



Elementi di biologia e morfologia

E. Roca e F. Marziano

I funghi costituiscono un raggruppamento unico di organismi, diversi sia per organizzazione cellulare che per comportamento potendo, molti di essi, essere considerati una delle forme di vita più riuscite della terra. In termini di biodiversità, con un milione e mezzo di specie stimate esistenti contro le circa centomila conosciute, risultano essere secondi soltanto agli insetti; si trovano funghi (o le loro spore) in tutti gli ambienti, dalle sabbie del deserto ai ghiacci del polo, dalle profondità degli oceani alle correnti stratosferiche, a colonizzare praticamente ogni tipo di substrato. I funghi svolgono un ruolo importantissimo nell'economia della natura quali decompositori della materia organica o simbionti delle radici delle piante ma influenzano anche grandemente le attività e gli interessi dell'uomo sia in positivo (utilizzo industriale di molti di essi per la produzione di metaboliti utili quali antibiotici, enzimi, etc., impiego nella produzione di pane, vino, birra, nella lotta biologica agli organismi dannosi, etc.) che in negativo (malattie delle piante, degli animali e dell'uomo, deterioramento di derrate, manufatti e opere d'arte, avvelenamenti, etc.).

Tutte le diverse specie di funghi, sia macroscopici che microscopici, dipendono per la loro nutrizione dagli altri organismi viventi e/o dai materiali da essi derivanti. Infatti, i funghi non sono in grado di utilizzare direttamente il carbonio atmosferico (CO₂) per la produzione di sostanze organiche con funzione energetica come fanno, ad esempio, le piante verdi, dotate di clorofilla, che – mediante il processo di fotosintesi – fabbricano glucosio e perciò sono dette autotrofe. A causa di questa incapacità, i funghi sono costretti, per vivere, a comportarsi – come si vedrà in seguito – da saprofiti, parassiti o simbionti.

I funghi assorbono il nutrimento attraverso la superficie del corpo vegetativo ma così facendo possono introdurre solo molecole piccole come gli zuccheri semplici (glucosio) e gli amminoacidi. Per poter utilizzare le sostanze organiche complesse (amido, cellulosa, lignina, proteine, etc.), così frequenti in natura, essi secernono enzimi litici capaci di attaccare le grosse molecole scindendole in composti via via più semplici fino a ridurle a piccole molecole assorbibili; così avviene, ad esempio, che la macromolecola di cellulosa, costituita da catene di oltre diecimila molecole di glucosio, sia aggredita da una serie coordinata di enzimi che spezzano in punti diversi la catena fino a liberare le singole unità di glucosio finalmente assorbibili. Si tratta in definitiva di una vera e propria digestione extracellulare. Alle pareti cellulari dei funghi sono correlati specifici corredi enzimatici (fosfatasi, glucanasi, perossidasi etc.) particolarmente utili nella degradazione di matrici e sostanze complesse.

Pertanto, i funghi si differenziano non solo dai vegetali, in quanto incapaci di effettuare la fotosintesi, ma anche dagli animali che ingeriscono e successivamente digeriscono. I funghi, invece, prima digeriscono a livello extracellulare e poi assorbono, attraverso le pareti delle loro cellule (ife).

Da quanto detto i funghi risultano essere organismi etero-osmotrofi che possono presentare una organizzazione strutturale unicellulare o levuliforme, come nel caso dei lieviti, oppure una struttura pluricellulare filamentosa (micelio) costituita da elementi allungati (ife), come nel caso dei funghi superiori.

I funghi superiori che si ritrovano nei boschi sono organismi molto particolari, che possiedono un corpo prevalentemente sotterraneo con il



Fig. 2.1 - Esemplici di macrosporofori di *Coprinus disseminatus*, un fungo saprofita.



Fig. 2.2 - Esemplici di funghi praticoli.

quale penetrano nel substrato di cui si nutrono (*funghi saprofiti* come, ad esempio, i prataioli o *Agaricus* spp.) o entrano in contatto con le radici delle piante da cui prendono il nutrimento, in un rapporto di reciproco vantaggio (*funghi simbiotici* come, ad esempio, i porcini cioè i *Boletus* del gruppo *edulis*, i tartufi o funghi del genere *Tuber*, i galletti o finferli che corrispondono al *Chantarellus cibarius*, etc.), oppure si sviluppano nei tessuti di altri organismi viventi parassitando spesso il fusto e le radici degli alberi (*funghi parassiti* come, ad esempio, i chiodini o *Armillaria mellea*). In tutti i casi, il vero corpo del fungo è il cosiddetto **micelio** costituito da un complicato intreccio di microscopici “tubicini” (le **ife**) con i quali l’organismo esplora l’ambiente.

Pertanto, quelli che comunemente vengono definiti funghi e sono raccolti nei boschi - commercializzati o utilizzati per scopi culinari dai raccoglitori, come ad esempio il porcino (*Boletus edulis*), il prataiolo (*Agaricus campestris*), il galletto (*Cantharellus cibarius*), l’ovolo buono (*Amanita caesarea*), la mazza di tamburo (*Macrolepiota procera*), etc. - non sono altro che le strutture necessarie al micelio (sotterraneo o nascosto nel legno parassitato) per produrre e diffondere le spore (**sporofori** di dimensioni tali da essere visibili ad occhio nudo - **macrosporofori**), ottenute a seguito di una riproduzione sessuale (**meiospore**).

Infatti, si potrebbe dire che i macrosporofori (Fig. 2.1. e 2.2.) testimoniano i fenomeni ses-

suali che avvengono nell’ambiente ipogeo, dove gli organismi fungini possono “accoppiarsi” o meglio scambiarsi patrimoni genetici attraverso la fusione di alcune delle loro cellule ifali.

Inoltre, da queste nuove cellule - generate dalla fusione di ife - si origineranno, in seguito a complessi fenomeni morfogenetici, le **spore** cioè quelle cellule che, diversificate geneticamente, sono atte alla propagazione della specie, essendo capaci di generare rispettivamente - in adatte condizioni e per semplice divisione cellulare - un nuovo organismo miceliare, caratterizzato da una propria specifica fisionomia sessuale.

Le **ife** che costituiscono sia il micelio che la struttura dei macrosporofori sono unità funzionali allungate e filamentose che si accrescono in direzione dell’apice (cioè nel senso della loro lunghezza). Pertanto, agli apici delle ife - che costituiscono le zone di accrescimento fungino - vengono trasportate le sostanze proteiche e i materiali sintetizzati dall’intero corpo cellulare dell’ifa stessa.

