

HET METEN EN BESCHRIJVEN VAN BASIDIOSPOREN: RESULTATEN VAN EEN ENQUÊTE

E. Arnolds

Biologisch Station
Wijster

(Mededeling nr. 210 van het Biologisch Station te Wijster; nr. 58 van de afdeling Vegetatiekunde en Plantenecologie van de Landbouwhogeschool, Wageningen).

Inleiding

Iedere mycoloog, amateur of beroeps, stuit zeer regelmatig op de noodzaak om sporenmaten te bepalen teneinde een bepaalde vondst te kunnen determineren. Van de vele voorbeelden in de literatuur hoef ik slechts te verwijzen naar de *Panaeolus*-sleutel van Kits van Waveren (1979) in één van de laatste Coolia's. De soorten zonder chrysocystiden worden door hem verdeeld in drie groepen met respectievelijk kleine (8-10 μm lang), middelgrote (10-14 μm) en grote sporen (14-18 μm). Dikwijls worden zelfs gedeeltelijk overlappende sporenmaten als verschil tussen soorten opgegeven, waarbij de gemiddelde lengte slechts 1 μm uiteenloopt. Voorbeelden zijn o.a. te vinden in de sleutels van Orton (1960: 328) voor een deel van *Nolanea*, bij Bas (1969) in zijn dissertatie over *Amanita* sect. *Lepidella* en bij Smith & Singer (1964) in hun *Galerina*-monografie. Maar in hoeverre zijn zulke vrij subtiele verschillen reproduceerbaar? Met andere woorden: welke uitkomsten vinden verschillende mycologen met hun verschillen in apparatuur en methodiek bij het bestuderen van eenzelfde objekt? Deze vraag is voor zover mij bekend nog nooit serieus onderzocht, hoewel het voor iedere paddestoelenkenner vrij eenvoudig moet zijn om een aantal factoren te noemen, die de uitkomsten van sporenmetingen kunnen beïnvloeden. Het is opmerkelijk dat in geen van de bekende determinatiewerken (bijv. Kühner & Romagnesi, 1953; Moser, 1978) serieus aandacht wordt besteed aan het meten met een mikroskoop. Ook Singer (1975: 70) wijdt in zijn standaardwerk over Agaricales slechts vijftien weinig zeggende regels aan sporenmaten. Een uitgebreide en praktische verhandeling over het beschrijven en meten van sporen geeft daarentegen Jossierand (1952) in zijn nog altijd zeer bruikbare werk "La description des champignons supérieurs", dat overigens nog steeds te koop is.

In de meeste bewerkingen van verschillende groepen Fungi zal men tevergeefs zoeken naar een uiteenzetting van de gebruikte meetmethode, bijvoorbeeld of de apikulus al dan niet is inbegrepen bij de maten; of de sporen zijn gemeten in sporenfiguren of in lamel-preparaten etc.

Deze overwegingen waren aanleiding om in 1977 een schriftelijke enquête te houden onder leden van de Mycologische vereniging naar hun ervaringen op het gebied van sporen meten, te meer daar er tussen de vier mycologische medewerkers aan het Biologisch Station opvallende verschillen bleken te bestaan in de gebruikte technieken. De inhoud van de enquête en het daaraan verbonden "huiswerk" wordt hieronder nader toegelicht. Van de gelegenheid is gebruik gemaakt om ook het gebruik van de terminologie over de sporenvorm onder de loep te nemen.

Ik heb gewacht met de uitwerking van de verzamelde gegevens tot de zeer recente publikatie van een reeds in 1977 aangekondigd artikel van Clemengon met de veelbelovende titel: "Biometrische Untersuchungen zur Variabilität der Basidiosporen". Ik hoopte hierin vergelijkbare gegevens aan te treffen. Deze publikatie behandelt echter andere problemen, nl. de variabiliteit van sporen gedurende de ontwikkeling van één individu en de verschillen tussen individuen uit één populatie. De resultaten hiervan zijn overigens dermate interessant, dat ik de voornaamste gegevens aan het slot van dit stuk samenvat.

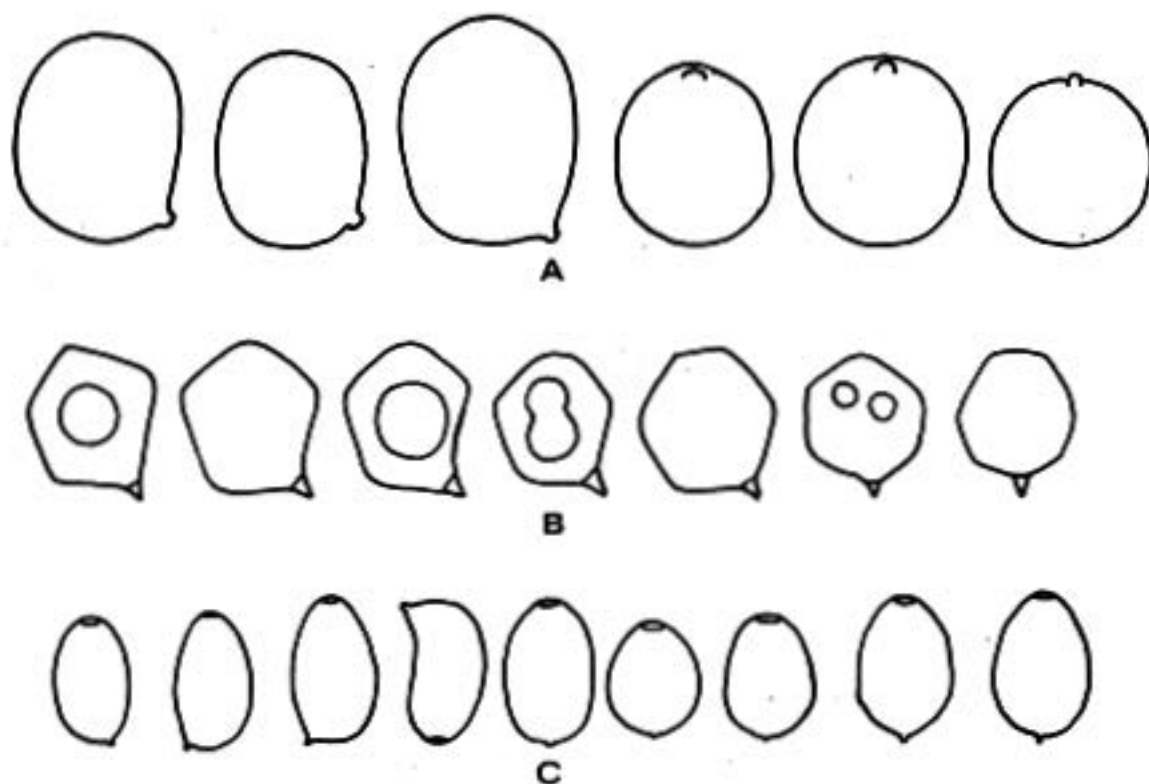


Fig. 1. Sporen van *Amanita lividopallescens* (A), *Entoloma occultopigmentatum* (B) en *Psilocybe muscorum* (C).

De opzet en inhoud van de enquête.

In mei 1977 is een rondschrijven uitgegaan naar 28 leden van de N.M.V., waarvan er 15 beroepsmatig meer of minder frekvent met het meten van sporen in aanraking komen. De 13 anderen zijn actieve amateur-mycologen met tenminste enkele jaren ervaring. Ingesloten waren drie afzonderlijk verpakte lamelfragmenten van enkele vierkante millimeters. Elk fragment was door mij verwijderd uit het mediane deel van één of enkele lamellen van één gedroogd vruchtlichaam uit de kollektie van het Biologisch Station, behorend tot drie soorten met een tamelijk verschillende sporenvorm: 1. *Amanita lividopallescens* Gill. (Arnolds 783); een paddestoel met een witte sporenfiguur en onder het mikroskoop met kleurloze, vrij grote, gladde sporen met een matig grote korte apikulus (Fig. 1A).

2. *Entoloma* ("Rhodophyllus") *occultopigmentatum* Arnolds & Noordeloos (1979) (Arnolds 3588): de sporenfiguur is roze, maar onder het mikroskoop zijn de sporen vrijwel kleurloos, afgerond hoekig en voorzien van een grote driehoekige apikulus (Fig. 1B, 3). Toen de enquête werd rondgestuurd was het niet bekend, dat het hier een nog onbeschreven soort betrof.

3. *Psilocybe* (*Deconica*) *muscorum* (Orton) Moser (Barkman 9540): een soort met purperbruine sporenfiguur en onder het mikroskoop met duidelijk gekleurde, bruine sporen met een zeer kleine apikulus en een apikale pore. De sporen zijn enigszins afgeplat, waardoor ze bij vóóraanzicht ("en face") wat breder zijn dan bij zij-aanzicht. ("en profil") (Fig. 1C).

Aan de betreffende mycologen werden drie verzoeken gedaan: (1) een opgave van de afmetingen van de sporen bij de drie soorten, bepaald volgens de door hen gewoonlijk gebruikte methode; (2) een omschrijving van deze methode; (3) een omschrijving van de vorm van de sporen.

