

Fongs com a bioremediadors de sòls agrícoles contaminats per radionúclids: ^{137}Cs i ^{90}Sr

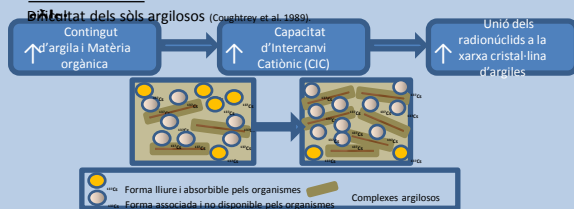
Arnau Coll Beltrán. Grau en Biologia Ambiental. 2013.

Introducció

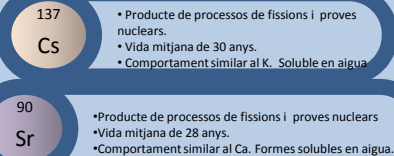
Fins fa poc, la major part de les tecnologies de remediació de contaminants edàfics consistien en remoure la superfície del sòl, realitzar excavacions i tractaments físico-químics. Actualment creix l'interès d'utilitzar una estratègia innovadora i més beneficiosa pel medi ambient: la **bioremediació**, concretament la utilització de plantes, fongs i microorganismes per reduir o eliminar ("remeiar") els contaminants de l'ambient. (Boulois et al. 2008).

La bioremediació de sòls agrícoles contaminats per radionúclids va començar a guanyar interès pels científics i tècnics el 26 d'abril de 1986 a partir del catastròfic accident de la central nuclear de Tchernòbil, on grans quantitats de radionúclids van ser alliberats i transmesos a la xarxa tròfica a partir de les plantes i animals domèstics, sobretot grans quantitats de Cesi-137 i d'Estronci-90 els quals poden ser fàcilment absorbits per moltes espècies de plantes i fongs i entrar fàcilment a la cadena alimentària.

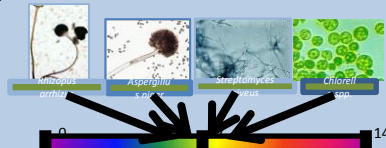
^{137}Cs i ^{90}Sr en



BIOREMEDIACIÓ



Efecte del pH



Eficiència, emmagatzematge i eliminació

L'acumulació de radionúclids en els fongs superiors pot representar una proporció significativa de la càrrega de radionúclids d'un ecosistema. Arribant a 100-250nmol·g⁻¹·h

Un total de 490 Bq·kg⁻¹ de cesi radioactiu s'acumula en els fongs micorízics i saprotròfics d'un bosc boreal de Suècia, en contrast amb els 138 Bq·kg⁻¹ que conté els horitzons orgànics del sòl, líquens, molses, falgueres i angiospermes combinats (Fig. 1).

Table 1. The accumulation in fruitbodies of a number of fungal species

Fungus	Isotope	Concentration (Bq/kg dry weight)
Coriarius praestans	^{137}Cs	0.5
Laccaria amethystina	^{137}Cs	43
Coriarius amethystina	^{137}Cs	44
Agaricus spp.	^{137}Cs	0.05
Uromyces spp.	^{137}Cs	0.56
Various	^{137}Cs	0.09-0.947
Various	^{137}Cs	0-33
Various	^{137}Cs	1400-3700
Various	^{137}Cs	0.3-20
Various	^{137}Cs	300-1800
Various	^{90}Sr	0-0.004
Lactarius rufus	^{137}Cs	1.8-7.2
Boletus longistipes	^{137}Cs	8.7-14.2
Arctomys badius	^{137}Cs	0.3-6.7
Arctomys badius	^{239}Pu	0.007-0.03
Various	^{137}Cs	0-2.86
Various	^{239}Pu	0.001-0.36

Fig. 1: Acumulació de radionúclids en els cossos fructífers de determinades espècies de fongs.

S'ha vist que, al cap d'un període d'entre 1,5 i 8 anys, l'eficiència en captar i immobilitzar els radionúclids disminueix considerablement. (Fig. 2) Reduint la llixiviació un 40-80%

Per això, en tècniques de bioremediació és important la utilització d'aquells fongs que tenen una activitat moderada però constant al llarg dels anys (Amundsen I. 1995)

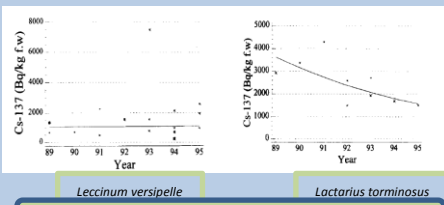
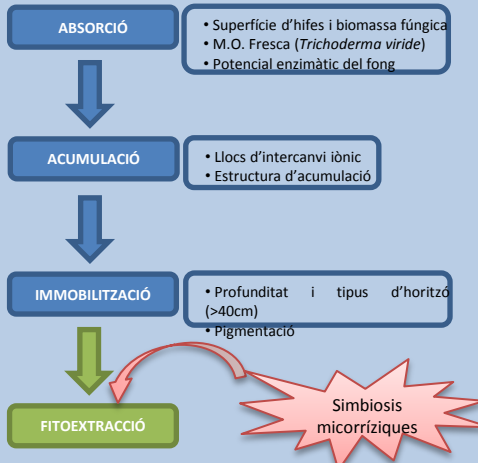


Fig. 2: Nivells de ^{137}Cs (Bq/kg fresc) mostrats en el període 1989-1995 en *Leccinum versipelle* (esquerra) i *Lactarius torminosus* (dreta). Amb una corba de regressió exponencial (línia negra).

