

Pared celular

- La pared proporciona una interfase entre el hongo y su entorno. Confiere la forma a la célula que la envuelve.
- La pared actúa controlando la secreción y entrada de moléculas a la célula.
- Es una estructura altamente dinámica y está sujeta a cambios y modificaciones en los diferentes estados del crecimiento y desarrollo de los hongos.

Composición

- Formadas primariamente por polisacáridos, tanto homo como heteropolisacáridos.
- En algunos hongos, las proteínas pueden estar en cantidades significativas y frecuentemente asociadas a polisacáridos.
- Otros componentes menores en muchos hongos son los lípidos y las melaninas.
- De acuerdo a su función, los polisacáridos de las paredes de los hongos pueden dividirse principalmente en dos grupos: Estructurales y de la matriz

... composición

a) **Polisacáridos estructurales**: Homopolímeros insolubles en agua y altamente cristalinos (quitina y glucano R)

b) **Polisacáridos de matriz**, son amorfos o ligeramente cristalinos y mayormente solubles en agua.

Existe una relación entre la composición de la pared celular y la taxonomía de los hongos

POLISACÁRIDOS
ESTRUCTURALES

Levaduras: (Hemiascomicetos y hemibasidiomicetos), consiste principalmente de glucanos β -1,3 con enlaces espaciados β -1,6 que determinan ramificaciones cortas (las ramificaciones disminuyen la cristalinidad de la molécula).

La quitina está presente sólo en la zona de separación entre la célula madre y la hija en los hemiascomicetos (*S. cerevisiae*).

Hongos filamentosos: Todos tienen quitina junto con glucano β -1,3 como principales componentes estructurales. La quitina es una molécula lineal altamente cristalina, por lo tanto insoluble en agua.

POLISACÁRIDOS DE LA
MATRIZ

Levaduras: Formado por complejos de mananos y proteína → mananoproteína.

Filamentosos: Formados por glucanos α -1,3 y algunos α -1,4 alternados. En zigomicetos se encuentran también quitosanos.

Componentes macromoleculares de las paredes de los hongos

Elementos de estructura

Quitina: Homopolímeros β -1,4 de N-acetilglucosamina
 β -glucanos: Homopolímeros β -1,3 formado por D-glucosa con enlaces β -1,3 y β -1,6 (glucano R)

Componentes de matriz

α -glucanos: Homopolímeros α -1,3 de glucosa (glucano S) y α -1,4 alternados
Glicoproteínas: Proteínas unidas a mananos y a otros polisacáridos

Componentes misceláneos

Quitosan: Homopolímero β -1,4 de la D-glucosamina
Polímeros de D-galactosamina
Poliurónidos
Proteínas, melaninas, lípidos

The major components of fungal walls.

<i>Taxonomic group</i>	<i>Structural (fibrillar) components</i>	<i>Matrix components</i>
Chytridiomycota	Chitin Glucan	Glucan ?
Zygomycota	Chitin Chitosan	Polyglucuronic acid Mannoproteins
Ascomycota	Chitin β -(1 $\rightarrow$ 3), β -(1 $\rightarrow$ 6)-glucan	Mannoproteins α (1 $\rightarrow$ 3)-glucan
Basidiomycota	Chitin β -(1 $\rightarrow$ 3), β -(1 $\rightarrow$ 6)-glucan	Mannoproteins α (1 $\rightarrow$ 3)-glucan
Oomycota (not true fungi)	β -(1 $\rightarrow$ 3), β -(1 $\rightarrow$ 6)-glucan Cellulose	Glucan

