en oplossen van knelpunten in de grondstoffen voorziening in de biologische champignonteelt en in de afzet van restproducten in andere plantaardige sectoren. Het is belangrijk om in het biologisch productiesysteem de kringlopen van (an)organische stoffen te kunnen sluiten. Een overzicht in de vorm van een tabel staat in deze rapportage centraal. De getallen in de tabel zijn gebaseerd op gefundeerde schattingen. De tabel wordt kort toegelicht.

Globale informatie over compostering en teelt van de champignons wordt in de bijlage gegeven. Het restproduct champost is een waardevolle organische meststof (Bokhorst & ter Berg 2001). Bovendien heeft champost (planten)-ziektenwerende eigenschappen (FC Zoon, J Postma in Marcelis).

Het eventuele gebruik van alternatieve grondstoffen en de beschikbaarheid van hoogontwikkelde composteringstechnieken bieden vanuit de champignon/paddestoelen-sector mogelijkheden aan andere sectoren:

- i) met alternatieve grondstoffen zou een beter bruikbaar restproduct, champost, kunnen worden geproduceerd. o.a. is verlaging van de zoutenlast nodig.
- ii) het is denkbaar dat champost met een nabehandeling een verhoogde ziekteverendheid krijgt door een inoculatie en een korte na-compostering.
- iii) voor de paddestoelensector is hergebruik van afgewerkt substraat denkbaar.

Deze rapportage is een product van het Koepelprogramma Biologische Landbouw. De programmaleider van het Koepelprogramma, J.A.C. Meijs, is tevens hoofd van het Innovatiecentrum Biologische Landbouw.

## 2 Materialen en Methoden

De compostproductie en de bedrijfsstructuren zijn aan veranderingen onderhevig: tot voor kort waren er twee bedrijven in Nederland die compost produceerden voor de biologische champignonteelt. Onlangs is één van de bedrijven failliet gegaan. De afnemers van dit bedrijf schakelen nu over op compost van een Duits bedrijf.

Omdat er procesmatig en teelttechnisch weinig verschillen zijn tussen gangbare en biologische teelt hebben we een overzicht voor de gangbare sector gebruikt voor schattingen voor de biologische sector. Het overzicht voor de gangbare sector zal binnenkort gepubliceerd worden als een PPO-rapport. In de omrekening van gangbare naar biologische compost moeten we echter rekening houden met een andere receptuur voor de compost in de biologische sector. Het gebruik van (gangbare) paardenmest is niet toegestaan. In plaats van paardenmest worden biologisch stro en biologische mestsoorten gebruikt. Voor de omrekening wordt uitgegaan van gelijke hoeveelheden droge stof en stikstof in paardenmest en in het mengsel van stro en mest. Door deze berekeningen krijgt het overzicht in dit rapport iets 'virtueels'. Meer duidelijkheid kan echter niet gegeven worden gezien de telkens optredende veranderingen in de biologische champignonteelt.

### 3 Resultaten en Discussie

De tabel waar het in deze rapportage om gaat is gebaseerd op een overzicht van de in en uitgaande stromen in de gangbare champignonteelt. Dit overzicht zal binnenkort gepubliceerd worden als een PPO-rapport. In de gangbare sector worden in Nederland jaarlijks ongeveer 300.000 ton champignons geproduceerd en in de biologische sector ongeveer 2.000 ton. Wij hebben geen enkele informatie die er op duidt dat de (biologische) processen in de biologische sector anders zijn dan in de gangbare sector. Er zijn echter problemen met de kwaliteit van de compost door de variatie in de grondstoffen voor de compost. Dit resulteert in een iets lagere champignon opbrengst dan normaal en daardoor zal de conversie van compost naar champignons iets lager zijn. Misschien dat problemen met ziekten en plagen iets meer voorkomen in de biologische teelt en dat dit ook in enige opbrengst vermindering kan resulteren.