Tutto ciò si rende possibile grazie all’esistenza di particolari correnti che si sviluppano nel citoplasma in direzione degli apici e che trasportano il materiale necessario alla biosintesi cellulare.

Inoltre, l’intero corpo cellulare è rivestito da una spessa parete costituita, tra l’altro, da chitina (un polimero macromolecolare dell’N- acetilglucosammina) che si ritrova anche nell’esoscheletro degli insetti. Poiché la chitina è diffi-

cilmente digeribile dall'uomo, consegue che l'uso culinario dei funghi è destinato prevalentemente alla preparazione di pietanze utilizzabili come contorno.

Nella parete cellulare dell'ifa oltre alla componente chitinosa possono essere presenti diversi composti tra cui altri zuccheri e proteine. Inoltre, la differenziazione delle strutture di resistenza, in alcune zone del micelio, implica la produzione di polimeri non polisaccaridici, particolari pigmenti (melanine) e diverse altre sostanze. Infatti, le spore che devono resistere alle diverse avversità ambientali – quali ad esempio lunghi periodi di insolazione, di aridità, all'azione di acidi presenti nello stomaco degli animali, etc. – sono ricoperte da più strati di parete cellulare in cui si ritrovano anche specifiche particolari sostanze, quali ad esempio polimeri di idrocarburi variamente epossidati (sporopollenine).

Inoltre, la stessa parete rappresenta la superficie esterna con la quale il fungo entra in contatto con altri organismi (come piante, animali, uomo, etc.) o altri funghi. Su di essa, pertanto, particolari molecole funzionano da segnale e intervengono nelle relazioni tra le cellule sia dello stesso organismo che di altri organismi. Ad esempio, particolari sostanze (oligomeri presenti nei composti polimerici della parete cellulare delle ife) possono funzionare da “adesine” cioè da segnali che permettono l'adesione dell'ifa alla superficie delle cellule di altri organismi da parassitare. Inoltre, la parete dei funghi gioca un ruolo importante nella genesi delle micorrize cioè di quei sistemi simbiotici costituiti da un fungo (Fig. 2.3) e le radici delle piante (es. piante tartufigene, piante sotto le quali si ritrovano i galletti, i porcini etc.).

Sia il fungo che la pianta devono potersi riconoscere, accettarsi e procedere alla formazione di una struttura funzionale efficiente (micorriza). Infatti, nel terreno, con il progredire delle divisioni cellulari della spora germinante si organizza - gradualmente nel tempo - la struttura di un



Fig. 2.3 – Esempolari di funghi simbiotici con radici di piante: macrosporofori di *Cantharellus*.

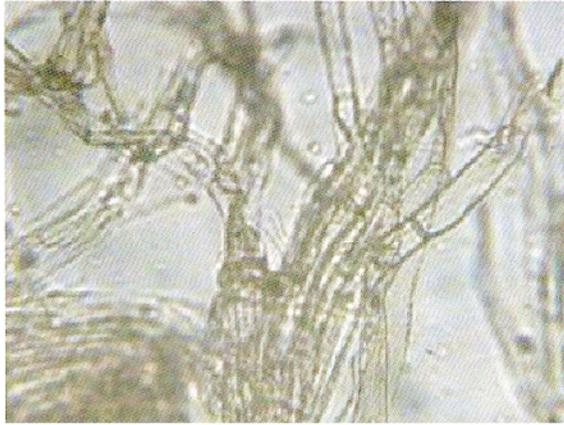


Fig. 2.4 – Alcune ife fungine osservate al microscopio ottico, all'ingrandimento x 400.



Fig. 2.5 – Tipologia di imenoforo (struttura che porta l'imenio) a lamelle.

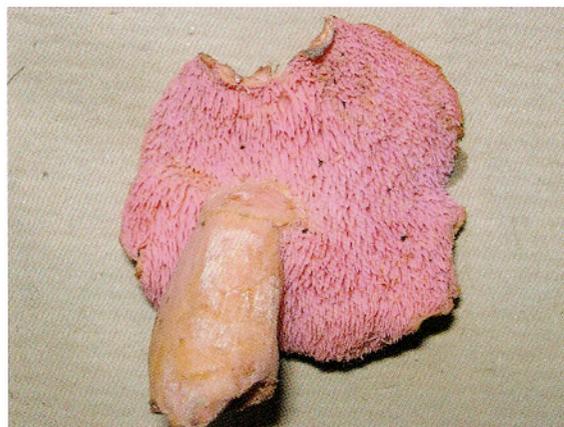


Fig. 2.6 – Tipologia di imenoforo ad aculei. L'esemplare è stato trattato con coloranti per evidenziarne gli aculei.

nuovo micelio (Fig. 2.4), definito primario (monocarion) e caratterizzato da ife aventi un solo nucleo cellulare (ife monocariotiche).

Tuttavia, sempre al di sotto dei nostri piedi e al riparo da occhi indiscreti, possono verificarsi alcuni fenomeni sessuali. L'accoppiamento dei funghi è un fenomeno che avviene mediante organi sessuali poco appariscenti (come nel caso degli ascomiceti, di cui si parlerà dopo, dove compare l'ascogonio e l'anteridio) o mediante semplice fusione di ife somatiche. In tutti i casi, la riproduzione sessuale offre enormi vantaggi evolutivi, in quanto produce una maggiore variabilità genetica all'interno della popolazione fungina, offrendo maggiori possibilità di selezione e di adattamento ai mutamenti dell'ambiente.

Infatti, la comparsa della riproduzione sessuale nei miceli avviene specialmente, ma non solo, in condizioni di crescita sfavorevole e comporta, come risultato finale, la produzione di spore resistenti che, venendo disperse anche a notevole distanza dal sito di produzione, sono capaci di colonizzare l'ambiente circostante.

I funghi che ciascun raccoglitore preleva dai boschi, altro non sono che macrosporofori cioè piccole "torri di dispersione sporale", generate da un organismo ipogeo avido di sopravvivenza e di discendenza. Pertanto, una volta raccolti, gli esemplari di macrofunghi andrebbero subito puliti sul posto, eliminandone le parti riproduttive - quali ad esempio l'imenio a lamelle (Fig. 2.5), ad aculei (Fig. 2.6.), a tubuli e pori etc. - che così continuerebbero a risultare disponibili per il bosco (evitando il danno da riduzione della carica sporale per incauto asporto) e per il naturale svolgimento del ciclo riproduttivo del fungo stesso.

