

'N STUDIE VAN VERSKILLENDE DEKLAAGMATERIALE IN DIE
KOMMERSIËLE VERBOUING VAN *AGARICUS BRUNNESENCENS* PECK.

deur

MARTMARI SMIT

Voorgelê ter vervulling van 'n deel van die
vereistes vir die graad

MAGISTER SCIENTAE

in die

Fakulteit Wis- en Natuurkunde
Departement Plantkunde
Universiteit van Pretoria
Pretoria

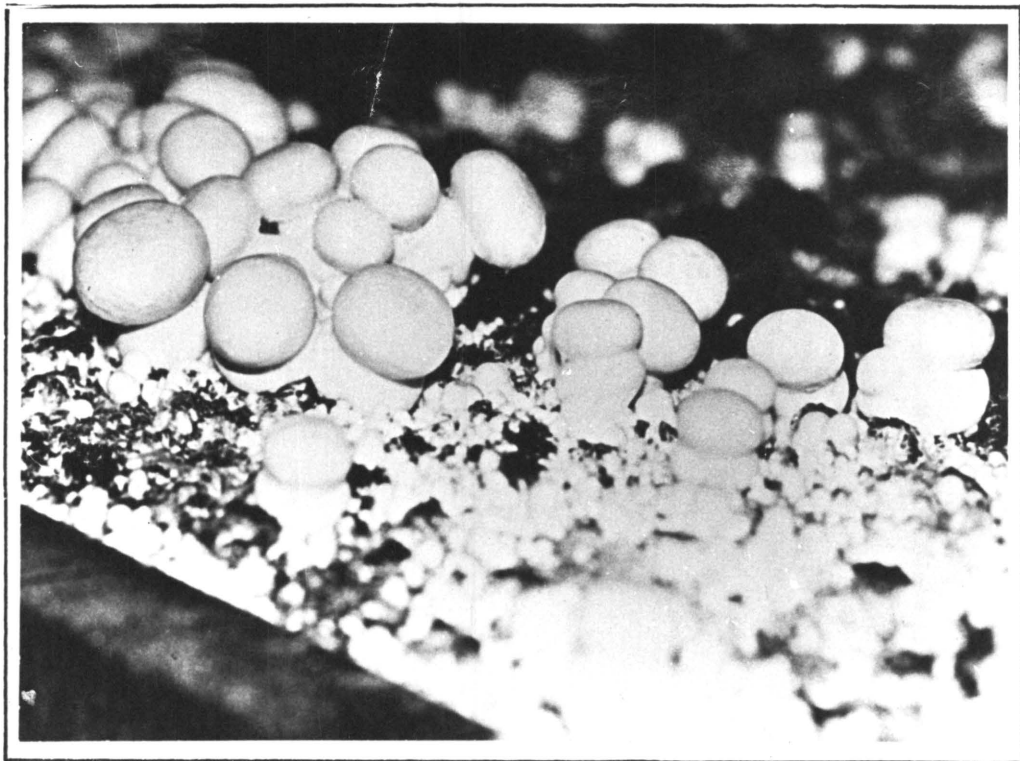
Promotor:

Professor A Eicker

Februarie 1984

Our main line of research may be expressed perhaps best as to look for and to understand those cultural practices and treatments that provide the best ecological conditions in the casing soil to harbour the relevant microflora and so to obtain the main function of the casing layer: 'production of mushrooms in quantity'

Visscher (1978)



INHOUDSOPGAWE

LYS VAN FIGURE -----	(iv)
LYS VAN TABELLE -----	(vi)
 <u>HOOFSTUK 1</u>	
<u>INLEIDING</u> -----	1
 <u>HOOFSTUK 2</u>	
<u>LITERATUUROORSIG</u> -----	4
2.1 <u>NOODSAAKLIKE DEKLAAGEIENSKAPPE VIR BASIDIO=</u>	
<u>KARPVORMING</u> -----	4
2.1.1 <u>Waterhoukapasiteit</u> -----	4
2.1.2 <u>Tekstuur en struktuur</u> -----	8
2.1.3 <u>pH</u> -----	10
2.1.4 <u>Elektriese geleidingsvermoë</u> -----	11
2.1.5 <u>Mikroflora</u> -----	13
2.2 <u>SAMESTELLING VAN DEKLAAGMATERIAAL</u> -----	22
2.2.1 <u>Veen</u> -----	23
2.2.2 <u>Papierpulp</u> -----	27
2.2.3 <u>Gebruikte kompos</u> -----	28
2.2.4 <u>Ander</u> -----	31
 <u>HOOFSTUK 3</u>	
<u>MATERIAAL EN METODEDES</u> -----	33
3.1 <u>MATERIAAL</u> -----	33
3.1.1 <u>Veen (kontrolemateriaal)</u> -----	33
3.1.2 <u>Papierpulp</u> -----	34
3.1.3 <u>Gebruikte kompos</u> -----	34
3.1.3.1 <u>Veroudering van kompos</u> -----	34
3.1.3.2 <u>Waterford kompos</u> -----	35
3.1.3.3 <u>Kyalami/Bothasfontein kompos</u> -----	35
3.1.3.4 <u>Gebruikte kompos en geaktiveerde hout=</u> <u>skool</u> -----	35

3.1.4	<u>Vermikuliet</u>	-----	36
3.1.4.1	Veen en vermikuliet	-----	36
3.1.4.2	Gebruikte kompos en vermikuliet	-----	36
3.2	<u>METODES</u>	-----	37
3.2.1	<u>Fisies chemiese aspekte van deklaagmate=</u>		
	<u>riaal</u>	-----	37
3.2.1.1	pH van die substrate	-----	38
3.2.1.2	Konduktiwiteit	-----	38
3.2.1.3	Poriegrootte	-----	39
3.2.1.4	Waterhouvermoë	-----	40
3.2.2	<u>Mikrobiologiese aspekte</u>	-----	40
3.2.2.1	Populasiedigtheid van bakterieë	-----	40
3.2.2.2	Populasiedigtheid van fungusse	-----	42
3.2.2.3	Taksonomie van die geïsoleerde fungusse		43
3.2.2.3.1	Isolering van fungusse	-----	43
3.2.2.3.2	Bewaring van reinkulture	-----	44
3.2.2.3.3	Mikroskooppreparate	-----	45
3.2.2.3.4	Dekglaskulture	-----	45
3.2.2.3.5	Ligmikroskopiese ondersoek van die fun=		
	gusse	-----	46
3.2.2.3.6	Identifisering van fungusse	-----	46
3.2.2.4	Termofiele fungusse	-----	46
3.2.3	<u>Verbouing van <i>Agaricus brunnescens</i></u>	-----	47
3.2.3.1	Vorbereiding van die kaste	-----	47
3.2.3.2	Eksperimentele groeikamer en omgewings=		
	toestande	-----	49
3.2.3.3	Produksie van sampioene	-----	51
3.2.4	<u>Veroudering van gebruikte kompos op die</u>		
	<u>kampus</u>	-----	52
3.2.4.1	Fisies chemiese aspekte van die materiaal		53
3.2.4.2	Mikrobiologiese aspekte	-----	53
3.2.4.3	Produksie van sampioene	-----	53
	<u>HOOFSTUK 4</u>		
	<u>RESULTATE EN BESPREKING</u>	-----	64
4.1	<u>PAPIERPULP</u>	-----	64

4.1.1	<u>Bespreking</u>	-----	66
4.2	<u>VERMIKULIET</u>	-----	67
4.2.1	<u>Bespreking</u>	-----	71
4.3	<u>GEBRUIKTE KOMPOS</u>	-----	73
4.3.1	<u>Bespreking</u>	-----	75
4.4	<u>VEROUDERING VAN KAMPUSKOMPOS</u>	-----	77
4.4.1	<u>Bespreking</u>	-----	81

HOOFSTUK 5

	<u>GEVOLGTREKKING</u>	-----	85
--	-----------------------	-------	----

	<u>OPSOMMING</u>	-----	89
--	------------------	-------	----

	<u>SUMMARY</u>	-----	91
--	----------------	-------	----

	<u>DANKBETUIGINGS</u>	-----	93
--	-----------------------	-------	----

	<u>CURRICULUM VITAE</u>	-----	94
--	-------------------------	-------	----

	<u>BYLAAG 1</u>	-----	95
--	-----------------	-------	----

	<u>LITERATUURVERWYSINGS</u>	-----	96
--	-----------------------------	-------	----

LYS VAN FIGURE

- FIGUUR 1: Kommersiële verbouing van *Agaricus brunnescens* Peck..
- FIGUUR 2: Diagramatiese voorstelling van die voorbereiding van deklaskulture.
- FIGUUR 3: A & B. Sampoene is in asbesbakke (oppervlak=te ongeveer 0,13 m²) onder gekontroleerde toestand gekweek.
- FIGUUR 4: Fungusse wat parasities op sampioenmiselium leef.
- A. *Chrysosporium* sp. (geelskimmel) uit die veen geïsoleer.
 - B. Chlamydospore van *Mycogone perniciososa* (natvrot) uit gebruikte kompos geïsoleer.
 - C. *Verticillium fungicola* (droëvrot) uit die veen geïsoleer.
- FIGUUR 5: Verskeie groenskimmels wat kompetierend vir die sampioenmiselium kan wees is uit die verskillende deklaagmateriale geïsoleer, onder andere spesies van
- A. *Aspergillus*,
 - B. *Cladosporium* en
 - C. *Trichoderma*.
- FIGUUR 6: A. Kulture van *Penicillium* spp. uit verskillende deklaagmateriale geïsoleer.
- B. Anamorf van 'n *Penicillium* sp..
 - C. Teleomorf (*Talaromyces*) van 'n *Penicillium* sp..
- FIGUUR 7: Enkele fungusse uit veen geïsoleer.

- A. Askusse en askospore van *Aspergillus fischeri*.
- B. *Gliomastix* sp..
- C. *Acremoniella* sp..
- D. Sigospore van *Zygorhynchus moelleri*.
- E. *Humicola grisea*.

FIGUUR 8: Enkele fungusse uit papierpulp geïsoleer

- A. *Chromelosporium ollare*.
- B. *Nigrospra oryzae*.
- C. *Stachybotrys atra*.
- D. *Chrysonilia sitophila*.

FIGUUR 9: Enkele fungusse uit gebruikte kompos geïsoleer

- A. Askokarp van *Pseudeurotium* sp..
- B. Askospore van *Pseudeurotium* sp..
- C. Piknidium van *Chaetobolisia* sp..
- D. *Drechslera* sp..

FIGUUR 10: 'n Grafiese voorstelling van produksie wat met veen en met gebruikte kompos op verskillende stadiums van veroudering verkry is, asook die verandering van sekere eienskappe van die gebruikte kompos oor 'n tydperk van een jaar.

FIGUUR 11: 'n Grafiese voorstelling van produksie wat met verskillende deklaagmateriale verkry is.

LYS VAN TABELLE

- TABEL 1: Fungusspesies wat skadelik mag wees in die verbouing van sampioene. *Fungusse wat parasities leef op die sampioenmiselium; die ander leef in kompetisie met die sampioen (Vedder 1978; Van de Geijn 1982; Wuest 1982).
- TABEL 2: Verskillende fungusspesies wat uit die verskillende deklaagmateriale geïsoleer is. *Fungusse wat skadelik mag wees in die verbouing van sampioene (kyk ook Tabel 1).
- TABEL 3: 'n Vergelyking van fisiese- en chemiese eienskappe tussen Suid-Afrikaanse- en Engelse papierpulp (Eicker 1980).
- TABEL 4: 'n Vergelyking van sekere eienskappe en produksie met veen en papierpulp as deklaagmateriale verkry.
- TABEL 5: Produksie in kg/m^2 (kg/ton) en die gemiddelde getal vrugliggame per kas wat met veen en papierpulp as deklaagmateriaal oor drie breke verkry is.
- TABEL 6: 'n Vergelyking van sekere eienskappe en produksie wat met veen en verskeie vermikulietmengsels as deklaagmateriaal verkry is.
- TABEL 7: 'n Vergelyking tussen sekere eienskappe van die verskillende substrate sonder en met die byvoeging van vermikuliet.
- TABEL 8: 'n Vergelyking van sekere eienskappe en produksie met veen en met verskillende tipes gebruikte kompos as deklaagmateriaal verkry.

TABEL 9: n Vergelyking tussen sekere eienskappe asook produksie met veen as deklaagmateriaal verkry en dié met gebruikte kompos op verskillende stadiums van veroudering verkry.

TABEL 10: n Vergelyking tussen sekere eienskappe asook produksie wat met gebruikte kompos wat vir twee jaar buite gelaat is, nie oopgesprei en geloog was nie en gebruikte kompos wat vir een jaar in die buitelug oopgesprei en kunsmatig geloog was, verkry is.

HOOFSTUK 1

INLEIDING

Die eetbare sampioen *Agaricus brunnescens* Peck. word reeds vanaf die sestiende eeu verbou. Die verbouing van eetbare sampioene het waarskynlik oorspronklik in Frankryk begin waar dit in grotte en steengroewe gekweek is. Sedertdien is dit bekend dat sampioenmiselium wat in kompos groei nie vrugliggame (sampioene) vorm, indien dit nie eers met 'n deklaagmateriaal bedek word nie.

In teenstelling met die kompos is die deklaag 'n relatief "arm" medium wat die konsentrasie voedingstowwe wat dit bevat betref. Nietemin word die deklaag totaal deur sampioenmiselium gekoloniseer en dis juis hier waar die kritieke verandering, van die vegetatiewe- na die reprodusiewe fase, plaasvind. Die potensiaal van die kompos om sampioene te kan produseer word tot 'n groot mate deur die bepaalde deklaagmateriaal en die bewerking daarvan bepaal.

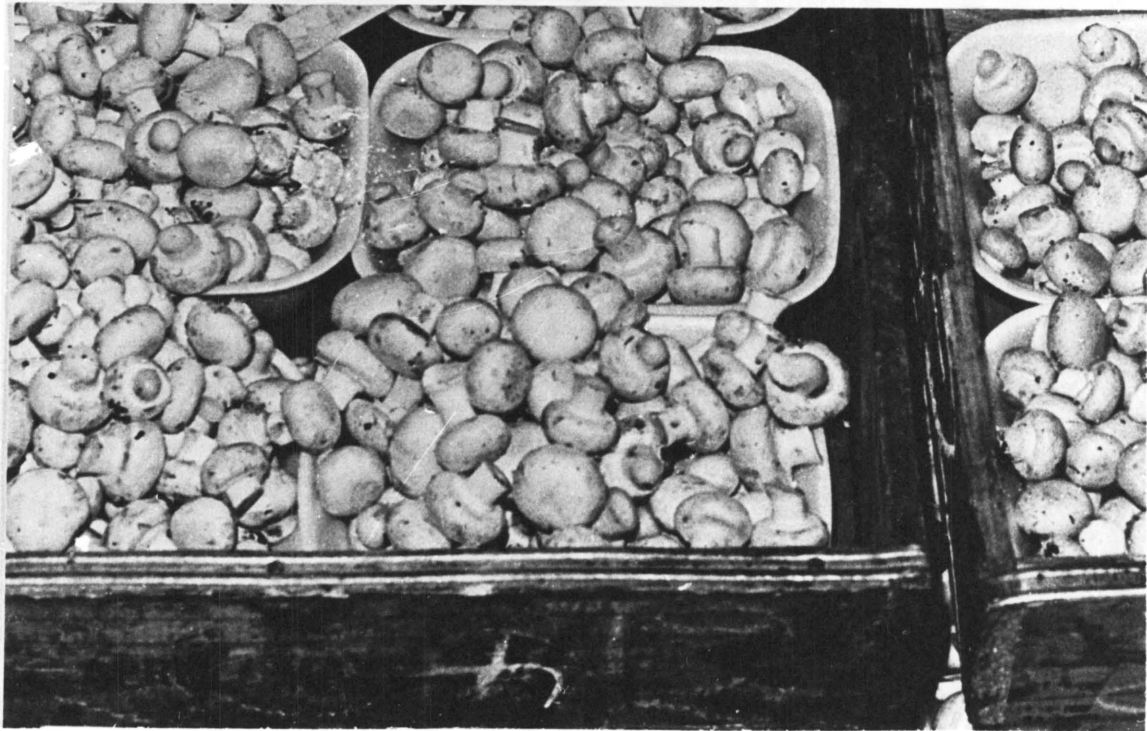
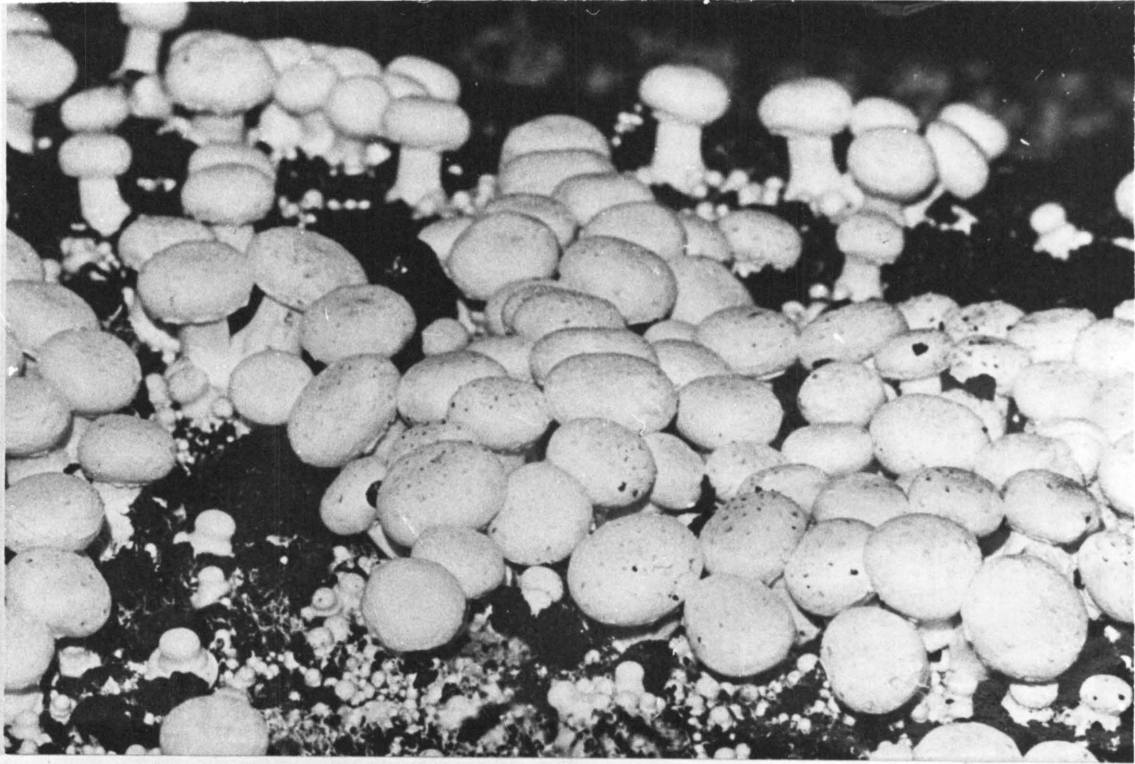
Baie aandag is al aan die oorsake van vrugliggaamvorming geskenk en die rol wat die deklaag in die proses speel. Verskeie faktore betreffende die aard, struktuur en samestelling van die deklaagmateriaal bepaal uiteindelik die kwaliteit en die opbrengs van sampioene. Intensiewe navorsing word gedoen om steeds beter substrate te vind, met die regte kombinasie van eienskappe en wat sodoende produksie verhoog.

In die kommersiële verbouing van die sampioen, *A. brunnescens* is die kompos vroeër met 'n lagie leemgrond van ongeveer vier sentimeter dik bedek. Sedert 1947 word veengrond en veenmos algemeen as hoofbestanddeel van deklaagmateriaal gebruik (Stoller 1978; Visscher 1982). Die feit dat die veenbronne oor die wêreld heen sowel as in Suid-Afrika uitgeput begin raak, lei daartoe dat veen al moeiliker bekombaar raak en dat die koste van veen gedurig styg. Dit het

dus nodig geword om 'n ekonomiese alternatief vir veen as deklaagmateriaal te vind (Figuur 1).

In hierdie studie is daar met verskeie moontlike substraate wat as deklaag kan dien geëksperimenteer. Verskillende eienskappe wat moontlik 'n rol mag speel in die inisiëring van basidiokarpvorming is telkens ondersoek. Verder is verskillende materiale as potensiële deklaagmateriale ge-evalueer ten opsigte van chemiese, fisiese en biologiese eienskappe, en is die produksie van sampioene met elke substraat vasgestel.

FIGUUR 1: Kommersiële verbouing van *Agaricus brunnescens*
Peck..



HOOFSTUK 2

LITERATUUROORSIG

2.1 NOODSAAKLIKE DEKLAAGEIENSKAPPE VIR BASIDIOKARPVORMING

Die presiese rede waarom die oorplasing van 'n deklaag basidiokarpvorming inisieer is nog nooit bevredigend verklaar nie. Daar word gemeen dat die deklaag gunstige toestande vir vrugliggaamvorming skep. Hierdie gunstige toestande is nog nie duidelik gedefinieer nie.

Deklaagmateriaal het 'n baie komplekse samestelling. Probleme wat ondervind word met die vasstelling van die vereistes van die deklaag kan toegeskryf word aan die interaksie tussen die wye reeks chemiese-, fisiese-, strukturele- en biologiese faktore (Hayes 1981). Faktore wat moontlik 'n rol speel in die inisiëring van vrugliggame is onder andere die pH, waterhoukapasiteit, belugting, elektriese geleidingsvermoë (konduktiwiteit) en die mikroflora, veral die bakteriepopulasie. Verder is verskeie eksterne faktore ook van belang soos die spesifieke tyd wanneer die deklaag oorgesit word, die dikte van die deklaag en temperatuur en voggehalte wat heers nadat die deklaag oorgesit is (Sinden 1982).

2.1.1 Waterhoukapasiteit

Aansienlik hoër opbrengste word verkry met substrate wat oor 'n beter waterhoukapasiteit beskik, mits die belugting voldoende is (Bels-Koning 1950). Afgesien van die feit dat die deklaag fisiese ondersteuning aan die ontwikkelende vrugliggame verskaf, dien dit ook as 'n bron van water vir die hele kultuur (Hayes *et al.* 1978).

Die waterhouvermoë is een van die belangrikste fisiese

eienskappe van deklaagmateriaal en word bepaal deur die tekstuur en struktuur van die materiaal (Hayes 1981). Deklaagmateriaal moet 'n goeie waterhouvermoë hê en in staat wees om die water geredelik beskikbaar te stel aan die ontwikkelende sampioene. Gemiddeld 2 dm³ water is nodig vir die ontwikkeling van 1 kg sampioene (Vedder 1978).

Die voggehalte van 'n deklaag hou direk verband met die grootte en die massa van die vrugliggame wat vorm en beïnvloed dus opbrengs (Schroeder & Schisler 1981 a). Die optimum voggehalte vir deklaagmateriaal is tussen 60% en 90%. Soos die voggehalte van die deklaagmateriaal afneem, toon die vrugliggame 'n afname in grootte (Reeve *et al.* 1959). Volgens Flegg (1965) vind daar geen verandering plaas in die getal vrugliggame wat vorm, indien die voggehalte verhoog word nie; die gemiddelde grootte van die sampioen asook die totale opbrengs is egter groter (Schroeder & Schisler 1981 a).

Eksperimente wat deur Flegg (1965) gedoen is, het getoon dat die toename in grootte van die vrugliggame en dus die hoër opbrengs toegeskryf kan word aan 'n toename in metaboliese water van die sampioen en nie 'n verhoging in droë massa nie. In geval van 'n droë deklaag is die sampioene kleiner maar die droë massa per sampioen is hoër.

Die aard van miseliumgroei in die deklaag word ook bepaal deur die hoeveelheid water wat in die deklaag teenwoordig is. In gevalle waar die deklaag droog gehou word is dit deurtrek met fyner hifes, in teenstelling met dikker hifetoue (risomorfe) met 'n stadiger groeitempo wat vorm in geval van 'n baie nat deklaag. In gevalle waar die deklaag nie oorbenat is nie, vorm risomorfe sowel as fyn hifes (Flegg 1962).

Tydens die voorbereiding van die deklaagmateriaal moet

daar gepoog word om soveel water in die materiaal te kry as wat dit kan hou. Die deklaagmateriaal moet so nat moontlik, maar steeds hanteerbaar wees, wanneer dit oor die kompos gesit word (ongeveer 90% van die maksimum waterhoukapasiteit). Die deklaag moet gedurig nat gehou word (Flegg 1974). Wanneer die materiaal in 'n mens se hand saamgepers word behoort water uit te drup. Hoe minder die nodigheid om water toe te dien ná die deklaag oorgesit is, hoe minder is die kans dat die struktuur van die deklaagmateriaal verander sal word (Gooding 1981).

Watertoediening gedurende die groeiperiode het ook 'n invloed op die kwaliteit van die sampioene. Wanneer die sampioene redelik groot is word stukkies deklaagmateriaal afgewas deur watertoediening en vertoon hulle derhalwe skoner en aantrekliker. Indien die sampioene egter in die knopiestadium droogte gely het en daar dan skielik water toegedien word, vorm bruin vlekke op die pileus as gevolg van afbraak van die selwande van die oppervlakkige sampioenmiselium. Die voorkoms en verspreiding van siektes soos bakteriese verrotting en droëvrot word ook beïnvloed deur die tydstip en hoeveelheid water wat toegedien word (Flegg 1974).

Volgens Gooding (1981) dien die nat deklaag as 'n buffer wat belangrik is vir die opbou van koolstofdioxide. Verder het die massa van die water ook tot gevolg dat die deklaag swaarder is en sodoende 'n stewiger band vorm tussen die kompos en deklaag. Hoe minder kere dit nodig is om water toe te dien, hoe groter is die kans dat die temperatuur in die deklaag konstant sal bly (Gooding 1981). Volgens Schroeder & Schisler (1981 b) is genoeg water nodig om die hitte wat ontstaan tydens miseliumgroei te absorbeer. Die temperatuur van droër deklaagmateriaal is hoër as dié van 'n nat deklaag.