Er zijn een aantal knelpunten bij de vertaalslag van gangbaar naar biologisch die niet onvermeld moeten blijven. De compostreceptuur in de biologische sector wijkt af. De huidige paardenmest heeft geen toelating voor de biologische teelt van champignons. Paardenmest kan evenwel vervangen worden door stro en kuikenmest, of een andere stikstofbron. In de tabel is hierop al een voorschot genomen; er is geen opgave gedaan van de stroom paardenmest in de gangbare sector - deze is al omgerekend naar een vergelijkbare stroom stro en kuikenmest. De meest belangrijke kwaliteitsparameters van compost zijn het vocht- en stikstof-gehalte. In een receptuur-berekening worden deze parameters gelijk gehouden voor de recepten met en zonder paardenmest. Dit heeft echter wel tot gevolg dat er een verschil ontstaat in as-gehalte (dat zal lager worden als er geen paardenmest wordt gebruikt - en als de manier van composteren verder gelijk blijft). Welk effect dit heeft op het as-gehalte in het afgewerkte substraat is niet meteen duidelijk. In het overzicht gebruiken we de samenstelling van het afgewerkte substraat uit de gangbare sector. Dit levert een overschatting op voor het asgehalte van de afgewerkte compost in de biologische sector. Dit resulteert in een niet-sluitende balans; er lijkt meer 'as' uit de champignonteelt te komen dan erin gaat. Dit is onmogelijk. Fouten in schattingen zullen ook de oorzaak zijn voor het stikstofgat in de balans en fosfor overschot. Het overzicht kan dus niet gebruikt worden om balansen te berekenen; de eventueel berekende waarden geven alleen een grootte orde aan (met misschien wel een afwijking tot 20 %).

De grondstoffen voor de biologische champignonteelt in Nederland zijn afkomstig uit Duitsland, Nederland en Denemarken. Een groot deel van het gebruikte biologische stro komt uit het oosten van Duitsland. Het benodigde graan-areaal kan berekend worden met het uitgangspunt dat per ha 5 ton stro geproduceerd wordt (Staniforth 1979, Jorgensen & Olesen 2002)

Het restproduct van de teelt, champost, wordt alleen in incidentele gevallen afgezet in een biologische teelt (bv fruit). De meeste biologische champost 'verdwijnt' dus in de gangbare kanalen en wordt niet benut als biologische meststof.

De biologische composteerdere worden doorlopend geconfronteerd met grote verschillen tussen partijen grondstoffen met betrekking tot hun samenstelling (Van Roestel). Dit is ongewenst omdat de composteerdere hun composteringsproces zouden moeten aanpassen aan de grondstoffen die beschikbaar zijn op een bepaald moment. In principe is zo een aanpassing mogelijk maar praktisch levert dit altijd problemen op. Dit resulteert in wisselingen in de compostkwaliteit. In principe zou de teler hierop zijn teeltproces kunnen aanpassen maar ook dat is in de praktijk niet realiseerbaar. Kortom, er is een knelpunt in de constantheid van de compostkwaliteit die veroorzaakt wordt door een knelpunt in de constante beschikbaarheid van constante reststromen uit andere sectoren (stro, mest). Het overzicht in dit rapport kan een hulpmiddel zijn om de samenwerking tussen de verschillende biologische sectoren te verbeteren. De samenhang van sectoren wordt in het koepelprogramma bekeken. Dit moet leiden tot initiatieven die de verschillende knelpunten in de verschillende sectoren moeten minimaliseren.

Fase-I voor de biologische teelt wordt momenteel op twee bedrijven in Duitsland uitgevoerd in open systemen. De composterebedrijven in Nederland in de gangbare sector mogen geen NH<sub>3</sub> lozen. Deze NH<sub>3</sub> komt vrij tijdens het composteren maar door het gebruik van 'tunnels' om in te composteren ontstaat controle over de (afval)luchtstroom en kan NH<sub>3</sub> met luchtwassers teruggewonnen worden (binding aan

zwavelzuur; het gevormde  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  wordt teruggevoerd als N-houdende grondstof). Fase-I compostering geeft de grootste problemen met eventuele  $\text{NH}_3$  uitstoot. Luchtwassing kan in de open systemen voor de biologische teelt niet worden toegepast. Milieutechnisch zou dat wel moeten gebeuren. De paradoxale situatie zou kunnen ontstaan dat het met zwavelzuur opgevangen  $\text{NH}_3$  niet toegelaten zal worden voor hergebruik als grondstof voor biologische compost.