L'evento sessuale nei funghi consiste nell'incontro e nella fusione cellulare di ife monocariotiche appartenenti a miceli primari (monocarion) "di sesso opposto", cioè dotati di una diversa polarità e fisionomia sessuale (funghi eterotallici), oppure derivanti da uno stesso micelio, nel caso dei funghi autofertili (omotallici). Dalla fusione cellulare (plasmogamia), a cui non segue la fusione dei nuclei (cariogamia), si origina una nuova

tipologia di ife caratterizzate dalla contemporanea presenza di due nuclei all'interno della stessa cellula (ife dicariotiche). Queste ife dicariotiche, sviluppandosi attraverso ripetute divisioni cellulari, originano un micelio secondario (dicarion), costituito da sole ife dicariotiche.

Tuttavia, l'entità dello sviluppo del micelio secondario non è identica in tutti i tipi di funghi superiori come anche le stesse modalità di "unione sessuale" o di fusione (plasmogamia) tra le ife monocariotiche.

Pertanto, è possibile distinguere - tra i macrofunghi di interesse per i micofili - due diversi raggruppamenti: i Basidiomiceti e gli Ascomiceti.

Nei Basidiomiceti, il micelio secondario a "dicarion" (micelio a cellule binucleate) forma la maggior parte del micelio ipogeo che presenta un accrescimento considerato quasi illimitato. Le ife del micelio secondario (dicariotiche) si differenziano da quelle monocariotiche, dal punto di vista morfologico, per la presenza di caratteristiche "fiebbe" cioè di particolari rigonfiamenti o diverticoli a livello dei setti trasversali che dividono due settori di ifa contigui (Fig. 2.7).

Tali strutture derivano da uno specifico meccanismo di divisione dei nuclei e delle cellule. Infatti, quando un'ifa binucleata apicale deve dividersi, si produce un diverticolo laterale nel quale penetra uno dei due nuclei. Intanto, con il tempo, i due nuclei - dopo aver raddoppiato il proprio materiale genetico - si dividono (per mitosi) dando origine alla formazione di quattro nuclei (ifa generatrice tetranucleata). Di questi, uno rimane nel diverticolo mentre gli altri tre nel corpo cellulare.

Successivamente, nell'ifa generatrice si forma un setto di separazione che, dividendo in due il corpo cellulare, ripartisce una coppia di nuclei - con diversa polarità sessuale - nella parte anteriore e l'altra coppia dei restanti nuclei (compreso quello del diverticolo) nella parte posteriore. Infine, il diverticolo - fondendosi con la parte basale dell'ifa generatrice - origina la caratteristica gibbosità a "fibbia".

Il processo "a fibbia" garantisce il mantenimento del "dicarion" durante l'accrescimento del micelio secondario.

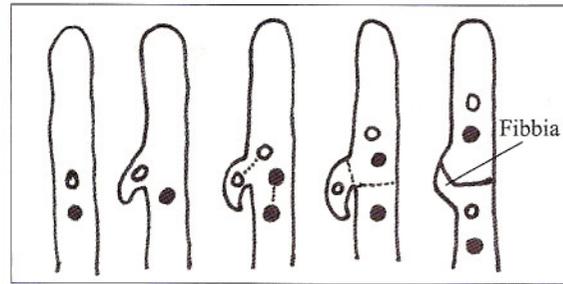


Fig. 2.7 – Schema della divisione cellulare di una ifa dicariotica con la formazione di una classica "fibbia" nella zona del setto.



Fig. 2.8 – Foto di un basidio che ha già liberato le sue quattro spore. Sono visibili gli sterigmi.

Tale micelio, nei basidiomiceti può svolgere funzioni particolari mediante differenziazioni morfologiche in sistemi anatomici complessi. L'insieme di tutte queste strutture specializzate costituisce il micelio terziario. Infatti, il fungo, in risposta a determinate condizioni ambientali e fisiologiche organizza - in certe sue regioni - alcuni particolari raggruppamenti di ife (cordoni ifali) e abbozzi "embrionali" definiti primordi. Da tali strutture, successivamente, si svilupperanno gli sporofori o basidiomi, all'interno dei quali - con particolari meccanismi morfogenetici - si formerà la struttura fertile dell'imenio. Essa, risulta costituita da speciali cellule (basidi) che producono le spore (basidiospore). Inoltre, le basidiospore, nel loro processo di maturazione, si formano all'esterno del corpo cellulare del basidio, su estroflessioni definite sterigmi (Fig. 2.8). Normalmente i basidi sono tetrasporici.

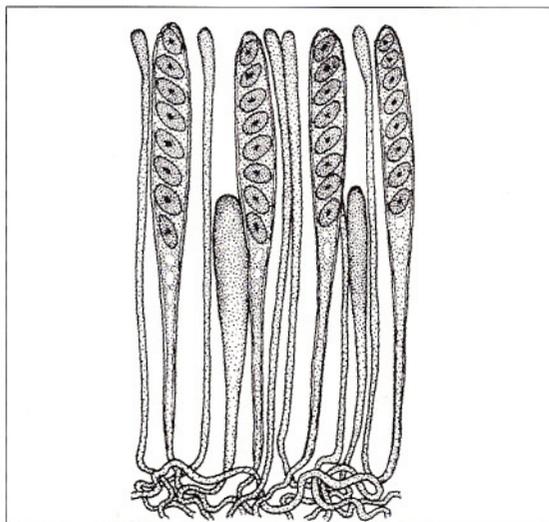


Fig. 2.9 – Osservazioni microscopiche di aschi e schema dell'imenio. Normalmente ogni asco contiene otto spore.

Nei macrofunghi appartenenti agli Ascomiceti, invece, la fusione delle ife monocariotiche non comporta - generalmente - l'organizzazione di un micelio secondario indipendente, ma uno sviluppo ridotto e più localizzato delle ife dicariotiche. Da esse si origina la componente cellulare fertile, costituita dagli aschi che contengono le spore (ascospore). Infatti, dopo che si realizza la fusione di due ife monocariotiche (plasmogamia), si origina un'ifa dicariotica che continua un suo sviluppo graduale. Ma tale sviluppo, è accompagnato dalla formazione di uno sporoforo (ascoma) costituito prevalentemente da ife

monocariotiche di due miceli diversi che circondano, con la loro massa, la ridotta componente dicariotica. Quest'ultima originerà la struttura fertile dell'imenio costituita da aschi e ife sterili (parafisi).

Pertanto, la struttura dei macrosporofori (ascoma) degli ascomiceti (es. spugnola), risulta costituita per la maggior parte da ife monocariotiche, derivanti dai miceli primari, che supportano la componente fertile originatasi dalle ife dicariotiche. Da esse, peraltro, si generano le ife ascogene che formano gli aschi contenenti le spore (ascospore). Quindi, contrariamente ai basidiomiceti che formano le loro spore all'esterno del corpo cellulare del basidio, gli ascomiceti le portano all'interno della cellula dell'asco (Fig. 2.9).