Die voggehalte van die kompos is ewe belangrik. Die voggehalte van die deklaagmateriaal beïnvloed die voggehalte van die kompos. Die kompos onder 'n relatief droë deklaag verloor meer water as in gevalle waar die deklaagmateriaal 'n hoër voginhoud het. Die verskynsel word verklaar deur die feit dat water van 'n hoër- na 'n lae waterpotensiaal beweeg, dit wil sê van die substraat wat die hoogste voginhoud het na die substraat met die laagste voginhoud. In geval waar die kompos relatief droog is, sal water uit die deklaag in die komposlaag inbeweeg. Gevolglik is meer watertoedienings oor die deklaag nodig - iets wat nie altyd so voordelig is nie. Dit sal ook verhoed dat water uit die deklaag deur die ontwikkelende sampioen opgeneem word, vandaar die kleiner vrugliggame (Schroeder & Schisler 1981 a).

Volgens Flegg (1959) is dit nie soseer die hoeveelheid water wat vrugliggaamvorming beïnvloed nie, maar die algemene vlak van vogspanning in die deklaag sowel as in die kompos. Met vogspanning word bedoel faktore wat die beskikbaarheid van die water aan die ontwikkelende sampioen beperk. Opgeloste soute verhoog die oppervlakspanning en osmotiese potensiaal wat uiteindelik 'n hoër vogspanning tot gevolg het. Hoe hoër die konsentrasie opgeloste soute en (of) hoe droër die deklaagmateriaal, hoe laer is die opbrengs. In deklaagmateriaal met 'n hoër waterhoukapasiteit kan 'n lae vogspanning maklik gehandhaaf word. Volgens Flegg (1959) word die vogspanning gebreek deur aanhoudende watertoediening.

Nie alleen die hoeveelheid water en die bepaalde tydstip van watertoediening is van belang nie, maar ook die metode van watertoediening. Indien te veel water op 'n keer toegedien word of indien die water nie fyn genoeg versproei word nie, het dit kompakte van die deklaag tot gevolg (Wuest 1982).

2.1.2 Tekstuur en struktuur

Die tekstuur en struktuur van 'n materiaal weer=spieël van die belangrikste fisiese eienskappe, naam=lik waterhouvermoë en poriegrootte. Die poriegrootte van die deklaagmateriaal is van belang in dié sin dat goeie belugting noodsaaklik is. Die struktuur van die materiaal moet sodanig wees dat die beweging van gasse, veral koolstofdiksied en suurstof tussen die kompos en atmosfeer vrylik kan plaasvind (Hayes 1981).

Soos reeds genoem moet die deklaag so nat as moontlik gehou word. Dit is wel so dat 'n herhaaldelike water=toediening kompaksie van die materiaal tot gevolg het. Die poriegrootte neem af en diffusie van gasse word dus belemmer. Deklaagmateriaal se struktuur moet dus van so 'n aard wees dat die groot hoeveelheid water wat toegedien word, nie die struktuur in so 'n mate sal verander dat ander faktore daardeur benadeel sal word nie.

Die struktuur van deklaagmateriaal kan maklik bederf word deur verkeerde bewerking. So sal die hante=ring en omkering van nat materiaal die aggregate van die grondpartikels vernietig. Die gevolg is materiaal met 'n fyner struktuur wat maklik kompak raak tydens watertoediening. Die belugting word derhalwe verswak (Wuest 1982).

Volgens Tschierpe (1959) speel die koolstofdiksied=konsentrasie 'n rol in die inisiëring van basidiokarp=vorming. Hy meen dat die koolstofdiksiedkonsentra=sie sekere metaboliese veranderinge in die hifepunte tot gevolg het wat uiteindelik lei tot basidiokarp=vorming. Namate miseliumgroei toeneem, verhoog die koolstofdiksiedkonsentrasie tot ongeveer 2%. Vruglig=gaamvorming vind egter plaas by 'n skoolstofdiksied=konsentrasie van 0,08% tot 0,15%. Deur ventilasie

kan die metabolietskonsentrasie, veral die koolstofdioksied, verlaag word om sodoende vrugliggaamvorming te stimuleer (Tschierpe 1959; Visscher 1978).

Vedder *et al.* (1978) stel dan ook voor dat geen ventilasie vir die eerste agt dae nadat die deklaag oorgesit is moet plaasvind nie. Die doel is om die koolstofdioksiedkonsentrasie in die groeikamer te laat opbou en sodoende vegetatiewe groei te stimuleer. Sodra die miselium dan voldoende in die deklaag ingegroei het (na ongeveer agt dae) word die groeikamers geventileer om sodoende die koolstofdioksiedkonsentrasie te verlaag, en dit lei na stimulering wat vrugliggaamvorming tot gevolg het. Sodra weer geventileer word, word die temperatuur in die groeikamer ook effens verlaag (van 18°-19° na 16°-17°C) (Vedder *et al.* 1978). Meer koolstofdioksied los op in die vog in die deklaagmateriaal by 'n laer temperatuur. Volgens Tschierpe (1973) mag dit ook onder andere verklaar waarom die afname in koolstofdioksied vrugliggaamvorming inisieer.

Deur eksperimente wat deur Nair & Hayes (1974) gedoen is, is getoon dat bikarbonaatione die aktiwiteit van sekere bakterieë beïnvloed. Daar is aangetoon dat die aantal bakterieë wat oor die vermoë beskik om ystersoute te kan oplos en onoplosbare ystersoute te verminder, toeneem sodra die bikarbonaatioonkonsentrasie afneem (Nair, Short & Hayes 1974). Die bakteriepopulasie toon 'n optimum tydens vrugliggaampriordiumvorming. Die bakterieë beskik oor die vermoë om ysterione beskikbaar te stel vir die stimulering van vrugliggaamvorming (Nair & Hayes 1974). Die toename in aktiwiteit van die bakteriepopulasie by laer koolstofdioksiedkonsentrasies kan dus ook verkry word deur 'n toename in belugting in die deklaag (Nair & Hayes 1975).

Visscher (1975, 1978) is van mening dat 'n kompakte struktuur van die deklaag gedurende primordiumvorming of gedurende die hele groeisyklus 'n aansienlike afname in aantal sampioene tot gevolg het. Volgens hom benadeel 'n kompakte deklaag slegs vrugliggaamvorming, terwyl dit vegetatiewe groei van die sampioenmiselium stimuleer. In 'n substraat met 'n kompakte struktuur is die diffusietempo baie laer, koolstofdioksied akkumuleer en sodoende word miseliumgroei gestimuleer. Om vrugliggaamvorming te stimuleer moet die diffusietempo weer herstel word. Dit kan bewerkstellig word deur die boonste gedeelte van die deklaag net voor vrugliggaamvorming los te hark (Visscher 1975, 1978).

2.1.3 pH

Materiaal wat as deklaag gebruik word, moet 'n bepaalde suurgehalte hê. Alison & Kneebone (1962) het bevind dat vrugliggame vorm oor 'n redelike wye pH spektrum. Die pH kan wissel van 5,5 tot 8, maar die optimum pH vir vrugliggaamvorming is 7 tot 7,5 (Atkins 1974).

Die meeste soorte veen (wat tans die algemeenste deklaagmateriaal is) is baie suur met 'n pH van ongeveer 4,5. Hierdie deklaagmateriaal moet dus eers geneutraliseer word om 'n geskikte pH van 7 tot 7,5 te bereik. In die praktyk word dit normaalweg met kalksteen of kalsiumkarbonaat (CaCO_3) gemeng. Die kalksteen verbeter terselfdertyd die struktuur van die basiese mengsel en absorbeer ook sekere sure onder andere oksaalsuur wat deur die sampioenmiselium geproduseer word (Vedder 1978).

Gehidreerde kalksteen, die oplosbare poeivorm van kalsiumhidroksied, kan ook met die materiaal gemeng word om die pH aan te pas. Die neutraliserende eien-

skappe hiervan is baie meer en gevolglik word kleiner hoeveelhede benodig. Dolomitiese kalksteen is egter ongeskik, aangesien die persentasie magnesium in die materiaal te hoog is (ongeveer 10%) en baie nadelig is vir die sampioen (Loughton 1974).

Deur die deklaagmateriaal se pH na neutraliteit te verander word die invloed van veral kompeterende fungusse beperk. Die pH mag die groei van die sampioen indirek beïnvloed deurdat 'n té hoë pH gunstig is vir bakteriegroei en 'n té lae pH gunstig is vir fungusgroei. Veral *Trichoderma* spp. ('n kompeterende groenskimmel) word begunstig deur 'n pH laer as 7 (Hayes 1981).

Die pH van die deklaag verander gedurende die groeisyklus. Hayes (1981) het getoon dat die pH neig om af te neem na ongeveer 5,6. Deur die byvoeging van kalsiumkarbonaat word die bufferkapasiteit van die deklaagmateriaal verhoog en neem die pH baie meer geleidelik en ook aansienlik minder af (Hayes 1981).

Die byvoeging van kalsiumkarbonaat (CaCO_3) hou ook verband met die elektriese geleidingsvermoë of konduktiwiteit van die materiaal. Eksperimente wat op papierpulp as deklaagmateriaal uitgevoer is toon dat die byvoeging van CaCO_3 verhoed dat ione, onder andere kalsium-, natrium- en ysterione, in die deklaag ophoop (Hayes 1981).

2.1.4 Elektriese geleidingsvermoë

Net soos die pH, is die elektriese geleidingsvermoë of konduktiwiteit van die deklaagmateriaal 'n aanduiding van die hoeveelheid anione en katione teenwoordig (Hayes 1981). In teenstelling met die pH wat afneem gedurende die groeisyklus, neem die elektriese konduktiwiteit toe. Die toename kan toe-

geskryf word aan die akkumulering van soutione, veral kalium- en natriumione en mag moontlik verband hou met die afname in opbrengs gedurende die groeisyklus (Yeo & Hayes 1978).

Soos die pH, kan die konduktiwiteit ook oor 'n relatief wye spektrum varieer voor toestande kritiek raak vir vrugliggaamvorming. Volgens Hayes (1981) sal deklaagmateriaal met 'n konduktiwiteit hoër as $54 \times 10^3 \mu\text{mho}$ vrugliggaamvorming totaal inhibeer en bokant $9,7 \times 10^3 \mu\text{mho}$ vrugliggaamvorming aansienlik verminder.

Hayes (1972) kon aantoon dat sekere katione die vorming van vrugliggaamprimordiums inhibeer terwyl ander katione dit weer gestimuleer het. Die kwantitatiewe afname in opeenvolgende breke en die algemene verbetering in kwaliteit van die sampioene gedurende die groeisyklus mag verband hou met die akkumulering van elektroliete. Die katione wat ophoop is meestal kalium- en natriumione (Bretzloff & Fleugel 1962; Yeo & Hayes 1978).

Volgens Reeve *et al.* (1959) is dit die aanwesige kaliumione wat 'n rol speel in die bepaling van die grootte van vrugliggame. Teen die einde van die siklus is die kaliumioonkonsentrasie hoër en die sampioene groter. Sommige kwekers glo dat die kwaliteit van sampioene verbeter kan word deur die byvoeging van gewone tafelsout (natriumchloried). Die soute verhoed die oorstimulering van basidiokarpvorming, met ander woorde dat 'n té groot getal klein vrugliggame vorm. Deur opgeloste soute by die deklaagmateriaal te voeg word 'n verlaging in opbrengs verkry, maar die gevormde sampioene is veel swaarder (Flegg 1959).

In teenstelling met kalium- en natriumione wat 'n geweldige toename toon gedurende 'n groeisyklus, bly die konsentrasie van ekstraheerbare magnesium bykans konstant. Studies het ook getoon dat daar 'n definitiewe

toename in wateroplosbare yster is nadat die deklaag oorgesit is (Yeo & Hayes 1978). Hayes (1972) meen dat sekere bakterieë verband met die vermindering van die ysterione hou. Hayes (1981) het verder getoon dat die anione wat in die deklaag akkumuleer hoofsaaklik chloried- en sulfaatione is. Tans is daar egter nog nie bewys dat 'n sekere kombinasie van ione vrugliggaamvorming stimuleer of inhibeer nie (Hayes 1981).

Na Flegg (1959) se mening veroorsaak die opeenhoping van soute 'n hoër vogspanning. Die gevolg is dat water minder geredelik beskikbaar is vir die ontwikkelende sampioen en vrugliggaamvorming word beperk.

Oeste is ook redelik vry van siektes in die teenwoordigheid van soute in die deklaag. Eksperimente het getoon dat die voorkoms van *Mycogone* spesies en sekere peste wat deur insekte veroorsaak word aansienlik afgeneem het, na die behandelings met hoër soutkonsentrasies (Flegg 1959).

2.1.5 Mikroflora

Sedert die eerste eksperimente deur Eger in 1961 uitgevoer is, is daar onteenseglik bewys dat mikroorganismes verband hou met die inisiëring van basidioskarpvorming. Curto & Favelli (1972) het getoon dat die opbrengs met 50% verhoog kan word deur gevriesdroogde mikro-alge, *Scenedesmus quadricauda*, by die kompos te voeg. Opbrengste van 20%-30% hoër is verkry deur 'n suspensie van sekere bakterieë en giste oor die kompos sowel as in 'n latere stadium oor die deklaag te spreid.

Die idee dat dit eerder sekere bakterieë in die deklaagmateriaal is wat verband hou met die inisiëring van vrugliggaamprimordiums, word egter deur die meeste navorsers gesteun. Die bakterieë inhibeer miseliumgroei en stimuleer die vorming van vrugliggaamprimordiums. Die hifepunte moet in noue kontak wees met

die bakteriekolonies. Die verskillende kultivars van *Agaricus brunnescens* verskil ook wat die sensitiviteit vir indusering van vrugliggaamvorming deur bakterieë betref. Variëteit 310 a (geselekteer deur dr Gerda Fritsche) vorm byvoorbeeld baie gouer primordiums in kombinasie met bakterieë as lyn 17 a (Eger 1963, 1972).

Volgens Hayes, Phyllis *et al.* (1969) en Hayes & Nair (1974) sluit die dominante bakterieë tydens vrugvorming verskeie *Pseudomonas* spesies, veral *P. putida* en van die *Pseudomonas* groep IV variëteit in.

Direkte stoompasteurisering van die deklaagmateriaal het 'n verlaging in bakteriegetalle tot gevolg en ook 'n laer opbrengs. Daarenteen stimuleer behandeling met metielbromied die bakteriepopulasie en het 'n hoër opbrengs tot gevolg (Cresswell & Hayes 1978).

Die mate van bakterie-aktiwiteit in deklaagmateriaal kan verder verander word deur die byvoeging van water en kalsiumkarbonaat en ook deur die proses waartydens die deklaagmateriaal oor die kompos gesit word. Die bakterieflora neem toe en wel ten gunste van *Pseudomonas* spesies (Hayes & Nair 1974; Fletcher 1979).

Die spesifieke rol van die mikroflora en veral die bakterieë tydens die inisiëring van vrugliggaamvorming word steeds bevraagteken. Alhoewel daar intensiewe navorsing in die verband gedoen word, bestaan daar verskeie hipoteses en verskillende verklarings. Tschierpe (1972) is van mening dat die mikro-organismes 'n basidiokarpinduserende stof produseer wat vrugliggaamvorming inisieer. Volgens Park & Agnihotri (1969 a) is dit juis die bakterieë wat sekere metaboliete produseer wat verantwoordelik is vir vrugliggaamvorming. Sommige navorsers glo dat mikro-organismes beide miseliumgroei en vrugliggaamvorming stimuleer (Urayama 1967; Curto & Favelli 1972).

Die bakteriepopulasie verander gedurende die groei-siklus. Cresswell & Hayes (1978) het aangetoon dat die bakteriepopulasie in die deklaag toeneem tot ongeveer tien dae nadat die deklaag oorgesit is en daarna weer afneem tot die oorspronklike getal bakterieë wat in die deklaagmateriaal teenwoordig was. Die toename in die bakteriepopulasie in die deklaag gedurende die eerste tien dae kom ooreen met 'n afname in die bakteriepopulasie in die kompos gedurende hierdie tydperk. Dit dui op die sensitiwiteit van die geassosieerde mikroflora vir die heersende suurstofkonsentrasie en ook op die migrering van die bakterieë uit die kompos- in die deklaag in (Cresswell & Hayes 1978).

Hayes (1981) beweer dat die bakteriepopulasie gedurende die vorming van vrugliggaamprimordiums 'n piek bereik net voor die konsentrasie opgeloste soute (veral kalium- en natriumione) hul hoogste vlak bereik het. Hy het verder getoon dat die meeste bakterieë wat teenwoordig is tydens vrugliggaamprimordiumvorming juis bakterieë is wat oor die vermoë beskik om ystersoute te kan oplos (byvoorbeeld deur middel van chelatering), onoplosbare ystersoute te verminder en etanol as koolstofbron te kan benut. Bakterieë wat nie vrugliggaamvorming inisieer nie, is bakterieë wat nie ystersoute kan oplos, etanol as koolstofbron benut nie en ook nie ouksiene of gibbereliene kan sintetiseer nie (Hayes 1973; 1981). Park & Agnihotri (1969 b) het ook vrugliggaamprimordiums geïnduseer deur die byvoeging van biotien, oksaalsuur en gibbereliensuur.

Oor die algemeen is planthormoonaktiwiteit en veral sitokinienaktiwiteit groter in teenwoordigheid van die normale bakterieflora (Hayes 1981). Sekere planthormone is aanwesig in deklaagmateriaal by tye van bedekking, maar die konsentrasies varieer gedurende die

groeisiklus. So neem die ouksien- en gibberelien-suurkonsentrasie toe gedurende die siklus terwyl die sitokininienaktiwiteit afneem. Hierdie hormone kan moontlik deur die ontwikkelende sampioen geproduseer word, maar ook deur die bakterieë en fungusse wat in die deklaagmateriaal aanwesig is. Die mate van hormoneaktiwiteit op 'n bepaalde tydstip is dus 'n aanduiding van die balans tussen die sintese en verbruik van hormone wat bepaal word deur die interaksie van die sampioen en die mikroflora wat geassosieer word met die deklaag, sowel as die kompos (Hayes 1981).

Hayes (1972) het getoon dat 'n toename in aantal vrugliggame verkry word deur die byvoeging van ystersoute in die deklaagmateriaal. Volgens hom is die bakterieë onder andere verantwoordelik vir die beskikbaarstelling van yster in die vorm van Fe^{2+} aan die ontwikkelende sampioen, aangesien die yster meestal in 'n gebonde, onbenutbare vorm in die deklaagmateriaal aanwesig is.

Volgens Hayes *et al.* (1969) en Eger (1972) het die verhoging van metabolietkonsentrasie gedurende die groeisiklus die stimulering van die bakteriepopulasie tot gevolg. Metaboliete naamlik etanol, etileen, etielasetaat, asetoon, asetaldheid en koolstofdioksied word vrygestel deur die groeiende miselium en het tot gevolg dat 'n selektiewe bakteriepopulasie ontstaan, wat verantwoordelik is vir die inisiëring van vrugliggaamvorming (Lockard & Kneebone 1962; Hayes 1972).

Van die metaboliete wat vrykom tydens die groeisiklus is dit slegs koolstofdioksied en etanol wat 'n negatiewe invloed op vrugliggaamvorming het, maar miseliumgroei stimuleer. Ander metaboliete naamlik asetoon, etielasetaat en asetaldheid het geen voordelige invloed op miseliumgroei nie (Hayes & Nair 1974). Etileen wat deur sampioenmiselium, sowel as deur die bakterieë teenwoordig (byvoorbeeld deur *Pseudomonas*

solanacearum) geproduseer word, mag verantwoordelik wees vir die antibiotiese- en veral die fungustatiese effek van die sampioenmiselium teenoor ander oppervlaksimmels (Smith 1973). Daar bestaan 'n koolstofdioksied/etileen antagonisme. Die koolstofdioksiedkonsentrasie moet laag gehou word totdat daar genoeg bakterieë is, of daar moet eksogeen etileen toegedien word om toestande vir vrugliggaamvorming te begunstig (Visscher 1978).

'n Siening wat deur Eger (1972) gehuldig word is dat bakterieë wat vrugliggaamvorming inisieer, oor die vermoë beskik om van die vlugtige metaboliete wat vrykom van die ontwikkelende sampioen as koolstofbron te benut. *Pseudomonas*-bakterieë beskik oor die vermoë om etanol te benut. Etanol is 'n vlugtige metaboliet wat vrykom as byproduk van die anaerobiese metabolisme van *Agaricus brunnescens*. Sodra ventilasie verminder word, neem vrugliggaamvorming af, dus kan etanol nie die metaboliet wees wat die indusering veroorsaak nie. Die belangrikste is klaarblyklik aseton. Eksperimente wat deur Eger (1972) gedoen is, het getoon dat aseton ophoop net na die deklaag oorgesit is en weer afneem teen die einde van die groeiperiode. Volgens hom vermeerder bakterieë wat aseton benut, gedurende die groeisiklus.

Aanvanklik het Stoller (1952) die inisiëring van vrugliggaamvorming toegeskryf aan 'n substans wat teenwoordig is in die deklaag in 'n baie lae konsentrasie. Die stof word vergelyk met 'n planthormoon. Dit het 'n groot molekulêre massa, 'n hoë kookpunt en is nie baie vlugtig nie. Volgens hom sal dieselfde stof vrugliggaamvorming inhibeer indien dit in die deklaag akkumuleer.

Later verklaar Stoller (1978) die fisiologie van miseliumgroei en vrugliggaamvorming op grond van die ki-noonteorie. Die groeiende miselium produseer 'n ekstra-

sellulêre ensiem naamlik lakkase wat kinone vorm. Kinone is aromatiese metaboliete en is vlugtig van aard (Moore-Landecker 1972). Die kinone het 'n inhiberende uitwerking op vrugliggaamvorming en word moontlik geproduseer as beskermingsmeganisme teen ander fungusse en peste. Die deklaagmateriaal moet van so 'n aard wees dat dit in staat moet wees om kinone af te breek. Dit kan geskied deur die materiaal alkalies te maak of deur die byvoeging van minerale soos yster en mangaan of deur die bakteriepopulasie te verhoog. Volgens Stoller (1978) sal enige omgewingsfaktore of voedingstowwe soos byvoorbeeld koolstofdioksied-, stuurstof- en kaliumioonkonsentrasie geen stimulerende invloed op vrugliggaamvorming hê nie, tensy die inhiberende faktor, naamlik die kinone, verwyder word.

In die afwesigheid van bakterieë word dieselfde stimulerende uitwerking verkry deur die byvoeging van geaktiveerde houtskool. Verskeie verklarings word voorgehou vir die stimulerende invloed van geaktiveerde houtskool op vrugliggaamvorming. Volgens Stoller (1978) sal geaktiveerde houtskool 'n oksideermiddel soos kinone maklik reduseer en sodoende die kinone wat vrugliggaamvorming inhibeer vernietig. Eger (1961) en Wood (1976) is weer van mening dat beide bakterieë sowel as geaktiveerde houtskool 'n parallelle morfogenetiese verandering van miseliumgroei tot gevolg het, eerder as wat dit 'n stof verwyder wat moontlik vrugliggaamvorming inhibeer. Die bakterieë het waarskynlik 'n mikostatiese uitwerking op die miselium tot gevolg, terwyl die geaktiveerde houtskool tigmotropisme (sensitiwiteit by aanraking) veroorsaak (Peerally 1978).

Volgens Long & Jacobs (1969) is koolstofdioksied 'n vereiste vir vegetatiewe groei van die miselium in die deklaag. Hoë koolstofdioksiedkonsentrasies kan selfs die inhiberende effek van bakterieë en ge-

aktiveerde houtskool op vegetatiewe groei ophef, sodat geen vrugliggaamvorming sal plaasvind nie. Eksperimente het getoon dat 900 mg/dm^3 koolstofdioksied benodig word om die inhiberende effek van geaktiveerde houtskool op vegetatiewe groei op te hef, teenoor die $3\ 300 \text{ mg/dm}^3$ koolstofdioksied vir die inhiberende invloed van bakterieë. Hiervolgens word verklaar waarom steeds maksimum vrugliggaamvorming verkry word by relatief hoë koolstofdioksiedkonsentrasies, maar in die teenwoordigheid van geaktiveerde houtskool (Long & Jacobs 1969).

Alhoewel sekere organismes van die mikroflora 'n noue verband toon met stimulering van vrugliggaamvorming, is daar seer sekerlik ook verskeie organismes wat baie skadelik is en die produksiepotensiaal van sampioenkwekerie aansienlik verlaag. Bakterieë, naamlik *Pseudomonas tolaasi* Paine veroorsaak byvoorbeeld bakteriese verrotting en ander *Pseudomonas* spesies, soggenaamde "mummie". Kenmerkend van laasgenoemde siekte is die verlengde stipe wat effens gebuig is en die pileuse wat te vroeg oopgaan (Cresswell & Hayes 1978; Vedder 1978).

Verskeie fungusspesies kan die oes beskadig deurdat dit die sampioenmiselium parasiteer of in kompetisie met die sampioen leef (Tabel 1). Skadelike fungusse wat uitsluitlik in die deklaag voorkom en op die sampioenmiselium parasiteer, is *Mycogone perniciososa* wat natvrot veroorsaak, *Verticillium fungicola* wat droëvrot veroorsaak en die spinnerakfungus *Dactylium dendroides*, die anamorf van *Hypomyces rosellus*. *Chromelosporium ollare* wat bruinskimmel veroorsaak, kom ook net in die deklaag voor en leef in kompetisie met die sampioen (Vedder 1978). Hierdie fungusse het verkleuring en misvorming van die vrugliggame tot gevolg en maak sodoende die sampioene ongeskik vir bemarking.

TABEL 1: FUNGUSSPESIES WAT SKADELIK MAG WEES IN DIE VERBOUING VAN SAMPJOENE

*Fungusse wat parasities op die sampioenmieslium leef; die ander leef in kompetisie met die sampioen (Vedder 1978; Van de Geijn 1982; Wuest 1982).