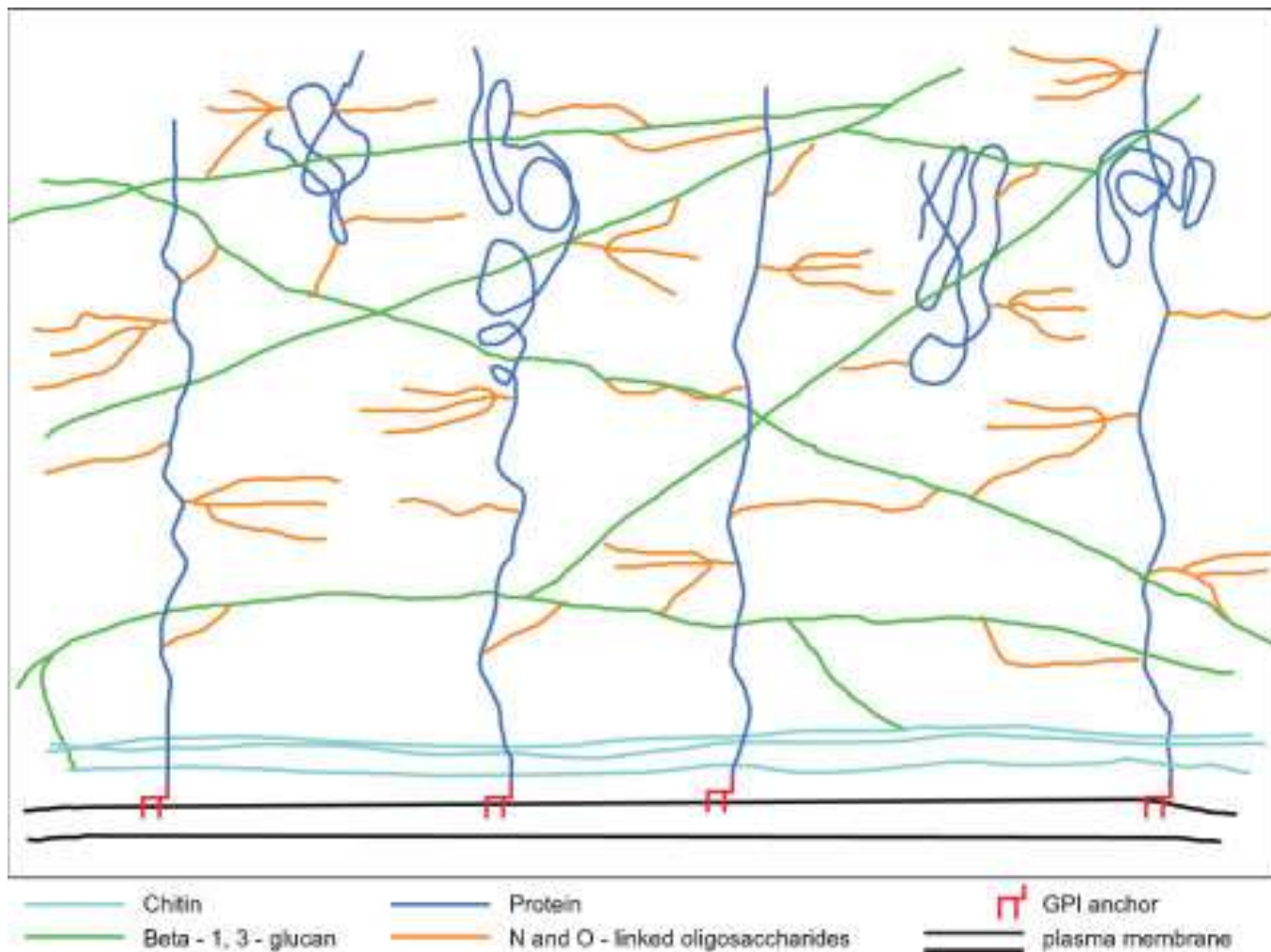


Figure 1. Representation of the fungal cell wall. The major components of the fungal cell wall are chitin, glucans and glycoproteins. Although species-specific variations exist, the cell wall components are thought to be arranged as shown. Most of the chitin is considered to be located near to the plasma membrane. The beta-1,3-glucan extends throughout the cell wall. The glycoproteins are extensively modified with N- and O-linked oligosaccharides. Many of the glycoproteins have GPI anchors, which tether them to the plasma membrane while other glycoproteins are secreted into the cell wall space. The proteins, glucans and chitin components are integrated into the wall by crosslinking the chitin, glucans, protein-associated oligosaccharides and GPI anchors together.

