

# Els supervivents de Chernobyl: Fongs en ambients extrems



Universitat Autònoma de Barcelona  
Facultat de Biociències  
Grau de Microbiologia

Autor: Alex Delgado Diaz | Tutora: Laia Guàrdia Valle

## Introducció

En la dècada dels 90, el microbiòleg Nelli Zhdanova del Institut de Microbiologia i Virologia de Kiev, va publicar una sèrie d'informes on es relatava el creixement de fongs a les parets de l'accidentada central nuclear de Chernobyl (Fig.1) i al terreny del voltant. Es van aconseguir identificar unes 200 espècies totes elles amb una peculiaritat: la melanina, un pigment capaç d'absorbir la radiació ionitzant.

Aquests estudis van inspirar, entre altres, als investigadors del Albert Einstein College of Medicine de Nova York liderats per Ekaterina Dadachova i Arturo Casadevall, per investigar la funció de la melanina en les rutes metabòliques d'aquests fongs.



Fig.1 Reactor 4 de l'accidentada central nuclear de Chernobyl. <http://3.bp.blogspot.com/34fbk42.jpg>

## Melanina

La melanina és un pigment format per polímers complexos que es troba a les cèl·lules de tots els regnes [1].

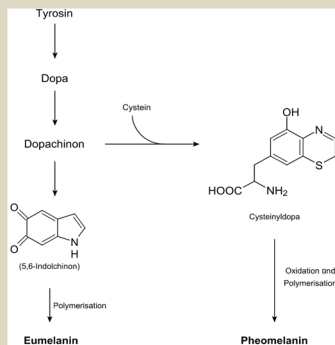


Fig. 2 Procés de formació de dos tipologies de melanina, la eumelanina i la feomelanina. [http://patentimages.storage.com/img/000017\\_0001.png](http://patentimages.storage.com/img/000017_0001.png)

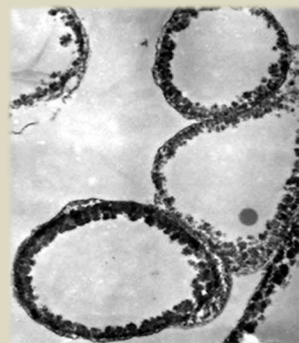


Fig. 3 *Cryptococcus neoformans* melanitzat openi.nlm.nih.gov

Als fongs, la melanina els protegeix del dany provocat per la llum UV, redueix l'estrès oxidatiu, transduïx d'energia, i participa en els processos de transferència d'electrons [1].

## Conclusions

La melanina és un pigment que es troba a tots els regnes biològics, fet que suggereix que aquest compost és una molècula molt antiga que va sorgir d'hora en el curs de l'evolució. La melanina és un polímer complex, amb varietat de propietats, que es pot crear enzimàticament a partir de precursors relativament simples. Un aspecte notable és la seva capacitat d'absorbir tot tipus de radiació electromagnètica, fet que dóna a aquest pigment la capacitat tant de protegir com de transferir energia. Trobar organismes melanitzats en entorns d'alta radiació, com el reactor danyat de Chernobyl, estacions espacials, muntanyes antàrtiques, i l'aigua de refrigeració del reactor juntament amb fenòmens de radiotropisme, planteja la interessant possibilitat de que les melanines tinguin funcions anàlogues a altres pigments de captació d'energia, com ara la clorofil·la, i que puguin tenir aplicacions tant diverses com: l'ús de fongs en missions espacials, micoremediació de sòls contaminats o la creació de tractaments eficaços contra la criptococcosis. No obstant, cal seguir investigant, ja que les rutes metabòliques exactes i els mecanismes utilitzats per la melanina per crear les seves magnífiques propietats, continuen sent encara, un misteri.