FUNGUSSE SLEGS IN DIE KOMPOS	
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Steud.	olyfskimmel
* <i>Chrysosporium</i> spp. sin. <i>Myceliophthora</i> spp.	geelskimmel
<i>Coprinus</i> spp.	inkswam
<i>Doratomyces</i> sp.	swartsnôrskimmel
FUNGUSSE IN DIE KOMPOS SOWEL AS IN DIE DEKLAAG	
* <i>Diehliomyces microspora</i> Diehl. ex Lambert sin. <i>Pseudobalsamina microspora</i> Diehl. ex Lambert	valstruffel
<i>Geotrichum</i> sp. sin. <i>Sporodonema purpurascens</i> Bon.	lipstiffieskimmel
<i>Papulaspora byssina</i> Hotson	bruin pleisterskimmel
<i>Scopulariopsis fimicola</i> Cub. ex Megl.	wit pleisterskimmel
<i>Aspergillus</i> spp.)	
<i>Cladosporium</i> spp.)	
<i>Penicillium</i> spp.)	groenskimmels
<i>Paecilomyces</i> sp. sin. <i>Spicaria</i> sp.)	
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr.)	
FUNGUSSE SLEGS IN DIE DEKLAAG	
<i>Chromelosporium ollare</i> (Pers.) Hennebert	kaneelbruinskimmel of bruinskimmel
* <i>Hypomyces rosellus</i> (Alb. & Schw. ex Fr.) Tul.	spinnerakskimmel
* <i>Mycogone perniciososa</i> Magn.	natvrot
<i>Oedocephalum glomerulosum</i> (Bull. ex Fr.) Sacc.	bruinskimmel
* <i>Verticillium fungicola</i> var. <i>fungicola</i> Ware	droëvrot

Sekere virusse veroorsaak sogenaamde "dieback" ook genoem "La France-disease", "X-disease" of "Brown disease". Die sampioene se steeltjies buig om, die pileuse bly baie klein en gaan vroeg oop; die sampioen sterf mettertyd af. Die een siekte word deur 'n kombinasie van drie virusse veroorsaak: twee is sferies met 'n deursnee van 25 nm en 29 nm onderskeidelik en een is basillusvormig en is 19 nm wyd en 29 nm lank. Virusinfeksie kan 'n ernstige probleem raak. In 1973 was een uit elke drie plase in Nederland byvoorbeeld gekontamineer en die totale verlies is bereken op 1 435 000 kg sampioene. Die virus versprei via geïnfekteerde miselium of via die basidiospore van geïnfekteerde sampioene. Virusgeïnfekteerde basidiospore kan tot dertig jaar lewenskragtig bly, kiem en weereens die oes kontamineer. Wat die saak verder bemoeilik is die feit dat die spore 'n pasteuriseringsproses van net minder as een uur by 70°C kan oorleef (Vedder 1978).

Dierlike organismes wat die oes kan beskadig deurdat dit parasities op die sampioenmiselium leef is sampioenvliegies, myte en aalwurms. Die sampioenvliegies sluit hoofsaaklik drie taksons in, naamlik *Megaselia* spp., *Sciara* spp. en *Mycophila* spp.. Die larwes is skadelik in die sin dat hulle die sampioenmiselium opvreet en soms ook tunnels in die sampioen self boor. Die vliegies versprei verder myte, aalwurms en spore van skadelike fungusse (soms geïnfekteer met viruspartikels). Myte rig skade aan deurdat hulle op die sampioenmiselium in die kompos sowel as in die deklaag voed. Aalwurms of nematodes parasiteer ook op die miselium of in sommige gevalle leef hul saprofities op die substraat waarop die miselium groei (Vedder 1978). Afhangende van die deklaagmateriaal kan sekere probleme te wagte wees. So byvoorbeeld sal stukkie plantwortel in die materiaal die moontlikheid van aalwurms en grondswamme vergroot. Oor die algemeen bevat leem en klei meer skadelike organismes

as suiwer sand, swart veen en veenmos (Vedder 1978).

Omdat sekere organismes van die mikroflora vrugliggaamvorming stimuleer en sekere organismes terselfdertyd skadelik mag wees, word die deklaagmateriaal sodanig behandel om slegs die skadelike organismes te dood. Die materiaal word dus nie gesteriliseer nie, maar met stoom gepasteuriseer of soos deur sommige sampioenkwekers met formaldehyd (formalies) behandel (Vedder 1978). Alvorens deklaagmateriaal suksesvol met stoom gepasteuriseer kan word, moet dit eers vooraf voldoende benat word. Sekere peste wat weerstandbiedende strukture vorm begin aktief groei en is dus makliker vernietigbaar. Hitte word ook beter gelei in nat materiaal (Wuest 1982). Metielbromied word soms ook gebruik, maar die gebruik daarvan is nie aan te beveel nie. Nie alleen is dit 'n baie giftige stof nie, maar bly daar soms ook spore van die gas in die deklaag oor en skep dit ernstige groeiprobleme (Eicker 1983, persoonlike kommunikasie). Behandeling van deklaagmateriaal met berokingsmiddels hou die voordeel in dat dit nie die struktuur van die materiaal verander nie. Opgeloste soute, mangaan of ammoniak kom ook nie in toksiese hoeveelhede vry, soos in geval van oorpasteurisering nie. Twee geregistreerde berokingsmiddels vir gebruik in die sampioenbedryf is chloropikrien (traan-gas) en Vapam (VPM of natrium-metiolditiokarbamaat) (Wuest 1982).

2.2 SAMESTELLING VAN DEKLAAGMATERIAAL

Vele eksperimente is reeds gedoen met verskillende materiale en kombinasies van materiale wat as moontlike deklaag in sampioenverbouing kan dien. Daar word gedurig gesoek na 'n materiaal wat oor reeds genoemde eienskappe (2.1) beskik, redelik goedkoop en maklik beskikbaar is - alles met die doel om produksie te verhoog

en hoër kwaliteit sampioene te kan bemark.

2.2.1 Veen

Tans word veengrond en veenmos algemeen gebruik as hoofbestanddeel van deklaagmateriaal. Veen is 'n natuurlike substraat en bevat meer as 50% organiese materiaal wat uit gedeeltelik ontbinde plantmateriaal bestaan. Die hoeveelheid organiese materiaal bepaal die kwaliteit van die veen, aangesien dit die waterhouvermoë, fisiese geaardheid en die kationuitruilingskapasiteit verbeter. Veen is 'n sagte, sponsagtige substraat en die tekstuur varieer van grof tot fyn veselagtig. Die kleur van veen varieer van swart tot bruin. Veen bevat ongeveer 60% koolstof en 30% suurstof, terwyl die voggehalte varieer (Eakin 1969; Benadé 1982).

Veen ontstaan in sogenaamde veenmoerasse ("peat bogs"). Dit is sagte, nat, sponsagtige gebiede wat uit ontbinde mos- en ander ontbinde plantmateriaal bestaan. Sulke moerasse vorm meestal uit vlak, stilstaande waterpoele en mere. In die geval waar veenmos ontstaan, dryf die mosplante op die wateroppervlak. Uiteindelik sak die mosplante af na die bodem waar dit as dik lae ontbindende plantmateriaal ophoop. Anaerobiese, suur toestande ontstaan wat afbraak deur mikroorganismes inhibeer en wat uiteindelik die aanwesigheid van organiese plantmateriaal in die veen tot gevolg het. Die vorming van veen is die eerste stadium in die vorming van steenkool (Benadé 1982).

Veen, wat uit gefossileerde *Sphagnum*-mos ontstaan het, word as die beste deklaagmateriaal gereken. Dit het 'n goeie waterhouvermoë en die tekstuur is sponsagtig en veselagtig. Tipes veen wat uit ander mossoorte gevorm word, soos *Hypnum*- en *Polytrichum* spesies, word ook as materiaal van hoë kwaliteit gereken. Sogenaamde veenhumus ("peat muck") is van swakker gehalte.

Die waterhouvermoë is oor die algemeen laag en die oorspronklike materiaal is onherkenbaar (Eakin 1969).

Veen wat uit riete en watergrasse ontstaan, sogenaamde "reed-sedge peat", kan geweldig varieer in kwaliteit. Dit ontstaan uit 'n verskeidenheid plante soos verteenwoordigers van die families Cyperaceae en Juncaceae wat die biesies insluit, van die familie Typhaceae wat papkuil ("cattails") insluit en moerasgroeïende verteenwoordigers van die Poaceae, veral *Phragmites* spesies (fluitjiesriet). Die plante word slegs gedeeltelik afgebreek en is steeds herkenbaar.

Afhangende van die moedermateriaal kan die suurgehalte van die verskillende tipes veen varieer van sterksuur (pH van 3 tot 5), middelmatig suur (pH van 5,1 tot 6) tot effens suur tot alkalies (pH bo 6) (Eakin 1969). *Sphagnum*-veen het byvoorbeeld 'n pH van 4 tot 4,5. Die pH van deklaagmateriaal moet ongeveer 7,5 wees. Om hierdie rede word die materiaal gemeng met kalsiumkarbonaat (CaCO_3) of gemaalde kalksteen (Atkins 1974).

In Suid-Afrika is die veenbronne baie beperk. Dit kom slegs in sekere gebiede met relatief suur gronde voor. Bekende veenbronne in Suid-Afrika word in die omgewing van die boppe van die Kliprivier naby Soweto, Lichtenburg, die Rietvleidam naby Pretoria, die Drakensberg, die hoogliggende suurveld in Natal, berge in die Suidelike en Westelike dele van die Kaapprovinsie asook in sekere moerasse by riviermondings aan die oostelike en suidoostelike kus aangetref. Die veeneerslae in Suid-Afrika varieer in diepte, tussen 10 cm in die Outeniqua-gebergtes tot 2 m by die Rietvleidam en naby Soweto. Die suurgehalte van Suid-Afrikaanse veen varieer tussen pH 2 tot 5,5.

Benadé (1982) onderskei verskillende tipes veen in Suid-Afrika, naamlik:

- Topogene veen ("topogenous peat, basin peat") wat in valleie vorm waar die dreineringsvlak swak is. Die versadigingsvlak vir kalsium, magnesium, natrium en kalium is baie laag en gevolglik is die grond uitermate suur.
- Ombrogene veen ("ombrogenous peat") vorm in gebiede wat bokant die watertafel geleë is. Dit is hoogliggende gebiede wat geleë is in streke met 'n baie hoë reënval. Die veen het 'n lae pH vanweë die vinnige logingsproses van die hoër-liggende gebiede.
- Topografiese veen ("topographic peat") toon ooreenkomstige eienskappe met ombrogene veen, maar verskil in dié sin dat topografiese veenbronne meer gelokaliseerd voorkom.
- Moerasveen ("Fen peat") kom veral voor in laagliggende gebiede. Dit is die enigste veen wat meer alkalies is en is ook geskik vir die verbouing van landbougewasse.

Die veen wat op die sampioenplase van die Tongaatgroep van maatskappye gebruik word is afkomstig van die boeloe van die Kliprivier naby Soweto en kan as topogene veen geklassifiseer word.

Gedurende die afgelope paar jaar word daar steeds na 'n ekonomiese alternatief vir veen as deklaagmateriaal gesoek. Verskeie redes word aangevoer (Hayes 1979):

- veenbronne is besig om uitgeput te raak en die veen is nie altyd so geredelik bekombaar nie;
- omdat veen 'n natuurlike produk is, varieer dit veral in strukturele eienskappe;

- alhoewel veen as 'n "steriele" medium beskou word, kom daar wel baie peste, nematodes, inseklarwes, eiers, bakterieë en fungusse daarin voor wat skadelik vir die bedryf is;
- dit is baie moeilik om die chemiese samestelling van veen te bepaal; soms is dit tog nodig om die chemiese komponente van veen te kan aandui wat 'n invloed het op die groei en ontwikkeling van die sampioen;
- indien die materiaal nie reg voorberei word nie kan watertoediening later bemoeilik word;
- verskynsels dat die eerste breek ongereeld is, grootte van die vrugliggame varieer, sampioenvlok nie al die dele van die kompos koloniseer nie, massa primordiums wat vorm ("mass pinning") en dat sampioene in afsonderlike groepe voorkom hou direk of indirek met veen verband;
- veenpartikels kleef maklik aan die sampioene vas. Na die plukproses is die sampioene nie meer spierwit nie en minder aantreklik vir bemarking;
- stygende koste.

Verskeie materiale is reeds as moontlike alternatief vir veen as deklaagmateriaal ondersoek. (Kyk paragraaf 2.2.4). Daar is ook al geëksperimenteer met verskillende kombinasies van materiale en verskillende byvoegings in verskillende verhoudings. Kalksteen is byvoorbeeld in verskillende hoeveelhede by verskeie substrate gevoeg, so ook onder andere geaktiveerde houtskool en vermikuliet.

2.2.2 Papierpulp

Verskeie navorsers het al die moontlikheid van papierpulp as deklaagmateriaal oorweeg vanweë die feit dat die materiaal baie ooreenstem met veen wat betref die struktuur, waterhoukapasiteit en selfs die mikroflora aanwesig. Alhoewel papierpulp net soos veen, relatief arm aan voedingstowwe is, kan dit 'n aktiewe mikroflora onderhou. Bakterieë insluitende *Pseudomonas* spesies is dominant (Hayes, Yeo *et al.* 1978).

Papierpulp bestaan hoofsaaklik uit residu van lignien en sellulosevesels na die chemiese en meganiese behandelings van hout tydens die vervaardiging van papier. Ander bestanddele is klei, stysel, kaseïene en ander organiese- en anorganiese stowwe (Hayes, Yeo *et al.* 1978).

Hayes (1979) het bevind dat Engelse papierpulp voordeliger is as veen in dié sin dat die struktuur van die pulp gewysig en aangepas kan word en dus beheer word. Dit is 'n belangrike oorweging by die standardisering van deklaagmateriaal. Sampoene wat op papierpulp gekweek is, is meestal skoner. Reflektometertoelese het getoon dat die sampoene 'n groter graad van witheid vertoon.

Die sampoene het 'n groter droë massa en verskyn een of twee dae vroeër as sampoene gekweek in veen as deklaagmateriaal (Yeo & Hayes 1978).

Yeo & Hayes (1978) het aan die lig gebring dat papierpulp eers vir ongeveer agtien maande buite oopgesprei moet word voordat dit geskik is vir deklaagmateriaal. Swak opbrengste en abnormale vrugliggame word verkry indien die pulp nie vir 'n lang genoeg tydperk buite gelaat is nie. Gedurende die tydperk loog swaar metale uit, met ander woorde die elektriese konduktiwiteit neem

af, die pH neem af na ongeveer 3,8 na agtien maande, die struktuur van die materiaal verbeter en verskeie fungusse wat die pulp gedurende die eerste tien maande koloniseer, onder andere *Coprinus* en *Peziza* spesies, word geëlimineer. Voor gebruik as deklaagmateriaal moet die pulp eers gemaal word om partikels van ongeveer 10 mm in deursnee te verkry en die pH moet ge-neutraliseer word na 7,5 deur die byvoeging van kalksteen (Yeo & Hayes 1978).

Suid-Afrikaanse pulp verskil in sekere opsigte van die pulp wat deur Hayes in Engeland gebruik is. Die Suid-Afrikaanse pulp is baie arm aan stikstof en gevolglik is die koolstof/stikstof (C/N) verhouding baie ongeskik. Die pH van Suid-Afrikaanse pulp is weer meer geskik as dié van Engelse pulp naamlik 6,6 tot 7,8 teenoor 'n pH van 3,5 tot 5,5 van die Engelse pulp (Eicker 1980).

2.2.3 Gebruikte kompos

Veral in gebiede waar sampioenverbouing op groot skaal in relatief klein gebiede plaasvind, kan die afval kompos of gebruikte kompos ("spent compost") dit wil sê kompos wat uit die groeikaste geledig word, op hoop en 'n groot probleem skep. Een metode om op 'n nuttige wyse hiervan ontslae te raak is om dit as bemesting veral aan kwekerie en tuiniers te verkoop. 'n Ander metode wat suksesvol blyk te wees is om die gebruikte kompos as deklaagmateriaal te gebruik.

Kort nadat die kaste geledig is, is die gebruikte kompos egter nie geskik vir deklaagmateriaal nie. Volgens Hunte (1961) is daar meer voedingstowwe (stikstof, fosfor, kalium, kalsium en magnesium) in gebruikte kompos aanwesig as in vars perdemis. Die gebruikte kompos moet eers vooraf vir 'n bepaalde tyd, op 'n bepaalde plek en deur die regte metodes geloog en voorberei word (Till 1969; Wuest 1970).

Die materiaal moet eers oopgesprei word tot nie minder as 30-35 cm en nie meer as 50 cm diep nie. Dit moet op 'n hoogliggende, gelyk gebied met goeie dreinerings uitgesprei word. Die materiaal moet van tyd tot tyd omgeploeg word om te verhoed dat anaerobiese toestande in die onderste gedeelte ontstaan. Deur dit om te ploeg word die materiaal ook goed belug, word die looingsproses bevoordeel en word onkruid beheer (Bovenkerk 1970; Kinrus 1974; Nair 1976; Brosius 1981).

Die aanbevole tydperk vir die kompos om voldoende uit te loog en die regte struktuur aan te neem is ongeveer drie jaar, maar nie korter as 2-2½ jaar nie, afhangende van die klimaat van die betrokke gebied (Brosius 1981). Nair (1976) het gevind dat die getal vrugliggame wat vorm aansienlik afneem by 'n elektriese konduktiwiteit van $10 \times 10^3 \mu\text{mho}$ en hoër. Hayes (1981) vind ook dat 'n konduktiwiteit van $9,7 \times 10^3 \mu\text{mho}$ produksie nadelig beïnvloed. Na ongeveer twee jaar behoort die konduktiwiteit tot 'n verlangde vlak te daal en te stabiliseer soos vereis word vir 'n deklaagmateriaal. Gedurende hierdie tydperk vind daar ook voordelige strukturele veranderinge plaas byvoorbeeld die toename in waterhouvermoë tot ongeveer 65% (Nair 1976).

Gebruikte kompos wat as deklaagmateriaal gebruik word voordat dit voldoende verouder is, kan nie kolonisering van sampioenvlok onderhou nie en 'n kleiner aantal groter vrugliggame word gevorm (Brosius 1981). Volgens Nair (1976) is die swakker oes toe te skryf aan die relatief hoë konsentrasie opgeloste soute soos kalsiumnitraat en kalsiumchloried teenwoordig. Wuest (1976) skryf die inhiberende uitwerking aan die ammoniak wat vorm sodra die gebruikte kompos met stoom gepasteuriseer word, toe.

Die belangrikste enkele faktor wat ter sprake kom by

die hantering van gebruikte kompos is die voggehalte. Die voggehalte moet so hoog moontlik wees, maar die materiaal moet steeds maklik gehanteer kan word sonder dat kompaksie plaasvind. Oormatige uitdroging verklein die partikelgrootte, bemoeilik pasteurisering en het kompaksie van die materiaal tot gevolg sodra dit gebruik word. Stoompasteurisasie is meer suksesvol as chemiese behandeling deur byvoorbeeld "Vapam" of choloropikrien. Die voggehalte en die struktuur van die materiaal word sodoende die minste beïnvloed (Kinrus 1976; Brosius 1981).

'n Nadeel van gebruikte kompos is dat die samestelling nie homogeen is nie. Die verhouding van die basiese bestanddele van die kompos, naamlik die strooi en mis, die lengte en suksesvolheid van die fase I en II komposteringsproses bepaal die fisiese eienskappe van die materiaal. Die chemiese samestelling word beïnvloed deur verskeie byvoegings voor en gedurende fase I en na fase II van die komposteringsproses, die lengte asook die totale produksie gedurende die oes tydperk (Brosius 1981).

Wat die mikrobiologiese aspekte betref is gebruikte kompos geskik vir deklaagmateriaal vanweë die aanwesigheid van relatief hoë getalle pseudomonade-bakterieë wat noodsaaklik is vir vrugliggaamvorming. Nair (1976) het getoon dat die getalle pseudomonade-bakterieë in die gebruikte kompos aansienlik hoër is as in geval van veenmos. Deur die byvoeging van ryskorrels by die gebruikte kompos is die belugting verbeter en ook die aktiwiteit van aerobiese bakterieë daardeur verhoog (Nair 1976).

Dit moet in gedagte gehou word dat daar in Suid-Afrika 'n redelike mark vir gebruikte kompos is. Dit word as bemesting aan tuiniers en kwekerie verkoop teen ongeveer R16,00 per m³. Tydens die verouderingsproses in die voorbereiding van gebruikte kompos as deklaagmate=

riaal neem die materiaal aansienlik af in massa weens biologiese afbraak, verwerking en uitloging. 'n Oorweegende faktor is dan of dit ekonomies voordelig sal wees om die gebruikte kompos eerder as deklaagmateriaal te gebruik of om dit te verkoop en steeds veen, wat tans teen R15,50 per m³ gekoop word, as deklaagmateriaal te gebruik. Dit sal egter nie altyd die oorwegende faktor wees nie, aangesien veenbronne in Suid-Afrika besig is om uitgeput te raak en daar aan 'n alternatiewe deklaagmateriaal gedink moet word. In oorsese lande waar daar 'n hele aantal sampioenplase in 'n relatief klein gebied voorkom, is die mark vir gebruikte kompos redelik versadig. Die hergebruik van kompos as deklaagmateriaal sal daar waarskynlik meer winsgewend wees.

2.2.4 Ander

Verskeie ander moontlike materiale is al oorweeg in die soeke na 'n geskikte deklaag. Tot dusver was die pogings egter minder suksesvol vanweë verskeie faktore: sommige substrate is geweldig veranderlik en gevolglik is resultate onherhaalbaar. Ander beskik net nie oor al die eienskappe wat 'n vereiste is vir 'n goeie deklaag nie; sommige is weer moeilik bekombaar in groot hoeveelhede of die koste van die materiaal is uitermate hoog (Hayes, Yeo *et al.* 1978).

Voorbeelde van materiale wat reeds ondersoek is, is onder andere gruis, gekomposteerde en ongekomposteerde katoendoppe, rysdoppe, denneboomsaagsels, grof gemaalde koffiebone, leemgrond, gemaalde boombas en ontbinde sampioensteeltjies. Verskillende kombinasies van materiale wat ondersoek is, is veen en gruis, veen en gekomposteerde katoendoppe, gruis en gekomposteerde katoendoppe asook gemaalde koffiebone en rooi leemgrond. Wat die produksie van sampioene betref het die gekomposteerde katoendoppe gemeng met veen, gruis gemeng met veen en slegs gekomposteerde katoen=

doppe as deklaagmateriaal goed vergelyk met die standaard veen/kalk mengsel. Die produksie verkry met gruis, boomsaagsels, ongekomposteerde katoendoppe en koffiebone het die swakste opbrengs gelewer in vergelyking met veen (Eicker 1979).

HOOFSTUK 3

MATERIAAL EN METODES

3.1 MATERIAAL

3.1.1 Veen (kontrolemateriaal)

Verskeie fisies-, chemiese- en mikrobiologiese aspekte asook die opbrengs verkry met verskillende deklaagmateriale is bepaal. Suid-Afrikaanse (topogene) veen wat tans as deklaag gebruik word op die sampioenplase van die Tongaat-groep van Maatskappye asook sekerre privaatkwekers, is deurgaans as kontrolemateriaal gebruik. Materiaal is meestal van twee van die plase verkry, naamlik Waterford-sampioenplaas en die Kyalamiplaas, beide geleë tussen Pretoria en Johannesburg.

Die veen is oorspronklik afkomstig van 'n bron in die bolope van die Kliprivier naby Soweto. Dit het hoofsaaklik ontstaan uit *Phragmites* spesies, algemeen bekend as fluitjiesriet. Volgens Benadé (1982) se klassifikasie van verskillende veentipes is hierdie veen topogene veen ("topogenous peat, basin peat").

Op die sampioenplase word die materiaal verwerk en benut om die regte voggehalte en geskikte graad van grofheid te verkry. Om 'n geskikte pH van 7,5 te bekom, word die veen met gemaalde kalksteen (CaCO_3) gemeng in 'n verhouding van ongeveer 50:1 respektiewelik. Alvorens die veen/kalksteenmengsel as deklaag gebruik kan word, word dit eers vooraf by 70° C vir twaalf ure met behulp van stoom gepasteuriseer. Vir eksperimentele doeleindes is die reeds gemengde en vooraf gepasteuriseerde veen in verseëlde plastieksakke na die Departement Plantkunde van die Universiteit van Pretoria vervoer, waar die eksperimente uitgevoer is.

Potensiële deklaagmateriale wat in die ondersoek met veen vergelyk is, is die volgende:

3.1.2 Papierpulp

Papierpulp wat as neweproduk gevorm word tydens die vervaardiging van papier is van die Enstra-meule van SAPPI-papierfabriek naby Springs verkry. By die meule word hoofsaaklik gebleikte pulp vir die gebruik van kraftpapier uit harde- sowel as uit sagte-hout vervaardig. Die afval papierpulp is aanvanklik in die vorm van slyk in slykdamme gepomp. Deesdae word dit deur 'n filter gepars om 'n droër produk daar te stel. Ongeveer 30 ton droë massa van die afval-papier word per dag geproduseer. Die pulp bestaan uit residu van lignien en sellulosevesels (Eicker 1980). Die materiaal is vooraf vir ongeveer twee jaar buite gelaat om te loog. Die materiaal is on-gepasteuriseerd as deklaagmateriaal gebruik.

3.1.3 Gebruikte kompos

3.1.3.1 Veroudering van kompos

Vars gebruikte kompos, net na die kaste gele-dig is, is van die Waterford sampioenplaas verkry. Die materiaal is buitekant oopgesprei op die univer-siteitsterrein by die Departement Plantkunde. Deur-gaans sal hierna verwys word as "kampuskompos". Die materiaal is kunsmatig geloog deur dit wekklis vir een uur met 'n sproeier nat te sproei. Die materiaal is voor veroudering en met tussenposes van ses maande as deklaagmateriaal gebruik, naamlik na 6, 9 en na 12 maande. (Kyk paragraaf 3.2.4)

3.1.3.2 Waterford kompos

Gebruikte kompos is van die Waterford sampioenplaas verkry. Nadat die kaste geledig is, is die kompos buite in 'n oop veld vir ongeveer twee jaar gelaat om uit te loog en te verouder. Die materiaal is nie oopgesprei nie en die hope was aanvanklik tot drie meter hoog. Die materiaal is vir twee ure by 70-100°C in 'n outoklaaf gepasteuriseer. Twee eksperimente is gedoen waartydens die produksie vergelyk is met die produksie wat met veen as deklaagmateriaal verkry is.

3.1.3.3 Kyalami/Bothasfontein kompos

Twee monsters gebruikte kompos is van die Kyalami/Bothasfonteinplaas verkry. Beide is weereens vergelyk met die kontrolemateriaal naamlik die standaard veenmengsel. Die een monster, sogenaamde Kyalami 1 kompos is versamel van die punt waar die kompos aan die publiek verkoop word. Die kompos lê in 'n groot hoop en is redelik vars materiaal wat biologies nog baie aktief is.

Kyalami 2 kompos is ook nie oopgesprei nie en lê in 'n hoop naby die Jukskei-rivier wat deur die plaas loop. Hierdie materiaal is meer verouder, maar is verkry na oeste wat met virus geïnfecteer was.