Op deze oproep werden twintig reakties ontvangen, dus een bevredigende respons van 70%. De antwoorden waren keurig verdeeld over tien professionele mycologen en tien amateurs. De reakties liepen uiteen van een briefkaart tot een kritische beschouwing van zeven grote bloknootvellen! De medewerkers waren: J. Barkman (Wijster), F. Benjaminsen (Eindhoven), F. van de Bergh (Alkmaar), J. van Brummelen (Haarlem), J. Daams (Kortenhoeft), J. Frencken (Hilversum), W. Gams (Baarn), H. Huysman (Beilen), A.E. Jansen (Wijster), P.B. Jansen (Breda), E. Kits van Waveren (Amsterdam), T. Kuyper (Nijmegen), H. van der Laan † (Arnhem), W. Loerakker (Utrecht), R. Maas Geesteranus (Oegstgeest), M. Noordeloos (Leiden), D. Tjallingii-Beukers (Wageningen), B. de Vries (Drijber), G. de Vries (Baarn) en ik zelf. Allen worden har-

telijk bedankt voor hun medewerking aan dit onderzoek. De resultaten zullen hier in het algemeen anoniem worden weergegeven. A.E. Jansen en C. Bas dank ik speciaal voor het kritisch doornemen van het manuscript en het geven van nuttige aanvullingen.

De gebruikte methoden voor het meten van sporen.

De meeste mycologen maken gebruik van een zgn. okulair-mikrometer, een rond glaasje met daarop een fijne schaalverdeling met afstanden tussen de streepjes van ca. $1/10$ tot $1/20$ mm. Om te kunnen meten is ijking noodzakelijk met behulp van een objekt van bekende grootte op de plaats van een preparaat. Hiervoor gebruikt men een vrij kostbare objektmikrometer, waarop een nauwkeurige, zeer fijne schaalverdeling aanwezig is met afstanden van ca. $1/50$ of $1/100$ mm.

Een andere elegante methode, die door drie ondervraagden dikwijls wordt toegepast, is het maken van tekeningen van de sporen met behulp van een tekenspiegel of tekenprisma, met een bekende vergroting van ca. 1000 tot 3000 maal. Door de sporen op de tekeningen te meten kan men de werkelijke afmetingen eenvoudig bepalen. Ijking van de apparatuur is ook in dit geval nodig. Een nadeel is, dat door de indirekte meetwijze de meetfout toeneemt.

In elk preparaat blijkt een grotere of kleinere variatie in sporengrootte aanwezig te zijn. Er zijn minstens twee metingen nodig om deze verschillen vast te leggen, maar de meeste onderzoekers voeren méér bepalingen uit. Bij de weergave van de resultaten kan men alleen de uiterste waarden opgeven (4 personen), maar 16 geënquêteerden plaatsten bij één of meer soorten hunsz inziens "ekstreme" waarden tussen haakjes. Enkelen namen hiervoor een konstant aandeel van de sporen, bijvoorbeeld de grootste en kleinste 10% of 5%. Bovendien werden door 5 inzenders de gemiddelde sporenmaten opgegeven, berekend door de gevonden waarden op te tellen en te delen door het aantal metingen. Deze werkwijze heeft uiteraard alleen zin als een redelijk aantal metingen (min. ca. 10) is verricht.

Andere punten van verschil tussen de diverse mycologen betroffen o.a. de gebruikte vergroting van het mikroskoop, de vloeistof waarin de sporen werden bekeken en de selectie van de sporen in het beeldveld. De mogelijke invloed hiervan op de meetresultaten wordt verderop behandeld (p.40 e.v.). Doordat aan iedereen uitsluitend lamelfragmenten waren toegezonden kon de invloed van een andere in praktijk belangrijke faktor niet worden onderzocht, nl. het gebruik van een sporenfiguur of een lamelfragment om sporen te meten. Uit de reacties bleek, dat vrij veel mycologen er sterk de voorkeur aan geven om sporen te meten van een sporen-

figuur, omdat daar alleen rijpe sporen aanwezig zouden zijn. Er zijn echter aanwijzingen, dat ook een sporee geen garantie biedt voor uniforme "rijpe" sporen. Vooral dikwandige sporen, zoals van *Lactarius*, schijnen na het afschieten vanaf de basidiën nog na te rijpen. Hierbij wordt de sporewand dikker, maar het volume iets kleiner door krimpingsproces. Dit rijpingsproces schijnt te stoppen, als een sporenfiguur opdroogt, bijvoorbeeld door deze onder een paddestoel vandaan te halen. Het onverwachte feit kan zich dan voordoen dat de sporen in een lamel-preparaat grotere afmetingen hebben dan in een sporee (zie bijv. Bas, 1977: 100 e.v.). De meerderheid deed zijn waarnemingen echter overwegend aan lamelpreparaten omdat vaak geen sporenfiguren voorhanden zijn en in een lamelpreparaat andere eigenschappen van de paddestoel tegelijkertijd kunnen worden onderzocht. Dit waren dan ook de voornaamste redenen om voor deze enquête lamelfragmenten rond te zenden. Kits van Waveren en Van de Bergh merkten bovendien op, dat naar hun mening sporenfiguren gewoonlijk onder zeer onnatuurlijke omstandigheden tot stand komen (bijv. paddestoel met de steelbasis in water). Voor het waarnemen van normaal gerijpte sporen geven zij de voorkeur aan een onderzoek van de steeltop; wellicht een nuttige suggestie voor anderen.

De vorm van basidiosporen.

Voor een goed begrip van de gebruikte terminologie zijn eerst enige definities nuttig. Overeenkomstig Jossierand (1952) maken we onderscheid tussen de dikte van sporen, bij beschouwing van terzijde ("en profil" B in fig. 3C) en de breedte bij vooraanzicht ("en face" B in fig. 3A). De kant van de apikulus wordt aangeduid als de basis (fig. 3B, b), de tegenoverliggende (adapikale) kant als de top van een spore (fig. 3B, t). Bij veel *Agaricales* zijn de sporen regelmatig van vorm, d.w.z. gelijk van vorm in zij- en vooraanzicht en aan basis en top. De vorm van dergelijke sporen wordt verder voornamelijk bepaald door de lengte/dikte verhouding, verder aangeduid als Q (afgeleid van "quotient"). Deze waarde is eenvoudig objectief te bepalen. Slechts vier personen hebben in hun antwoord de Q-waarde vermeld en gebruikt om de vorm van de sporen nader te omschrijven.

Bas (1969: 321) heeft voor *Amanita* de verschillende typen van regelmatige sporen met behulp van de Q-waarden als volgt gedefinieerd:

Vorm	Q (lengte/dikte)
globoos (bolvormig)	1.0-1.05
subgloboos (bijna bolvormig)	1.05-1.15

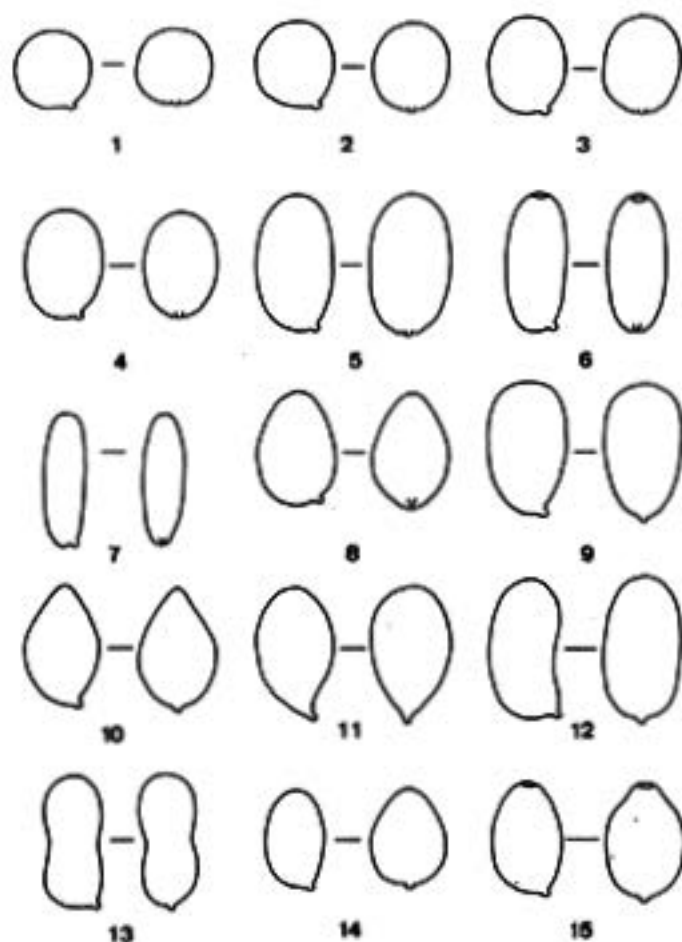


Fig. 2. Schematische weergave van de meest voorkomende sporenvormen bij Agaricales (zonder ornamentatie).

Van ieder type is de linker spore van terzijde afgebeeld, de rechter in vooraanzicht.