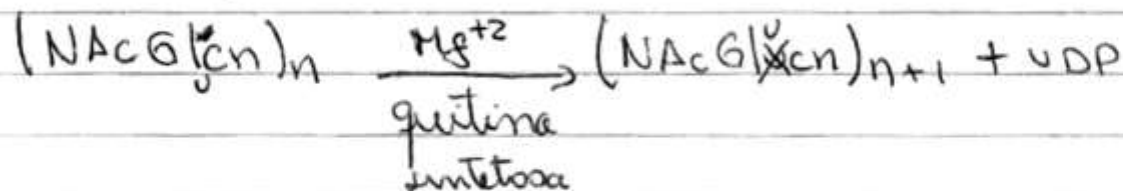
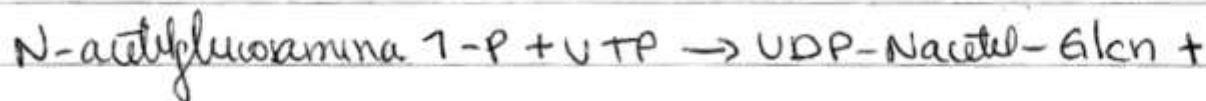
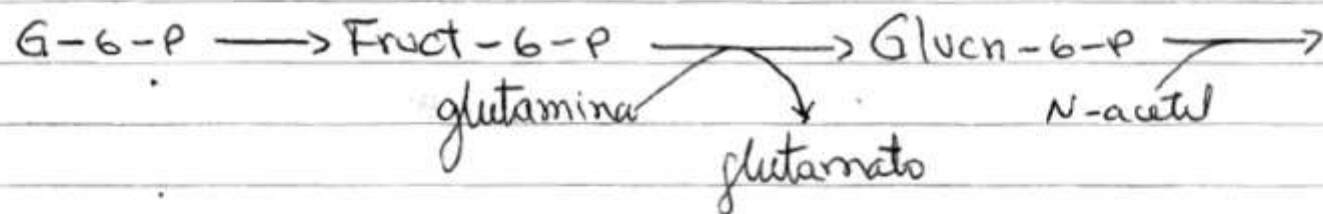
Biosíntesis

- La hifa crece apicalmente debido al crecimiento de la pared y de la membrana plasmática.
- La quitina, se sintetiza mediante la polimerización de la N-acetilglucosamina catalizada por la quitina sintetasa
- La quitina sintetasa se produce como zimógeno en el RER y se transporta primero al aparato de Golgi, luego salen contenida en las macrovesículas a partir de las cuales se producen los quitosomas (microvesículas) que se concentran en el ápice formando el cuerpo apical (Spitzenkörper).

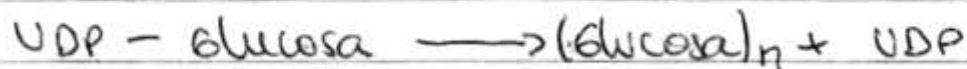
- Las microvesículas o quitosomas se fusionan con la membrana plasmática donde la quitina sintetasa se activa mediante proteólisis parcial.
- Los microtúbulos y los microfilamentos participan en la migración de las vesículas orientando el flujo citoplasmático.
- La síntesis de los glucanos implica primeramente la activación de la β - o de la α -glucosa (según el caso) en UDP-glucosa y luego la polimerización por la β -1,3-glucano sintetasa o la α -1,4-glucano sintetasa.

- La síntesis de los mananos se realiza por la acción de la manano sintetasa sobre unidades de manosa activadas (GDP-manosas), las cuales requieren de un lípido poliprenoide transportador de membrana (dolicol) y luego la unión a proteínas para dar lugar a mananoproteínas.