Da quanto detto consegue che mentre per la raccolta dei Basidiomiceti la leggera torsione del gambo determina un lieve danneggiamento al micelio secondario che, comunque, è persistente ed estremamente esteso nel substrato, per la raccolta degli Ascomiceti bisogna usare maggiore cautela.

Infatti, la raccolta incauta di questi funghi può comportare un danno ai miceli primari (miceli che si sono incontrati nel punto in cui si è sviluppato lo sporoforo) e compromettere la produzione degli ascomi negli anni successivi.

Pertanto, funghi come le spugne (*Morchella* spp.), le *Pezize* ed altri ascomiceti dovrebbero essere raccolti effettuando sempre e comunque un taglio netto alla base del loro gambo (Fig. 2.10), laddove questo risulta presente.

In tal modo, l'asporto non danneggia i collegamenti ifali che intercorrono tra la base inferiore del fungo ed il rimanente delicato micelio primario ipogeo (in pratica si cerca di evitare lo smottamento del terreno alla base del gambo, evento - questo - che provocherebbe un conseguente danneggiamento del micelio sotterraneo).

L'esistenza del micelio ipogeo, costituito da una intricata rete di ife, si svela facilmente all'occhio attento del raccogliitore quando osserva che dalla base del gambo dei diversi macrofunghi, partono una serie di intrecci di filamenti e cordoni biancastri (cordoni miceliari).

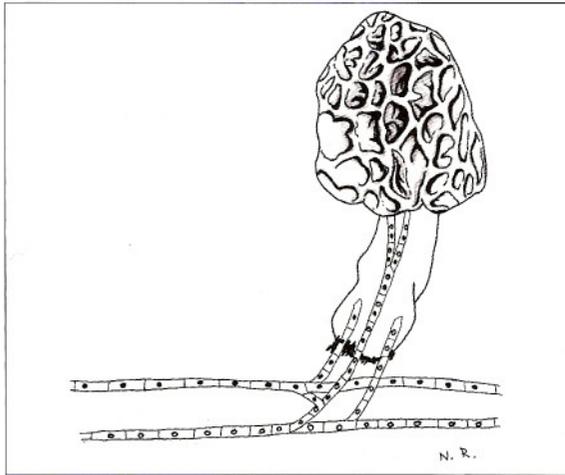


Fig. 2.10 – A sinistra: schema semplificato dello sviluppo di uno sporoforo di ascomicete (*Morchella*) costituito da ife del micelio primario e secondario (disegno di Nicoletta Roca). A destra: alveoli di *Morchella*.



Fig. 2.11 – Cordoni miceliari alla base di macrosporofori del gasteromicete *Scleroderma verrucosum*.



Fig. 2.12 – Cordoni miceliari alla base di un macrosporoforo.

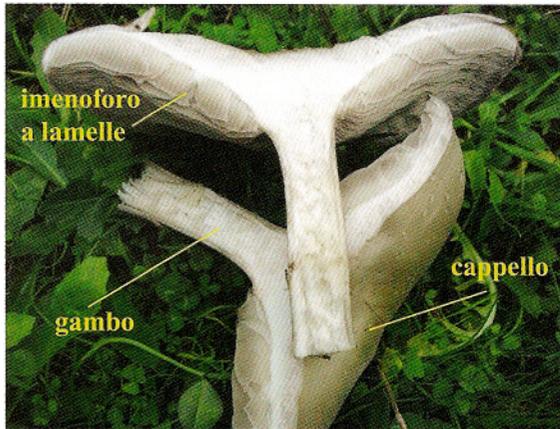


Fig. 2.13 – Sezione longitudinale di uno sporoforo di basidiomicete con imenoforo lamellare.



Fig. 2.14 - Imenoforo a lamelle (*Clitocybe*).



Fig. 2.15 - Imenoforo a tubuli e pori (*Xerocomus*).

Tali cordoni e ife (Fig. 2.11 e 2.12) si diramano nel suolo e nel terreno sottostante e possono svilupparsi anche per parecchie decine di metri di lunghezza.

La morfologia dei funghi si riconduce allo studio delle forme e dell'anatomia dei macrosporofori che, in relazione ai diversi taxa di appartenenza (Ascomiceti o Basidiomiceti), presentano differenze sostanziali.

Un tipico macrosporoforo di un basidiomicete (Fig. 2.13) è costituito da un gambo (stipite) e un cappello (pileo), al di sotto del quale vi è l'imenoforo (Fig. 2.5 e 2.6).

Una struttura, questa, che ospita l'imenio cioè la parte fertile del fungo, costituita dai basidi maturi portanti le spore, dai basidi immaturi (basidioli) e da altre cellule sterili chiamate cistidi.

Inoltre, l'imenio può essere portato sulla superficie esterna dello sporoforo (ad esempio, sotto il cappello, etc.), come accade nella maggior parte dei funghi (*Hymenomicetidae*, *Aphyllophoromycetidae*, *Phragmobasidiomycetidae*), oppure all'interno dello stesso, come si riscontra nei funghi a forma di palla (vesce), etc. (*Gasteromycetidae*). Pertanto, l'osservazione dell'imenoforo permette di distinguere diversi raggruppamenti morfologici quali:

- a) il tipo con lamelle (*agaricaceae*, etc.) (Fig. 2.14);
- b) il tipo con tubuli e pori facilmente separabili (*boletaceae*) (Fig. 2.15);
- c) il tipo con tubuli e pori non separabili (*polyporaceae*) (Fig. 2.16);
- d) il tipo con imenio diverso (Fig. 2.17) e cioè pliciforme (*cantharellales*), con aculei (*hydnoneae*) oppure liscio (ad esempio, il morfotipo claviforme e coralloide delle *clavariales*), etc.;
- e) il tipo gasteroide che si presenta in vari morfotipi quali quello globoso tipico delle "vesce" (*lycoperdaceae* e *sclerodermataceae*), quello fallico (*phallaceae*), reticolato o a farfalla (*clathraceae*) e quello stellato come nelle *geastraceae* (Fig. 2.18), nelle *astreaceae* (Fig. 2.19), etc.

Inoltre, lo sporoforo può presentare una serie di attributi strutturali quali le ornamentazioni del cappello, le caratteristiche del margine, la tipologia di attaccatura delle lamelle, la struttura interna del gambo, la presenza di anello e/o volva, etc. (Fig. 2.20).