1. bolvormig (globoos, globuleus, sferisch), $Q=1.0$
2. bijna bolvormig (subgloboos), $Q=1.1$
3. breed ellipsvormig (breed ellipsoid), breed ovaal, $Q=1.25$
4. ellipsvormig (ellipsoid), ovaal, pruimvormig (pruniform), $Q=1.4$
5. langwerpig ellipsvormig (langwerpig ellipsoid, oblong), $Q=1.8$
6. cilindervormig (cilindrisch) met kiempore, $Q=2.4$
7. bacilvormig (bacilliform), $Q=3.4$
8. eivormig (ovoid): naar de basis (apiculus) verbreed, $Q=1.5$
9. langwerpig omgekeerd eivormig (langwerpig obovoid): naar de top verbreed, $Q=1.7$
10. amandelvormig (amygdaliform, amygdaloid): naar de top toegespitst, $Q=1.55$
11. traanvormig (larmiform, lacrimiform), komvormig: naar de basis versmald, $Q=1.6$
12. langwerpig boonvormig (phaseoloid, phaseoliform), langwerpig niervormig (reniform): aan binnenzijde ingedrukt, $Q=1.8$
13. ingesnoerd cilindrisch (strangulaat), $Q=2.2$
14. afgeplat, lensvormig (lentiform, lentikulaar): van terzijde langwerpig ellipsoid, $Q=1.7$; van voren breed eivormig, $Q=1.25$
15. afgeplat met kiempore: van terzijde langwerpig eivormig, $Q=1.6$, van voren citroenvormig (citriform, limoniform), $Q=1.5$

breed ellipsoïd	1.15-1.3
ellipsoïd	1.3-1.6
langwerpig	1.6-2.0
cylindrisch	2.0-3.0
bacilvormig	> 3.0

Deze objectivering blijkt ook op andere groepen van paddestoelen uitstekend toepasbaar (bijv. Arnolds, 1974) en is erg zinvol omdat bijvoorbeeld sommige auteurs sporen breed ellipsoïd of ellipsoïd noemen, die door anderen als subgloboos worden aangeduid.

Behalve regelmatige sporen worden vele andere vormen bij de Agaricales aangetroffen. Goede omschrijvingen en schematische tekeningen geeft bijvoorbeeld Josserand (1952), maar ook in de meeste handboeken als de "Flore" en "Moser" (1978) zijn definities opgenomen. Het leek zinvol om de meest voorkomende sporenvormen in een schematische afbeelding samen te vatten (Fig. 2). Bij de benaming is steeds rekening gehouden met zowel afwijkingen van het ellipsoïde basis-patroon (bijv. amandelvormig) als met de lengte-breedte verhouding (bijv. langwerpig). Uit de enquêteresultaten blijkt wel, dat niet al deze termen op uniforme wijze worden gebruikt.

De ornamentatie van sporen komt hier niet ter sprake; dat is een hoofdstuk apart. Het is gebruikelijk om sporen te meten exclusief de ornamentatie en de hoogte van de ornamentatie eventueel afzonderlijk.

Presentatie van de resultaten van de enquête.

De uitkomsten van het rondschrĳven zijn voor iedere soort afzonderlijk samengevat in een tabel (1, 3, 4). De resultaten zijn gerangschikt naar opklimmende gemiddelde lengte. In de eerste kolom is te zien, of de sporenmeter tot de amateur- of beroepsmycologen moet worden gerekend. In kolom 2 is het aantal gemeten sporen aangeduid (n). Vervolgens zijn de sporenmaten vermeld, zoals die door de betrokkenen waren opgegeven (kolom 3). Ik heb telkens het gemiddelde berekend van de kleinste en de grootste lengte en breedte, waarbij evenwel de ekstreme waarden, die door de onderzoekers tussen haken waren geplaatst, niet zijn meegerekend (kolom 4). Hierbij moet worden opgemerkt, dat deze waarde niet identiek is met het rekenkundige gemiddelde, zoals vermeld op pagina 35. Voor de berekening hiervan zou ik de beschikking moeten hebben over alle oorspronkelijke meetwaarden, maar die waren slechts door zes inzenders genoteerd voor *Amanita lividopallescens* en voor de twee andere soorten door nog

minder personen. Het leek zinvol om voor de Amaniet de beschikbare rekenkundige gemiddelden te vermelden (tabel 2). Hieruit blijkt, dat deze niet altijd overeenkomen met de gemiddelden van grootste en kleinste waarden (tabel 1; in het vervolg kortweg "gemiddelden" genoemd). Duidelijke afwijkingen vertoont de gem. sporenlength bij nr. 6 en 12, de dikte bij nr. 7 en 12 en de Q-waarde bij nr. 6 en 12. De variatie binnen beide gemiddelden ligt echter in dezelfde orde van grootte.

Bij de rekenkundige gemiddelden is de standaardafwijking vermeld. Met behulp van de gegevens in tabel 2 zou precies kunnen worden nagegaan welke opgaven statistisch significant van elkaar verschillen. Dit zou hier te ver voeren, maar een dergelijke bewerking blijft mogelijk. Het zal echter ook niet-mathematen duidelijk zijn, dat tussen de grootste en kleinste metingen verschillen bestaan, die niet aan het toeval kunnen worden geweten.

In kolom 5 van tabel 1, 3 en 4 is de door mij berekende verhouding tussen gemiddelde lengte en breedte weergegeven (Q gem.). Voor de Amaniet is deze waarde wederom eveneens berekend voor de werkelijke waarden (Q gem. rek.).

Het gebruikte medium voor de observaties is vermeld in kolom 6. In kolom 7 is bij *Amanita lividopallescens* de gebruikte vergroting van het mikroskoop aangegeven en bij *Entoloma occultopigmentatum* de wijze waarop de sporen gemeten zijn.

BESPREKING VAN DE RESULTATEN (tabel 1).

Amanita lividopallescens

Deze soort is te beschouwen als het standaard-model bij de enquête: de sporen hebben een regelmatige vorm, zijn vrij groot en glad en in het bezit van een vrij kleine apikulus, kortom, het zijn eigenlijk sporen zonder complicaties. Daarom is de spreiding van de resultaten toch wel onverwacht -om niet te zeggen verontwaardigend- groot: de kleinste opgave is $9-11 \times 7-8 \mu\text{m}$, de grootste $12-14 \times 10-12 \mu\text{m}$, een verschil ruim voldoende om twee soorten op te onderscheiden! De gemiddelde lengte loopt uiteen van 10 tot $13 \mu\text{m}$, d.w.z. een verschil van 30% ten opzichte van de kleinste waarde.

De vorm wordt door sommigen aangeduid als subgloboos, door anderen als breed elliptisch of breed eivormig, maar door de meerderheid met een combinatie van deze termen. De gemiddelde lengte/breedte verhouding varieert van 1.17 tot 1.33. De gebruikte terminologie stemt dus goed overeen met hetgeen Bas (1969) hierover heeft voorgesteld (zie p. 31).

Ter vergelijking kan worden vermeld, dat volgens Romagnesi

Tabel 1. Sporenmetingen aan *Amanita lividopallescens*

1 nr.	2 n	3 Opgegeven maten (µm)	4 Gem. in µm	5 Q gem.	6 Medium	7 Vergroting
1A	?	9-11x7-8	10.0 x 7.5	1.33	?	?
2P	11	10-11x(8)8.5-9.5(9.8)	10.5 x 9.0	1.17	H ₂ O	1000
3P	?	10.5-11.5x8.5-9.5	11.0 x 9.0	1.22	H ₂ O	2000
4P	10	10.3-12.0x(7.7)7.9-9.5(10.1)	11.15x 8.7	1.28	KOH5	1000
5A	3	10.5-12.5x8.5-9.5	11.5 x 9.0	1.28	?	600
6A	42	(10.4)10.6-12.4(12.9)x(8.6)8.8-9.7(10.8)	11.5 x 9.25	1.24	Melz.	1050
7P	10	11.3-11.9(13.2)x8.1-9.2(10.8)	11.6 x 8.65	1.34	?	1000
8A	10	(10.9)11.1-12.2x(8.6)9.0-9.4(9.5)	11.65x 9.2	1.27	H ₂ O	1000
9P	±12	11-1-12.2x(7.7)8.9-9.8(10.9)	11.65x 9.35	1.25	H ₂ O	1000
10A	20	10.8-12.6(13.5)x9-10.8	11.7 x 9.9	1.18	?	1425
11P	± 4	(10.7)11.5-12.1(13.9)x(8.0)9.1-10.2(11.3)	11.8 x 9.65	1.22	KOH10	400
12A	10	(9)12(12.5)x8-10	12.0 x 9.0	1.33	KR	1000
13P	10	11.6-12.7x(9.0)9.7-10.3(11.1)	12.15x10.0	1.22	KR	1000
14P	± 4	11.5-13x9.3-10.8	12.25x10.05	1.22	KR	400
15A	5	11.6-13x9.6-10.3	12.3 x 9.95	1.23	Melz.	1000
16A	?	11-13.8x9.5-11	12.4 x10.25	1.21	?	?
17A	10	10.8-14.4x9.3-11.2	12.6 x10.25	1.23	Melz.	1000
18P	?	(10.4)11.5-13.9(15)x(9.3)10-11(12.1)	12.7 x10.5	1.21	Amm.10	1000
19P	?	12.1-13.4x9.4-10.9	12.75x10.15	1.26	Melz.	1000
20A	10	12-14x10-12	13.0 x11.0	1.18	?	1000

Kolom 1: A = amateur mycoloog; P= professionele mycoloog

Kolom 2: n = aantal gemeten sporen

Kolom 4: Gem. = gemiddelde van grootste en kleinste maten met uitsluiting van ekstreme waarden tussen haken

Kolom 5: Q gem. = gemiddelde lengte / gemiddelde breedte

Kolom 7: Medium: H₂O = water

Amm. = ammoniak

Melz. = Melzer's reagens

KOH5 = KOH, waterige 5% oplossing

KR = ammoniakale kongorood-oplossing

Tabel 2. Rekenkundige gemiddelden en standaard-deviaties van 6 sporenmetingen door verschillende personen aan *Amanita lividopallescens* (vgl. tabel 1).