Bij het maken van het overzicht hebben we een spreadsheet gebruikt waarin koppelingen zijn gemaakt tussen grondstoffen met betrekking tot hun vocht- en stikstofgehalte. Dit spreadsheet is gemakkelijk om te werken tot een hulpmiddel om compostrecepten te berekenen. De biologische composteerders worden doorlopend geconfronteerd met grote verschillen tussen partijen grondstoffen. Anticiperen op verschillen door aanpassing / verbetering van de receptuur kan helpen om problemen te voorkomen. Eigenlijk worden aan de compostbedrijven in de biologische sector hogere eisen gesteld met betrekking tot flexibiliteit in receptuur en procesgang dan aan de bedrijven in de gangbare sector. Deze laatste bedrijven werken grootschalig en kunnen variaties makkelijker 'weg mengen'. Ook zijn de grootschalige bedrijven beter uitgerust voor monitoring en sturing.



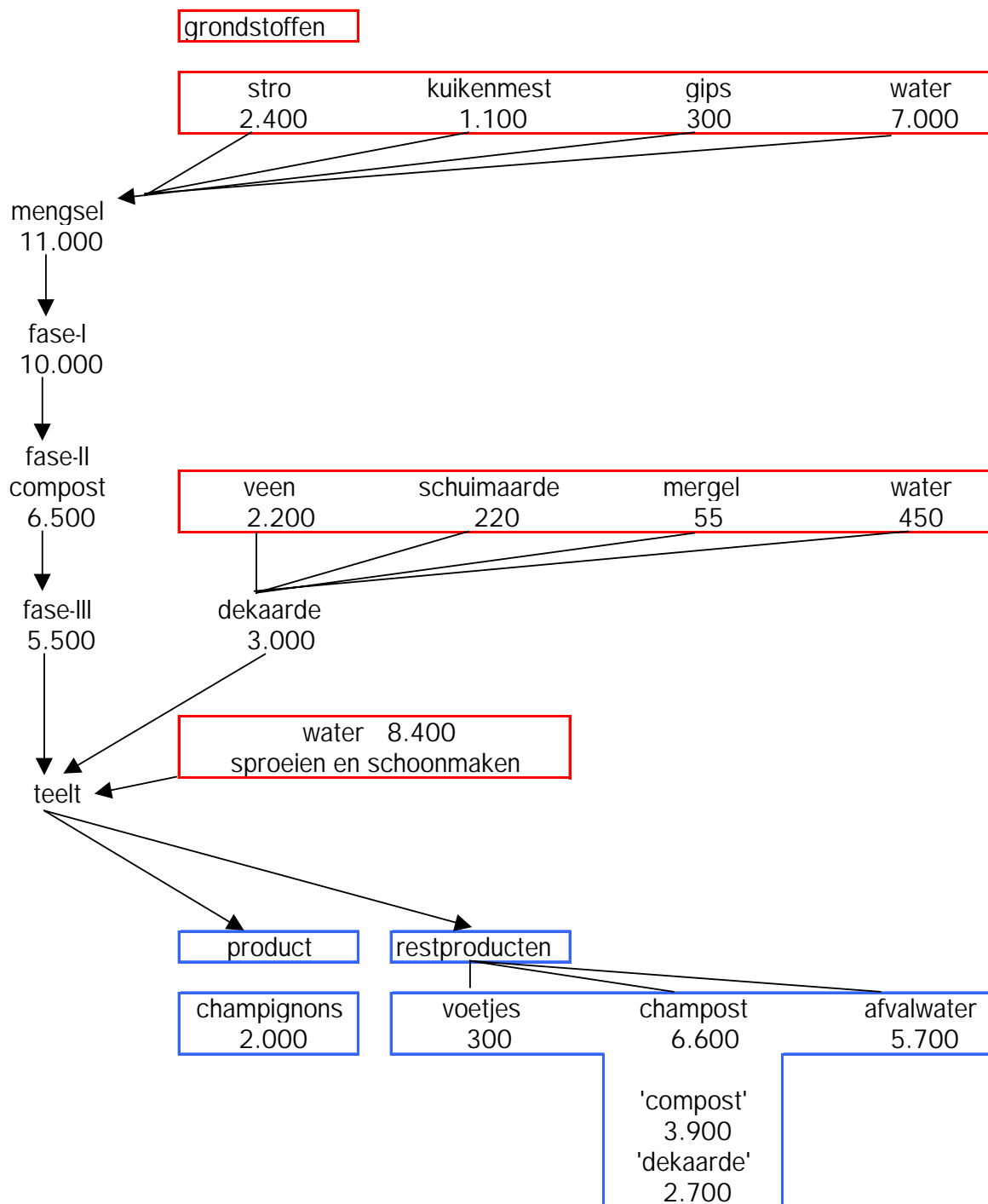
Tabel. Overzicht van de in- en uitgaande stromen in de biologische champignonteelt in Nederland per ton geproduceerde champignons; een extrapolatie op basis van de stromen in de gangbare sector. Gehalten zijn als fracties weergegeven (dus niet als percentages of als kg / 100 kg). In 2002 bedroeg de productie van biologisch geteelde champignons ongeveer 2000 ton.