Vengono di seguito esaminati i principali caratteri morfologici di uno sporoforo tipico: cappello, imenoforo, gambo, veli (anello e volva) e carne (trama dei tessuti).

Tali caratteri devono essere attentamente studiati al fine di poter conseguire una corretta determinazione degli esemplari fungini raccolti. Inoltre, è bene ricordare che durante lo sviluppo dello sporoforo, dalle sue fasi embrionali fino alla maturità, si assiste ad una continua trasformazione delle forme anatomiche.

PILEO (CAPPELLO)

Uno dei primi caratteri macroscopici da analizzare nei funghi è il cappello o pileo. Di esso si devono studiare:

- 1) la dimensione;
- 2) la forma, vista dall'alto ed in sezione longitudinale;
- 3) alcune specifiche zone anatomiche (margine, orlo, zona discale);
- 4) le eventuali ornamentazioni;
- 5) il colore.

La dimensione del cappello, riferita al suo diametro, non è certamente da considerare un valore assoluto ma un termine medio di riferimento per una data popolazione di sporofori maturi. Essa, infatti, che può essere espressa in mm o cm, consente di distinguere funghi dalla taglia piccola, media e grande; i funghi "piccoli" hanno dimensioni minori di 3-4 cm, quelli "medi" raggiungono al massimo 8-10 cm, i "grandi" superano i 10 cm.

La forma del cappello (Fig. 2.21 e 2.22) può essere espressa utilizzando numerosissimi e variegati aggettivi, tuttavia è possibile schematizzarla nelle tipologie morfologiche più ricorrenti. Infatti, visto dall'alto il pileo può essere circola-



Fig. 2.16 – Una *Polyporacea*.



Fig. 2.17 – Imenoforo ad aculei (*Hydnum*).



Fig. 2.18 – Un gasteromicete a stella (*Gastrum*).



Fig. 2.19 – Il gasteromicete *Astraeus hygrometricus*: in ambiente secco rimane chiuso (a sinistra); in ambiente umido (a destra) si apre assumendo l'aspetto di una "stella di terra".

re, flabelliforme, reniforme, dimidiato, etc., mentre in sezione longitudinale può apparire piano, convesso, imbutiforme, campanulato, etc.

Inoltre, particolare attenzione meritano la zona discale - ovvero la zona centrale del cappello (disco) che corrisponde al prolungamento del gambo - il margine e l'orlo. Nella zona centrale vi può essere presente un umbone, una papilla o al contrario una depressione a forma di ombelico e, pertanto, si avrà il cappello umbonato, papillato, ombelicato, etc.

Il margine del cappello può mantenere lo stesso spessore della zona discale oppure assottigliarsi; inoltre, può presentare un orlo involuto, disteso (diritto) o revoluto. Il carattere dell'orlo può variare nel corso dello sviluppo fungino passando, ad esempio, da una morfologia involuta tipica di esemplari immaturi a quella pianeggiante e distesa delle forme mature. Inoltre, il margine può essere regolare o descrivere ondulazioni e/o lobature (margine integro, ondulato, lobato, etc.).

Una particolare attenzione spetta all'orlo del cappello ovvero alla zona anulare che si trova vicina al margine e si estende in direzione discale. Tale zona può presentare tipiche striature ed in particolare:

1) la "striatura per trasparenza" che, presentandosi in cappelli molto umidi e con ridotto spessore dei tessuti marginali, consiste nella possibilità di vedere per traslucidità le lamelle sottostanti al pileo;

2) la "striatura vera" che consiste nell'alternanza di scanalature e linee radiali in rilievo (orlo striato, plissettato, etc.).

I tessuti che rivestono superiormente il cappello costituiscono la cuticola che può presentare alcune specifiche caratteristiche. Essa, infatti, può essere facilmente separabile dalla carne del cappello oppure non separabile; può essere glabra - ovvero priva di ornamentazioni - ed apparire liscia, vellutata, sericea (un po' come la seta) o anche umida, asciutta o vischiosa.

Inoltre, sul pileo possono essere presenti particolari ornamentazioni (Fig. 2.23) che interrompono l'omogeneità della cuticola quali le "ornamentazioni innate" che appartengono alla struttura della cuticola stessa (zonature, desquamature, etc.) e le "ornamentazioni adnate" (Fig. 2.24) che, invece, sono formazioni sovrapposte alla cuticola quali verruche, squamosità, placche, pruinosità, tomentosità, etc. (Fig. 2.25).

Il colore del pileo è uno dei caratteri forse più difficili da indicare con certezza in quanto la variabilità biologica e quella climatica, pedologica e dei singoli habitat dove si ritrovano i funghi può influenzarne l'espressione. Inoltre, il colore di uno sporoforo può variare nel corso del suo normale sviluppo. Pertanto, tale carattere - seppur importante - è poco rilevante ai fini di una corretta determinazione delle specie.

IMENOFORO

L'imenoforo è la struttura che supporta l'imenio ovvero la parte fertile dello sporoforo che produce le spore (Fig. 2.5 e 2.6); esso, in molti funghi, si ritrova al di sotto del cappello, in altri sulla sua superficie (ad esempio, nelle *Clavariaceae*), in altri ancora all'interno dello sporoforo di forma globosa (come nei gasteromiceti).

L'osservazione dell'imenoforo assume particolare importanza ai fini della determinazione in quanto consente di distinguere diversi raggruppamenti morfologici quali, ad esempio, il tipo *agaricaceae* ovvero i funghi con le lamelle, il tipo *boletaceae* con tubuli e pori sotto il cappello e facilmente separabili (ad esempio, i funghi del genere *Boletus*, *Suillus*, *Xerocomus*, *Leccinum*, etc.), il tipo *polyporaceae* con tubuli e pori non separabili (*Polyporus*, *Trametes*, *Ganoderma*, etc.), il tipo *aphyllophorales* con imenio diverso e cioè pliciforme (ad esempio, i funghi del genere *Cantharellus*, *Gomphus*, etc.), ad aculei (come gli sporofori del genere *Hydnum*, *Sarcodon*, *Auriscalpium*, etc.) oppure liscio (ad esempio, i funghi del genere *Ramaria*, *Clavariadelphus*, *Clavulina*, etc.).

Nei funghi lamellati particolare importanza assume la forma della lamella, la frequenza delle lamelle che compongono l'imenoforo, la separabilità dalla carne del cappello e la tipologia dell'inserzione sul gambo.