Nr.	n	Rekenkundig gem. in µm	Q gem.
4	10	11.16 ± 0.66 x 8.63 ± 0.72	1.29 ± 0.08
6	42	11.82 ± 0.79 x 9.14 ± 0.59	1.30 ± 0.07
7	10	11.64 ± 0.60 x 9.08 ± 0.79	1.29 ± 0.09
10	20	11.72 ± 0.86 x 9.72 ± 0.67	1.21 ± 0.06
12	10	11.55 ± 1.12 x 9.40 ± 0.84	1.23 ± 0.06
20	10	12.90 ± 0.88 x 10.80 ± 0.79	?

Het nummer correspondeert met dat in tabel 1.

n = aantal gemeten sporen.

(1961: 180) de sporen van *A. lividopallescens* 11.5-13.5x8.5-10 μm meten (voor de var. *tigrina*), maar volgens Moser (1978: 222) zijn ze rondachtig en 11-14 μm groot.

Entoloma occultopigmentatum (tabel 3).

Tabel 3. Sporenmetingen aan *Entoloma occultopigmentatum*

1	2	3	4	5	6	7
nr.	n	Opgegeven maten (μm)	Gem. (μm)	Q gem.	Medium	Me- thode
1P	10	6.5-7.5	x6.5-7	7.0 x 6.75	1.04	H ₂ O A
2A	?	7-8(9)	x6-6.5(7)	7.5 x 6.25	1.20	? ?
3A	10	7-8(9)	x6-8	7.5 x 7	1.07	? C
4A	6	6.8-8.2	x6.8-8.2	7.5 x 7.5	1.00	KOH5 A/C
5P	?	7-8	x7-8	7.5 x 7.5	1.00	H ₂ O ?
6A	20	7.2-8.1	x(6.3)7.2-7.7	7.65 x 7.45	1.03	? B
7A	10	7-8.5(9)	x7-7.5(8)	7.75 x 7.25	1.07	KOH A
8A	±10	(7)7.2-8.8(9.1)	x7-7.5(8.1)	8.0 x 7.25	1.10	? A
9P	± 4	7.3-8.8	x6.1-7.6	8.05 x 6.85	1.18	KOH10 ?
10P	±12	7.1-9.1	x6.6-8.5	8.1 x 7.55	1.07	H ₂ O ?
11A	10	7.5-9(9.4)	x6.5-7.5(7.9)	8.25 x 7.0	1.18	KOH3 ?
12P	10	(7.2)7.7-8.8(9.1)	x6.7-7.7(8.1)	8.25 x 7.2	1.15	KOH5 B
13P	?	7.6-9.2	x7-8	8.4 x 7.5	1.12	Melz. ?
14A	10	8.1-8.7(9.1)	x(6.9)7.3-7.8	8.4 x 7.55	1.11	H ₂ O ?
15P	10	(6.7)7.8-9.3	x(5.6)6.8-7.7	8.55 x 7.25	1.18	KOH10 ?
16P	± 4	7.5-9.7	x5.6-8.0	8.6 x 6.8	1.26	KOH10 A/B
17P	?	8.0-9.3(9.6)	x(7.0)7.6-8.1(8.3)	8.65 x 7.85	1.10	Amm10 C
18A	?	8-9.5	x6.5-7.5	8.75 x 7.0	1.25	? ?
19P	10	8.1-9.7	x6.9-8.1	8.9 x 7.5	1.22	? ?
20A	3	8.5-10.5	x6-8.5	9.5 x 7.25	1.31	? ?

Voor een verklaring zie de tekst en legenda bij tabel 1.

Voor een verklaring van de kode onder "methode" zie fig. 3 en de tekst.

De sporen van *Entoloma*'s zijn lastiger te meten dan van de meeste andere Agaricales door hun onregelmatig-hoekige vorm. Door de ondervraagde mycologen zijn tenminste drie methoden toegepast, die schematisch staan aangegeven in Fig. 3, en wel -voor zover opgegeven- methode A driemaal, B tweemaal en C tweemaal, terwijl telkens één keer een combinatie van methode A en B resp. A en C is toegepast (kolom 8). Hoewel men zou verwachten dat B de grootste lengtematen zou opleveren en A de grootste breedtematen,

blijkt dit volstrekt niet uit tabel 3. De verschillende methoden zijn zo te zien willekeurig verdeeld over de tabel. Volgens onze *Entoloma*-specialist Chiel Noordeloos verdient methode C de voorkeur. Bij meten in vooraanzicht (A) wordt niet de dikte, maar de breedte bepaald (vgl. p. 31). Het is alleen zinvol om deze laatste grootte te bepalen naast de dikte, indien beide waarden van elkaar verschillen. Dit is in praktijk gebracht door twee inzenders, maar de opgegeven dikte en breedte zijn vrijwel identiek. De breedtematen zijn niet opgenomen in tabel 3.

De gemiddelde lengte loopt uiteen van 7 tot $9.5\mu\text{m}$, d.w.z. een afwijking van 36% ten opzichte van de kleinste waarde, en de gemiddelde breedte van 6.25 tot $7.85\mu\text{m}$, een verschil van 26%. Ondanks de grillige sporenvorm en de verschillende meetmethodes ligt het verschil in dezelfde grootte-orde als bij *A. lividopallescens*. De lengte-breedteverhouding vertoont overigens wel zeer grote variaties: sommigen noemen ze even breed als lang ($Q=1.0$), maar anderen geven een subglobose tot breed ellipsoïde omtrek aan (Q tot 1.31). In de oorspronkelijke beschrijving door Arnolds & Noordeloos (1979) worden de sporen opgegeven als $(7.4-7.6-9.4(-9.6)) \times (6.4-6.9-8.1(-8.6))\mu\text{m}$; $Q=1.05-1.25$, gem. 1.15.

Een mogelijk probleem bij het meten vormt de aanwezigheid van een grote driehoekige apikulus bij nagenoeg alle *Entoloma*'s (Fig. 3). Geen van de respondenten heeft de apikulus bij de maten inbegrepen (overeenkomstig de meeste mycologen, o.a. Jossierand 1952), en één nam de moeite om de maten zowel zonder als met apikulus op te geven. Sommige auteurs, bijvoorbeeld Orton (1960:

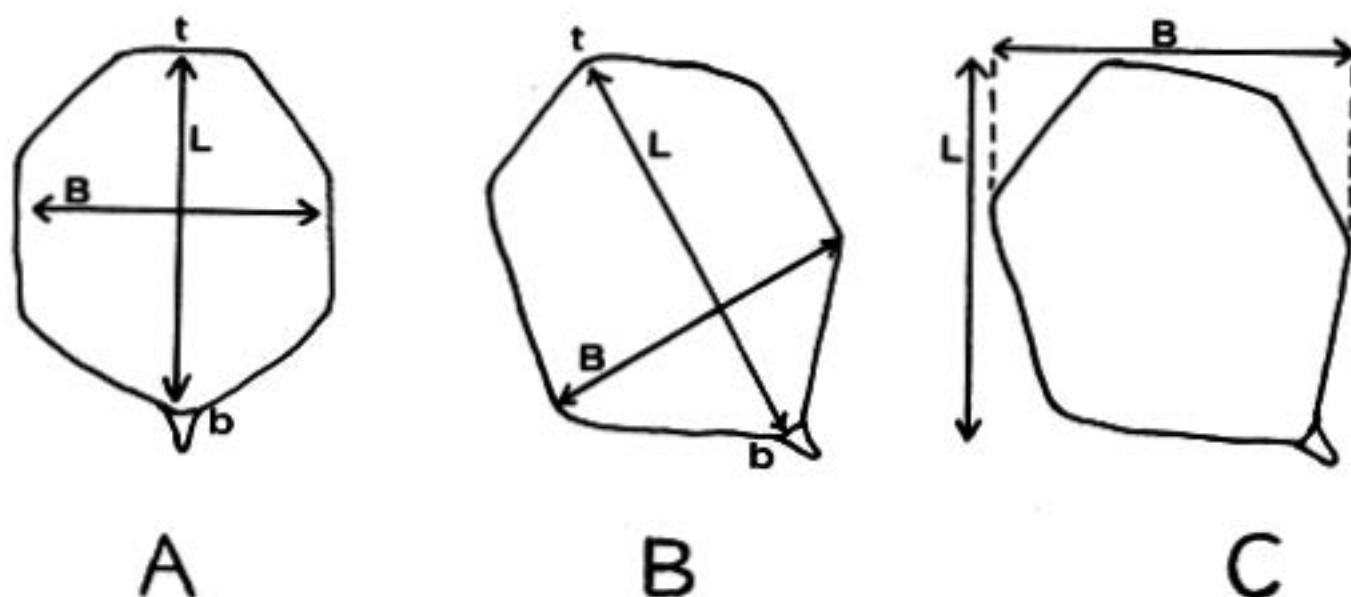


Fig. 3. Drie methoden (A-C) om de lengte en breedte te meten van *Entoloma*-sporen. L=lengte, B=breedte, t=top, b=basis.