**Referències:** Bits'ky O.A., Kalinin V. G., Karatayev B. A., Kondratyev O.A., Stepanov I.K., Checherov K.P. & Shryve O.P. (1997) Types of radioactive contamination and peculiarities of work aimed at improving radiation situation in the 'Shelter' premises. In Chernobyl Catastrophe. 40-44. // Zhdanova N, Zakharchenko A, Vember V, Nakonechnaya T (2000) Fungi from Chernobyl: mycobiota of the inner regions of the containment structures of the damaged nuclear reactor. Mycol. Res. 104: 1421-1426. // Dadachova E, Casadevall A (2008) Ionizing Radiation: how fungi cope, adapt, and exploit with the help of melanin. Curr. Opin. Microbiol. 11: 525-531. // [1] Wang Y, Aisen P, Casadevall A (1996) Melanin, melanin "ghosts" and melanin composition in *Cryptococcus neoformans*. Infect. Immun. 64: 2420-2424. // [2] Heitman J, Kozel T, Kwon-Chung K, Perfect J, Casadevall A (2010) *Cryptococcus*: from human pathogen to model yeast. Radiation, melanin protection. 59-61. // [3] Dadachova E, Bryan RA, Huang X, Moaddel T, Schweitzer AD, Aisen P, Nosanchuk JD, Casadevall A (2007) Ionizing radiation changes the electronic properties of melanin and enhances the growth of melanized fungi. PLoS One 5: 457 // [3] Turick CE, Ekechukwu AA, Milliken CE, Casadevall A, Dadachova E (2011) Gamma radiation interacts with melanin to alter its oxidation-reduction potential and results in electric current production Bioelectrochemistry 82 // Bryan R, Jiang Z, Friedman M, Dadachova E (2011) The effects of gamma radiation, UV and visible light on ATP levels in yeast cells depend on cellular melanization. Fungal Biol. 115

## *Cryptococcus neoformans*

*Cryptococcus neoformans* és un fong levaduriforme, basidiomicot i encapsulat de la família Tremellaceae que provoca la malaltia coneguda com criptococcosis, una micosis sistèmica. Presenta radiotropisme, i a més, pot créixer amb melanina o sense, fet que ajuda a l'estudi de la funció d'aquest pigment [2].

Sample	Reaction system		
	Ferricyanide+melanin	Ferricyanide-NADH+melanin	
	Ferricyanide reduced	NADH oxidized	Ferricyanide reduced
Untreated melanin	40 nmol	37 nmol	75 nmol
	V' = 9 nmol/min		V = 30 nmol/min
Irradiated melanin, 20 min	60 nmol	100 nmol	200 nmol
	V = 13 nmol/min		V = 80 nmol/min
Irradiated melanin, 40 min	170 nmol	150 nmol	300 nmol
	V = 38 nmol/min		V = 120 nmol/min

V' - initial velocity is expressed in nanomoles of ferricyanide reduced per min.

Fig.4 Reaccions acoblades de NADH i ferricianida. La reducció de NADH augmenta quatre vegades més en presència de radiació. [3]

L'exposició a la radiació fa que la velocitat de reducció del NADH augmenti quatre vegades més, passant de 30 nmol/min de ferricianida a 120 nmol/min després de l'exposició a la radiació durant 40 minuts en cèl·lules amb melanina (Fig. 4) [3].

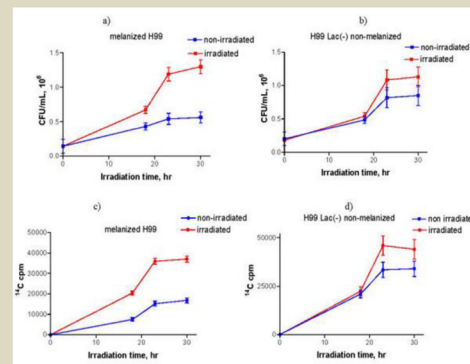


Fig.5 En presència de medi mínim (limitació de nutrients) a) Creixement de *C. neoformans* H99 amb melanina en irradiació on creix 2,5 CFU/mL · 10<sup>6</sup> més que sense irradiació. b) Creixement de *C. neoformans* H99 sense melanina (Lac-), no es veuen diferències. c) Incorporació de <sup>14</sup>C més elevat en cèl·lules irradiades. d) Incorporació similar de <sup>14</sup>C, no es presenten diferències significatives. [3]

La presència de melanina contribueix a l'augment del creixement cel·lular en front a l'exposició de radiació en condicions de límits de nutrients, ja que la captació de <sup>14</sup>C a la cèl·lula va ser més significativa en *C. neoformans* amb melanina irradiats (Fig. 5)[3].

Per comprovar que els processos succeeixen gràcies a la melanina i no a cap altre lloc de la cèl·lula, es van utilitzar dos components: el MTT (intracel·lular) i el XTT (extracel·lular).

La melanina es troba molt a prop de la paret cel·lular, el que va conduir a una major reducció de XTT en cèl·lules amb melanina irradiades [3].

Mostrant-se així, que el pigment és l'encarregat d'utilitzar la radiació per una eficient transferència d'electrons i per l'augment del creixement cel·lular, ajudant d'aquesta manera al fong a sobreviure en ambients radioactius.