La lamella presenta due facce laterali, un margine inferiore (filo o tagliante), una zona basale con la quale si connette al gambo, una estremità anteriore mediante la quale aderisce all'orlo del cappello; inoltre, essa mostra alcune caratteristiche dimensionali quali lo spessore (distanza tra le due facce laterali), la lunghezza (distanza tra l'estremità basale e anteriore) e la larghezza (distanza tra margine inferiore e cappello). Esistono funghi che presentano lamelle più spesse (ad esempio, quelli del genere *Hygrophorus*) ed altri con lamelle sottili (come quelli del genere *Clitocybe*). Inoltre, il margine

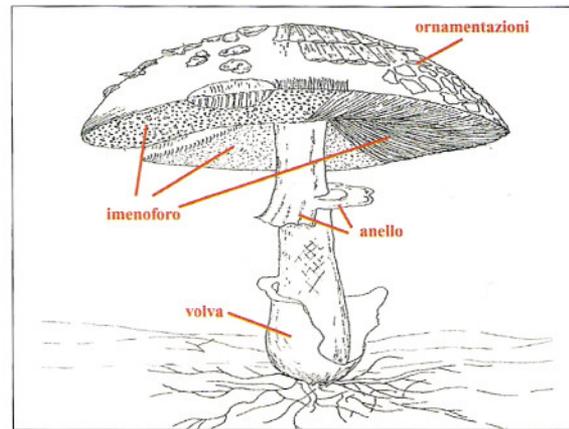


Fig. 2.20 - Schema di uno sporoforo di basidiomicete (disegno modificato dal "Catalogo dei funghi della Campania", Regione Campania, Nuova serie Manuali, N° 1, novembre 1995).

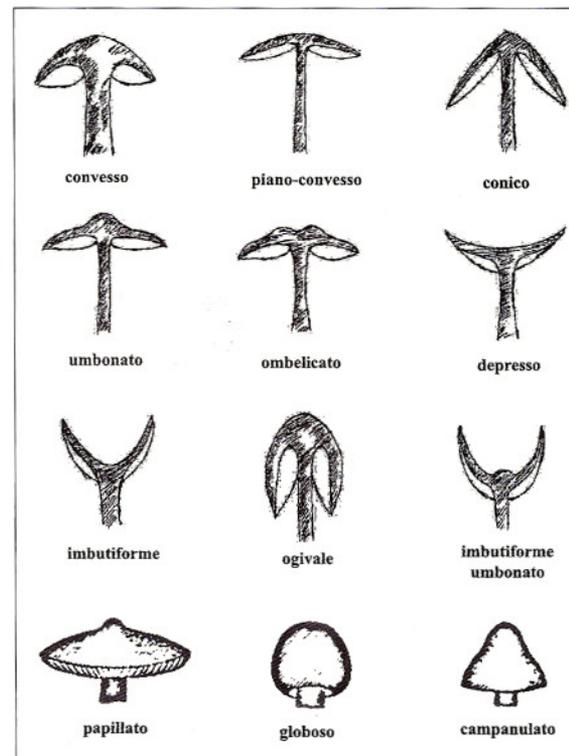


Fig. 2.21 - Morfologia del cappello.

inferiore della lamella può presentarsi integro oppure dentellato, seghettato, pruinoso, etc.; inoltre, esso può avere lo stesso colore delle facce laterali ("filo concolore") o un colore diverso ("filo discolorato").

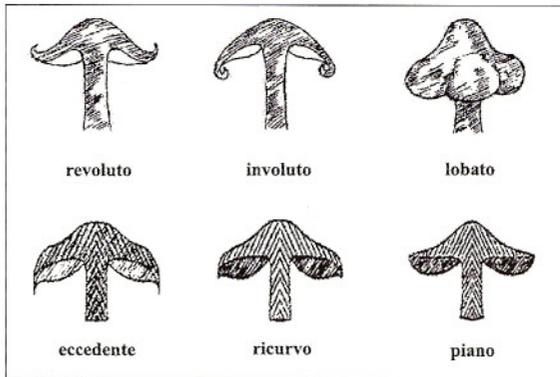


Fig. 2.22 – Margine del cappello.

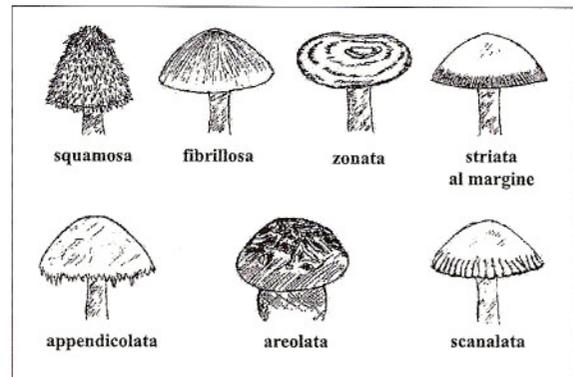


Fig. 2.23 – Morfologia della superficie e del margine del cappello.

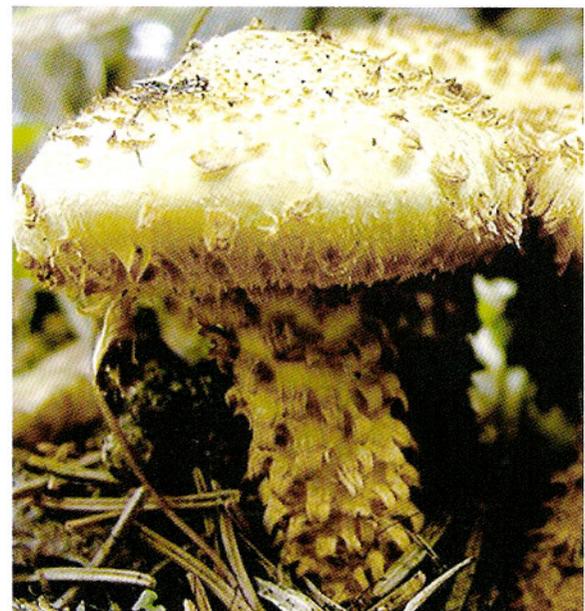


Fig. 2.24 – Placche residue del velo generale sul cappello di *Amanita vaginata* (sinistra), ornamentazioni in *Pholiotia squarrosa* (destra).

Fig. 2.25 – Esempi di *Coprinus*: ornamentazioni del cappello nello sporoforo immaturo (in basso); margine plissettato e revoluto, non ancora deliquescente, nello sporoforo maturo.