162) geeft zijn sporematen wel inklusief apikulus, waardoor de lengte bij *Entoloma* 1 tot 2 μ m groter kan uitvallen. Wel iets om bij het determineren rekening mee te houden! De weergave van de vorm van de sporen bij *Entoloma*'s geeft ekstra komplikaties. Volgens sommige auteurs (Romagnesi, 1937; Einhellinger, 1966) is de vorm nabij de apikulus van groot belang, namelijk of aan de basis een vlak ("face basale") of een hoek ("dièdre basal") aanwezig is. Andere auteurs hechten aan dit kenmerk weinig waarde, mede omdat deze eigenschap in de praktijk bij veel soorten uiterst lastig vast te stellen is (bijv. Hesler, 1967). Volgens drie geënquêteerden is bij *E. occultopigmentatum* een basale diëder aanwezig, terwijl er één nogal kryptisch spreekt van een "dihedraal vlakje". De anderen laten zich niet over dit kenmerk uit. Daarnaast speelt het aantal hoeken en de vorm van de hoeken in *Entoloma* een belangrijke rol. Nagenoeg alle inzenders noemen de sporen stomp vijf- tot zeshoekig.

Psilocybe muscorum (tabel 4).

Van de drie onderzochte soorten vertonen de metingen van de sporenlengte bij *P. muscorum* de grootste overeenkomst, variërend van 8-9 tot 9-11 μ m en gemiddeld van 8.5 tot 10 μ m, d.w.z. een verschil van 17.5%. Deze relatief kleine variatie is ongetwijfeld toe te schrijven aan de donkere kleur van de sporen, waardoor rijpe sporen goed herkenbaar zijn en de omtrekken gemakkelijk kunnen worden vastgesteld.

Een -ook bij sommige andere Agaricales voorkomende- moeilijkheid bij deze soort is, dat de sporen enigszins afgeplat of lensvormig zijn; dat wil zeggen bij vooraanzicht breder dan bij zij aanzicht (Fig. 3). De helft van de respondenten heeft dan ook -mijns inziens terecht- beide maten opgegeven. Het is binnen deze groep zeer opvallend, dat de breedte ("en face") redelijk goed overeenkomt: het gemiddelde varieert van 5.5 tot 6.25 μ m (variatie 13.5%). Daarentegen vertonen de opgegeven diktematen ("en profil") enorme onderlinge verschillen van gemiddeld 4.0 tot 5.8 μ m, ofwel een afwijking ten opzichte van de kleinste waarde van maar liefst 45%. Dit is wellicht als volgt te verklaren: in een preparaat van een uit elkaar getikt stukje lamel liggen de meeste sporen met hun breedste zijde naar boven. Sporen in zijdeligging zijn veel moeilijker te vinden en er zijn alle overgangen tot de frontligging aanwezig. Het ligt er nu maar aan, welke sporen men als voldoende "en profil" beschouwt om voor meting in aanmerking te komen. Jossierand (1952) benadrukt, dat de sporen eksakt van terzijde moeten worden gemeten voor een zinvol resultaat. Dit kan worden gekonstateerd aan de ligging van de apikulus, die volledig geprofileerd moet zijn.

Tabel 4. Sporenmetingen aan *Psilocybe muscorum*

1a	1b	1c	1d	2	3	4	5	6	
nr.	nr.	nr.	gem.	n=	Opgegeven maten (μ m)	Gem. (μ m)	Q gem.	Medium	
	T1	T3	rangnr.						
1A	20	3	8.0 $\pm$ 10.4	10	8-9	x(3) 3.5-4.5(5) x5-6	8.5 x4.0 x5.5	2.12/1.55	?
2P	2	1	1.7 $\pm$ 0.6	12	8-9	x5-6	8.5 x5.5	1.55	H ₂ O
3A	10	6	6.3 $\pm$ 3.5	20	8.1-9(9.9)	x4.5-5.4(6.3)	8.55x4.95	1.73	?
4P	18	17	13.0 $\pm$ 7.8	?	8-9.2(10)	x(5.2) 5.8-6.4(7.0)	8.6 x6.1	1.41	Amm 10
5P	7	19	10.3 $\pm$ 7.6	10	8.1-9.2	x5.4-5.9	8.65x5.65	1.53	?
6A	17	11	11.3 $\pm$ 5.5	10	7.9-9.4(10.1)	x5-6.5	8.65x5.75	1.50	KOH3
7P	19	13	13 $\pm$ 6.0	?	8.1-9.4(9.8)	x4.9-5.6(6.1)	8.75x5.25	1.67	Melz.
8P	3	5	5.3 $\pm$ 2.5	?	8-9.5(10.5)	x5-6.5(-7)	8.75x5.75	1.52	H ₂ O
9P	9	10	9.3 $\pm$ 0.6	$\pm$ 12	8.3-9.2(10.1)	x5.4-6.5	8.75x5.95	1.47	H ₂ O
10P	4	12	8.7 $\pm$ 4.2	20	(7.4) 7.7-10(10.5)	x4.8-5.7(6.2) x5.7-6.7(7.2)	8.85x5.25x6.2	1.69/1.43	KOH5
11A	16	18	15.0 $\pm$ 3.6	?	8.2-9.7(10.5)	x4.2-5(5.5) x5.5-6.5(6.9)	8.95x4.6x6.0	1.94/1.49	?
12A	1	2	5.0 $\pm$ 6.1	?	(7.5) 8-10(10.5)	x5-6 x5-6.5	9.0 x5.5x5.75	1.64/1.57	?
13A	8	14	11.7 $\pm$ 3.2	10	(8.1) 8.4-10(10.2)	x(5.1) 5.6-6.4(6.6)	9.2 x6.0	1.53	?
14P	14	9	12.3 $\pm$ 2.9	$\pm$ 4	8.2-10.5	x5-5.8 x5.8-6.7	9.35x5.4x6.25	1.73/1.50	KOH
15A	6	8	9.7 $\pm$ 4.7	$\pm$ 10	(8.6) 8.8-10.4	x(5) 5.2-5.7(6.8) x(5.4) 5.5-6.3	9.4 x5.45x5.9	1.72/1.59	?
16P	11	16	14.3 $\pm$ 2.9	$\pm$ 4	8.3-10.7	x4.8-5.1 x5.6-6.5	9.5 x4.95x6.05	1.92/1.57	KOH10
17P	13	15	15.0 $\pm$ 2.0	10	(7.5) 9.0-10.0	x5.1-5.7 x5.2-7.3	9.5 x5.4x6.25	1.76/1.52	KOH10
18A	5	20	14.3 $\pm$ 8.1	3	8.5-10.5	x5.5-6.5	9.5 x6.0	1.58	?
19A	12	7	12.7 $\pm$ 6.0	20	(8-) 9-10.5	x5-5.5 x5.5-6.5(7)	9.75x5.25x6.0	1.86/1.62	KOH
20A	15	4	13.0 $\pm$ 8.2	5	9-11	x5.5-6.1 x5.5-6.8	10x5.8x6.15	1.72/1.63	KOH5

Voor een verklaring zie de tekst en de legenda bij tabel 1.

Nr.T1= rangnummer van de desbetreffende mycoloog in tabel 1.

Nr.T2= idem in tabel 3.

Gem.rang nr.= gemiddelde van de drie rangnummers met de standaardafwijking.

Uit de metingen van degenen die geen onderscheid hebben gemaakt tussen dikte en breedte van de sporen, kan worden gekonkludeerd, dat de waarden in het algemeen intermediair zijn tussen beide grootheden. Slechts in enkele gevallen krijgt men de indruk, dat konsekwent alleen de sporen van terzijde zijn gemeten, zoals bij "normale" sporen gebruikelijk is (tabel 4, nr. 3, 7).

Uiteraard hebben de verschillende methoden hun uitwerking op de beschrijving van de vorm van de sporen. In tegenstelling tot de eerdere soorten is de gemiddelde Q-waarde bij *P. muscorum* uiterst variabel: in zijaanzicht 1.64 tot 2.12, in vooraanzicht 1.43 tot 1.63 en -indien geen dikte en breedte zijn opgegeven- 1.41 tot 1.73. De omschrijvingen zijn al even verschillend: voor zijaanzicht worden het meest frekwent gebezigd de termen ellips- tot eivormig, maar ook (meestal ten dele) smal ellipsoïd, amandelvormig, appelpitvormig, peervormig, boonvormig en niervormig (reniform). Bij vooraanzicht worden de sporen aangeduid als ellipsvormig, (breed) eivormig, lensvormig, breed amandelvormig of mijtervormig (mitriform). Drie personen geven aan, dat sommige sporen iets hoekig zijn. Het is voorts opvallend, dat twee mycologen weliswaar beschrijven dat de sporen in vooraanzicht verbreed zijn, maar toch geen aparte breedte-maten opgeven.

Orton (1969) geeft in zijn *Psilocybe*-sleutel de sporenmaten voor *P. muscorum* als $7-9.5 \times 4.5-5 \times 5-6 \mu\text{m}$. De eerste elf opgaven in tabel 4 passen goed tot redelijk binnen deze marges. De grotere metingen neigen in de richting van de nauw verwante *P. pratensis* Orton, waarvan de sporenmaten $(8.5-9.5-12(-13) \times (5-5.5-7 \times 6-7.75 \mu\text{m}$ bedragen.

Een poging tot verklaring van de gevonden variatie.