Beide monsters van die Kyalami-plaas is ongepasteuriseerd gebruik.

3.1.3.4 Gebruikte kompos en geaktiveerde houtskool

Na 2½ maande is die kampuskompos met geaktiveerde houtskool gemeng en as deklaagmateriaal gebruik. Die kompos is eers vooraf vir 2 ure by 70-100°C in 'n outoklaaf gepasteuriseer. Die kompos, geaktiveerde

houtskeel en kalsiumkarbonaat is in 'n verhouding van 35:1:2 respektiewelik vermeng.

3.1.4 Vermikuliet

3.1.4.1 Veen en vermikuliet

Die standaard veen/kalksteen mengsel is gemeng met SFX-graad vermikuliet tot 'n verhouding van 15% vermikuliet. Gedurende dieselfde tyd wat hierdie eksperiment by die universiteit uitgevoer is, is dieselfde eksperiment op groot skaal op Waterford sampioenplaas uitgevoer.

3.1.4.2 Gebruikte kompos en vermikuliet

Na 4 maande is gepasteuriseerde kampuskompos ook met 15% SFX-graad vermikuliet gemeng en onder andere vergelyk met die kampuskompos wat nie met vermikuliet gemeng is nie en met 'n 15% vermikuliet/veen mengsel.

Twee jaar oue gebruikte kompos wat van die Waterford sampioenplaas verkry is, is vooraf gepasteuriseer en vergelyk met dieselfde gebruikte kompos gemeng met kalsiumkarbonaat en vermikuliet. Die gebruikte kompos, vermikuliet en kalksteen is in 'n verhouding van 20:10:1,5 respektiewelik vermeng, met ander woorde om ongeveer 'n 30% vermikulietmengsel te verkry. Die vermikuliet is van die SFX-graad en is verkry van die firma "Micronized Products (Pty) Ltd" in Johannesburg.

Kompos waarin sampioene gekweek is, is ook van die Waterford sampioenplaas verkry waar dit voorberei word. In die sogenaamde fase I van die komposteringsproses word stalmis afkomstig uit stalle van perde by ryskole in die omgewing met koringstrooi gemeng. Die kompos word verkieslik onderdak, in lang-

werpige hope van ongeveer 1,8 m in deursnee en 1,8 m hoog gepak. Gedurende hierdie fase begin die chemiese- en mikrobiologiese proses. Fase I duur sewe tot twaalf dae. Gedurende hierdie tydperk word die kompos gereeld omgekeer, natgegooi en verskeie stikstofryke stowwe soos ammoniumsulfaat, ureum hoendermis, ensovoorts word bygevoeg. Met die sogenaamde tweede kompostering word die kompos in kaste geplaas en in kamers gehou waar die temperatuur, voggehalte en suurstofkonsentrasie fyn beheer word. Aan die begin van die tweede fase word die kompos vir drie tot vyf ure by 58° tot 60°C deur middel van stoom gepasteuriseer om skadelike organismes te vernietig. Daarna word dit vir 'n verdere ses tot agt dae gelaat waartydens die temperatuur geleidelik verminder word van 58° tot 48°C. Nadat die kompos afgekoel is, word dit met sampioengraanvlok geïnokuleer. Na ongeveer veertien tot vyftien dae is die kompos volledig met sampioenmiselium gekoloniseer en is die kompos gereed om die deklaag te ontvang.

Vir die doel van hierdie studie is kompos gebruik wat reeds deur sampioenmiselium gekoloniseer is (na die sogenaamde "spawn run"). Die kompos is van die Waterford sampioenplaas verkry. Die materiaal is met plastiek bedek en agter op 'n motorbakkie na die universiteit vervoer. Hierdie kompos was gereed vir bedekking met deklaagmateriaal. Dieselfde dag waartydens die kompos in die kaste gesit is, is dit bedek met deklaagmateriaal.

3.2 METODES

3.2.1 Fisies chemiese aspekte van deklaagmateriaal

Die materiaal wat gebruik is om die verskillende aspekte te ondersoek is nie telkens direk van die kaste verkry nie. Van die betrokke deklaagmateriaal

wat in elke eksperiment gebruik is, is uitgehou en die bepaling is daarmee gedoen. Om 'n gemiddelde syfer te bekom is die eerste bepaling gedoen tydens bedekking en daarna 'n verdere vier bepalinge met tussenposes gedurende die loop van die betrokke eksperiment.

3.2.1.1 pH van die substrate

Die waterstofioonkonsentrasie van die materiaal is bepaal met behulp van 'n T & C 1004 pH-meter wat van 'n meganiese roerder en 'n glaselektrode voorsien is. Een volume van die materiaal is gemeng met een volume gedeïoniseerde water. Na ongeveer 1 uur is die pH bepaal. Die gemiddeld van drie lesings is telkens bepaal (Hayes 1981).

3.2.1.2 Konduktiwiteit

Die elektriese geleidingsvermoë (konduktiwiteit) van die materiaal is bepaal deur 'n metode te volg soos deur Hayes (1981) voorgestel is:

- Tien gram vars materiaal is in 100 cm³ gedeïoniseerde water gesuspendeer.
- Die mengsel is vir een uur in 'n waterbad by ongeveer 20°C gelaat.
- Daarna is die vaste materiaal afgefiltreer.
- Die konduktiwiteit van die filtraat is bepaal met behulp van 'n Metrohmherisau (E527) konduktiwiteitsmeter. Die gemiddeld van drie lesings is telkens gebruik.
- Die konduktiwiteit is bereken deur die lesing op die meter (G) te vermenigvuldig met die selkon-

stante (c), in die geval 0,86 en te deel met die lesing op die skaal aangegee in mikrosiemens (μS) of milisiemens (mS). Dit wil sê:

$$K = \frac{G \cdot c}{\text{skaal}}$$

- Die eenheid van konduktiwiteit word aangegee in siemens (S) of mho. In hierdie studie is die konduktiwiteit uitgedruk as mikromho (μmho).
- Aangesien daar oorspronklik met vars materiaal gewerk is en die voggehalte telkens verskil het, is die droë massa van die materiaal in elke geval bepaal. Dit is gedoen deur 10 g van die vars materiaal oornag in 'n droogoond by 105°C te droog, weer te weeg en te bereken na persentasie droë massa.

Die konduktiwiteit is telkens vermenigvuldig met 100 en gedeel deur die persentasie droë massa om sodoende te kompenseer vir die voggehalte van elke monster.

3.2.1.3 Poriëgrootte

Die poriëgrootte is bepaal volgens 'n metode gevolg deur Flegg (1951) en aangepas deur Hayes (1981).

- 'n Onbepaalde hoeveelheid materiaal se vars (netto) massa is bepaal.
- Dieselfde materiaal is tot versadigingspunt benat met gedeïoniseerde water en die massa daarvan is bepaal. Die materiaal is as versadig beskou wanneer water opdam in 'n voortjie wat daarin getrek word.
- Dieselfde materiaal is in 'n porseleinsif geskep en

toegelaat om te dreineer. Die gedreineerde materiaal se massa is bepaal.

- Die persentasie waterhouvermoë is bepaal met behulp van die volgende formule:

$$\% \text{ poriegrootte} = \frac{\text{versadigde vars massa} - \text{gedreineerde massa}}{\text{gedreineerde massa}} \times 100$$

3.2.1.4 Waterhouvermoë

Die waterhouvermoë is ook bepaal deur 'n formule soos voorgestel deur Flegg (1951) en aangepas deur Hayes (1981). Die gedreineerde massa is op dieselfde wyse bepaal as tydens die bepaling van die poriegrootte (kyk paragraaf 3.2.1.3). Dieselfde materiaal is vervolgens gedroog in 'n droogoond vir ongeveer 24 uur by 105°C tot 'n konstante massa verkry is en die droë massa is bereken. Die persentasie waterhouvermoë is bereken deur die volgende formule toe te pas:

$$\% \text{ waterhouvermoë} = \frac{\text{gedreineerde massa} - \text{droë massa}}{\text{gedreineerde massa}} \times 100$$

3.2.2 Mikrobiologiese aspekte

Die materiaal wat gebruik is om die verskillende mikrobiologiese aspekte te ondersoek is nie direk van die kaste verkry nie. Van die materiaal wat in elke eksperiment gebruik is, is uitgehou en die bepaling is daarop gedoen. Om 'n gemiddelde syfer te bekom is die eerste bepaling gedoen tydens bedekking en daarna 'n verdere vier bepalinge met tussenposes.

3.2.2.1 Populasiedigtheid van bakterieë

Die isolering en telling van bakterieë is gedoen deur gebruik te maak van die verdunningsplaatmetode soos voorgestel deur Menzies (1957).

- Vyf gram (netto massa) van die materiaal is gesuspendeer in 250 cm³ steriele water en vir 30 minute meganies geskud. Die verdunning is dus 5×10^1 .

- 'n Reeksverdunning is soos volg gemaak:

Een cm³ van die opgeskudte monster is met behulp van 'n afgevlamde 1 cm³ skeppertjie asepties oorgedra in 9 cm³ steriele water in 'n steriele Mc Cartneybotteltjie. Dit gee 'n verdunning van 5×10^2 .

Die 5×10^2 verdunning is weereens effens opgeskud en 1 cm³ van hierdie verdunning is met behulp van 'n steriele pipet asepties oorgedra na 'n verdere 9 cm³ steriele water in 'n tweede Mc Cartneybotteltjie. Nou is die verdunning 5×10^3 . Die prosedure word herhaal om 'n reeks verdunnings daar te stel tot by 'n verdunning van 5×10^8 .

- Afhangende van die digtheid van die mikroflora is 'n bepaalde verdunning gebruik om die kolonies op te tel. Indien 'n groot getal bakterieë in die monster teenwoordig was, is daar met 'n hoër verdunning gewerk. Om te bepaal watter verdunning geskik is, is daar aanvanklik gebruik gemaak van 'n reeks van sewe of agt verdunnings. Die herhalings wat volg word dan met die verdunning gedoen waarby die kolonies uiteindelik maklik getel kan word.

Vir bepaling van die bakteriepopulasiedigtheid is meestal gebruik gemaak van verdunnings van 5×10^6 , 5×10^7 en soms 5×10^8 .

- Een cm³ van die verlangde verdunning is met behulp van 'n steriele pipet telkens asepties in 5 steriele plastiek Petri-bakkies oorgedra.
- Twintig cm³ van die kultuurmedium by 'n temperatuur

van 50°C word oor elke 1 cm³ van die suspensie in elke Petri-bakkie gegiet. Die kultuurmedium wat gebruik is, is voedingsagar ("nutrient agar") (kyk bylaag 1).

- Die bakkies is effens gekantel om 'n egalige suspensie van die monster in die medium te verkry. Daarna is die agar toegelaat om te stol.
- Die bakkies is by 25°C vir vier tot vyf dae geïnkubeer.
- Telkens is daar ook 10 g van die vars materiaal oornag in 'n droogoond by 105°C gedroog ten einde die persentasie droë massa te bepaal.
- Na vyf dae is die aantal bakteriekolonies bepaal deur die bakkies oor 'n Chiltern-ligbron te hou en dit deur 'n vergrootglas met behulp van 'n meganiese teller te tel. Die gemiddelde syfer wat met vyf replikate verkry is, is gebruik en uitgedruk as getal kolonies per een gram droë massa.

3.2.2.2 Populasiedigtheid van fungusse

Die isolering en telling van fungusse is ook gedoen deur gebruik te maak van die verdunningsplaattegniek soos reeds beskryf in geval van die isolering van bakterieë (kyk paragraaf 3.2.2.1). In hierdie geval is daar meestal gebruik gemaak van verdunnings 5 x 10¹, 5 x 10² en 5 x 10³.

Die kultuurmedium wat gebruik is, is peptoon-dekstrose agar waarby roosbengaal en antibiotikum gevoeg is (kyk bylaag 1). Die roosbengaal is bygevoeg om groei van die funguskolonies te beperk sodat die verskillende kolonies afsonderlik van mekaar kan groei.

'n Antibiotikum, naamlik "Albamycin-T" is bygevoeg om bakterie-aktiwiteit in die medium te onderdruk. Die antibiotikum bestaan uit 125 mg Albamycin (as natrium-novobiosien) en 125 mg tetrasiklien-hidrochloried per kapsuul. 'n Halwe kapsuul (125 mg) "Albamycin-T" per 1000 cm³ agarmedium is gebruik.

Tydens elke bepaling is die persentasie droë massa bereken soos reeds beskryf met die bepaling van die bakteriepopulasiedigtheid (kyk 3.2.2.1). Die afsonderlike funguskolonies per Petri-bakkie is getel en die gemiddeld van vyf replikate is telkens bereken. Deur die voggehalte van die oorspronklike materiaal in berekening te bring is die getal funguskolonies per een gram droë massa van die materiaal bereken.

3.2.2.3 Taksonomie van die geïsoleerde fungusse

In hierdie studie is daar onder andere gepoog om nie net 'n idee te kry van die bakterie- en funguspopulasiedigtheid van die verskillende deklaagmateriale nie, maar ook van die verskillende fungusgenusse en, so ver moontlik ook spesies teenwoordig.

Mikroskooppreparate en dekglasskulture is van die verskillende fungusisolate gemaak. Daar is gepoog om hulle tot op spesievlak te identifiseer. Die doel was om te sien of daar moontlike parasiterende- en kompeterende fungusse van die sampioene in hierdie materiaal teenwoordig mag wees.

3.2.2.3.1 Isolering van fungusse

Die verskillende funguskolonies is met behulp van 'n afgevlamde oorentnaald vanaf die verdunningsplate asepties oorgeënt op voorafbereide aartappeldekstrose agar (PDA) plate (kyk bylaag 1). Die reinokulture is by 25°C geïnkubeer totdat die fungusse goed gesporuleer het.

Kulture wat moeilik gesporuleer het is met naby-ultravioletlig (NUV) met 'n golflengtepiek van 420 nm bestraal om spoorvorming te stimuleer (Leach 1961).

Die bestraling is met behulp van Phillipsbuisse gedoen naamlik naby-ultravioletlig- en dagligtype fuloriserende buise. (Phillips TLW 40W/08 RS, F 40 BLB en Atlas F 40 CW respektiewelik). Die bak kies is 50 cm vanaf die ligbuisse geplaas by 'n temperatuur van ongeveer 27°C.

Hierdie kulture is gebruik om mikroskooppreparate en dekglaskulture mee te maak in 'n poging om die fungusse te identifiseer.

3.2.2.3.2 Bewaring van reinkulture

Twee beginsels is deurgaans toegepas om die geïsoleerde funguskolonies te bewaar, naamlik:

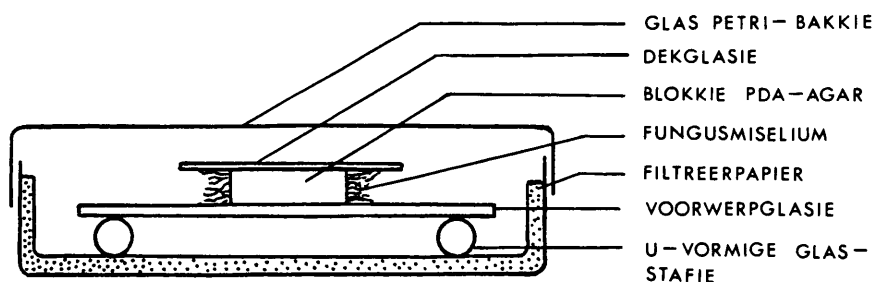
- 1) Die fungus is telkens asepties oorgeënt op 15 cm³ skuinsgestolde aartappelwortelagar (PCA) (kyk bylaag) in Mc Cartneybotteltjies. Nadat die fungus goed gesporuleer het, is dit in 'n koue kamer by 'n temperatuur wat wissel tussen 0° en 5°C geberg.
- 2) Klein blokkies agar wat oorgroei is met miselium van die fungus is asepties met 'n steriele messie uitgesny en na 15 cm³ steriele water in Mc Cartneybotteltjies oorgedra en die botteltjie se prop is styf toegedraai. Die botteltjies is by 'n temperatuur wat wissel tussen 0° en 5°C geberg (Boesewinkel 1976).

3.2.2.3.3 Mikroskooppreparate

Mikroskooppreparate is gemaak deur 'n klein hoeveelheid van die fungusmateriaal in een tot twee druppels Amman se laktofenol wat ook katoenblou bevat te monteer (Gams *et al.* 1980). Die dekglasie van die preparaat se rand is met naellak verseël om dit semi-permanent te maak.

3.2.2.3.4 Dekglaskulture

Dekglaskulture is volgens die metode van Riddell (Gams *et al.* 1980) gemaak. Vogkamertjies is berei deur glas Petri-bakkies met filtreerpapier uit te voer en daarna met steriele water te benat. 'n Voorwerpglasie is op 'n U-vormige glasstafie in die Petri-bakkie geplaas (alle apparaat is vooraf gesteriliseer). 'n Blokkie aartappeldekstrose-agar (PDA) (7mm x 7mm x 5mm) is asepties op die voorwerpglasie geplaas. Die fungus is vervolgens asepties op die vier kante van die agarblokkie oorgeënt. 'n Afgevlamde dekglasie is bo-op die agarblokkie geplaas (Figuur 2). Die deksel van die Petri-bakkie is teruggeplaas en die bakkie is by 27°C onder NUV lig vir veertien dae geïnkubeer.



FIGUUR 2: Diagramatiese voorstelling van die voorbereiding van dekglaskulture

Die fungus groei bo teen die dekglasie vas en onder op die voorwerpglasie. Nadat die fungus gesporuleer het, is die dekglasie op 'n skoon voorwerpglasie in laktofenol gemonteer, terwyl 'n skoon dekglasie op die voorwerpglasie gemonteer is, nadat die agarblokkie verwyder is. Twee mikroskooppreparate is dus van een deklaskultuur verkry.

3.2.2.3.5 Ligmikroskopiese ondersoek van die fungusse

'n Carl Zeiss navorsingsmikroskoop is gebruik om die mikromorfologiese eienskappe van die fungusse te ondersoek. In 'n poging om die fungusse tot op spesievlak te identifiseer is die fungusse onder verskeie vergrotings (10 x 10/0,22, 10 x 40/0,65 en 10 x 100/1,25 olie) bestudeer. Die meting van die konidiums, fialiede en ander strukture is met behulp van 'n navorsingsmikroskoop en 'n Leitz 12,5 okulêrmikrometer gedoen.

3.2.2.3.6 Identifisering van fungusse

Tydens die identifisering van die geïsoleerde fungusse is daar van die standaard mikologiese tegnieke gebruik gemaak. Die jongste beskikbare literatuur is geraadpleeg.

3.2.2.4 Termofiele fungusse

Tydens die aanvang van die eksperiment wat met die kampuskompos uitgevoer is, was die kompos vars en biologies baie aktief. Vir die eerste paar weke was die temperatuur van die komposhoop baie hoog en het dit geleidelik gedaal en uiteindelik gestabiliseer (van ongeveer 55°C tot 20°C). Dit is vermoed dat termofiele fungusse vir hierdie termogenese verantwoordelik was en pogings is aangewend om hulle te isoleer.

Isolering is gedoen deur gebruik te maak van die verdunningsplaattegniek (kyk paragraaf 3.2.2.1). Die afsonderlike fungusse is elk op 'n voorafbereide Czapekoplossingsagarplaat (kyk bylaag vir resep) geënt en by 40°C geïnkubeer (Cooney & Emerson 1964). Nadat dit gesporuleer het, is mikroskooppreparate van die fungusse gemaak (soos beskryf onder paragraaf 3.2.2.3.3) en onder 'n ligmikroskoop bestudeer.

3.2.3 Verbouing van *Agaricus brunnescens*

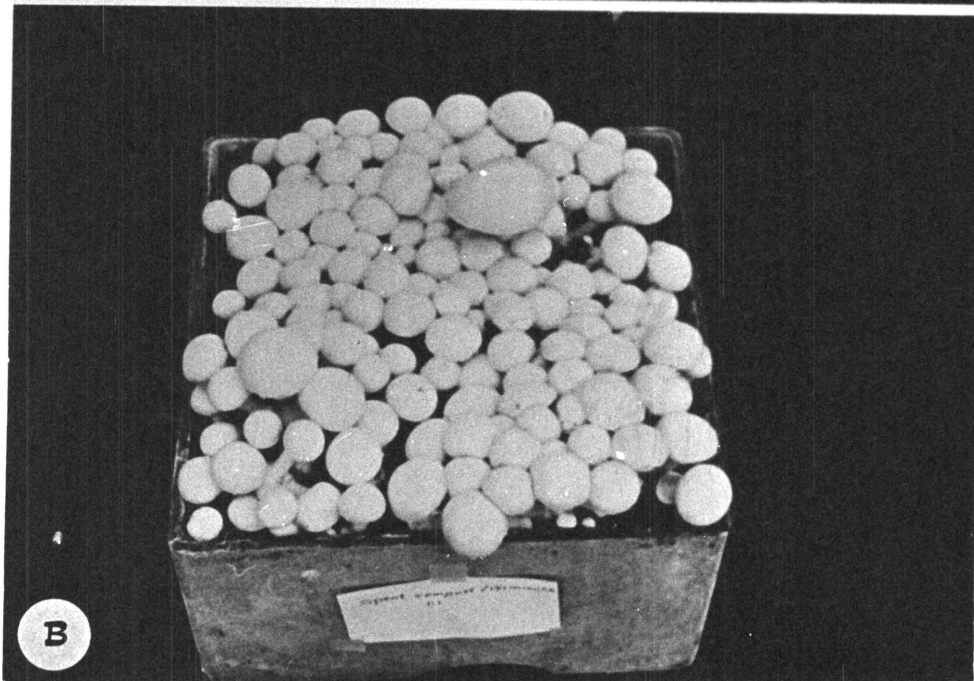
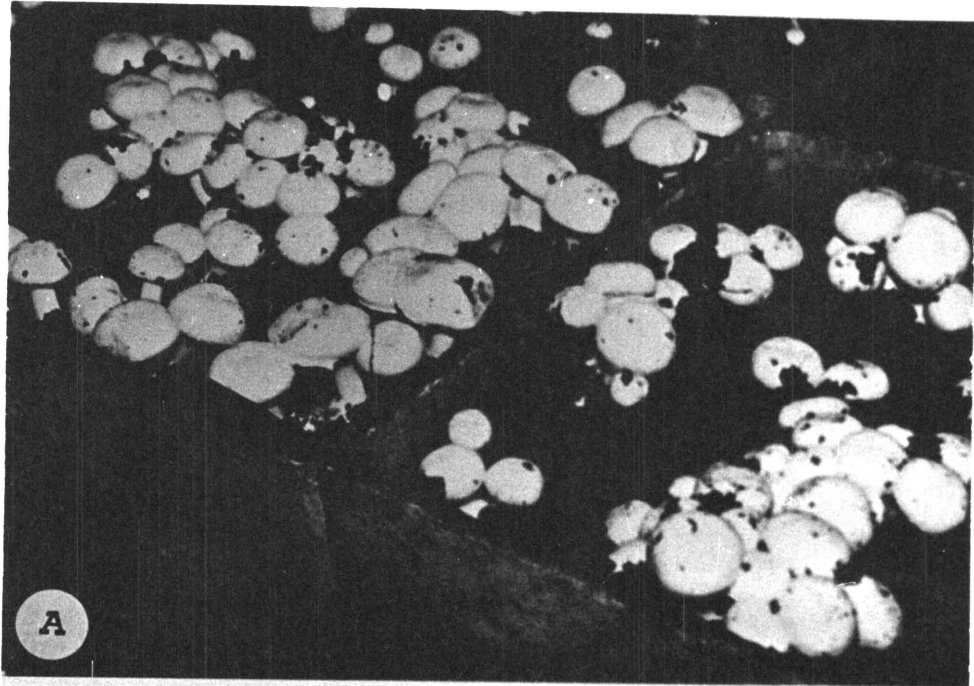
Om die invloed van die verskillende deklaagmateriale op produksie te bepaal is die sampioene op klein skaal in 'n fitotron by die Departement Plantkunde verbou (Figuur 3).

3.2.3.1 Voorbereiding van die kaste

Gepasteuriseerde kompos wat reeds met sampioenmiselium deurgroei is, is vir die doel van die studie gebruik. Die kompos is in hoeveelhede van 5 kg afgeweeg en in asbesbakke (36cm x 36cm x 20cm) met dreineringsgate onderin gepak (Figuur 3). Die deklaag is dieselfde dag nog oorgesit. Die deklaagmateriaal is vooraf deur 'n ogiesdraadsif (opening ongeveer 1,5 tot 2cm in deursnee) gesif, gemeng en indien nodig met water benat om die regte tekstuur en voggehalte te kry. Ses volume-eenhede van 1175 cm³ elk is telkens van die betrokke deklaag per asbesbak gebruik. Om te verseker dat die deklaag goed belug is, is die deklaagmateriaal met behulp van 'n ogiesdraadsif ongeveer 4 cm dik egalig oor die kompos gestrooi.

Die hoeveelheid water wat gebruik is, is bepaal deur die veldkapasiteit van die deklaagmateriaal vas te stel. Water is toegevoeg tot 'n punt onder die veldkapasiteit sodat goeie belugting steeds moontlik was.

FIGUUR 3: A & B. Sampioene is in asbesbakke (opper=
vlakke ongeveer 0,13 m²) onder gekontroleer=
de toestande gekweek.



3.2.3.2 Eksperimentele groeikamer en omgewingstoestande

Sampioene is in 'n temperatuurbeheerde kamer van die fitotron van die Departement Plantkunde van die Universiteit van Pretoria gekweek (Figuur 3).

Die groeikamer is eers vooraf met 'n 4% formaldehyd oplossing uitgewas om moontlike insekte en swampore wat kontaminasie mag veroorsaak, te vernietig.

Die lugvogtigheid in die groeikamer is beheer deur 'n Thies-higrometer gekoppel aan 'n 'Aerosol'-gemotoriseerde waterversproeier. Daar is gepoog om die relatiewe humiditeit in die kamer so hoog as moontlik te hou (ongeveer 95%).