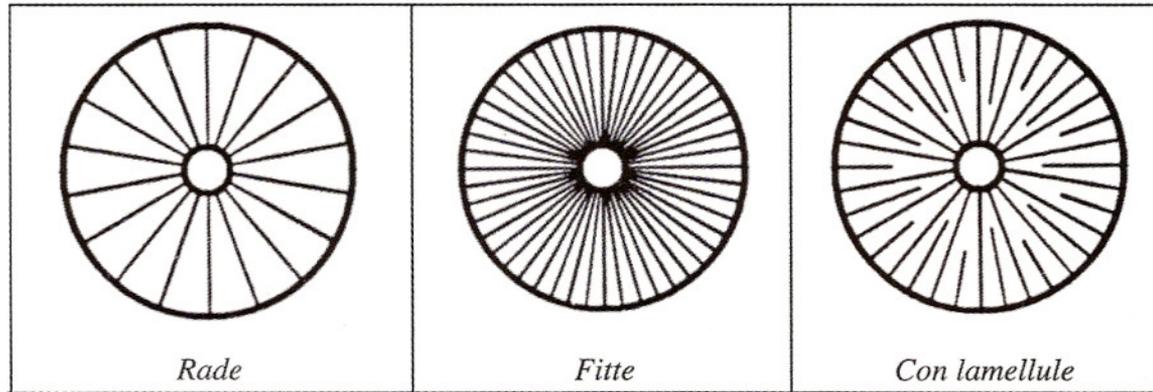


Fig. 2.26 – Frequenza delle lamelle.

La frequenza delle lamelle indica la loro numerosità nella costituzione dell'imenoforo ovvero se esse sono fitte o rade. Inoltre, in alcune specie sono presenti "lamellule", lamelle più piccole che partendo dall'orlo del cappello non giungono sul gambo, intercalate a lamelle normali (Fig. 2.26).

La separabilità delle lamelle dal cappello ("lamelle eterogenee") è una caratteristica tipica di alcuni generi quali, ad esempio, *Paxillus*, *Leucopaxillus*, *Rhodopaxillus*, etc., mentre nella maggior parte dei funghi le lamelle non sono separabili ("lamelle omogenee"). Le lamelle eterogenee si distaccano dal cappello "in gruppo" allorché si incide, con l'unghia, l'attaccatura delle stesse.

Se si seziona longitudinalmente, dall'alto verso il basso, lo sporoforo dei funghi è possibile notare il tipo di inserzione della lamella al gambo (Fig. 2.27).

Le lamelle, infatti, possono essere:

- 1) "decorrenti" quando si inseriscono e discendono lungo il gambo per un certo tratto come, ad esempio, si evidenzia in alcune specie del genere *Clitocybe*, *Hygrophorus*, etc.;
- 2) "adnate" se aderiscono al gambo per l'intera loro larghezza;
- 3) "smarginate" nel caso in cui aderiscono al gambo con una parte inferiore alla loro larghezza formando una specie di ansa o di

uncino (come negli sporofori dei generi *Tricholoma*, *Entoloma*, etc.);

- 4) "annesse" quando si attaccano al gambo in un solo punto;
- 5) "libere" nel caso in cui non sono unite al gambo (ad esempio, nei funghi del genere *Amanita*, *Volvariella*, etc.).

STIPITE (GAMBO)

I funghi che presentano un gambo vengono detti "stipitati" mentre quelli che ne sono privi "sessili". Il gambo - che si divide in una zona basale o "piede", in una centrale o mediana ed in una superiore o "apice" a contatto con il cappello - presenta alcune caratteristiche particolari da esaminare attentamente quali:

- 1) il rapporto con il cappello;
- 2) la forma;
- 3) la consistenza e struttura;
- 4) le ornamentazioni superficiali.

Il rapporto tra la struttura dei tessuti del cappello e di quelli del gambo costituisce un elemento macroscopico di rilevante importanza ai fini della determinazione. Infatti, il gambo può essere intimamente unito al cappello tanto da non separarsi da esso - come avviene nei funghi "omogenei" - oppure essere facilmente separabile come accade nei funghi "eterogenei". In quest'ultimo caso la strut-

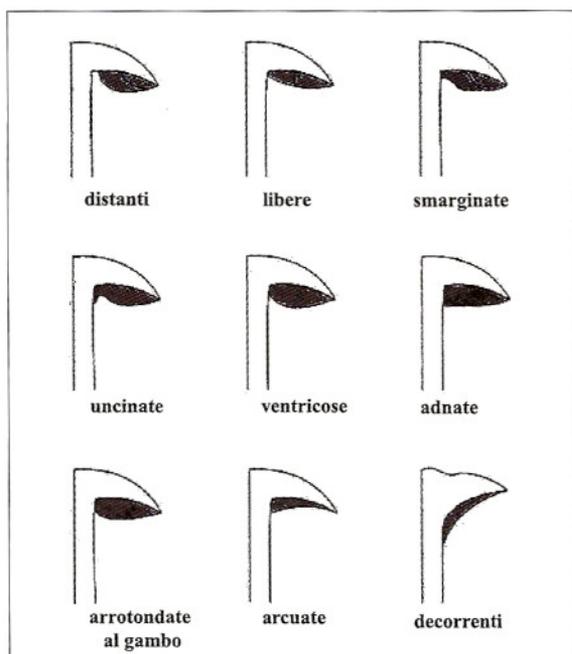


Fig. 2.27 - Tipologia di inserzione delle lamelle al gambo.

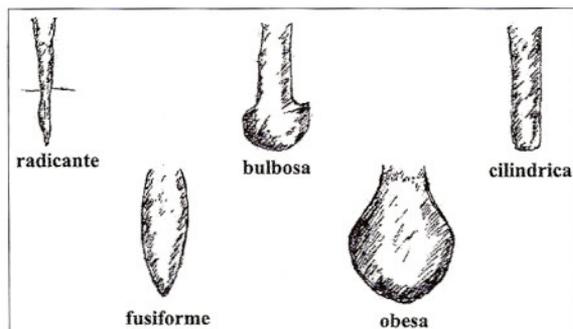


Fig. 2.28 - Morfologia della base del gambo.



Fig. 2.29 - Attributi del gambo (ornamentazioni e struttura).

tura tessutale del gambo non confluisce in quella del pileo.

L'eterogeneità del gambo caratterizza i funghi appartenenti a diversi generi quali *Amanita*, *Macrolepiota*, *Agaricus*, etc., mentre l'omogeneità i generi *Cortinarius*, *Tricholoma*, etc.

Inoltre, l'inserzione gambo-cappello può avvenire a livello discale ("gambo centrale"), oppure in una zona diversa dal centro del pileo ("gambo eccentrico") o nella zona marginale ("gambo laterale").

La forma del gambo può essere molto variabile: infatti, lo stipite può risultare attenuato verso l'alto o verso il basso, fusiforme, obeso, cilindrico, claviforme, etc.. Peraltro, il piede può risultare anche radicante (ad esempio, in *Xerula radicata*), bulboso (ad esempio, in vari *Cortinarius*), etc.; il bulbo, a sua volta, può assumere diverse morfologie quali quella sferica, napiforme, marginata, etc. (Fig. 2.28).