Uit het voorgaande blijkt, dat er bij de drie onderzochte paddestoelen aanzienlijke variatie bestaat in sporenmetingen door verschillende mycologen. Deze verschillen kunnen niet worden toegeschreven aan variatie binnen het bestudeerde materiaal omdat fragmenten van eenzelfde vruchtlichaam, zo mogelijk zelfs eenzelfde lamel, zijn bestudeerd. Ik wil nu de factoren bespreken die mijns inziens verantwoordelijk zouden kunnen zijn voor de verschillen in de meetresultaten. Mogelijk heb ik daarbij factoren over het hoofd gezien.

1. Gebruikte medium.

De sporen werden gemeten in water, KOH3-10%, ammoniak, ammoniakaal Kongorood of Melzer's reagens. Het is veel mycologen uit ervaring bekend, dat sporen kunnen opzwellen in basisch milieu.

Demoulin (1968) vond bijvoorbeeld dat sporen van *Scleroderma citrinum* in KOH 5% significant groter zijn dan in lactophenol of water. Eenzelfde tendens doet zich voor bij vergelijking van de gegevens in tabel 1 tot 4: de metingen in water zijn in het algemeen relatief klein, dus bovenin de tabellen te vinden. Ze zijn dan echter vermengd met waarnemingen in alkalische oplossingen, en de gebruikte media vormen dan ook geen afdoende verklaring voor de gevonden verschillen.

Bas (mond. meded.) heeft bij *Amanita* gekonstateerd, dat langwerpige sporen in Melzer duidelijk een tendens vertonen naar een meer bolronde vorm: ze worden korter en dikker. Hij gebruikt dit medium dan ook alleen om een amyloïde reactie te testen, maar niet om sporen te meten of te tekenen.

We kunnen dus konkluderen dat het steeds zinvol is om aan te geven in welk medium sporenmetingen verricht zijn. Een zo neutraal mogelijke vloeistof heeft de voorkeur; voor vers materiaal dus water, voor gedroogd materiaal in eerste instantie een zwak basische oplossing als ammoniak 10% of ammoniakaal Kongorood. Pas indien de sporen niet hun oorspronkelijke gladde vorm aannemen, kan een sterker middel als KOH 5% ter hand worden genomen (vgl. Jossierand, 1952).

2. Vergroting van het mikroskoop.

Op grond van de lichtbreking langs de sporen zou men bij zwakke vergrotingen een iets grotere optische doorsnede zien, die de werkelijke afmetingen beter zou benaderen dan bij een sterkere vergroting (mond. med. J. van Brummelen). Het zou te ver voeren om op de achtergronden hiervan verder in te gaan. Daar staat tegenover, dat gebruik van een zwakke vergroting een toename van de meetfout veroorzaakt, zodat men een grotere amplitude in de maten zou mogen verwachten. Een voordeel van het meten bij sterkere vergroting is ook, vooral bij langwerpige sporen, dat men door de geringe dieptescherpte gemakkelijker kan vaststellen of de top en de basis van de spore tegelijk scherp kan zijn, m.a.w. of de lengte-as precies horizontaal ligt.

Op grond van bovengenoemde overwegingen en vergelijkbaarheid met andere opgaven is meten bij een vergroting van 1000 tot 1500 keer aan te bevelen.

Van de ondervraagden bleken slechts drie personen niet te meten met olie-immersie, maar bij vergrotingen van 400 of 600 maal. Deze waarnemingen vallen niet erg uit de toon. Het gebruik van een verschillende vergroting kan in dit geval dan ook niet als belangrijke oorzaak van de verschillende meetresultaten worden aangemerkt.

3. IJking van de mikrometer.

Indien een mikrometer onjuist geijkt is moet dit leiden tot een systematische meetfout: sporen worden of steeds te klein, of steeds te groot gemeten. Voor onze gegevens kan dit het makkelijkst worden afgeleid uit tabel 4, waarin telkens het rangorde-nummer is aangegeven van een bepaalde onderzoeker in de drie tabellen (kolom 1 a-c), alsmede het gemiddelde hiervan met de standaardafwijking (kolom 1 d). Aangenomen mag worden, dat een gemiddelde omstreeks tien in combinatie met een kleine spreiding van de waarden als een goed resultaat kan worden aangemerkt, bijvoorbeeld nr. 9 in tabel 4. Een groot verschil met de tiende plaats bij een kleine afwijking duidt op een systematische meetfout, zoals nr. 2 in tabel 4 naar de kleine kant en in wat mindere mate nr. 17 naar de grote kant. Het is niet onwaarschijnlijk dat in deze gevallen inderdaad de mikrometer niet goed geijkt is. Het is mijzelf gebleken, dat over een langere periode de ijking soms niet helemaal gelijk blijft zonder dat daarvoor een verklaring is te geven. Het is dus verstandig om nu en dan (bijv. aan het begin van het seizoen) de juistheid van de mikrometer te controleren.

Uit tabel 4 blijkt, dat bij de meeste personen geen aanwijsbare systematische fout kan worden gekonstateerd. Er zijn zelfs respondenten, die voor de ene soort de kleinste sporenmaten vinden maar voor een andere de grootste (nr. 1). IJking van de apparatuur speelt in deze gevallen dus een ondergeschikte rol.

4. De gemeten eigenschappen van de sporen.

We hebben reeds gekonstateerd, dat het verschil kan uitmaken of men de dikte of breedte van sporen meet en al dan niet de apikulus in de lengtematen opneemt. Gekonkludeerd werd, dat dit een rol speelt bij de enorme opgegeven variatie in sporenbreedte bij *Psilocybe muscorum*, maar dat deze faktor nauwelijks van belang lijkt bij *Entoloma occultopigmentatum* en al helemaal niet bij de regelmatige sporen van *Amanita lividopallescens*. Toch was ook daar de variatie groot.

5. Keuze van de sporen in het beeldveld; aantallen gemeten sporen.

Iedere mycoloog heeft zijn eigen, vaak slechts half bewuste, criteria om bepaalde sporen al of niet te meten, zoals blijkt uit de beschrijvingen van de methodes. Daarbij gaat het op de eerste plaats om het vaststellen van de rijpheid van sporen, vooral moeilijk te objektiveren voor kleurloze sporen. Bovendien laat de ene mycoloog "abnormaal" kleine of grote sporen buiten beschou-

wing, terwijl een ander die wel degelijk voor "vol" aanziet. Het is in feite niet mogelijk om deze factoren te kwantificeren of standaardiseren. Alles wijst er echter op, dat dit kompleks van persoonlijke gewoontes een zeer belangrijk aandeel heeft in de uiteenlopende meet-uitkomsten. Typerend is, dat bij de lengte van de *Psilocybe*-sporen de onderlinge verschillen verreweg het kleinst zijn: het is bij deze bruinsporige soort relatief gemakkelijk om vast te stellen welke sporen rijp zijn.

Een nauw verwante faktor is het aantal gemeten sporen: de een zoekt in een preparaat of een mikroskopisch beeldveld naar de grootste en de kleinste sporen en baseert daarop zijn maten, de ander meet zo willekeurig mogelijk tien tot twintig sporen, bij uitzondering nog meer. Uit de tabellen blijkt niet, dat er enig verband bestaat tussen de gemeten aantallen en de gevonden maten of de amplitude. In tabel 1 bijvoorbeeld zijn de waarnemingen van persoon 5 en 6 vrijwel identiek (de ekstreme waarden bij 6 buiten beschouwing gelaten), hoewel zij respectievelijk 3 en 42 sporen hebben gemeten.

6. Aanwezigheid van basidiën met verschillende aantallen sterigmen.

Vaak treft men bij diverse Agaricales vruchtlichamen aan waarop naast viersporige ook tweesporige (soms ook drie- of/ en éénsporige) basidiën voorkomen. Dit leidt tot een grotere spreiding in de sporenmaten. Een voorbeeld van de komplikaties die dit met zich mee kan brengen, wordt gegeven door Arnolds (1974) voor *Hygrophorus niveus*.

De aanwezigheid van tweesporige basidiën in het hier besproken materiaal zou van invloed kunnen zijn op de gevonden maten, als (1) weinig van deze basidiën aanwezig zouden zijn en de daaruit voortkomende ekstra grote sporen door sommigen als abnormaal zouden zijn beschouwd; (2) vier- en tweesporige basidiën niet regelmatig op de lamellen verspreid zouden zijn. Bij een (niet zeer grondige) inspektie kon ik bij de drie rondgezonden vruchtlichamen slechts viersporige basidiën vinden.

7. Schriftelijke weergave van de resultaten.

Twee mycologen kunnen precies gelijke meet-uitkomsten krijgen, maar toch het resultaat verschillend weergeven, met name wat betreft de frakties van de metingen die tussen haakjes worden geplaatst. Sommigen doen dit alleen bij duidelijk uit de toon vallende "ekstreme" waarden. Anderen doen het vrijwel geheel niet of plaatsen juist konsekwent van bijvoorbeeld tien metingen de kleinste en grootste waarde tussen haakjes, of het verschil met

de volgende waarde nu 0.2 of 1.2 μm bedraagt. Wellicht verdient de laatste methode wel de voorkeur omdat subjektieve elementen beter worden uitgesloten.

In de beschrijvingen van de meetmethoden wordt door de ondervraagden in het algemeen geen aandacht aan dit aspect besteed, zodat de invloed op de meetresultaten niet precies kan worden nagegaan. Uit de tussen haken geplaatste waarden in tabel 1-4 kan men toch konkluderen dat een andere interpretatie hiervan (bijvoorbeeld het geheel weglaten van de haken) de resultaten niet fundamenteel zou veranderen.