Die metode soos voorgestel deur Vedder *et al.* (1978) is gevolg. Die deklaagmateriaal is so nat, maar steeds so hanteerbaar, as moontlik oor die kompos gesit. Nadat die deklaag oorgesit is, is water wanneer nodig, toegedien met behulp van 'n gieter wat die water baie fyn sproei. Die deklaag moet 'n voggehalte van ongeveer 74% hê. Wanneer die materiaal tussen die voorvinger en duim gepers word moet daar water uit drup. Die deklaag moet dwarsdeur nat wees, maar water moet nie in die komposlaag dreineer nie, aangesien dit skadelik is vir die sampioenmiselium. Om die voorkoms van skadelike bakterieë te beheer is 3 cm³ Javel met natriumhipochloried as aktiewe bestanddeel per 1000 cm³ besproeiingswater gevoeg. Op die derde dag is die oppervlak liggies met 'n 1% formaldehyd oplossing besproei om kontaminerende oppervlaksimmels en insekte soos veral sampioenvliegies te elimineer.

Aanvanklik is die kamer geensins geventileer nie. Die waaiers is afgeskakel en die deur van die kamer is dig verseël. Die kamertemperatuur is ingestel op ongeveer 25°C. Die kompostemperatuur gedurende hier-

die eerste periode waartydens geen lug geventileer is nie, was by 'n temperatuur van ongeveer 25°C. Aangesien daar geen ventilasie was nie, is daar gewaak dat die temperatuur van die kompos nie té hoog styg weens biologiese aktiwiteit tydens miseliumgroei nie. Indien die komposttemperatuur té hoog gestyg het, is die kamertemperatuur ietwat verlaag. Die rede vir die feit dat daar nie geventileer word gedurende die eerste paar dae nie, is sodat die koolstofdiksiedkonsentrasie kan opbou om sodoende vegetatiewe groei van die sampioenmiselium te stimuleer. Die ideaal is om die koolstofdiksiedgehalte so hoog as moontlik te laat opbou. CO₂-Koolstofdiksiedkonsentrasies van tussen 5000 en 1000 mg/dm³ (d.p.m.) is optimaal gedurende hierdie periode (Tschierpe 1959).

Na ongeveer agt dae was die sampioenmiselium gewoonlik oral in die deklaag ingegroei. Op plekke waar die miselium deur die deklaag groei is daar weer liggies van die betrokke deklaagmateriaal oorgestrooi (sogenaamde 'cover-up'). Op hierdie stadium is die groeikamer geventileer en is die waaiers weer aangeskakel. 'n Sogenaamde temperatuurskok is toegedien deur die kamertemperatuur na 16 tot 17°C te verlaag. Die komposttemperatuur het dan ook gewoonlik na 18 tot 19°C gedaal.

Die skielike verlaging in temperatuur en verwydering van oortollige CO₂ het tot gevolg dat die miselium na die reprodktiewe fase oorgaan en vrugliggaampriordiums begin vorm (sogenaamde 'pinning'). Dit is nie raadsaam om op hierdie stadium water toe te dien nie. Die voggehalte van die kamer moet steeds so hoog moontlik gehou word. Indien te vroeg geventileer word tydens hierdie stadium is die primordiums geneig om te diep in die deklaag te vorm.

Vir die res van die groeiperiode is die kamer geven-

tileer en die kamertemperatuur by 16° tot 17°C gelaat. Vanaf die dag dat die eerste sampioenknopies verskyn het, is gereeld water met behulp van die gieter toege= dien, sodat die deklaagmateriaal deurentyd die regte voggehalte (soos reeds beskryf) kon hê.

3.2.3.3 Produksie van sampioene

Met elke eksperiment is produksie van sampioene bepaal oor 'n tydperk van 43 dae vandat die deklaag oor= gesit is. Dit het in die meeste gevalle tyd gelaat vir drie breke en in sommige eksperimente vir vier breke. 'n Breek is 'n gesamentlike verskyning van 'n groot aantal vrugliggame. Dit duur gewoonlik onge= veer sewe dae tussen die breke.

Die eerste sampioene is ongeveer 21 dae nadat die dek= laag oorgesit is ge-oes. Die daaropvolgende breke het met tussenposes van ongeveer 7 dae gevolg. Afhangen= de van die tipe deklaagmateriaal waarmee daar in die betrokke eksperiment geëksperimenteer is, het die tyd waarop die eerste sampioene verskyn het en die tyd= perk tussen die opeenvolgende breke verskil.

Die sampioene is gedurigdeur met die hand ge-oes so= dra dit die regte grootte bereik. Daar is gepoog om deurgaans sampioene van dieselfde grootte te oes. Die sampioene is ge-oes op 'n stadium net voor die pileuse oopgaan en die deursnee van die pileuse on= geveer 4 cm tot 5 cm is. Die sampioene is ge-oes deur elke vrugliggaam uit die substraat te lig met 'n draaibeweging. Die steeltjies is loodreg tot die lengte-as 2 cm tot 3 cm onder die pileus met 'n lemme= tjie afgesny. Die afgesnyde gedeeltes is weggegooi.

Nadat die sampioene ge-oes is, is daar elke keer rekord gehou van die aantal en die massa van die sampioene per kas wat ge-oes is. Aan die einde van elke ekspe=

riment, dit wil sê na 43 dae, is die volgende bepalings gedoen ten opsigte van elke groep kaste met dieselfde deklaagmateriaal:

- 1) Die gemiddelde getal vrugliggame per kas.
- 2) Die totale produksie van sampioene uitgedruk in kg sampioene per ton kompos asook in kg/m^2 .

Om eenvormigheid in die kommersiële sampioenbedryf te verseker, is hierdie eenhede deur 'n subkomitee van die uitvoerende komitee van die ISMS voorgestel. Die eenheid kg sampioene per ton kompos kan in alle verbouingsisteme byvoorbeeld rakke, sakke, kaste, vore of beddings in die grond toegepas word. Die massa van die kompos wat telkens per eenheid (sak, rak, kas, ensovoorts) gebruik is, moet net bekend wees. Opbrengs word ook in kg sampioene per eenheidsoppervlakte uitgedruk omrede sampioene meestal in rakke of kaste verbou word (Anonymous 1983).

3.2.4 Veroudering van gebruikte kompos op die kampus

Vars gebruikte kompos net nadat die kaste geledig is, is in 'n hoop op die kampusterrein gelaat. Die kompos is aanvanklik in 'n hoop van 150 cm x 125 cm x 38 cm opgemaak. Die kompos is weekliks vir een uur met 'n sproeier natgesproei en elke drie maande omgekeer deur dit met 'n tuinvurk deur te werk en weer vorm te gee. Die doel van hierdie eksperiment was om die kompos onder Suid-Afrikaanse klimaatstoestande te laat verouder en die logingsproses kunsmatig te bevorder. Die kompos is vir een jaar buite gelaat. Sekere fisies, chemies en mikrobiologiese aspekte is gereeld gemonitor. Verder is die materiaal ook van tyd tot tyd as deklaagmateriaal gebruik in die verbouing van sampioene, ten einde produksie te kon bepaal.

3.2.4.1 Fisies chemiese aspekte van die materiaal

Aangesien die kompos aanvanklik vars en biologies baie aktief was, is die temperatuur van die kompos gedurende die eerste paar weke gereeld gemeet. Die temperatuur is elke derde dag gemeet totdat dit gestabiliseer het (na ongeveer agt weke). Die temperatuur is gemeet deur 'n gewone laboratoriumtermometer tot 'n diepte van ongeveer 19 cm in die komposhoop te druk vir ongeveer een minuut.

Die konduktiwiteit, pH, persentasie waterhouvermoë en persentasie poriegrootte van die komposmateriaal is weekliks bepaal. Die metodes wat gevolg is, is soos beskryf onder paragraaf 3.2.1.

3.2.4.2 Mikrobiologiese aspekte

Die verandering in die fungus- en bakterieflora is gereeld gemonitor. Bepalings in verband met die mikroflora (digtheid en taksonomie) is elke twee weke vir die volle duur van die eksperiment (een jaar) gedoen.

Die fungus- en bakteriepopulasiedigthede is bepaal deur gebruik te maak van die verdunningsplaatmetode (kyk paragraaf 3.2.2.1). Fungusse is geïsoleer vanaf die verdunningsplate (kyk paragraaf 3.2.2.3). Die fungusse is met behulp van 'n ligmikroskoop bestudeer en geïdentifiseer. Van die fungusse wat geïsoleer is tydens die eerste sewe weke waartydens die temperatuur van die kompos baie hoog was (hoër as 20°C), is daar ook replikate by 40°C geïnkubeer om die voorkoms van termofiele fungusse te ondersoek. (Kyk paragraaf 3.2.2.4)

3.2.4.3 Produksie van sampioene

Daar is ook gepoog om vas te stel of die ver-

ouderings- en logingsproses van die gebruikte kompos
n invloed kon hê op die produksie van sampioene.

Eerstens is van die vars gebruikte kompos, voor enige
logings- en verouderingsproses as deklaag gebruik en
verder na 6, 9 en na 12 maande van loging en verou=
dering. Die totale produksie in kg/m^2 (lb/vt^2), so=
wel as die gemiddelde getal sampioene per kas wat met
n bepaalde deklaagmateriaal verkry is oor die vasge=
stelde tydperk van 43 dae, is bepaal (kyk paragraaf
3.2.3).

TABEL 2: VERSKILLENDE FUNGUSSPESIES WAT UIT DIE VERSKIL=
LENDE DEKLAAGMATERIALE GEISOLEER IS

*Fungusse wat skadelik mag wees in die verbou=
ing van sampioene (kyk ook Tabel 1).

PAPIERPULP
<i>Acremonium</i> cf. <i>murorum</i> (Corda) W. Gams. * <i>Aspergillus niger</i> v. Tiegh. * <i>Chromelosporium ollare</i> (Pers.) Hennebert <i>Chrysonilia sitophila</i> (Mont.) v. Arx * <i>Cladosporium</i> sp. MS 150 <i>Fusarium</i> sp. MS 83 <i>Nigrospora oryzae</i> Molliard * <i>Penicillium</i> sp. MS 6 <i>Stachybotrys atra</i> Corda <i>Trichoderma viride</i> Pers. ex S.F. Gray <i>Trichoderma</i> sp. MS 145 <i>T.</i> sp. MS 149
VEEN
<i>Acremoniella</i> sp. MS 118 <i>Alternaria</i> sp. MS 41 * <i>Aspergillus candidus</i> Link ex Fries * <i>A. carneus</i> (v. Tiegh.) Blochwitz * <i>A. fischeri</i> Wehmer * <i>A. fumigatus</i> Fres. <i>Chromelosporium ollare</i> (Pers.) Hennebert <i>Chrysonilia sitophila</i> (Mont.) v. Arx * <i>Chrysosporium</i> cf. <i>pannorum</i> (Link) Hughes <i>Corynascus sepedonium</i> (Emmons) v. Arx

VEEN (Vervolg)

- **Doratomyces microsporus* (Sacc.) Morton & G. Sm.
- **Eupenicillium* sp. MS 110
- **E.* sp. MS 112
- **E.* sp. MS 160
- Fusarium solani* (Mart.) Sacc.
- F.* sp. MS 63
- F.* sp. MS 71
- F.* sp. MS 83
- Gliomastix* sp. MS 48
- Humicola grisea* var. *thermoidea* Cooney & Emerson
- H. lanuginosa* (Griffen & Maublanc) Bunce
- Mucor hiemalis* Wehmer
- M. plumbeus* Bonord
- M.* sp. MS 13
- **Penicillium arenicola* Chalabuda
- **P. citreonigrum* Dierckx
- **P. italicum* Wehmer
- **P. melinii* Thom
- **P. olsonii* Bain & Sartory
- **P.* sp. MS 9
- **P.* sp. MS 19
- **P.* sp. MS 21
- **P.* sp. MS 45
- **P.* sp. MS 54
- **P.* sp. MS 59
- **P.* sp. MS 69
- **P.* sp. MS 73
- **P.* sp. MS 77
- **P.* sp. MS 81
- Phoma* cf. *jolyana* MS 51
- Phoma* sp. MS 22
- Phyllosticta* sp. MS 56
- Rhizopus stolonifer* (Ehrenb. ex Link) Lind
- Stemphylium* sp. MS 81
- Talaromyces* sp. MS 16
- T.* sp. MS 84
- T.* sp. MS 159
- Thermoascus auriantiacus* Miehe
- **Trichoderma koningii* Oudem.
- **T. polysporum* (Link ex Pers.) Rifai
- **T. viride* Pers. ex S.F. Gray
- **T.* sp. MS 8
- **T.* sp. MS 113
- Verticillium* cf. *nubilum* MS 11
- **Verticillium fungicola* (Preuss.) Hassebr. var. *fungicola*
- Zygorhynchus moelleri* Vuill.

GEBRUIKTE KOMPOS VAN WATERFORD

- **Aspergillus fumigatus* Fresenius
- **A. wentii* Wehmer
- **A. sp. Versicolor* groep MS 116
- **A. sp. MS 108*
- **Chaetomium globosum* Kunze ex Steud.
- **Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries
- **C. herbarum* (Pers.) Link ex S.F. Gray
- Colletotrichum sp. MS 59*
- Drechslera sp. MS 65*
- Fusarium solani* (Mart.) Sacc.
- F. sp. MS 83*
- Humicola grisea* var. *thermoidea* Cooney & Emerson
- Mucor hiemalis* Wehmer
- M. racemosus* Fres.
- Paecilomyces sp. MS 57*
- **Penicillium decumbens* Thom
- **P. jensenii* Zaleski
- **P. raistrickii* G. Smith
- **P. waksmanii* Zaleski
- **P. sp. MS 15*
- **P. sp. MS 26*
- **P. sp. MS 35*
- **P. sp. MS 39*
- **P. sp. MS 64*
- **P. sp. MS 102*
- Pseudeurotium sp. MS 125*
- Rhizopus stolonifer* (Ehrenb. ex Link) Lind
- **Trichoderma koningii* Oudem.
- **T. pseudokoningii* Rifai
- **T. viride* Pers. ex Fr.

GEBRUIKTE KOMPOS VEROUDER OP KAMPUS

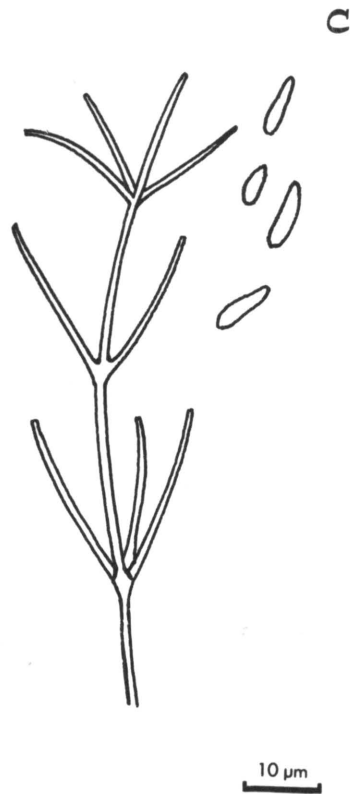
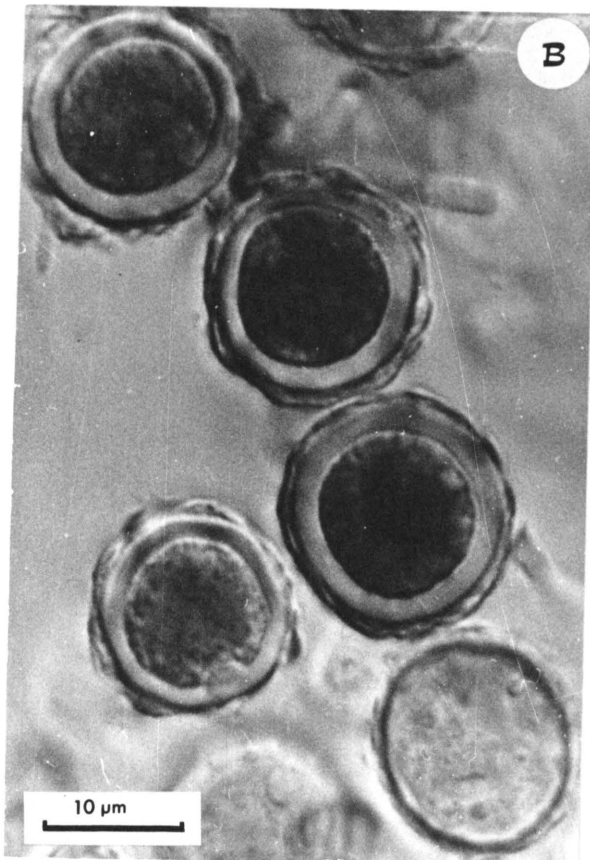
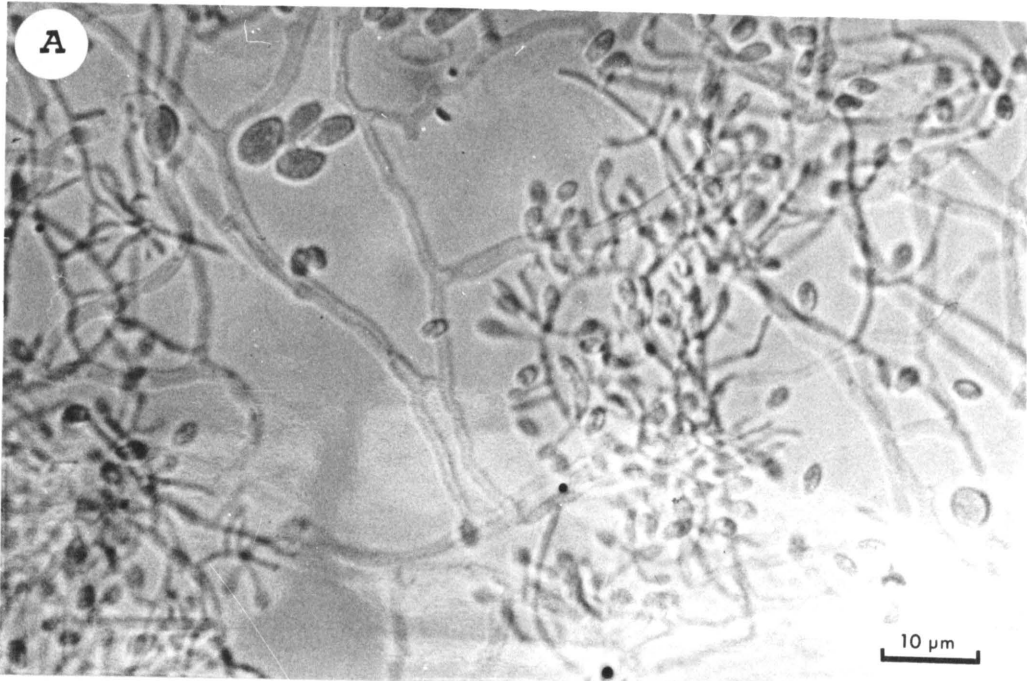
- Alternaria sp. MS 62*
- **Aspergillus fumigatus* Fresenius
- A. niger* v. Tiegh.
- Chaetobolisia sp. MS 166*
- Chrysonilia sitophila* (Mont.) v. Arx
- **Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries
- **Doratomyces microsporus* (Sacc.) Morton & G. Sm.
- **D. stemonites* (Pers. ex Fr.) Morton & G. Sm.
- Gelasinospora retispora* Cain
- Gliocladium penicillioides* Corda
- Mucor hiemalis* Wehmer
- M. plumbeus* Bonord.
- M. racemosus* Fres.
- M. sp. MS 13*
- M. sp. MS 177*
- **Mycogone perniciosa* Magn.

GEBRUIKTE KOMPOS VEROUDER OP KAMPUS (Vervolg)

- Oedocephalum glomerulosum* (Bull. ex Fr.) Sacc.
**Penicillium chrysogenum* Thom
**P. purpurescens* (Sopp) Biourge
**P. sp.* 130
Rhizopus stolonifer (Ehrenb. ex Link) Lind
Torula thermophila Cooney & Emerson
**Trichoderma harzianum* Rifai
**T. polysporum* (Link ex Pers.) Rifai
**T. koningii* Oudem.

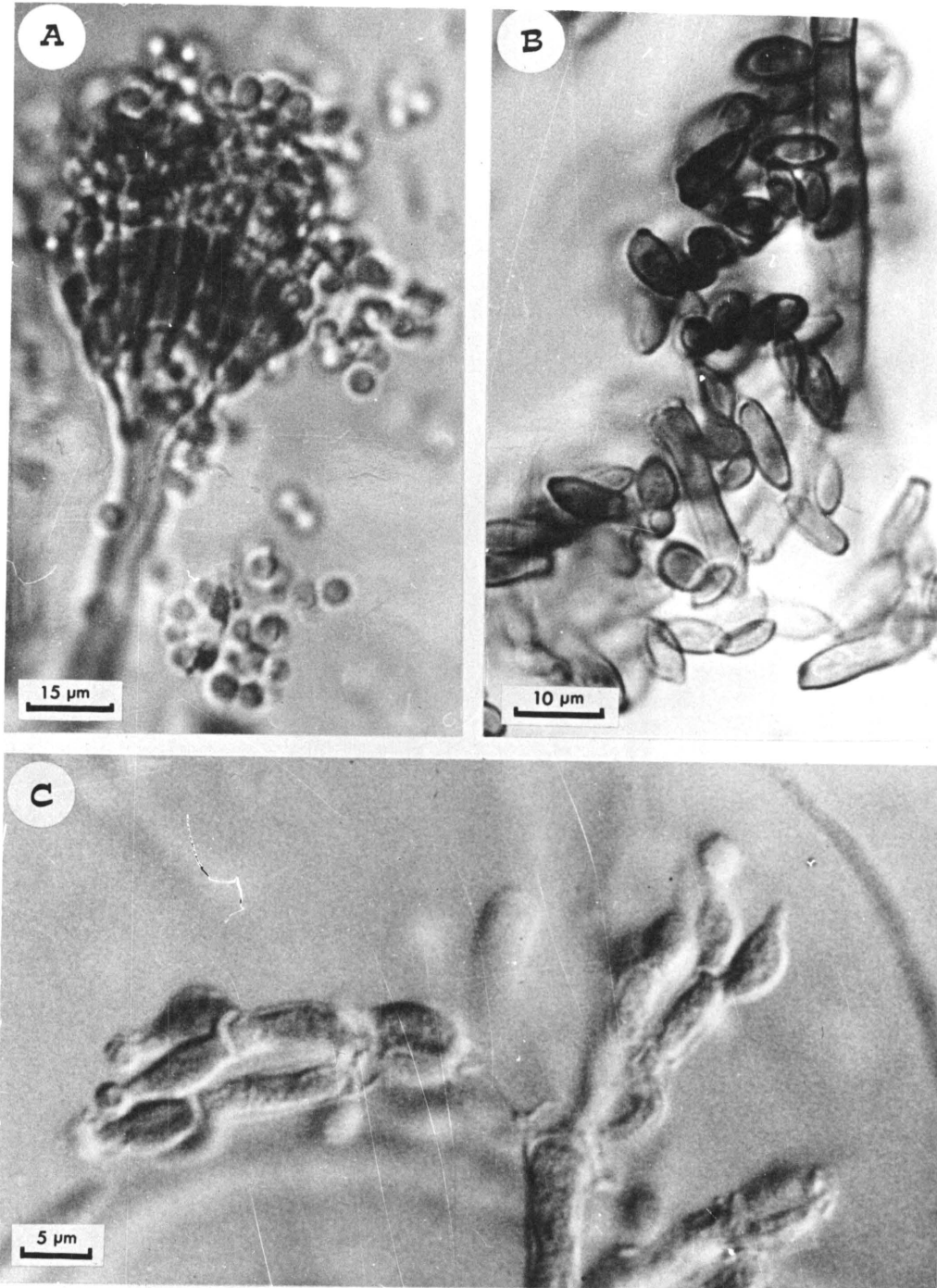
FIGUUR 4: Fungusse wat parasities op sampioenmiselium leef.

- A. *Chrysosporium* sp. (geelskimmel) uit die veen geïsoleer.
- B. Chlamydospore van *Mycogone perniciososa* (natvrot) uit gebruikte kompos geïsoleer.
- C. *Verticillium fungicola* (droëvrot) uit die veen geïsoleer.

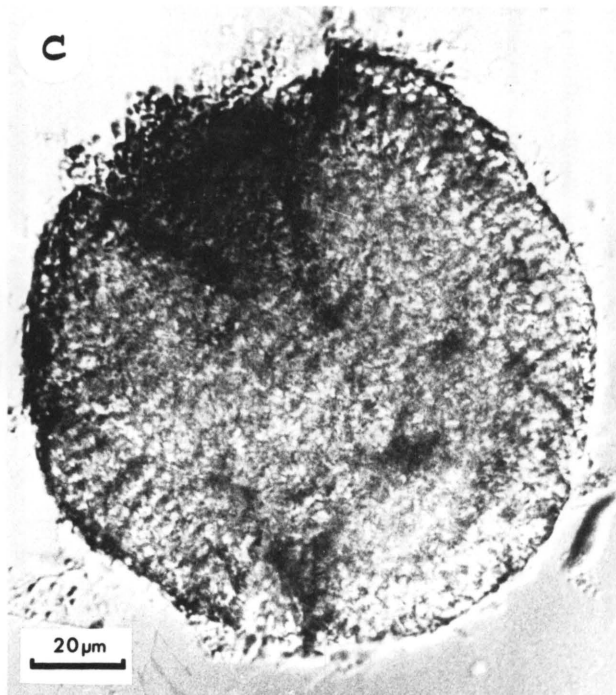


FIGUUR 5: Verskeie groenskimmels wat kompetierend vir die sampioenmiselium kan wees is uit die verskillende deklaagmateriale geïsoleer, onder andere spesies van

- A. *Aspergillus*,
- B. *Cladosporium* en
- C. *Trichoderma*.