In base alla consistenza è possibile distinguere varie tipologie di gambi:

- 1) "fibrosi" ovvero che si lacerano, invece di rompersi nettamente, secondo una direzione longitudinale, mostrando una trama fibrosa e filamentosa;
- 2) "carnosi" costituiti da abbondante "tessuto" miceliare e che si rompono sia in direzione longitudinale che trasversale;
- 3) "cartilaginei" che si piegano senza rompersi;
- 4) "corticati" ovvero che presentano una struttura esterna più resistente ed una interna di natura diversa (ad esempio, spongiosa).

La struttura interna dello stipite può variare nel corso dello sviluppo fungino e può fare assumere al gambo un aspetto "pieno", "cavo", "fistoloso", "lacunoso" o "cavernoso", "farcito" ovvero ripieno di una sostanza molle che riempie le cavità a mo' di crema da farcitura.

Le ornamentazioni superficiali, invece, sono caratteri alquanto labili e facilmente alterabili. Esse possono consistere in striature, fibrillature, reticoli (specie nei *Boletus*), scrobicature (come, ad esempio, in alcuni

Lactarius), granulazioni, squamosità, tomentosità, etc. (Fig. 2.29)

VELI (ANELLO e VOLVA)

I “veli” rappresentano il residuo di strutture che si riscontrano negli stadi iniziali di sviluppo di alcune tipologie di sporofori; essi si distinguono in “velo generale” e “velo parziale”.

Il “velo generale” è una membrana che avvolge i primordi di alcuni funghi proteggendoli a mo’ di guscio d’uovo; esso durante lo sviluppo fungino si lacera, facendo emergere lo sporoforo in fase di maturazione e rimanendo, come residuo, in parte attaccato alla base del gambo - dove costituisce la “volva” - (Fig. 2.30) ed in parte alla cuticola del cappello (dove, frammentandosi, forma alcune tipiche ornamentazioni).

Il “velo parziale”, invece, è una membrana che, durante lo sviluppo, protegge l’imеноforo - ovvero le lamelle - e si estende dal margine del cappello alla zona superiore del gambo. Tuttavia, con il progredire della crescita fungina, tale membrana si lacera dalla



Fig. 2.30 – Volva membranacea.

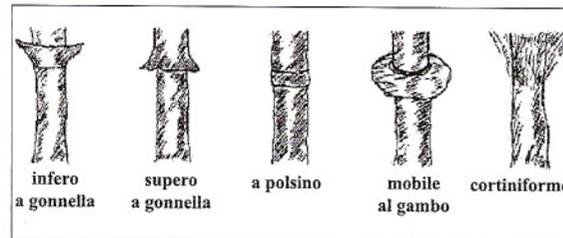
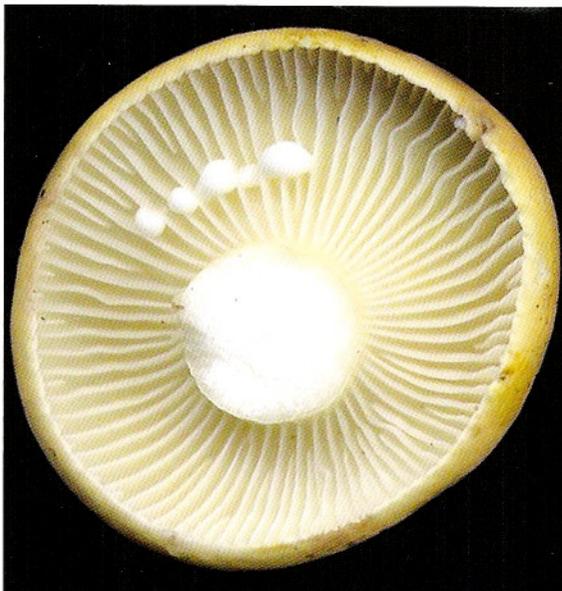


Fig. 2.31 – Tipologie di anello.



Figg. 2.32 e 2.33 - Esempi di lattescenza.

parte dell'orlo del cappello e ricade sul gambo dove costituisce un "anello supero-discendente".

Altre volte il "velo parziale" si presenta costituito da una rete filamentosa che ricorda una ragnatela; tale struttura, lacerandosi, residua sul gambo e viene definita "cortina", elemento caratterizzante i *Cortinarius*. Inoltre, l'anello può anche essere prodotto dalla lacerazione del "velo generale" ed in tal caso si parla di "anello infero ascendente" o "armilla".

Alcune tipologie di anello sono riportate nella Fig. 2.31.

CARNE (TRAMA)

La trama dei tessuti di un fungo può essere identica sia nel cappello che nel gambo, come si riscontra nei "funghi omogenei", oppure diversa come, ad esempio, nei "funghi eterogenei".

Dal punto di vista della consistenza - ovvero dal punto di vista della resistenza alle varie sollecitazioni esterne, quali compressione, lacerazione, trazione, etc. - è possibile distinguere funghi gelatinosi, cartilaginei, coriacei, legnosi, carnosì, spugnosi, etc. Inoltre, in relazione alla

"quantità" di carne che si ritrova nel cappello possono riscontrarsi alcuni funghi dove essa è quasi irrilevante (come, ad esempio, nei gracili esemplari del genere *Mycena*), altri che presentano un maggiore ispessimento nella zona discale, altri ancora dove essa è abbondantemente diffusa in ogni parte dello sporoforo (si pensi al *Boletus edulis*).

La carne può presentare un certo grado di umidità che è diverso nei vari tipi di funghi; infatti, esistono specie che al taglio si rivelano "succulente" ovvero lasciano colare liquidi incolori, altre che invece presentano carne asciutta, altre ancora che mostrano una specifica "lattescenza" ovvero emettono un lattice colorato (bianco, rosa, etc.). Quest'ultima caratteristica è tipica dei funghi del genere *Lactarius* (Fig. 2.32 e 2.33).

Un altro carattere della carne è la sua possibile "igrofanìa", ovvero la capacità di alcune specie di impallidire per disidratazione e di colorarsi in maniera più vivace e scura in presenza di umidità. Inoltre, alcune tipologie di funghi presentano il fenomeno della "reviviscenza" che consiste nella ripresa delle attività metaboliche e del normale aspetto dello sporoforo, quando esso, ancorchè disidratato e secco, assorbe acqua derivante dalle precipitazioni o dall'umidità atmosferica.