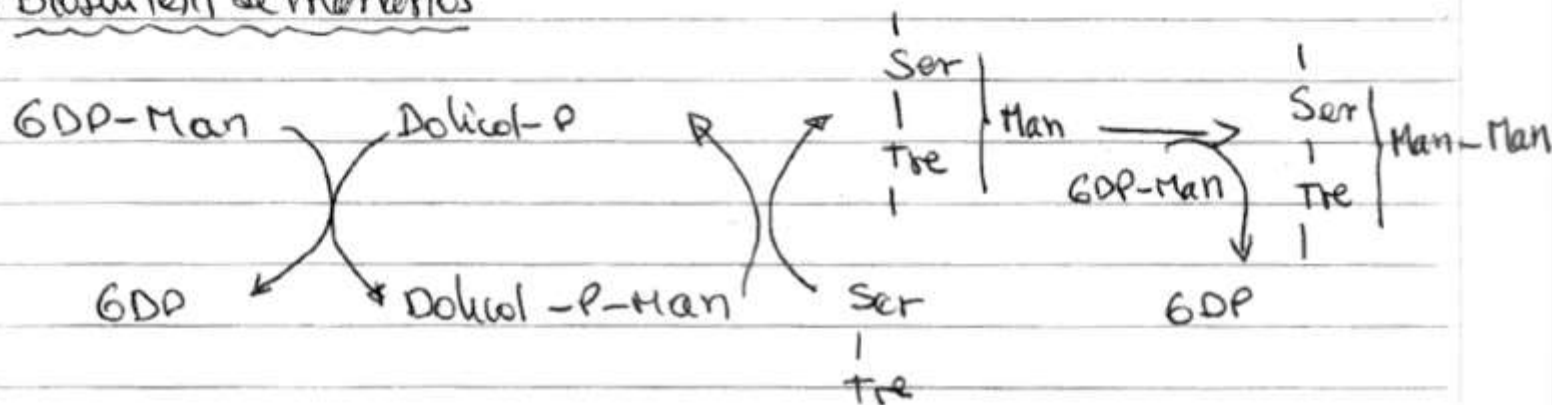
① Biosinteză de quitina

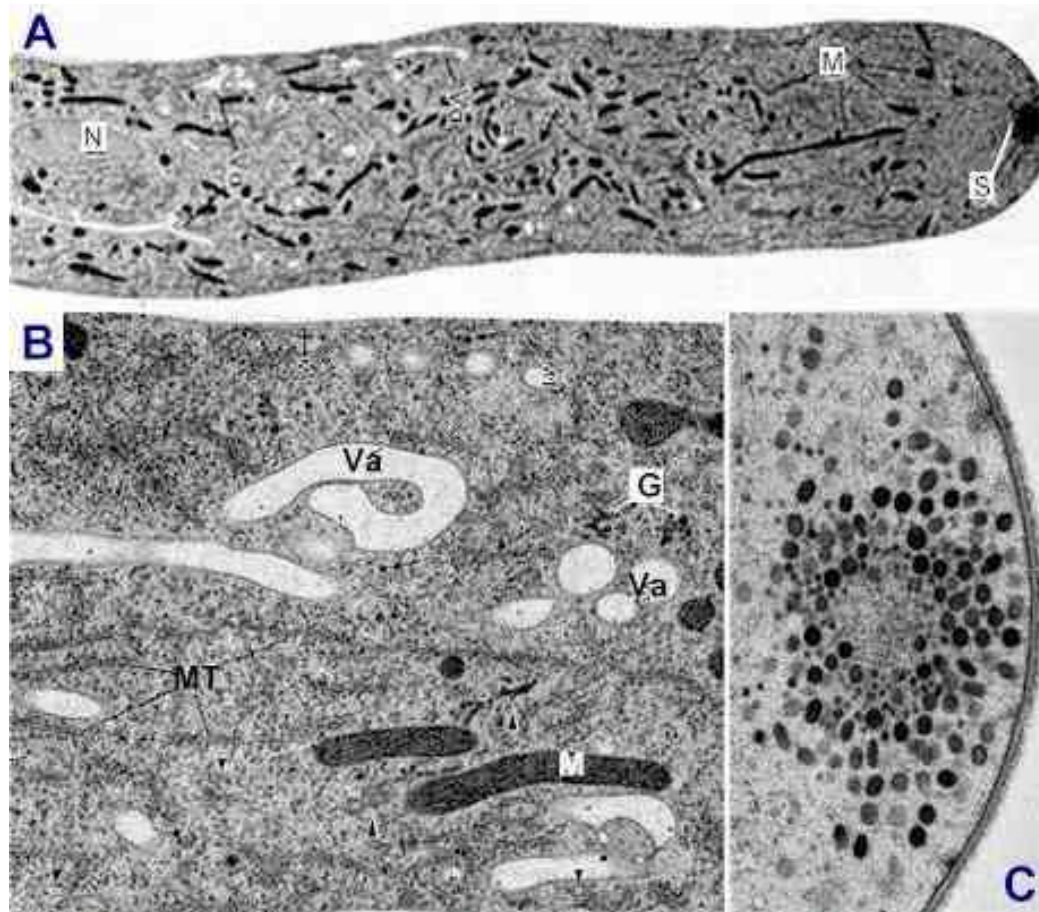


② Biosinteză de glucanosi



③ Biosinteză de manenosi



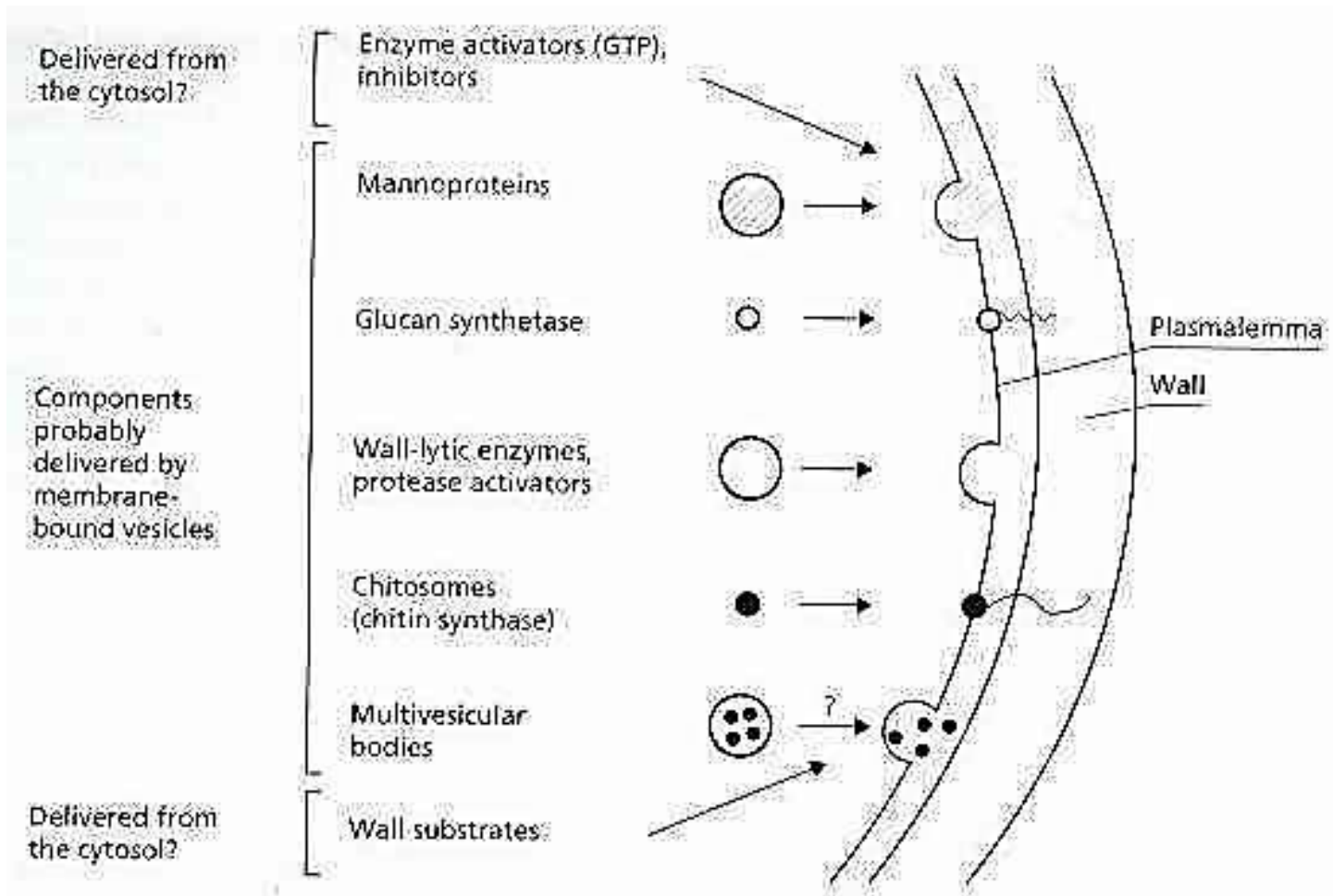


Figures A-C. Ultrastructure of the hyphae of *Sclerotium rolfii*, prepared for electron microscopy by freeze substitution. From photographs supplied by Dr Robby Roberson (see Roberson & Fuller, 1988).