		hoeveelheid	gehalte	(in ds)		
		ton	ds	N	P2O5	as
<b>IN</b>						
(grondstoffen voor mengsel)						
1	stro	1.19	0.817	0.0067	0.0023	0.082
2	SKM, kuikenmest-stapelbaar	0.54	0.575	0.0550	0.0345	0.148
3	water	3.43	0.0			
4	gips	0.15	0.560			1.0
	mengsel	5.31	0.256			
(composterings fasen)						
	fase-I	4.91	0.267			
	fase-II, entbare compost	3.11	0.310			
	fase-III, doorgroeide compost	2.70	0.341	0.0234		0.316
5	bijvoedmiddel	0.04	0.890	0.0870	0.0170	0.067
(grondstoffen voor dekaarde)						
6	veen	1.10	0.170	0.0080	0.0016	0.050
7	schuimaarde	0.11	0.600	0.0040	0.0169	0.920
8	mergel	0.03	0.900			1.0
9	water	0.22				
	dekaarde	1.46	0.220	0.0055	0.0128	0.325
	water; sproeien en schoonmaken					
<b>UIT</b>						
10	champignons	1	0.070	0.0540	0.0272	0.100
11	voetjes afval	0.15	0.070	0.0540	0.0272	0.100
12	afvalwater compostering / teelt					
13	champost	3.26	0.321	0.0182	0.0114	0.402
	rest compost	1.93	0.377			
	rest dekaarde	1.33	0.241			

Areaal tarwe voor de productie van 1 ton tarwe stro is 5 ha; voor de productie van 2.000 ton champignons is een tarwe areaal nodig van  $2.000 * 1.19 / 5 = \sim 500$  ha. In 2002 kwam het biologische tarwe stro vooral uit het oosten van Duitsland.

Bij de productie van 2.000 ton champignons komt ongeveer 6.600 ton champost vrij. Voor de afzet van deze hoeveelheid champost is een minimaal areaal land / tuinbouwgrond nodig van ongeveer  $6.600 / 20 = 330$  ha (regelgeving BOOM en MINAS staan een gebruik toe van ongeveer 20 ton perha per jaar). Overigens verdwijnt bijna alle biologische champost in de afzetkanalen van de gangbare teelt.

Figuur. Schematische weergave van de grondstoffen en producten stromen in de biologische champignonteelt in tonnen (productie biologische champignons in 2002 ongeveer 2.000 ton).



## 4 Referenties

- Bokhorst J. & ter Berg C. 2001. *Handboek mest en compost*. LBI, Driebergen.
- Jorgensen LN & Olesen JE. 2002. Fungicide treatments affect yield and moisture content of grain and straw in winter wheat. *Crop protection* 21, 1023-1032.
- Marcelis LFM. Organische Stofmanagement. Project in programma 400-II 'Systeeminnovatie biologische gesloten teelten'.
- Postma J. zie Marcelis.
- Staniforth AR. 1979. *Cereal Straw*. Clarendon.
- Van Griensven LJLD. 1987. *De teelt van champignons*. CNC, Milsbeek.
- Van Loon PCC. 2002. *Biologische compostbereiding*. PPO-Paddestoelen publicatienummer 2002-5.
- Van Roestel AJJ. BIOM Paddestoelen. Project in programma 400-II 'Systeeminnovatie biologische gesloten teelten'.
- Zoon FC. zie Postma / Marcelis.