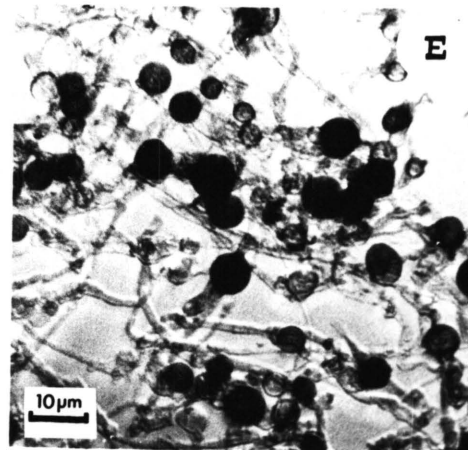
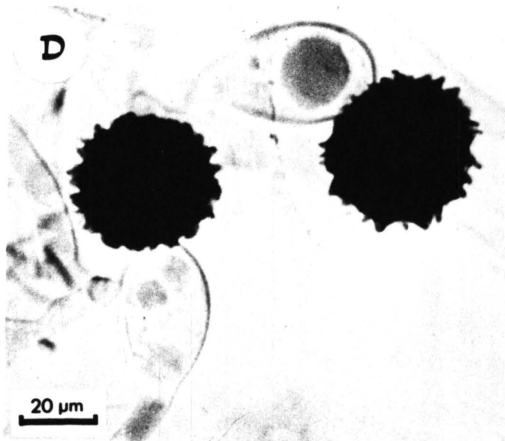
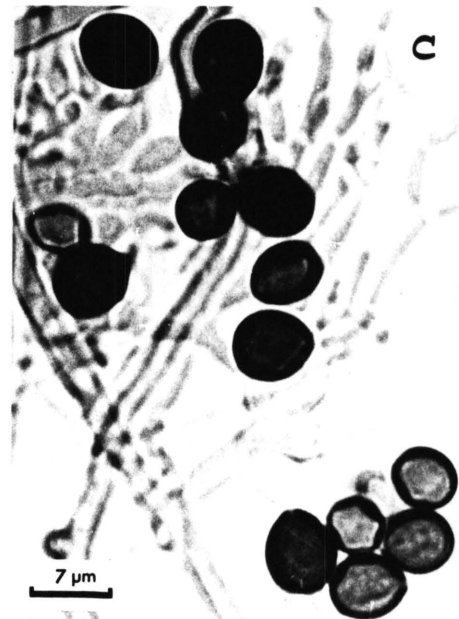
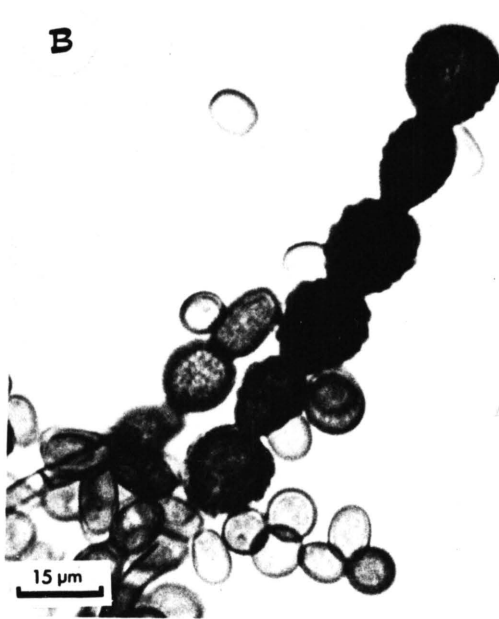


- FIGUUR 6: A. Kulture van *Penicillium* spp. uit verskillende deklaagmateriale geïsoleer.
- B. Anamorfe van 'n *Penicillium* sp..
- C. Teleomorf (*Talaromyces*) van 'n *Penicillium* sp..



FIGUUR 7: Enkele fungusse uit veen geïsoleer.

- A. Askusse en askospore van *Aspergillus fischeri*.
- B. *Gliomastix* sp..
- C. *Acremoniella* sp..
- D. Sigospore van *Zygorhynchus moelleri*.
- E. *Humicola grisea*.



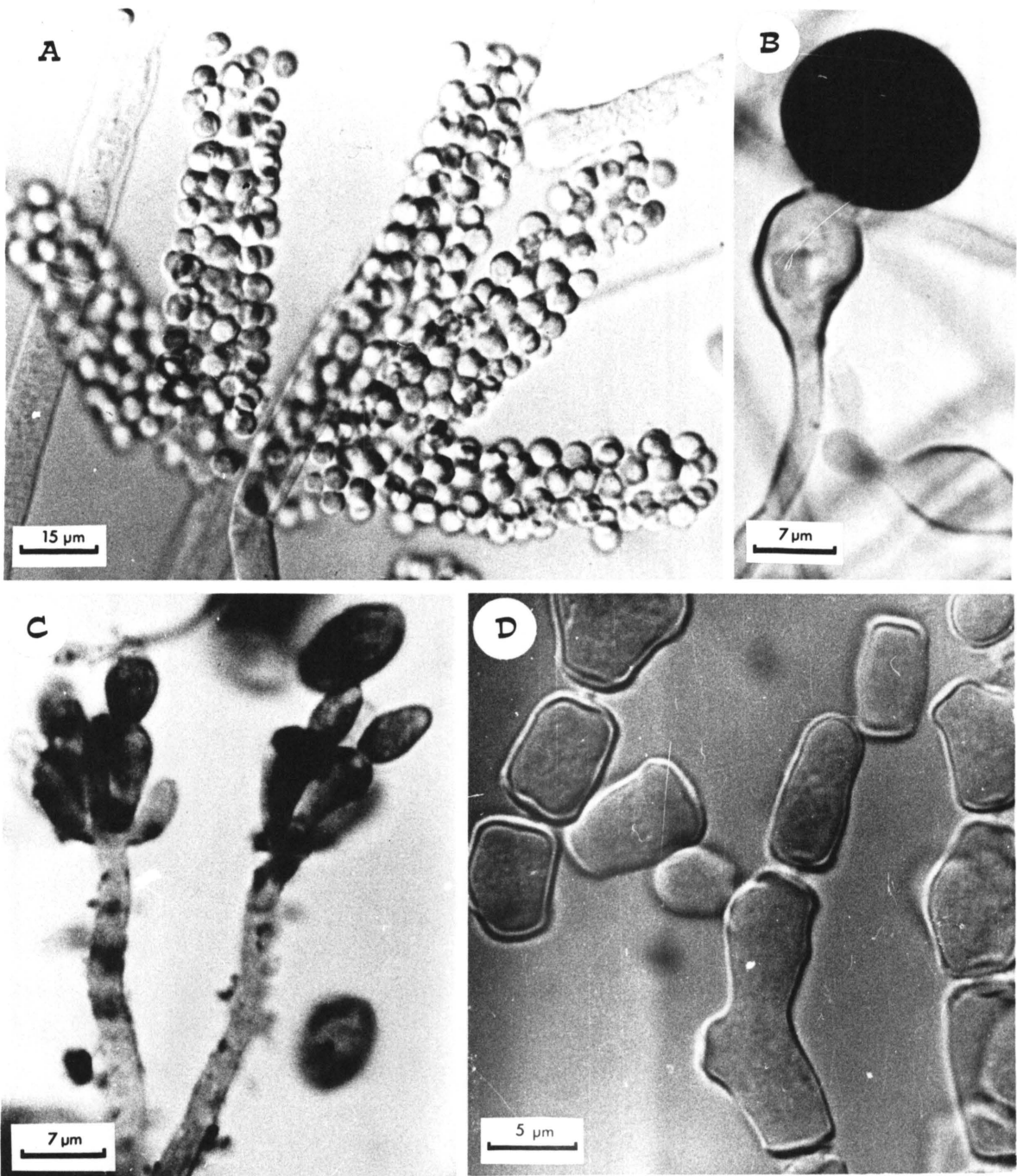
FIGUUR 8: Enkele fungusse uit papierpulp geïsoleer

A. *Chromelosporium ollare*.

B. *Nigrospora oryzae*.

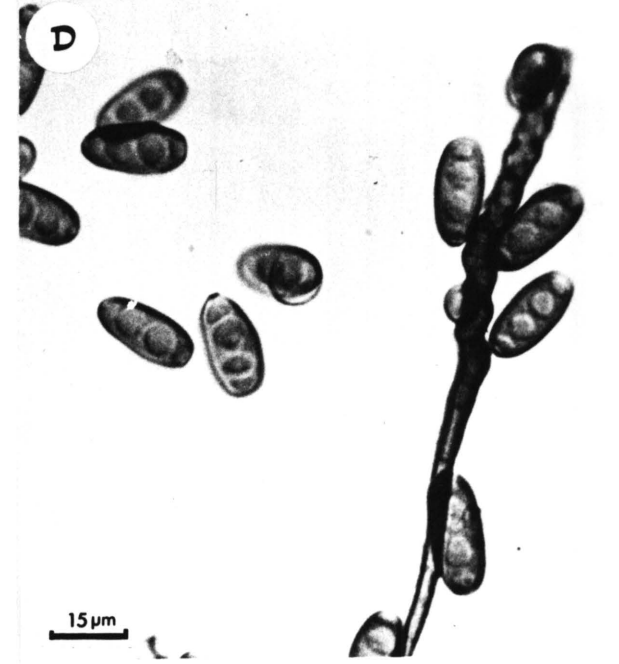
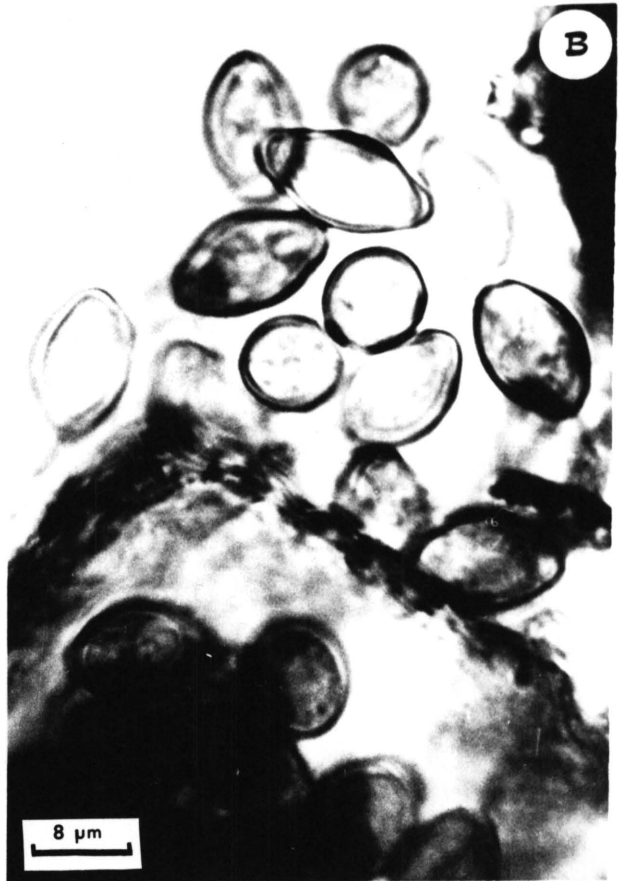
C. *Stachybotrys atra*.

D. *Chrysonilia sitophila*.



FIGUUR 9: Enkele fungusse uit gebruikte kompos geïsoleer

- A. Askokarp van *Pseudeurotium* sp..
- B. Askospore van *Pseudeurotium* sp..
- C. Piknidium van *Chaetobolisia* sp..
- D. *Drechslera* sp..



HOOFSTUK 4

RESULTATE EN BESPREKING

4.1 PAPIERPULP

In die eksperiment waar papierpulp met veen as dek-laagmateriaal vergelyk is, was die opbrengs wat met die pulp verkry is ongeveer 22% laer as dié wat met die veen verkry is (Tabel 4). In Tabel 3 word verskeie eienskappe van Suid-Afrikaanse pulp (wat in hierdie eksperiment gebruik is) vergelyk met Engelse pulp wat deur Hayes (1979) gebruik is. Hieruit blyk dit dat slegs die koolstof/stikstof verhouding van die Suid-Afrikaanse pulp ongeskik is.

TABEL 3: 'n Vergelyking van fisiese- en chemiese eienskappe tussen Suid-Afrikaanse- en Engelse papierpulp (Eicker 1980)

	PAPIERPULP (SAPPI) SUID-AFRIKAANS	ENGELSE PULP (Hayes, 1978)
pH	6,6 - 7,8	3,5 - 5,5
% VOG	88	74
% MASSAVERLIES MET VERBRANDING BY 900°C	66	67
% AS	34	33
% ORGANIESE KOOLSTOF VAN DROË MASSA	46	34
% ORGANIESE STIKSTOF	0,1	0,6
C/N VERHOUDING	460 : 1	60 : 1

Die papierpulp is vir twee jaar buite gelaat vir logging alvorens dit as deklaagmateriaal gebruik is. Na die tydperk van twee jaar vergelyk die persentasie poriegrootte, persentasie waterhouvermoë, pH en konduktiwiteit uiters goed met dié van veen (Tabel 4). Die getal fungusse en bakterieë wat baie meer is in die pulp as in die veen kan verklaar word deur die feit dat die pulp nie vooraf gepasteuriseer is nie.

TABEL 4: 'n Vergelyking van sekere eienskappe en produksie met veen en papierpulp as deklaagmateriale verkry

	Produksie kg/m ² kg/ton	Getal vrug- liggame per kas	% porie- grootte	% waterhou- vermoë	kondukti- witeit x 10 ³ µmho	pH	getal fun- gusse /g droë massa	getal bak- terieë /g droë massa x 10 ⁶
veen	10,1 269584	176	40	73	0,7	7,7	1 580	9
papierpulp	7,9 212 487	121	44	77	0,3	7,9	489 563	77

Nege fungusgenusse is uit die papierpulp geïsoleer (Figuur 8 en Tabel 2). Die agarplate was by herhaling met *Chrysonilia sitophila* (Mont.) v. Arx oorgroei. Verskeie groenskimmels wat kompetierend vir die sampioenmiselium mag wees is geïsoleer, naamlik *Aspergillus*, *Cladosporium* en *Trichoderma* spp. (Figuur 5).

Tydens die verbouing van sampioene het die papierpulp aanvanklik 'n hoë produksie getoon, maar het na die tweede breek aansienlik afgeneem (Tabel 5).

TABEL 5: Produksie in kg/m² (kg/ton) en die gemiddelde getal vrugliggame per kas wat met veen en papierpulp as deklaagmateriaal oor drie breke verkry is

	EINDE VAN TWEDE BREEK			EINDE VAN DERDE BREEK		
	produksie kg/m ²	kg/ton	gemiddelde getal vrugliggame per kas	produksie kg/m ²	ton/kg	gemiddelde getal vrugliggame per kas
VEEN	3,7	85 678	53	7,3	169 357	136
PAPIER- PULP	4,1	95 378	70	5,1	132 175	96

Die sampioene wat van die kaste met papierpulp as deklaag geoes is, was wel skoner.

4.1.1 Bespreking

Op die oog af wil dit voorkom asof papierpulp goed vergelyk met die veen, veral wat die struktuur en tekstuur van die materiaal betref. Tog was die produksie wat met pulp verkry is laer as dié van die kontrole materiaal. By nadere ondersoek blyk dit egter dat dit slegs die persentasie waterhouvermoë, persentasie poriegrootte, konduktiwiteit en pH is wat goed vergelyk met dié van veen. Die papierpulp mag dalk oor ander eienskappe beskik, waaraan daar nie in hierdie studie aandag geskenk is nie, wat dit ongeskik as deklaagmateriaal kwalifiseer. So is die C/N verhouding van 460:1 byvoorbeeld 'n nadelige eienskap (Tabel 3). Die groot getal fungusse teenwoordig behoort verminder te kan word deur die papierpulp vooraf met stoom te pasteuriseer.

Die produksie wat met die papierpulp verkry is, was aanvanklik selfs effens hoër as dié verkry met veen. Na die tweede breek het produksie egter aansienlik afgeneem. Die pulp was dus nie in staat om die groei van sampioene oor 'n relatief lang tydperk (vir ongeveer ses breke) te onderhou nie.

4.2 VERMIKULIET

SFX-graad vermikuliet is met verskeie substrate vermeng en met die kontrolemateriaal vergelyk (Tabel 6). Die mengsels was soos volg:

- a) veen/15% vermikuliet
- b) twee jaar oue gebruikte kompos van Waterford/30% vermikuliet
- c) vier maande oue gebruikte kampuskompos/15% vermikuliet.

TABEL 6: 'n Vergelyking van sekere eienskappe en produksie wat met veen en verskeie vermikulietmengsels as deklaagmateriaal verkry is

	Produksie kg/m ² kg/ton	Getal vrug- liggame per kas	% porie- grootte	% waterhou- vermoë	kondukti- witeit x 10 ³ µmho	pH	getal fun- gusse /g droë massa	getal bak- terieë /g droë massa x 10 ⁶
veen (konrole)	10,1 269 584	176	40	73	0,7	7,7	1 580	9
veen / 15% vermikuliet	8 39 224 611	133	35	68	0,34	7,9	24 142	104
kampuskompos 4 mde. / 15% vermikuliet	8,6 286 980	95	38	76	0,43	7,1	668	10
Waterfordkompos 2j. / 30% vermikuliet	7,0 187 518	111	34	66	2,63	7,6	786	845

- a) In die eksperiment waar veen met 10-15% vermikuliet gemeng is, was die uiteindelijke produksie wat met die vermikulietmengsel verkry is ongeveer 17% laer as dié verkry met die veen (Tabel 6). Om een of ander onverklaarbare rede was die verskyning van die eerste vrugliggame in geval waartydens die vermikulietmengsel gebruik is aansienlik vertraag.

Dieselfde eksperiment is ook op groot skaal op die Waterford sampioenplaas herhaal. Die kaste van een hele groeikamer is met veen/15% vermikulietmengsel bedek en dit is met 'n kamer waarin die standaard veen/CaCO₃ mengsel gebruik is, vergelyk. Dieselfde kompos is ook in beide kamers gebruik. 'n Groeikamer bevat ongeveer 180 kaste wat 'n totale verbouingsoppervlakte

vlakke van 400 m² verteenwoordig. Die kamer waarin die veen/vermikulietmengsel gebruik is, het 17,67% minder sampioene as die kontrolekamer gelewer.

Wat betref die fisies, chemies en mikrobiologiese eienskappe van die vermikulietmengsel, kom dit goed met die kontrolemateriaal ooreen (Tabel 6).

- b) In vergelyking met die ander vermikulietmengsels het die vier maande oue kampuskompos/15% vermikulietmengsel die hoogste produksie gelewer. Die opbrengs was slegs 14% laer as dié van die kontrolemateriaal. Alhoewel die opbrengs die hoogste was, was die getal vrugliggame wat met hierdie mengsel as deklaagmateriaal verkry is, minder as in geval van die ander twee vermikulietmengsels.

Die getal fungusse was aansienlik minder in beide die komposmengsels. Wat die persentasie waterhouvermoë, persentasie poriegrootte, konduktiwiteit, pH en die grootte van die bakterie-populasie betref, stem die kampuskompos goed met veen ooreen.

- c) Die gebruikte kompos van die Waterford sampioenplaas gemeng met 30% vermikuliet het die swakste opbrengs gelewer, ongeveer 30% minder as die kontrolemateriaal. Al die ondersoekte eienskappe van die materiaal lyk bevredigend behalwe die konduktiwiteit wat effens hoog is, naamlik $2,63 \times 10^3$ μmho teenoor $0,7 \times 10^3$ μmho van die veen (Tabel 6).

TABEL 7: 'n Vergelyking tussen sekere eienskappe van die verskillende substate sonder en mēt die byvoeging van vermikuliet

	pH	KONDUKTIWITEIT $\times 10^3 \mu\text{mho}$	% WATER – HOEVERMOË	% PORIE – GROOTTE
VEEN	7,7	0,7	73	40
VEEN / 15% VERMIKULIET	7,9	0,34	68	35
WATERFORDKOMPOS 2j.	7,0	3,67	62	44
WATERFORDKOMPOS 2j./ 30% VERMIKULIET	7,6	2,63	66	34
KAMPUSKOMPOS 4 mde.	7,1	0,52	74	46
KAMPUSKOMPOS 4 mde./ 15% VERMIKULIET	7,1	0,43	76	38

Alhoewel die persentasie waterhouvermoë sowel as die persentasie poriegrootte van vermikuliet relatief hoog is (beide ongeveer 87%), het dit bo verwagting geen merkbare toename in die persentasie waterhouvermoë en persentasie poriegrootte van die substrate waarmee dit gemeng is tot gevolg gehad nie (Tabel 7). Die konduktiwiteit van die vermikuliet is laag ($0,04 \times 10^3 \mu\text{mho}$) en het wel 'n effense afname in die konduktiwiteit van die substrate waarmee dit gemeng is tot gevolg gehad. Die hoë pH van 9 van die vermikuliet het weer 'n effense toename van die pH van die substrate waarmee dit gemeng is tot gevolg gehad (Tabel 7).

4.2.1 Bespreking

Die produksie wat met die kontrolemateriaal naamlik die veen verkry is, was weereens die hoogste. Alhoewel die produksie wat die veen/15% vermikuliet en kampuskompos/15% vermikuliet opgelewer het redelik goed was, was dit steeds ongeveer 16% laer as die van veen. Die produksie wat met Waterfordkompos/30% vermikuliet verkry is, was ongeveer 40% laer as die van veen. In geval van die kampuskompos/vermikuliet was die ge-oeste vrugliggame meer kompak met 'n groter massa. Dit blyk uit die feit dat die produksie wat met hierdie mengsel verkry is die hoogste was, maar die getal vrugliggame die minste.

Die persentasie waterhouvermoë, persentasie poriegrootte sowel as die pH van al drie mengsels kom goed met dié van die kontrolemateriaal ooreen. Alhoewel die Waterfordkompos reeds vir twee jaar buite gelaat is, was die konduktiwiteit relatief hoog ($2,63 \times 10^3 \mu\text{mho}$), in vergelyking met die laer konduktiwiteit ($0,43 \times 10^3 \mu\text{mho}$) van die kampuskompos wat slegs vier maande buite gelaat is. Dit kan verklaar word deur die feit dat die kampuskompos doelbewus geloog is deur dit weekliks vir een uur met 'n sproeier nat te sproei.

Alhoewel die kompos van die Waterford sampioenplaas twee jaar buite gelaat is, het dit onder natuurlike toestande geskied. Die logingsproses was nie kunstmatig aangehelp nie en die kompos was ook nie oopgesprei nie.

Die grootste getal fungusse is uit die veen en veen/vermikulietmengsel geïsoleer. Oënskynlik het die groot getal fungusse nie 'n invloed op produksie nie, aangesien die beste opbrengste met hierdie twee substrate verkry is. Die fungusse sluit verskeie genusse wat kompetierend vir die sampioen mag wees in, soos

verskeie groenskimmels, naamlik *Aspergillus*, *Penicillium* en *Trichoderma* spp. (Figuur 5) asook *Chromelosporium ollare* (Pers.) Hennebert en *Doratomyces* sp.

(Tabel 2). Die sogenaamde geelskimmel, naamlik *Chrysosporium* sp. is ook uit die veen geïsoleer en mag die sampioenmiselium parasiteer (Figuur 3). Volgens Vedder (1978) kom hierdie fungus egter slegs in die kompos voor (Tabel 1).

Wat die fungusflora van die Waterfordkompos/vermikulieriet en kampuskompos/vermikulieriet betref, is daar geen parasiterende fungusse geïsoleer nie, maar wel kompeterende fungusse soos verskeie groenskimmels, naamlik *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Paecilomyces*, *Penicillium* en *Trichoderma* spp. asook *Chaetomium globosum* Kunze ex Steud., die sogenaamde olyfgroenskimmel (Tabel 2 en Figuur 5).

Die byvoeging van vermikulieriet by die verskeie substrate verbeter nie noodwendig die fisiese geaardheid van die deklaagmateriaal nie. Slegs die pH neem effens toe en die konduktiwiteit neem effens af na vermenging met vermikulieriet. Die persentasie waterhouvermoë en persentasie poriegrootte word egter geensins verbeter nie. Dit mag moontlik verhoog word deur die persentasie vermikulieriet in die mengsel te verhoog.

Vermikulieriet bestaan hoofsaaklik uit silika, yster en magnesium. Magnesium mag vrugliggaamvorming inhibeer, maar volgens feite gestaaf deur die vervaardigers van die vermikulieriet is die magnesium in 'n gebonde en in nie-oplosbare vorm. Die sampioen daarenteen stel ook sekere organiese sure tydens die groeiproses vry wat moontlik die gebonde magnesium na 'n oplosbare vorm kan verander en sodoende tog 'n nadelige invloed op vrugliggaamvorming kan hê.

4.3 GEBRUIKTE KOMPOS

Gebruikte kompos van die Waterford sampioenplaas wat vir twee jaar buite gelaat is om te loog is vooraf met stoom gepasteuriseer en as deklaagmateriaal gebruik. Verder is gebruikte kompos van die Kyalami/Bothasfontein=plaas (K2), wat vir minstens vyf jaar verouder het, ondersoek. Hierdie materiaal is nie vooraf gepasteuriseer nie. Gebruikte kompos wat kunsmatig vir twee maande ge=loog is (kampuskompos) is met ongeveer 2,6% geaktiveerde houtskool (A.C.) gemeng, vooraf gepasteuriseer en as deklaagmateriaal gebruik (Tabel 8).

TABEL 8: 'n Vergelyking van sekere eienskappe en produk=
sie met veen en met verskillende tipes gebruik=
te kompos as deklaagmateriaal verkry

	Produksie kg/m ² kg/ton	Getal vrug= liggame per kas	% porie= grootte	% waterhou= vermoë	kondukti= witeit x 10 ³ µmho	pH	getal fun= gusse /g droë massa	getal bak= terieë /g droë massa x 10 ⁶
veen (kontrole)	10.1 269584	176	40	73	0,7	7,7	1 580	9
Waterfordkompos 2 j.: gepasteu= riseer	8,9 215241	96	44	62	3,7	70	19 734	55
Kyalami 2 kompos 5 j.: ongepasteu= riseer	7,1 190748	149	36	70	5,8	6,5	64 421	42
kampuskompos, 2 mde. / 2,6% A.C. ongepasteuriseer	9,2 247948	122	34	75	1,9	8,3	786	820

Produksie wat met twee jaar oue gebruikte kompos wat vooraf gepasteuriseer was verkry is, was ongeveer 10% minder as die kontrole. Die verskyning van die eerste breek was aansienlik vertraag en die sampioene het meer teen die kante van die kaste verskyn. Die vrugliggame was meer kompak as in die geval van veen. Die persentasie poriegrootte, persentasie waterhouvermoë en pH van die kompos vergelyk goed met die kontrole. Die getal fungusse en bakterieë, sowel as die konduktiwiteit van die kompos was aansienlik hoër as in geval van veen (Tabel 8). Dertien fungusgenusse is uit die Waterfordkompos geïsoleer (Tabel 2 en Figuur 9). Verskeie groenskimmels, naamlik nege *Penicillium*, vier *Aspergillus*, twee *Cladosporium* en drie *Trichoderma* spp. is geïsoleer (Figure 5 en 6). Geen moontlike parasiterende fungusse is geïsoleer nie.