8. Ervaring en beschikbare apparatuur.

Men zou misschien mogen verwachten, dat zeer ervaren mycologen beter kunnen meten dan beginners of dat beroepsmycologen over betere apparatuur zouden beschikken en daardoor eksakter zouden meten. De tabellen 1-4 tonen wel aan, dat van een aanzienlijk verschil tussen professionals en -overigens soms zeer ervaren-amateurs geen sprake is, zodat ook deze faktor gevoeglijk buiten beschouwing kan worden gelaten.

Een deel van de variatie in sporenmaten kan dus verklaard worden door de bovengenoemde factoren, in volgorde van afnemende belangrijkheid vermoedelijk 5, 4, 3, 1, 7, 2 terwijl 6 en 8 geen rol lijken te spelen. Toch zijn deze redeneringen niet afdoende om te verklaren waarom bij alle drie soorten metingen zijn verricht die elkaar geheel uitsluiten. Dit blijft vooralsnog tamelijk raadselachtig.

Niet onderzochte factoren m.b.t. variatie van sporenmaten.

Bij een vergelijking van sporenmaten uit verschillende bronnen heeft men niet alleen te maken met methodische verschillen, maar ook met factoren die afhankelijk zijn van het onderzochte materiaal. Hieronder volgt een beknopte samenvatting van wat hierover bekend is.

1. Herkomst van de sporen.

Op p. 30 is reeds gewezen op mogelijke verschillen in meetresultaten tussen sporen afkomstig van sporenfiguren, lamelpreparaten of andere delen van het vruchtlichaam. Ikzelf heb bij verschillende gelegenheden sporen van sporees en lamelfragmenten met elkaar vergeleken en vond nooit significante verschillen. Uit de literatuur zijn mij hierover geen eksakte gegevens bekend.

2. De leeftijd van de vruchtlichamen.

De variatie in sporenmaten kan gedurende de ontwikkeling van een bepaald vruchtlichaam zeer aanzienlijk zijn. Watling (1975) mat bijvoorbeeld de sporen in tien sporenfiguren, genomen gedurende de 26 uur durende ontwikkeling in kultuur van één exemplaar van *Conocybe farinacea* Watling. Hij vond een min of meer geleidelijke afname van sporenmaten van gemiddeld $13.1 \times 8.1 \mu\text{m}$ tot $11.0 \times 6.5 \mu\text{m}$, hetgeen betekent dat in één dag het volume van de sporen gehalveerd was van 497 tot $243 \mu\text{m}^3$!

Een ander opmerkelijk resultaat behaalden Tanghe & Simons (1973) bij een studie van *Amanita phalloides* in de Verenigde Staten. In een tijdsbestek van 40 uur varieerden de sporenmaten in sporees van één overgeplant vruchtlichaam van $8.7 \times 7.3 \mu\text{m}$ in het begin tot $7.1 \times 6.2 \mu\text{m}$ aan het eind. Bij sporees uit een afgesneden hoed was het verloop gelijksoortig. Het meest opvallend was evenwel de variatie in de sporenvorm -in het genus *Amanita* een zeer belangrijk kenmerk- namelijk van subgloboos ($Q=1.11$) in het begin en aan het eind van de studie, tot ellipsoïd ($Q=1.32$) kort na het begin. De grootste veranderingen traden op kort na het begin van de waarnemingen en moeten wellicht aan de schoksgewijze verandering van milieuomstandigheden worden toegeschreven (zie punt 4).

Clemençon (1979) beschrijft het verloop van de sporenmaten tijdens de ontwikkeling van diverse Agaricales onder min of meer natuurlijke omstandigheden. Hieruit blijkt, dat er verschillende patronen bestaan. Bij *Hebeloma leucosarx* Orton bijvoorbeeld nemen de gem. afmetingen van de sporen toe tot de vijfde dag in de ontwikkeling van 12.25×7.2 tot $12.5 \times 7.4 \mu\text{m}$, maar tot de twaalfde dag weer af tot $12.05 \times 6.9 \mu\text{m}$. Bij *Marasmius oreades* was het verloop van de sporen lengte gelijksoortig, maar de breedte nam rechtlijnig iets af: van 8.6×5.8 via 9.5×5.6 tot $8.7 \times 5.5 \mu\text{m}$.

3. Grootte van vruchtlichamen.

Hanna toonde reeds in 1926 bij *Coprinus sterquilinus* aan, dat de sporen in grote hoeden gemiddeld groter waren dan in kleinere vruchtlichamen. Clemençon (1979) vond bij negen exemplaren van *Marasmius oreades* een positieve korrelatie tussen de hoedbreedte (18 tot 37 mm) en de gemiddelde sporenmaten (8.07×5.63 tot $8.75 \times 5.94 \mu\text{m}$). Ook deze relatie is echter van soort tot soort verschillend, want volgens dezelfde auteur geven kleine en grote vruchtlichamen van *Panaeolus sphinctrinus* sporen met ongeveer gelijke lengte, maar de dikte van de sporen is in grote hoeden significant kleiner: deze varieert van 10.52 tot $10.06 \mu\text{m}$.

4. Milieu-omstandigheden.

Gedurende de experimenten van Clemençon met *Marasmius oreades* had een plotseling opstekende wind ongewild een sterke uitdroging van de vruchtlichamen tot gevolg. De sporenmaten zakten direkt van gemiddeld $9.5 \times 5.65 \mu\text{m}$ naar $8.6 \times 5.3 \mu\text{m}$! Na het aanbrengen van een windscherm bereikten de sporen weer de voor hun ouderdom normale omvang. Bij een ander experiment bracht Clemençon vruchtlichamen van *Galerina styliifera* samen met het natuurlijke substraat over in een vochtige klimaatkamer. Desalniettemin trad er een schoksgewijze daling van de sporenmaten op van gem. 6.9×4.5 naar $6.1 \times 4.1 \mu\text{m}$.

Men kan zich bezorgd afvragen hoe sporen reageren op veelvuldig voorkomende "ruwe" behandelingen als het dagenlang bewaren in een koelkast of het afgeplukt laten sporuleren in een kunstmatig milieu, als dergelijke subtiele milieuveranderingen al zulke grote verschillen geven! Hoewel vaak wordt beweerd dat lage temperaturen als optreden in een koelkast resulteren in grote sporenmaten heb ik over dit onderwerp geen eksakte gegevens gevonden.

De weergave van sporenmaten voor taksa.

Tot nu toe hebben we alleen gesproken over de problemen bij het meten van sporen aan één individu of aan meerdere vruchtlichamen van eenzelfde mycelium. De situatie wordt nog aanmerkelijk gekompliceerder indien de waarnemingen van verschillende populaties moeten worden samengevoegd tot een weergave van de variatie binnen een soort of ander takson.

Het zijn deze waarden die in de literatuur worden vermeld en de basis vormen voor vergelijkingen en determinaties. Er bestaat geen algemeen aanvaarde objektieve methode om deze sporenmaten per takson af te leiden. De uitkomsten zijn uiteraard afhankelijk van de reeds genoemde factoren, maar bovendien van:

1. het aantal bestudeerde vruchtlichamen
2. het aantal bestudeerde kollekties (populaties).

Naarmate beide aantallen groter worden mag men een toenemende spreiding in de sporenmaten verwachten. Bas (1969) heeft weer het goede voorbeeld gegeven door bij elke soort in zijn monografie te vermelden hoeveel sporen (s) zijn gemeten bij hoeveel vruchtlichamen (v). Het is zinvol om hier het aantal beschreven kollekties (k) toe te voegen. Men kan dit eenvoudig weergeven in de volgende notatie: "sporen $[40/3/2]$ $10-12 \times 5-7 \mu\text{m}$ ", waarbij $s=40$, $v=3$ en $k=2$. Deze methode verdient algemene navolging!

3. De geografische verspreiding van de populaties.

Men mag aannemen, dat de spreiding van sporenmaten groter wordt

naarmate een paddestoel in een groter gebied is bestudeerd. Bij monografieën kan dit gewoonlijk worden afgeleid uit de opgesomde vindplaatsen, maar bij samenvattende werken als flora's is dit niet het geval.

4. De beslissing welke waarden tussen haakjes worden geplaatst of niet worden opgenomen.

Mijns inziens bestaat een korrekte methode om de sporenmaten van een takson weer te geven uit het vermelden van de uiterste "normale" waarden binnen alle onderzochte kollekties en het plaatsen van de eventueel resterende "ekstreme" waarden tussen haken. Indien bijvoorbeeld de waarden uit tabel 1 (p. 35) geen betrekking hadden op één vruchtlichaam, maar op meerdere kollekties, dan zou men de sporenmaten van deze *Amaniet* kunnen vermelden als: $9-14.4(-15) \times 7-12 \mu m$. Bij een determinatie weet men dan, binnen welke grenzen de sporen van een vruchtlichaam kunnen liggen.