## bijlage 'composteren en teelt'

Composteren en teelt verlopen volgens onderstaand schema:

	Procesruimte	Temperatuur, °C	inoculatie	tijdsduur, dagen
mengen grondstoffen	menghal			1
1 fase-I	tunnel	70		6
2 fase-II	tunnel	45	fase-II compost	6
3 fase-III	tunnel	24	champignonbroed	14
4 teelt, dekaarde ingroei	teeltcel	24		10
knopvorming en uitgroei	idem	20		30

De eerste drie processen zijn bulk-processen die in zogenaamde tunnels worden uitgevoerd. Tunnels zijn proceshallen met een roostervloer en een systeem om lucht te circuleren door de substraat-stapel op de vloer. In tunnels is een goede procescontrole mogelijk. Voor fase-I en fase-II worden tunnels met een verschillende constructie / uitrusting gebruikt. Tunnels voor fase-II zijn ook voor fase-III geschikt. De metabole processen in de champignonteelt zijn heterotroof waarbij naast CO<sub>2</sub> ook warmte wordt geproduceerd. Deze warmte-productie is van doorslaggevend belang bij de procesgang; de uitrusting en controle is vooral gericht op een gecontroleerde warmte-afvoer. Deze afvoer verloopt vooral door het verdampen van water. Door de droge stof afbraak, de warmte productie en de verdamping verandert de verhouding van droge stof en water in het substraat. Dit maakt het composteren complex.

De hoge temperatuur tijdens fase-I is nodig voor een 'ontsluiting' van het (plantaardige) celwandmateriaal in de grondstoffen. Na fase-I moet het materiaal goed vocht kunnen vasthouden en moet de structuur enerzijds een goede compressie van het substraat mogelijk maken en anderzijds moet porositeit overblijven voor gas-uitwisseling. De betekenis van microstructurele en biochemische veranderingen in het celwandmateriaal als voorwaarde voor de toegang van dit materiaal door de champignonschimmel en zijn extra-celulaire enzymen is onduidelijk.

Na fase-II moet de compost 'selectief' zijn voor de champignonschimmel. Het geïnoculeerde champignonbroed moet goed kunnen uitgroeien en concurrerende en ziekteverwekkende organismen moeten afwezig zijn of in ieder geval geen kans krijgen. Selectiviteit berust vooral op de aanwezigheid van de thermofiele schimmel *Scytalidium thermophilum* die zich tijdens fase-II ontwikkelt. Deze schimmel komt algemeen voor, oa in de compost-grondstoffen, maar zijn aanwezigheid in de compost na fase-I met zijn hoge temperatuur is niet gegarandeerd. Daarom wordt dit materiaal voor het begin van fase-II bijgeënt met materiaal dat fase-II al doorlopen heeft en dus *Scytalidium* bevat.

Fase-III start met de inoculatie van champignonmycelium. Dit inoculum wordt op industriële schaal gemaakt en bestaat uit gesteriliseerd graan dat doorgroeit is met champignonmycelium. Champignonmycelium herstelt zich snel na verstoring van zijn samenhang. Daarom kan de compost in een relatief goedkoop bulk proces doorgroeit worden met mycelium en kan dit doorgroeide substraat zonder negatieve gevolgen uit de tunnel gehaald worden, getransporteerd en gevuld worden in teeltcellen. De simpele regeneratie maakt het mogelijk om na de doorgroei nog stoffen door het substraat te mengen. Dit wordt gedaan met zogenaamde bijvoedmiddelen, eiwitrijke stoffen die de uiteindelijke champignonopbrengst verhogen, vooral als de compost een suboptimale hoeveelheid stikstof bevat.

Champignons kunnen zich niet direct op het substraat vormen. Het substraat moet worden afgedekt met dekaarde dat een veel lager zouten-gehalte moet hebben dan compost en dat micro-organismen moet bevatten die de champignonvorming stimuleren. Dekaaarde bevat veel veen; veen is geen specifieke voorwaarde voor vruchtlichaamvorming maar wordt gebruikt om zijn water vasthoudend vermogen. Naast voldoende stikstof is een goede vochtvoorziening van groot belang voor een optimale opbrengst aan champignons.