Die gebruikte kompos van die Kyalami/Bothasfonteinplaas (K2) is nie vooraf gepasteuriseer nie. Die swakste produksie is met hierdie materiaal gelewer - ongeveer 30% laer as met die kontrolemateriaal. Die kompos was in 'n hoop op die sampioenplaas vanwaar dit as bemesting aan kwekerie en die publiek verkoop word. Die materiaal was dus relatief vars. Die konduktiwiteit van die K2-kompos is die hoogste ($5,8 \times 10^3 \mu\text{mho}$), maar is steeds onderkant die vlak waartydens vrugliggaamvorming beperk sal word, naamlik $9,7 \times 10^3 \mu\text{mho}$ (Hayes 1981). Die persentasie waterhouvermoë is baie bevredigend maar die persentasie poriegrootte is relatief laag. Volgens Hayes (1981) word optimale produksie verkry met materiaal met 'n waterhouvermoë van 72% en poriegrootte van 53%. Die pH is 6,5 en sal aangepas moet word na die verlangde 7,5. Die getal fungusse in die K2-kompos is besonder hoog (Tabel 8). Tydens die isolering van die fungusse was die agarplate telkens met *Trichoderma* spp. oorgroei. Die feit dat die K2-kompos verkry is na oeste wat met virus geïnfekteer was, is baie belangrik en moet beslis nie buite rekening ge-

laat word nie. Viruspartikels word baie moeilik uitgeroei en kan groot verlies van oeste tot gevolg hê.

Die twee maande oue kampuskompos/2,6% geaktiveerde houtskool het 'n produksie van slegs 9% minder as die kontrole materiaal opgelewer. Die verskyning van die eerste sampioene was opvallend vertraag en het eers vier dae nadat die eerste sampioene van die kaste met veen geoes is, verskyn. Die persentasie waterhouvermoë, persentasie poriegrootte, konduktiwiteit en getal fungusse is bevredigend. Die pH is effens hoog, naamlik 8,3 en so ook die getal bakterieë per gram droë massa (Tabel 8). Kompeterende fungusse wat uit die kampuskompos geïsoleer is, is *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Doratomyces*, *Oedocephalum*, *Penicillium* en *Trichoderma* spp.. Een fungus wat die sampioenmiselium parasiteer naamlik *Mycogone pernicioosa* wat sogenaamde natvrot veroorsaak is ook geïsoleer (Figuur 4).

4.3.1 Bespreking

Twee jaar oue gebruikte kompos wat in die buitelug gelaat is om natuurlik te loog is met redelike sukses as deklaagmateriaal gebruik. Die produksie wat verkry is, was slegs ongeveer 10% minder as met veen. Faktore wat moontlik tot die laer opbrengs kon aanleiding gee is onder andere die getal fungusse en bakterieë wat onderskeidelik twaalf en ses maal hoër was as in geval van die veen. Die konduktiwiteit van die kompos was ongeveer vyf maal hoër, naamlik $3,67 \times 10^3 \mu\text{mho}$ teenoor $0,7 \times 10^3 \mu\text{mho}$ van die veen (Tabel 8). Dit blyk hieruit dat 'n natuurlike logingsproses van twee jaar onder Suid-Afrikaanse klimaatstoestande steeds onvoldoende is om die konduktiwiteit te verlaag om uiteindelik dieselfde konduktiwiteit as dié van veen te verkry.

Die K2-kompos het die laagste produksie opgelewer. On-

gunstige eienskappe wat moontlik 'n rol speel is die feit dat die materiaal nie vooraf gepasteuriseer is nie. Die relatief lae pH van 6,5 begunstig die voorkoms van kompe-terende fungusse soos *Trichoderma* spp.. Tydens die maak van verdunningsplate was die agarplate telkens met *Trichoderma* spp. oorgroei. Die hoë konduktiwiteit van $5,8 \times 10^3 \mu\text{mho}$ van die K2-kompos kan toegeskryf word aan die feit dat die materiaal op 'n groot hoop gelaat is en nie oopgesprei was nie. Die kompos kon nie voldoende uitloog nie.

Die gevare wat die virusgeïnfekteerde kompos inhou moet ook nie uit die oog verloor word nie. Virusinfeksie kan geweldige verlies van oeste tot gevolg hê (kyk paragraaf 2.1.5).

Die viruspartikels versprei via geïnfekteerde miselium of via die basidiospore van geïnfekteerde sampioene. Virusgeïnfekteerde basidiospore kan tot 30 jaar lewens-krachtig bly, kiem en weereens die oes kontamineer. Uit-wissing van die virus word bemoeilik deurdat die spore 'n pasteuriseringsproses van net minder as een uur by 70°C kan oorleef (Vedder 1978). Al is die chemies, fisies en biologiese eienskappe van die K2-kompos dus gunstig, maak die feit dat dit van virusgeïnfekteerde kaste kom dit ongeskik as deklaagmateriaal.

Die twee maande oue kampuskompos gemeng met 2,6% geak-tiveerde houtskool het die beste produksie opgelewer, slegs ongeveer 9% minder as die kontrolemateriaal. Wat die chemies, fisies en biologiese faktore betref, kwali-fiseer die mengsel as 'n geskikte deklaagmateriaal. Die hoë getal bakterieë dui op intense mikrobiologiese akti-witeit. 'n Welbekende feit is dat bakterieë 'n stimule-rende effek op vrugliggaamvorming het. Stoller (1978) het gevind dat vrugliggaamvorming in die afwesigheid van bakterieë geïnisieer word deur die byvoeging van geak-tiveerde houtskool. Volgens Stoller (1978) reduseer die

geaktiveerde houtskool oksideermiddels soos kinone wat vrugliggaamvorming inhibeer en so word vrugliggaamvorming gestimuleer. Dit wil voorkom asof die geaktiveerde houtskool definitief 'n voordelige invloed op produksie het. Dieselfde kampuskompos wat vir ses maande buite gelaat is om te loog se pH, konduktiwiteit, getal fungusse en getal bakterieë is meer bevredigend as dié van die vier maande oue kampuskompos. Nogtans het die vier maande oue kampuskompos gemeng met 2,6% geaktiveerde houtskool 'n hoër produksie ($9,2 \text{ kg/m}^2$) gelewer as die ses maande oue kampuskompos sonder geaktiveerde houtskool ($8,3 \text{ kg/m}^2$).

In al die gevalle waar gebruikte kompos as deklaag gebruik is was die verskyning van die eerste vrugliggame om een of ander onverklaarbare rede met ongeveer drie dae vertraag. Die sampioene was ook meer kompak.

4.4 VEROUDERING VAN KAMPUSKOMPOS

Bykans geen opbrengs is met die vars gebruikte kompos, dit wil sê voor enige veroudering en logging opgelewer nie. Na 'n tydperk van ses maande van veroudering en logging het die produksie gestyg en was dit ongeveer 18% laer en na nege maande 15% laer as die kontrole. Na 'n tydperk van twaalf maande was die produksie wat met die gebruikte kompos verkry is selfs 1% hoër as die wat met veen as deklaagmateriaal verkry is (Tabel 9). Dieselfde getal vrugliggame per kas is met die gebruikte kompos na 'n tydperk van een jaar verkry as wat met die veen verkry is, alhoewel die produksie van die verouderde komposdeklaag 1% hoër was as die veen. In vergelyking met veen was die verskyning van die eerste vrugliggame in al die gevalle met ongeveer drie dae vertraag. Dit wou voorkom asof die sampioene wat in die gebruikte kompos voortgebring is, meer kompak was as dié van die veendeklaag.

TABEL 9: 'n Vergelyking tussen sekere eienskappe asook produksie met veen as deklaagmateriaal verkry en dié met gebruikte kompos op verskillende stadiums van veroudering verkry

		Produksie kg/m ² kg/ton	Getal vrug- liggame per kas	% porie- grootte	% waterhou- vermoë	kondukti- witeit x 10 ³ µmho	pH	getal fun- gusse /g droë massa	getal bak- terieë /g droë massa x 10 ⁶
veen (kontrole)	gemiddelde	10,1 215 241	176	40	73	0,7	7,7	1 580	9
	0 mde.	onbeduidend laag	13	53	77	6,6	7,7	87 125	6 250
gebruikte kompos	6 mde.	8,3 222 262	173	36	73	0,5	7,4	4 112	164
	9 mde.	8,6 231 604	140	32	72	0,7	7,3	19 359	132
	12 mde.	10,57 282 810	187	30	70	0,8	7,2	713	120

Slegs die persentasie waterhouvermoë en pH het redelik konstant gebly oor 'n tydperk van een jaar. Die persentasie poriegrootte het van 53% na 30% afgeneem. Die konduktiwiteit van die vars kompos was aanvanklik 6,6 x 10³ µmho en het na ses maande afgeneem en gestabiliseer op 0,5 x 10³ µmho. Die uiteindelijke konduktiwiteit na 'n tydperk van een jaar verskil nie veel van dié van die kontrolemateriaal nie. Die getal fungusse en bakterieë was geweldig hoog in die vars gebruikte kompos. Dit het egter drasties afgeneem oor 'n tydperk van een jaar (Tabel 9).

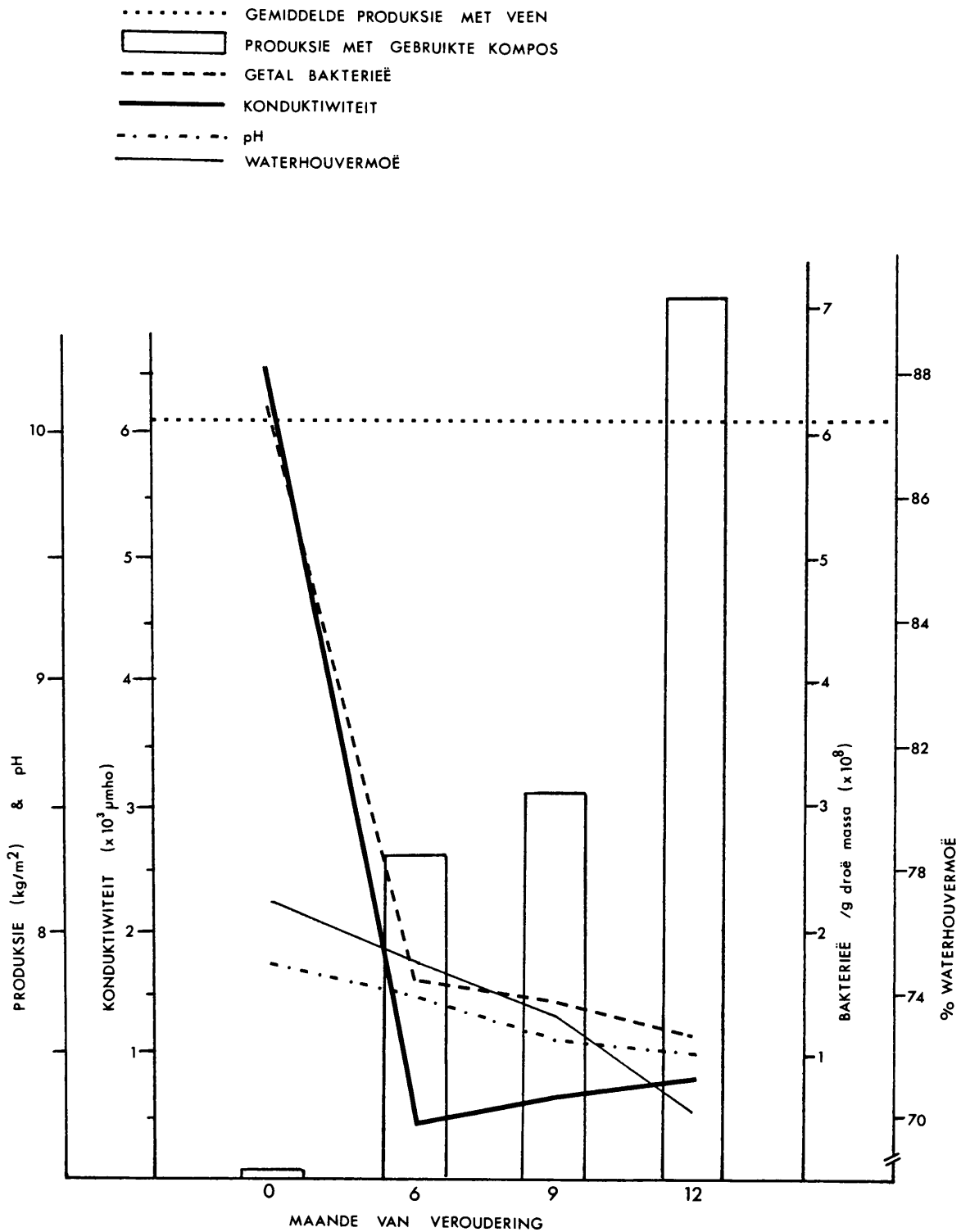
Produksie het oor 'n tydperk van een jaar gestyg, terwyl veral die konduktiwiteit en getal fungusse en bakterieë drasties afgeneem het oor dieselfde tydperk (Figuur 10).

Die temperatuur van die vars kompos was aanvanklik 55°C. Oor 'n tydperk van ses weke het dit geleidelik afgeneem na ongeveer 20°C waarna die temperatuur gestabiliseer het. Tydens die ondersoek na termofiele fungusse was die agarplate telkens oorgroei met *Aspergillus fumigatus* Fres.. Geen ander termofiele fungusse is geïsoleer nie.

Die produksie van gebruikte kompos wat vir twee jaar buite gelaat is, maar nie oopgesprei was of kunsmatig geloog is nie, was laer as die produksie verkry met die kompos wat vir een jaar buitekant oopgesprei was en weekliks vir een uur natgesproei was (Tabel 10).

TABEL 10: 'n Vergelyking tussen sekere eienskappe asook produksie wat met gebruikte kompos wat vir twee jaar buite gelaat is, nie oopgesprei en geloog was nie en gebruikte kompos wat vir een jaar in die buitelug oopgesprei en kunsmatig geloog was, verkry is

	Produksie kg/m ² kg/ton	Getal vrug- liggame per kas	% porie- grootte	% waterhou- vermoë	kondukti- witeit x 10 ³ µmho	pH	getal fun- gusse /g droë massa	getal bak- terieë /g droë massa x 10 ⁶
Gebruikte kompos 2j.; nie oopgesprei of kunsmatig ge- loog nie	8,9 215 241	96	44	63	3,7	7,0	19 734	55
Gebruikte kompos 1j.; oopgesprei en kunsmatig ge- loog	10,57 282 810	176	30	70	0,8	7,2	713	120



FIGUUR 10: 'n Grafiese voorstelling van produksie wat met veen en met gebruikte kompos op verskillende stadiums van veroudering verkry is, asook die verandering van sekere eienskappe van die gebruikte kompos oor 'n tydperk van een jaar.

Die konduktiwiteit sowel as die getal bakterieë was laer in die gebruikte kompos wat slegs vir een jaar geloog en verouder is, as in die kompos wat vir twee jaar buite in 'n hoop gelaat is.

4.4.1 Bespreking

Die vars gebruikte kompos is beslis ongeskik as deklaagmateriaal. Dit is nie alleen duidelik uit die swak opbrengs wat verkry is nie, maar ook uit die chemies, fisies en biologiese eienskappe van hierdie materiaal. Die konduktiwiteit van die vars kompos is relatief hoog, naamlik $6,6 \times 10^3 \mu\text{mho}$. Dit val steeds binne die spektrum waarin die konduktiwiteit kan varieer alvorens dit vrugliggaamvorming sal inhibeer (Hayes 1981). Die groot getal fungusse en bakterieë teenwoordig dui op intense mikrobiologiese aktiwiteit. Die moontlikheid van kontaminerende fungusse is dus groot. Dit was ook duidelik uit die voorkoms van *Oedocephalum* en *Trichoderma* spp. op die oppervlakte van die deklaag. *Mycogone perniciosa* wat die sampioenmiselium parasiteer en natvrot by sampioene veroorsaak is uit die vars kompos geïsoleer (Figuur 4). Die persentasie waterhouvermoë, persentasie poriegrootte en pH van die vars kompos is egter optimaal vir vrugliggaamvorming.

Oor 'n tydperk van 12 maande het die produksie toegeneem, maar het sekere eienskappe van die gebruikte kompos ook verander (Figuur 10). Die persentasie waterhouvermoë vergelyk na 'n tydperk van een jaar steeds goed met die kontrolemateriaal. Die persentasie poriegrootte het heelwat afgeneem van 53% na 30%. Die kompos word dan baie meer kompak. Die pH van die vars kompos het van 7,7 na 7,2 na twaalf maande afgeneem. Daar sal dus 'n klein hoeveelheid kalksteen by die uiteindelijke substraat gevoeg moet word om 'n pH van 7,5 te verkry. Die logingsproses wat kunsmatig bevorder is deur die kompos weekliks vir een uur nat te sproei was uiters effektief. Na slegs

een maand het die konduktiwiteit reeds gestabiliseer op $0,5 \times 10^3 \mu\text{mho}$ (Tabel 9).

Die populasie van fungusse en bakterieë het oor 'n tydperk van een jaar merkwaardig verminder. Die kleiner getal fungusse dui op 'n skraler moontlikheid van kontaminerende fungusse. Oor 'n tydperk van een jaar is 15 fungusgenusse uit die kampuskompos geïsoleer. Daar is wel fungusse wat moontlik kompetender vir die sampioen mag wees geïsoleer, naamlik spesies van *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Doratomyces*, *Penicillium* en *Trichoderma* (Tabel 2). Deur die materiaal dus vir 'n langer tydperk te laat loog kan die voorkoms van skadelike fungusse moontlik verder verminder word. Oor die algemeen beskou, kom al die eienskappe, sowel as die produksie wat met gebruikte kompos as deklaag gelewer is na een jaar goed ooreen met dié van die kontrolemateriaal, veen, wat tans as die geskikste deklaagmateriaal beskou word.

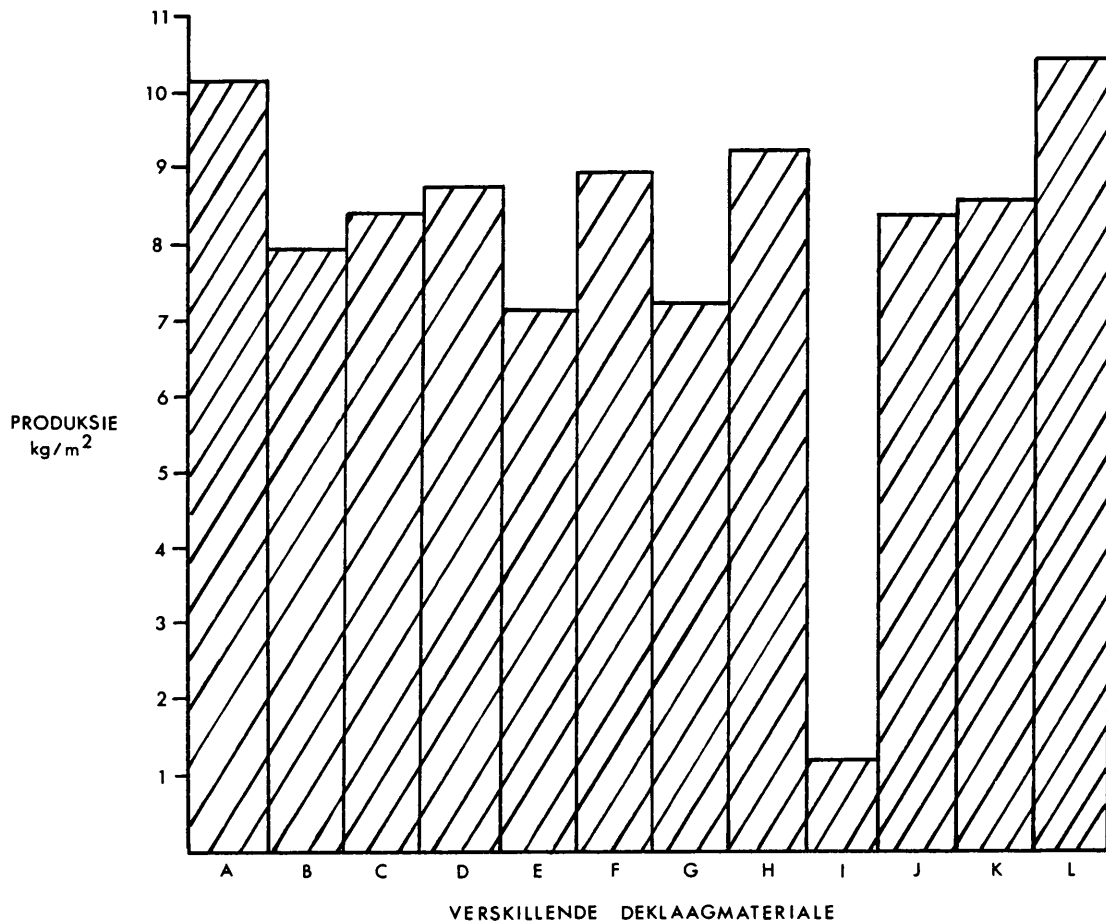
Die temperatuur van die komposhoop was aanvanklik 55°C . Daar is vermoed dat termofiele fungusse vir die termogenese verantwoordelik was. Tydens inkubering by 40°C was die verdunningsplate telkens deur *Aspergillus fumigatus*, een van die termofiele fungusse gedomineer. *Torula thermophila* Cooney & Emerson, ook 'n termofiele fungus, is uit die kampuskompos geïsoleer, maar wel tydens inkubering by 25°C en nie by 40°C soos gebruikelik by die isolering van termofiele fungusse nie.

Uit hierdie resultate blyk dit dat 'n tydperk van een jaar voldoende is vir gebruikte kompos om te verouder en oor die regte eienskappe te beskik mits die logingsproses aangehelp word. Na slegs een jaar is 'n hoër opbrengs verkry met kompos wat sodanig behandel is, as met kompos wat vir twee jaar buite gelaat is, maar wat nie oopgesprei of kunsmatig geloog is nie (Tabel 9). Die veroudering en logingsproses hier in Suid-Afrika is vinniger as in geval van oorsese lande. Eksperimente

wat deur Nair (1976) in Suidwes-Wallis uitgevoer is, het getoon dat die optimum produksie verkry word met gepasteuriseerde gebruikte kompos wat vir 'n tydperk van twee jaar verouder het. Op daardie stadium was die konduktiwiteit $1,3 \times 10^3 \mu\text{mho}$, die pH gelyk aan 7,1 en die waterhouvermoë 65%. Die materiaal kan ook 'n groot populasie pseudomonade-bakterieë onderhou. Dieselfde, indien nie beter resultate is verkry deur die kompos onder Suid-Afrikaanse klimaatstoestande vir slegs een jaar te laat verouder en uitloog (Tabel 10).

'n Feit wat egter nie buite rekening gelaat moet word nie, is die verlies aan massa tydens die verouderingsproses. Gedurende hierdie tydperk mag die struktuur verswak deur dat die materiaal meer kompak en fyner word. Die veroudering van gebruikte kompos mag dus 'n moontlike oplossing vir die deklaagprobleem bied, alhoewel dit ook nadele inhou. Die vraag na deklaagmateriaal moet dus opgeweeg word teenoor die winste wat verkry kan word deur die 'vars' gebruikte kompos eerder te verkoop. In Suid-Afrika is daar wel nog 'n mark vir kompos as bemesting. Indien die mark egter versadig raak, blyk die veroudering en hergebruik van kompos as deklaagmateriaal meer ekonomies te wees.

- A VEEN (KONTROLE)
- B PAPIERPULP
- C VEEN / 15 % VERMIKULIET
- D GEBRUIKTE KAMPUSKOMPOS, 4 mde. / 15 % VERMIKULIET
- E GEBRUIKTE WATERFORDKOMPOS, 2 j. / 30 % VERMIKULIET
- F GEBRUIKTE WATERFORDKOMPOS, 2 j., GEPASTEURISEER
- G GEBRUIKTE KOMPOS VAN KYALAMI 2, ONGEPASTEURISEER
- H GEBRUIKTE KAMPUSKOMPOS, 2 mde. / 2,6 % GEAKTIVEERDE HOUTSKOOL
- I GEBRUIKTE KAMPUSKOMPOS VOOR ENIGE VEROUDERING
- J GEBRUIKTE KAMPUSKOMPOS NA 6 mde.
- K GEBRUIKTE KAMPUSKOMPOS NA 9 mde.
- L GEBRUIKTE KAMPUSKOMPOS NA 12 mde.



FIGUUR 11: 'n Grafiese voorstelling van produksie wat met verskillende deklaagmateriale verkry is.

HOOFSTUK 5

GEVOLGTREKKING

Uit hierdie studie blyk dit dat gebruikte kompos ('spent compost') die grootste potensiaal as ekonomiese alternatief vir veen as deklaagmateriaal inhou (Figuur 11).

Hierdie kompos moet egter van die begin af reg gehanteer en bewerk word, aangesien die vars gebruikte kompos nie as deklaagmateriaal geskik is nie. Die vars kompos is biologies steeds té aktief. Dit blyk uit die hoë fungus- en bakteriepopulasies (Tabel 9). Die konduktiwiteit van die vars kompos is ongewens hoog, naamlik $6,6 \times 10^3 \mu\text{mho}$ in teenstelling met dié van veen, naamlik $0,7 \times 10^3 \mu\text{mho}$. Hierdie feite word weerspieël in die teleurstellende lae opbrengs van $1,16 \text{ kg/m}^2$ wat met die vars gebruikte kompos verkry is, teenoor $10,06 \text{ kg/m}^2$ wat verkry is in geval van veen (Tabel 9).

Deur die gebruikte kompos in 'n hoop in die buitelug vir ongeveer twee jaar te verouder, het dit sekere chemiese-, fisiese- en mikrobiologiese veranderinge tot gevolg gehad. Natuurlike loging het plaasgevind en die struktuur en tekstuur van die materiaal het verander om dit sodoende meer geskik vir die gebruik as deklaagmateriaal te maak. Die konduktiwiteit, fungus- sowel as die bakteriepopulasie het afgeneem. Geen drastiese veranderinge wat betref konduktiwiteit, persentasie poriegrootte en persentasie waterhouvermoë het plaasgevind nie. 'n Produksie van $8,9 \text{ kg/m}^2$ is met die twee jaar oue gebruikte kompos verkry teenoor $10,06 \text{ kg/m}^2$ met die kontrolemateriaal, naamlik die veen (Tabelle 8 en 9).