Hoewel dit uitgangspunt tamelijk logisch lijkt, wordt deze methode lang niet altijd toegepast. Een illustratief voorbeeld vormt de weergave van de sporenmaten van *Hygrophorus subviolaceus* door Hesler & Smith (1963: 62). In de beschrijving geven zij deze op als $6-7(-8) \times 4-5(-7) \mu m$, maar in hun "observations" vermelden zij, dat de type-kollektie sporen heeft van $7-8(-9) \times 4.5-6 \mu m$ en dat er een tweesporige vorm bestaat met sporen van $8-9 \times 6-7 \mu m$. Mijns inziens zou een opgave van $6-9 \times 4-7 \mu m$ meer verantwoord zijn.

Gross (1976) geeft als zijn mening te kennen, dat de opgaven in de literatuur eerder beschouwd moeten worden als de variatie in de gemiddelde sporenmaten dan als de konkrete spreiding binnen alle onderzochte vruchtlichamen. Dit is mijns inziens een onjuiste benadering, die er o.a. toe leidt, dat de vele verwante soorten met in de literatuur iets overlappende sporenmaten niet langer op grond van deze maten zijn te onderscheiden!

5. De afronding van sporenmaten.

Door veel auteurs worden de sporenmaten afgerond op $0.5 \mu m$; anderen geven waarden tot op $0.1 \mu m$ nauwkeurig. Beide methoden hebben voor- en nadelen maar zijn van geringe invloed op de interpretatie van de gegevens.

6. De overname van literatuuropgaven.

Zeker in komplikatiewerken als flora's berust een groot deel van de opgegeven sporenmaten niet op eigen metingen door de auteur, maar op gegevens in de literatuur. Ook bij algemene soorten blijken allerlei opgaven te berusten op enkele, vaak oude en onbetrouwbare waarnemingen. Zo vermelden Michael-Hennig (1968) en Moser (1978) voor de sporen van *Flammulina velutipes* resp. $8-9 \times 5-6 \mu m$ en $8-9 \times 4.5-6 \mu m$. Deze maten zijn hoogstwaarschijnlijk terug te voeren tot onnauwkeurige waarnemingen van Ricken, die in

1915 nagenoeg identieke maten opgeeft: 8-9x5-6 μ m. Bij metingen van Nederlandse kollekties vond ik veel smallere sporen van 6.5-9.5x4-4.5 μ m, hetgeen goed overeenstemt met veel andere literatuuropgaven, o.a. door Lange (1936) en Kühner & Romagnesi (1953).

Eindkonklusies.

Uit de hier beschreven enquête blijkt, dat het meten van sporen op verschillende manieren plaats vindt, door vele factoren wordt beïnvloed en voor eenzelfde objekt verrassend ver uiteenlopende opgaven door verschillende mycologen kan opleveren, waarbij de ekstreme waarden elkaar zelfs volledig uitsluiten. Bovendien is bekend, dat er grote variatie in sporenmaten kan optreden tijdens de ontwikkeling van één vruchtlichaam en tussen verschillende vruchtlichamen binnen één populatie. Deze verschillen gevoegd bij de variatie tussen populaties leidt uiteindelijk tot de literatuuropgaven van sporenmaten voor een takson, waarbij de wijze van integratie en weergave van de resultaten wederom aanmerkelijke verschillen vertoont.

In verband hiermee worden in de tekst verschillende suggesties gedaan om de methoden van onderzoek en weergave van de resultaten meer te standaardiseren. Bepaalde subjektieve elementen, zoals de keuze van "rijpe" en "normale" sporen in een preparaat, kunnen niet worden uitgebannen.

Uit het onderzoek is wel duidelijk geworden, dat men uiterst voorzichtig dient te zijn bij de interpretatie van sporenmaten in de literatuur, vooral als het gaat om het beschrijven van nieuwe taksa mede op grond van afwijkende sporenmaten.

Summary:

This paper describes the results of a survey of basidiospore measurements of *Amanita lividopallescens* Gill., *Entoloma occultopigmentatum* Arnolds & Noordeloos and *Psilocybe muscorum* (Orton) Moser. A number of Dutch mycologists were approached to (1) measure the spores (2) describe the method (3) define the shape of the spores. The results of the various measurements are summarized in tables 1-4.

Literatuur:

Arnolds, E.J.M. (1974) - De taxonomie en floristiek van *Hygrophorus*, subg. *Hygrotrama*, *Cuphophyllus* en *Hygrocybe* in Nederland. Rijksherbarium Leiden (foto-offset).

- Arnolds, E.J.M. & Noordeloos, M.E. (1979) - New taxa of *Entoloma* from grasslands in Drenthe, The Netherlands. *Persoonia* 10: 283-300.
- Bas, C. (1969) - Morphology and subdivision of *Amanita* and a monograph on its section *Lepidella*. *Persoonia* 5: 285-579.
- Bas, C. (1977) - Species-concept in *Amanita* sect. *Vaginatae*. In: H. Clemençon (ed.), *The Species Concept in Hymenomycetes*: 79-103. *Bibliotheca mycologica* 61.
- Clemençon, H. (1979) - Biometrische Untersuchungen zur Variabilität der Basidiosporen. In: M. Moser & E. Horak (eds.): *Festschrift für R. Singer*: 110-136.
- Demoulin, V. (1968) - Gastéromycètes de Belgique: Sclerodermatales, Tulostomatales, Lycoperdales. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 38: 1-101.
- Einhellinger, A. (1966) - Die neun Haupttypen der *Rhodophyllus*-spore nach Romagnesi. *Zeitschr.f.Pilzkunde* 32: 46-54.
- Gross, G. (1976) - Messen von Pilzsporen. *Zeitschr.f.Pilzkunde* 42: 211-213.
- Hanna, W.F. (1926) - The inheritance of spore size in *Coprinus sterquilinus*. *Trans. Brit. mycol. Soc.* 11: 219-238.
- Hesler, L.R. (1967) - *Entoloma* in southeastern North America. Beihefte zur *Nova Hedwigia* 23.
- Hesler, L.R. & Smith, A.H. (1963) - North American species of *Hygrophorus*. University of Tennessee Press, Knoxville.
- Josserand, M. (1952) - La description des champignons supérieurs. *Encyclopédie mycologique* 21, Paris.
- Kits van Waveren, E. (1979) - De soorten van het geslacht *Panaeolus* II, sleutel tot de Europese soorten. *Coolia* 22: 48-51.
- Kühner, R. & Romagnesi, H. (1953) - *Flore analytique des champignons supérieurs*. Masson & Cie., Paris.
- Lange, J. (1936) - *Flora Agaricina Danica* II. Copenhagen.
- Michael-Hennig (1964) - *Handbuch für Pilzfreunde* 3, Jena.
- Moser, M. (1978) - Die Röhrlinge und Blätterpilze, 4. Auflage. In: *Kleine Kryptogamenflora Band IIb/2*. Gustav Fischer, Stuttgart - New York.
- Orton, P.D. (1960) - New checklist of British Agarics and Boleti. Part III. Notes on genera and species in the list. *Trans. Brit. mycol. Soc.* 43: 159-439.
- Orton, P.D. (1969) - Notes on British Agarics 3. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh* 29: 75-127.
- Ricken, A. (1915) - *Die Blätterpilze (Agaricaceae)*, Leipzig.
- Romagnesi, H. (1937) - Essai d'un sectionnement du genre *Rhodophyllus*. *Bull. Soc. mycol. France* 53: 319-338.
- Romagnesi, H. (1961) - *Nouvel Atlas des Champignons* III. Bordas.

- Singer, R. (1975) - The Agaricales in Modern Taxonomy, 3^d ed. J. Cramer, Vaduz.
- Smith, A.H. & Singer, R. (1964) - A monograph on the genus *Galerina* Earle. Hafner, New York - Londen.
- Tanghe, L.J. & Simons, D.M. (1973) - *Amanita phalloides* in the eastern United States. *Mycologia* 65: 99-108.
- Watling, R. (1975) - Studies in fruit-body development in the *Bolbitiaceae* and the implications of such work. In: *Studies on higher fungi*, Beih. Nova Hedwigia 51: 319-346.

ENKELE NOTITIES OVER SPOREN

P.A.A. van Winden

W.C. Bradelaan 21
1222 PE Hilversum

Het is niet eenvoudig, om vast te stellen of de sporen die men in een mikroskopisch preparaat ziet, amyloïd zijn of niet. De grijsblauwe tint die door Melzer of een andere jodiumoplossing in zetmeel opgeroepen wordt, lijkt veel op het schaduwefekt, dat men kan oproepen door met de scherpte-instelling van het mikroskoop te spelen.

Ik gebruik nu al enkele jaren het volgende hulpmiddel. Bij het preparaat doe ik wat sporen van *Amanita phalloides*. Een vruchtlichaam daarvan produceert een enorme hoeveelheid amyloïde sporen. Men kan eenvoudig de te beoordelen sporen qua tint vergelijken met de (door hun grootte en bijna-rondheid) goed herkenbare sporen van de knolamaniet. Ik bewaar de *A. phalloides*-sporen in een klein flesje met kurk.

Josserand (1952) wijst erop hoe belangrijk het is dat men de maten van sporen opmeet aan werkelijk rijpe sporen. Van de sporen die een doorsnee-preparaat van een rijpe lamel laat zien, zijn er heel wat onrijp. Men denkt al gauw: O, dat is geen punt, de grootste zullen wel de rijpste zijn. Maar daardoor schaatst U het riet in. Want ten eerste is dat niet altijd waar. Volgens Josserand zijn er sporen die bij rijping weer kleiner worden. Ten tweede krijgt men, door alleen de grootste sporen te meten, geen