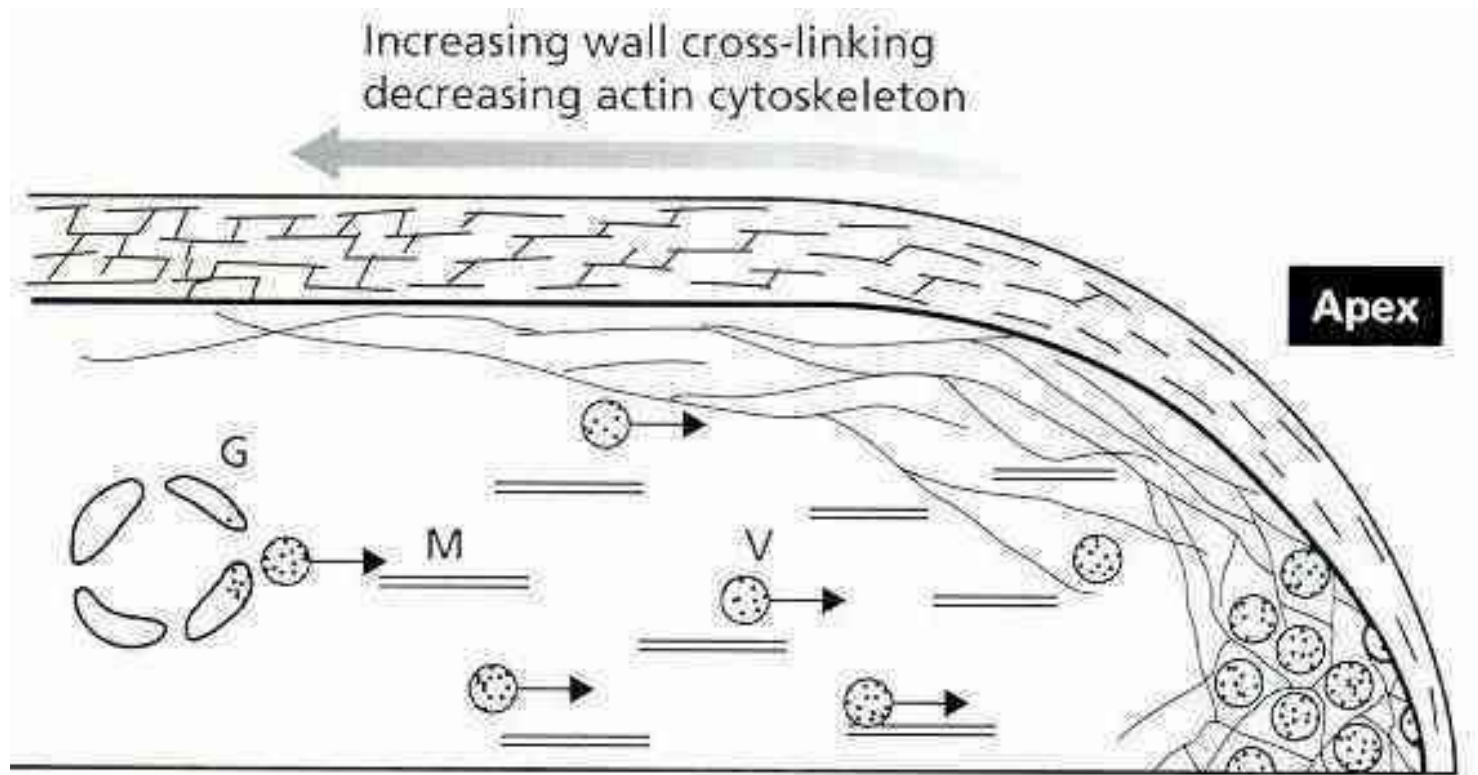
Fig. A. Young region of a hypha, showing progressive changes in ultrastructural organisation behind the hyphal apex. The apex contains a **Spitzenkörper (S)**. Behind this is a zone rich in mitochondria (**M**, the dark tubular structures), then a zone containing tubular vacuoles (light coloured) and nuclei (**N**).

Fig. B. Part of a mature region of a hypha (the apex, not shown, is towards the right of the image) showing mitochondria (**M**), vacuoles (**Va**), Golgi bodies (**G**, seen as dark, ring-like structures) and longitudinally running microtubules (**MT**).

Fig. C. Close-up of the Spitzenkörper - an accumulation of small, membrane-bound vesicles of different sizes and contents, surrounding a central, vesicle-free core. The hyphal plasma membrane is seen as a thin dark line immediately to the right of the Spitzenkörper; two thin wall layers are seen outside the plasma membrane.



Simplified model of wall growth at the hyphal apex. From Deacon (1997)



Simplified model of apical growth of fungal hyphae. G = Golgi body; V = vesicle; M = microtubule. From Deacon (1997).

The apical vesicles that make up the Spitzenkörper are thought to be produced from Golgi bodies and then transported to the tip by elements of the cytoskeleton - perhaps the microtubules, actin microfilaments and motor proteins like myosin.

- The vesicles fuse with the plasma membrane at the tip, and release their contents. These contents almost certainly differ in the different types of vesicle, but are thought to include:

- enzymes involved in wall synthesis,
- enzymes involved in wall lysis,
- enzyme activators,
- some preformed wall polymers such as mannoproteins, although most wall polymers are synthesised *in situ* at the tip.

- The wall is thin and thought to be structurally weak at the extreme tip, enabling new wall materials to be inserted. So the structural integrity of the hyphal tip might depend on the "actin cap" - a meshwork of actin microfilaments. The wall is strengthened progressively behind the apex by cross-linking of wall polymers