Veel beter resultate is verkry oor 'n tydperk van slegs een jaar van veroudering, mits die materiaal ongeveer 45 cm diep oopgesprei word en die logingsproses kunsmatig bevorder word deur gereelde watertoediening. Dit blyk dat dit veral die konduktiwiteit en die grootte van die bakte=

riepopulasie is wat 'n invloed op produksie het. Beide was baie hoog in die vars materiaal (voor enige veroudering en logging), maar het drasties afgeneem oor 'n tydperk van een jaar teenoor produksie wat oor dieselfde tydperk toegeneem het (Figuur 10). Na een jaar was die produksie wat met gebruikte kompos verkry is $10,57 \text{ kg/m}^2$, teenoor $10,06 \text{ kg/m}^2$ wat met die veen verkry is. Aanvanklik was die konduktiwiteit van die vars kompos $6,6 \times 10^3 \text{ } \mu\text{mho}$ waarna dit afgeneem het na $0,8 \times 10^3 \text{ } \mu\text{mho}$. Die funguspopulasie het afgeneem van 87 125 na 713 per gram droë massa en die bakteriepopulasie van 6 250 na 120 per gram droë massa. Hierdie afname dui op 'n skraler moontlikheid van kompeterende en parasiterende fungusse en bakterieë. Slegs enkele fungusse wat moontlik kompetierend vir die sampioen mag wees is uit die reeds gepasteuriseerde materiaal geïsoleer, naamlik spesies van *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Doratomyces*, *Penicillium* en *Trichoderma* (Figuur 5). Oor die algemeen beskou kom al die eienskappe wat nodig is vir 'n goeie deklaagmateriaal na 'n verouderingstydperk van een jaar ooreen met dié van veen wat tans algemeen as deklaagmateriaal gebruik word. Die kompos moet net reg hanteer en bewerk en voor gebruik gepasteuriseer word.

Die byvoeging van 2,6% geaktiveerde houtskool by gebruikte kompos het 'n toename in produksie getoon. Kompos wat slegs vir twee maande oopgesprei, kunsmatig geloog en met geaktiveerde houtskool gemeng is, het 'n hoër opbrengs gelewer as materiaal wat vir 'n langer tydperk buite gelaat is om te loog onder dieselfde toestande en wat nie met geaktiveerde houtskool gemeng was nie (Tabel 8). Wat die chemies, fisies en biologiese faktore betref, kwalifiseer die mengsel as deklaagmateriaal. Die pH van hierdie materiaal was effens hoog, naamlik 8,3 en so ook die getal bakterieë per gram droë massa. Kompeterende fungusse wat geïsoleer is, is verskeie groenskimmels soos *Cladosporium*, *Oedocephalum*, *Penicillium* en *Trichoderma* spesies (Figuur 5). *Mycogone pernicioosa* wat natvrot by sampioene veroorsaak is ook geïsoleer (Figuur 4). Die hoë pH, bakterie- en funguspopu-

lasie kan toegeskryf word aan die feit dat die kompos vir slegs twee maande buite gelaat is vir loging. 'n Moontlikheid om te ondersoek is die byvoeging van geaktiveerde houtskool by kompos wat reeds een jaar verouder het.

In al die gevalle waar gebruikte kompos as deklaag gebruik is, was die verskyning van die eerste vrugliggame om een of ander onverklaarbare rede met ongeveer drie dae vertraag. Die sampioene was ook meer kompak.

Die gebruikte kompos van die Kyalami/Bothasfonteinplaas (K2-kompos) was nie geskik as deklaagmateriaal nie. Die materiaal het op 'n hoop gelê vir minstens vyf jaar en was nie oorgesprei nie. Dit blyk duidelik uit die feit dat die konduktiwiteit redelik hoog was, naamlik $5,8 \times 10^3 \mu\text{mho}$ teenoor $0,7 \times 10^3 \mu\text{mho}$ van die kontrolemateriaal. Die persentasie waterhouvermoë was bevredigend, naamlik 70% maar die persentasie poriegrootte was ietwat laag, naamlik 37%. Die getal fungusse in die kompos was besonder hoog. Die relatief lae pH van 6,5 het die voorkoms van kompeterende fungusse soos *Trichoderma* spp. begunstig. Die feit dat die K2-kompos met viruspartikels geïnfekteer is, dra verder by tot die feit dat hierdie materiaal nie as deklaagmateriaal gebruik kan word nie. Virusgeïnfekteerde basidiospore kan tot dertig jaar lewenskragtig bly, kiem, weer eens die oes kontamineer en sodoende geweldige verliese tot gevolg hê.

Wat die fisiese eienskappe van papierpulp betref wil dit voorkom asof dit as moontlike deklaagmateriaal kan dien. Die produksie wat met papierpulp verkry is, was aanvanklik selfs effens hoër as dié verkry met veen, maar het na die tweede breek aansienlik afgeneem. Die papierpulp was nie in staat om groei van sampioene oor 'n lang tydperk (vir ongeveer vyf breke) te onderhou nie. Die uiteindelijke laer produksie kan moontlik toegeskryf word aan ander ongunstige biologiese en chemiese eienskappe waaraan daar nie in hierdie studie aandag geskenk is nie. So kan die

hoë C/N verhouding van 460:1 byvoorbeeld 'n invloed hê. Die groot getal fungusse teenwoordig behoort verminder te kan word deur die papierpulp vooraf met stoom te pasteuriseer.

Deur die verskillende deklaagmateriale met vermikuliet te vermeng het die fisiese geaardheid van die substraat nie noodwendig verbeter nie. Dit mag heel waarskynlik 'n groter invloed hê indien die vermikuliet in groter verhoudings vermeng word. In hierdie studie is die substraat met 15% of 30% SFX-graad vermikuliet vermeng. Dit het wel 'n geringe toename in pH en 'n afname in konduktiwiteit tot gevolg gehad (Tabel 7). Die byvoeging van vermikuliet by die gebruikte kompos, sowel as by die veen het nie 'n toename in produksie tot gevolg gehad nie (Tabel 6).

Agt-en-dertig fungusgenusse en tagtig spesies is uit die verskillende deklaagmateriale geïsoleer (Tabel 2 en Figure 7, 8 en 9). Groenskimmels wat moontlik kompetierend mag wees vir die sampioen is telkens uit bykans elke ondersoekte substraat geïsoleer, naamlik spesies van *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* en *Trichoderma* (Figure 5 en 6). Slegs drie fungusgenusse wat parasities op die sampioenmiselium leef is geïsoleer (Figuur 4). *Chrysosporium* cf. *pannorum* (geelskimmel) en *Verticillium fungicola* wat droëvrot veroorsaak is uit die veen geïsoleer. *Mycogone perniciosa* wat natvrot veroorsaak is uit die vars gebruikte kompos geïsoleer. Geeneen van hierdie fungusse het egter probleme tydens die eksperimentele verbouing van sampioene geskep nie.

OPSOMMING

'N STUDIE VAN VERSKILLENDE DEKLAAGMATERIALE IN DIE
KOMMERSIËLE VERBOUING VAN *AGARICUS BRUNNESCENS* PECK.

deur

MARTMARI SMIT

PROMOTOR: PROFESSOR A EICKER
DEPARTEMENT: PLANTKUNDE
GRAAD: MAGISTER SCIENTAE

Daar is gepoog om 'n ekonomiese alternatief vir veen, wat tans algemeen as deklaagmateriaal in die kommersiële verbouing van *Agaricus brunnescens* Peck. gebruik word, te vind. Verskeie substrate, soos gebruikte sampioenkompos afkomstig van verskillende plase en papierpulp, asook toevoegings soos vermikuliet en geaktiveerde houtskool is geëvalueer.

Sekere chemies, fisies en mikrobiologiese eienskappe asook produksie van sampioene en gemiddelde getal vrugliggame per eenheidsoppervlakte wat met die verskillende materiale as deklaag verkry is, is met veen vergelyk. Die persentasie waterhouvermoë, persentasie poriegrootte, pH, konduktiwiteit, getal fungusse en getal bakterieë per gram droë massa van die substrate is bepaal. Fungusse is uit die materiale geïsoleer en geïdentifiseer in 'n poging om die voorkoms van moontlike kompeterende en parasiterende fungusse na te spoor.

Verder is vars gebruikte kompos vir 'n tydperk van een jaar in die veld verouder en kunsmatig geloog deur gereelde wateroediening. Veranderinge in bogenoemde aspekte sowel as veranderinge in die produksie van sampioene wat met die

kompos as deklaag verkry is, is gereeld bepaal.

Gebruikte kompos wat onder Suid-Afrikaanse klimaatstoestand vir een jaar buite oopgesprei en kunsmatig geloog is, se produksie vergelyk gunstig met dié van veen. Die konduktiwiteit en getal bakterieë van die verouderende gebruikte kompos het gedurende hierdie tydperk drasties afgeneem, terwyl die produksie toegeneem het. Gebruikte kompos wat nie oopgesprei was nie en vir twee jaar gelaat is om natuurlik te loog, het nie dieselfde hoë opbrengs gelewer nie.

Die byvoeging van 2,6% geaktiveerde houtskool by gebruikte kompos het 'n toename in produksie getoon. Die byvoeging van 15% en 30% vermikuliet verbeter nie noodwendig die fisiese geaardheid van die deklaagmateriaal nie. Produksie wat met papierpulp as deklaag verkry is, was aanvanklik belowend, maar die pulp is klaarblyklik nie in staat om groei van sampioene oor 'n lang tydperk (ongeveer vyf breke) te onderhou nie.

Uit die ondersoekte materiale is slegs drie fungusse wat moontlik die sampioenmiselium kan parasiteer geïsoleer, naamlik *Mycogone perniciosus* uit die vars gebruikte kompos en *Chrysosporium*^{cf.}*pannorum* en *Verticillium fungicola* uit die veen. Verder is verskeie groenskimmels wat moontlik kompetierend vir die sampioen mag wees geïsoleer, naamlik spesies van *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* en *Trichoderma*. Geen probleme is egter deur enige van die fungusse tydens die verbouing van sampioene veroorsaak nie.

SUMMARY

A STUDY OF VARIOUS CASING MATERIALS USED IN THE COMMERCIAL PRODUCTION OF *AGARICUS BRUNNESCENS* PECK.

by

MARTMARI SMIT

PROMOTER: PROFESSOR A EICKER
DEPARTMENT: BOTANY
DEGREE: MAGISTER SCIENTAE

An attempt was made to find an economic alternative for peat moss which is currently used as casing material in the commercial production of *Agaricus brunnescens* Peck. Substrates such as spent compost which is obtainable from various farms, and paper pulp, as well as additives like vermiculite and activated charcoal, were evaluated.

Certain chemical, physical and microbiological aspects as well as the production of mushrooms and the average number of fruit bodies per unit area obtained on the various substrates, were compared with peat moss. The percentage water-holding capacity, percentage pore space, pH, conductivity, number of fungi and number of bacteria per gram dry mass of the materials were determined. Fungi were isolated from these materials and identified with the aim of tracing possible competitive and parasitising fungi. In addition fresh spent compost was allowed to mature for a period of one year in the veld and was artificially leached by regular watering. Any changes in the above mentioned aspects as well as changes in the production of mushrooms by using compost as casing material were noted.

The production on spent compost that was spread out in the veld under South African weather conditions and artificially leached, compared favourably with that of peat moss. The conductivity and number of bacteria in the matured spent compost showed a drastic reduction during this period, while the production increased. Spent compost left in the veld for two years to leach but without spreading it, did not give such a high yield.

An increase in production was achieved by adding 2,6% activated charcoal to the spent compost. The physical properties of the casing material do not necessarily improve by adding 15% and 30% of vermiculite. Production when paper pulp was used as casing material was quite significant initially but the paper pulp probably cannot maintain this level of production over a long timespan of five breaks.

Only three fungi which probably parasitise mushroom miselium were isolated from the evaluated material, namely *Mycogone perniciosa* from fresh used compost and *Chrysosporium cf. pannorum* and *Verticillium fungicola* from the peat.

Futhermore a number of green moulds (possibly could be in competition with the mushrooms) were isolated, namely species of *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* and *Trichoderma*. None of these fungi affected the mushroom growth adversely.

DANKBETUIGINGS

Graag betuig ek my opregte dank aan die volgende persone en instansies sonder wie die uitvoering van hierdie projek nie moontlik sou wees nie:

Professor A Eicker, onder wie se leiding hierdie projek uitgevoer is, vir sy vriendelike behulpsaamheid, aanmoediging en voortdurende inspirasie.

Dr J V van Greuning vir die neem en ontwikkeling van die fotos.

Mevrou Marie van Wyk vir die netjiese en akkurate tikwerk.

Professor N Grobbelaar en die personeel van die Departement Plantkunde, Universiteit van Pretoria, vir hul belangstelling en ondersteuning.

Die Universiteit van Pretoria en die WNNR vir finansiële steun tydens die navorsing.

Die bestuur van Tongaat Sampioene, Transvaal (Eiendoms) Beperk vir die verskaffing van substrate wat vir die projek benodig was.

My suster, broer, vriende en veral my ouers vir hul volgehoue aanmoediging, belangstelling en onderskraging.

CURRICULUM VITAE

MARTMARI SMIT is op 9 Junie 1959 te Witbank gebore.

Aan die einde van 1976 matrikuleer sy aan Hoërskool Generaal Hertzog op die dorp.

In 1977 ontvang sy 'n beurs van die 'Rand Carbide Ltd' en skryf vir die graad BSc aan die Universiteit van Pretoria in. In 1979 verwerf sy die graad met die hoofvakke Plantkunde en Dierkunde. Aan die einde van 1980 verwerf sy 'n Hoër Onderwys Diploma aan dieselfde universiteit. In 1981 ontvang sy 'n beurs van die WNNR en sit haar studies in Plantkunde voort. Aan die einde van 1981 verwerf sy die BSc(Hons)-graad met Taksonomie van die Laer Kriptogame as hoofrigting en Plantfisiologie as neweringting, met lof.

Sy is sedert die begin van 1982 as tydelik-deeltydse junior lektrise en vanaf Januarie 1983 as tydelik-voltydse lektrise in die Departement Plantkunde, Universiteit van Pretoria, werksaam. Gedurende hierdie tydperk is sy gelyktydig vir die MSc-graad ingeskryf om 'n studie van verskillende deklaagmateriale by die kommersiële verbouing van die eetbare sampioen, *Agaricus brunnescens* Peck. te doen.

Sy is lid van die Suid-Afrikaanse Genootskap van Plantkundiges.

SAMESTELLING VAN AGARMEDIUMS

AARTAPPELDEKSTROSE-AGAR (PDA) (DIFCO)

Aartappels (aftreksel)	200 g
Glukose (dekstrose)	20 g
Bakto-agar	15 g
Gedistilleerde water	1 000 cm ³

AARTAPPELWORTELAGAR (PCA)

Vars aartappels (geskil, aftreksel)	20 g
Vars geelwortel (geskil, aftreksel)	20 g
Bakto-agar	20 g
Gedistilleerde water	1 000 cm ³

PEPTOONDEKSTROSE-AGAR

Bakto-agar	20 g
KH ₂ PO ₄	1 g
Mg SO ₄ 7H ₂ O	0,5 g
Bakto-peptoon	5 g
Glukose (dekstrose)	10 g
Roosbengaal	10 cm ³
Albamycin-T (novobiosien)	125 mg
Gedistilleerde water	1 000 cm ³

VOEDINGSAGAR (DIFCO)

Beesvleisekstrak	3 g
Bakto-peptoon	5 g
Bakto-agar	15 g
Gedistilleerde water	1 000 cm ³

LITERATUURVERWYSINGS

- ALISON, W.H. & KNEEBONE, L.R. 1962. Influence of pH and casing soil pH on mushroom production. *Mushr. Sci.* 5: 81-89.
- ANONYMOUS, 1983. Recommendations for expression of yields in mushroom cropping, experiments of commercial trials. *IUBS newsletter*, Jun.:18.
- ATKINS, F. C. 1974. Guide to mushroom growing. Faber & Faber, London.
- BELS-KONING, H.C. 1950. Experiments with casing soil, water supply and climate. *Mushr. Sci.* 1: 78-84.
- BENADÉ, J. 1982. Peat - an important organic soil. *Environment R S A* 9(12): 4-5.
- BOVENKERK, J.C. 1970. Spent compost as casing soil. *Mushr. News* 72(9): 5-9.
- BOESEWINKEL, H. J. 1976. Storage of fungal cultures in water. *Trans. Br. mycol. Soc.* 66(1): 183-185.
- BRETZLOFF, G.W. & FLEUGEL, M.S. 1962. Chemical composition of mushroom compost during composting and cropping. *Mushr. Sci.* 5: 46-60.
- BROSIUS, C.C. 1981. Spent compost as an alternate casing medium. *Mushr. Sci.* 11: 397-402.
- COONEY, D.G. & EMERSON, R. 1964. Thermophilic Fungi. Freeman & Company, San Francisco and London.
- CRESSWELL, P. A. & HAYES, W.A. 1978. Further investigations on the bacterial ecology of the casing layer. *Mushr. Sci.* 10(1): 347-359.
- CURTO, S. & FAVELLI, F. 1972. Stimulative effect of certain micro-organisms (bacteria, yeasts, microalgae) upon fruit-body formation of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. *Mushr. Sci.* 8: 67-74.
- EAKIN, J. H. 1969. Lets know more about peat. *Mushr. News* 17(10): 12-15.

- EICKER, A. 1979. A preliminary report on experiments with various casing media. Unpublished. Department of Botany, University of Pretoria.
- EICKER, A. 1980. Some thoughts on using paper pulp as a casing medium. Unpublished. Department of Botany, University of Pretoria.
- EGER, G. 1961. Untersuchungen über die funktion der deckschicht bei der fruchtkörperbildung des kulturchampignons, *Psalliota bispora* Lge. *Arch. Mikrobiol.* 39: 313-334.
- EGER, G. 1963. Untersuchungen zur fruchtkörperbildung des kulturchampignons. *Mushr. Sci.* 5: 314-320.
- EGER, G. 1972. Experiments and comments on the action of bacteria on sporophore initiation in *Agaricus bisporus*. *Mushr. Sci.* 8:719-725.
- FLEGG, P. B. 1951. Casing soil. Annual Report. Mushroom Research Station, Yaxley. 26-30.
- FLEGG, P. B. 1959. The functions of the compost and casing layer in relation to fruiting and growth of the cultivated mushroom. (*Psalliota (Agaricus) hortensis*) *Mushr. Sci.* 4: 205-210.
- FLEGG, P. B. 1962. The development of mycelial strands in relation to fruiting of the cultivated mushroom. (*Agaricus bisporus*). *Mushr. Sci.* 5: 300-313.
- FLEGG, P. B. 1965. Watering the casing layer by capillarity. *J. Hort. Sci.* 40: 150-155.
- FLEGG, P. B. 1974. Water and the casing layer. In: The casing layer, ed. Hayes, W. A., Leeds Maney & Son, London.
- FLETCHER, J. T. 1979. Bacteria and mushrooms. *Mushr. J.* 82: 451-457.
- GAMS, W., VAN DER AA, H. A., VAN DER PLAATS-NITERINK, A. J., SAMSON, R. A. & STALPERS, J. A. 1980. CBS course of mycology. Centraalbureau for schimmel cultures

of the Royal Netherlands Academy and Letters.
Baarn.

- GOODING, J. A. 1981. Time gentlemen please. *Mushr. Sci.* 11: 453-462.
- HAYES, W. A. 1972. Nutritional factors in relation to mushroom production. *Mushr. Sci.* 8:633-674.
- HAYES, W. A. 1973. The casing layer and its function in mushroom nutrition. *Mushr. News* 12(12): 9-15.
- HAYES, W. A. 1979. Progress in the development of an alternative casing medium. *Mushr. J.* 78: 266-271.
- HAYES, W. A. 1981. Interrelated studies of physical, chemical and biological factors in casing soils and relationships with productivity in commercial culture of *Agaricus bisporus* Lange (Pilat). *Mushr. Sci.* 11(2): 103-129.
- HAYES, W. A. & NAIR, N. G. 1974. Effects of volatile metabolic by-products of mushroom mycelium on the ecology of the casing layer. *Mushr. Sci.* 9(1): 259-268.
- HAYES, W. A., PHYLLIS, RANDLE, E. & LAST, F. T. 1969. The nature of the microbial stimulus affecting sporophore formation in *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. *Ann. appl. Biol.* 64: 177-187.
- HAYES, W. A., YEO, S. G., CRESSWELL, P. A. & JAKEMAN, K. J. 1978. Paper and paper-mill by-products as a casing medium for mushroom culture. *Mushroom J.* 62: 38-44.
- HUNTE, W. 1961. Champignonanbau im Haupt und Nebenerwerb 5. Auflage, Parey Berlin u. Hamburg. In: Till, O. 1969. *Mushr. News* 12-14.
- KINRUS, A. 1974. The re-use of spent compost for casing soil. *Mushr. News* 72: 3-8.
- KINRUS, A. 1976. The advantages and disadvantages of re-using spent compost as a casing soil. *Mushr. News* 74: 5-8.

- LEACH, C.M. 1961. The effect of near-ultraviolet irradiation on the sporulation of certain fungi. *Phytopathology* 51: 65-66.
- LOCKARD, J.D. & KNEEBONE, L.R. 1962. Investigation of the metabolic gases produced by *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. *Mushr. Sci.* 5: 281-299.
- LONG, P.E. & JACOBS, L. 1969. Some observations on CO₂ and sporophore initiations in the cultivated mushroom. *Mushr. Sci.* 7:373-384.
- LOUGHTON, A. 1974. Peat casing for mushrooms. Proceedings annual meeting, Canadian Mushroom Growers Association. Vancouver.
- MENZIES, J.D. 1957. A dipper technique for serial dilutions of soil for microbial analysis. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 21: 660.
- MOORE-LANDECKER, E. 1972. Fundamentals of the fungi. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N J, 204-205.
- NAIR, N.G. 1976. Studies on recycling spent compost for mushroom cultivation. *Aust. J. Agric. Res.* 27: 857-865.
- NAIR, N.G. & HAYES, W.A. 1974. Suggested role of carbon dioxide and oxygen in casing soil. In: The casing layer, ed. Hayes, W.A.: Leeds, Maney & Son, London.
- NAIR, N.G. & HAYES, W.A. 1975. Some effects of casing soil amendments on mushroom cropping. *Aust. J. Agric Res.* 26: 181-188.
- NAIR, N.G., SHORT, C.C. & HAYES, W.A. 1974. Studies on the gaseous environment of the casing layer. *Mushr. Sci.* 9 (1): 245-257.
- PARK, J. Y. & AGNIHOTRI, V. P. 1969 a. Bacterial metabolites trigger sporophore formation in *Agaricus bisporus*. *Nature* 222: 984.

- PARK, J.Y. & AGNIHOTRI, V.P. 1969 b. Sporophore production of *Agaricus bisporus* in aseptic environment. *Antonie van Leeuwenhoek* 35: 523-528.
- PEERALLY, A. 1978. Sporophore initiation in *Agaricus bisporus* and *Agaricus bitorquis* in relation to bacteria and activated charcoal. *Mushr. Sci.* 10 (1): 611-639.
- REEVE, E., BACKES, R.W., MURPHY, W.S., SCHRAMER, J.M. & VOLBRECHT, H.A. 1959. Mushroom casing soil - cropping experiments. *Mushr. Sci.* 4: 251-259.
- SCHROEDER, G.M. & SCHISLER, L.C. 1981 a. Influence of compost and casing moisture on size, yield and dry weight of mushrooms. *Mushr. Sci.* 11: 495-509.
- SCHROEDER, G.M. & SCHISLER, L.C. 1981 b. Effect of supplementation at spawning, compost moisture and casing moisture on size, yield and dry weight of mushrooms. *Mushr. Sci.* 11: 511-521.
- SINDEN, J.W. 1982. The casing layer and its significance. *Mushr. News* 30(11): 14-17.
- SMITH, A.M. 1973. Ethylene as a cause of soil fungistasis. *Nature*, London 246: 311-313.
- STOLLER, B.B. 1952. Studies on the function of the casing for mushroom beds. *M.G.A. Bull.* 34: 289-297.
- STOLLER, B.B. 1978. Synthetic casing for mushroom beds. *Mushr. Sci.* 10(11): 187-216.
- TSCHIERPE, H.J. 1959. Die bedeutung des kohlendioxyds für den kulturchampignon. *Gartenbau-wissenschaft* 24: 18-75.
- TSCHIERPE, H.J. 1972. Über umweltfaktoren in der champignonkultur. *Mushr. Sci.* 8: 553-591.
- TSCHIERPE, H.J. 1973. Environmental factors and mushroom growing. *Mushr. J.* 2: 77-94.
- TILL, O. 1969. The re-use of spent compost for greater profitability in mushroom growing. *Mushr. News* 17(6): 12-4.

- URAYAMA, T. 1967. Initiation of pinheads in *Psilocybe panaeliformis* caused by certain bacteria. *Mushr. Sci.* 6: 141-156.
- VAN DE GEIJN, J. 1982. Fungal diseases: practice. *Mushr. J.* 113:157-161.
- VEDDER, P. J. C. 1978. Modern Mushroom Growing. Educa=boek, Culumborg, Netherlands.
- VEDDER, P. J. C., FRENKEN, J. M. G., VAN HEUSDEN, A. C. & VAN LIESHOUT, M. J. 1978. Ontwerp leerstof champignon=teelt voor de Agrarische scholen. Ministerie van Landbouw en Visserij. *Directie Landbouwonderwijs* 80: 43.
- VISSCHER, H. R. 1975. The structure of the casing medium and its influence on yield. *Mushr. J.* 28: 120-123.
- VISSCHER, H. R. 1978. Fructification of *Agaricus bisporus* (Lge.) in relation to the relevant microflora in the casing soil. *Mushr. Sci.* 10 (1): 641-664.
- VISSCHER, H. R. 1982. Substitutes for peat in mushroom casing soil. *Mushr. J.* 118: 353-358.
- WOOD, D. A. 1976. Primordium formation in axenic cultures of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. *Journ. Gen. Microb.* 95: 313-323.
- WUEST, P. J. 1970. A research proposal for laboratory analysis of spent compost as a means of selecting productive mushroom casing. *Mushr. News* 18(7): 6-10.
- WUEST, P. J. 1976. Facts and fables concerning spent compost for mushroom cultivation. *Aust. J. Agric. Res.* 27: 857-865.
- WUEST, P. J. 1982. Penn State handbook for commercial mushroom growers. The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- YEO, S. G. & HAYES, W. A. 1978. A new medium for casing mushroom beds. *Mushr. Sci.* 10(2): 217-229.