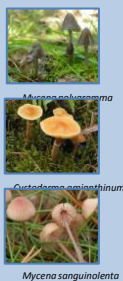
Factors que afecten el procés

(Dighton 2008, Entry et al. 1995 i Leyval et al. 2002)



Utilització de fongs micorízics

El 90% de les plantes terrestres tenen associacions micoríziques al sòl (Smith 1997). Aquest component fúngic té el potencial d'immobilitzar entre un 10 i un 100% del Cs radioactiu total del sòl, el qual pot estar immobilitzat durant llargs períodes de temps, especialment en simbiosis ectomicoríziques. (Avery S. 1995) Fet que sigui una bona estratègia la utilització de fongs micorízics en la fitoremediació.



Treatment	Contaminated soil			Uncontaminated soil	
	Specific activity (Bq/g)	Biomass d.w. (g)	Infection efficiency (% in roots)	Biomass d.w. (g)	Infection efficiency (% in roots)
Uninoculated	1.56	2.40	40.8	2.86	0
S.D.	±0.23	±0.28	±36.7	±0.33	
Inoculated	2.23	2.66	44.8	3.18	34.4
S.D.	±0.41	±0.12	±34.2	±0.28	±20.6

Fig. 3: Impacte de la inoculació de micorízics en l'activitat específica del ^{137}Cs sobre la producció de biomassa del sòl i la freqüència d'infecció de les arrels en el porro (*Allium porrum*) ± desviació estàndard, n=4. Font: Rosén 2005.

Estudis recents i aplicacions futures

Use of mycorrhizal fungi for the phytostabilisation of radio-contaminated environment: European project MYRRH



OBJECTIU:

Entendre i avaluar la influència de fongs micorízics en l'acumulació de radionúclids en les plantes per així poder determinar els microorganismes més eficients que s'haurien d'investigar i utilitzar en futures estratègies de fitoremediació (Boulois et al. 2005)

APLICACIONS FUTURES

- ✓ Menys susceptibles a ser ingerides per a animals
- ✓ Instal·lació tancats perimetral de zones properes a pastures
- ✓ Millorament de l'eliminació dels radionúclids immobilitzats
- ✓ Rehabilitació dels sòls
- ✓ Realització *in situ*
- ✓ Us d'espècies autòctones



Apunt final

Tot hi la falta de coneixement que encara existeix sobre els mecanismes, processos i efectes implicats a l'absorció i retenció de radionúclids per fongs i que els experiments realitzats encara no s'han aplicat en camps agrícoles reals, les dades experimentals suggereixen que els fongs poden ser una peça clau per a una bioremediació eficaç i sostenible.

És necessari el desenvolupament de tecnologies globals i integrades d'edafòlegs, biòlegs moleculars i fisiòlegs vegetals per a una bioremediació eficient i sostenible a curt i llarg termini, respectuosa amb la salut humana i ambiental

Bibliografia

- Avery S. 1995. Fate of Caesium in the Environment: Distribution between the abiotic and biotic components of aquatic and terrestrial ecosystems. J. Environ. Radioactivity; 1996; 30: 139-171.
- Amundsen I., Gulden G. I. Strand P. 1995. Accumulation and long term behaviour of radioactivity in Norwegian fungi. The Science of the Total Environment 1996 184: 163-171.
- Boulois H., Leyval C., Jøner E. J., Jakobsen I., Chen B., Roos P., Thiry I., Ruyfkin G., Delvaux B., Dieckert S. Use of mycorrhizal fungi for the phytostabilization of radio-contaminated environment (European project MYRRH): Overview on the scientific achievements. Radioprotection (2005) 40: S41-S46
- Boulois H. 2008. Role and influence of mycorrhizal fungi on radionuclide accumulation by plants. Journal of Environmental Radioactivity (2008) 99: 785-800
- Coughtry, P. J., Kirtan, J. A., Mitchell, N. G., Morris, C. 1989. Transfer of radioactive caesium from soil to vegetation and comparison with potassium in upland grasslands. Environmental Pollution 62: 281-315.
- Dighton J. et al. 2008. Fungi and ionizing radiation from radionuclides. University of Lincoln Field Station, PO Box 206, 501.
- Entry, J. A., Vance, N. C., Hamilton, M. A., Zabowski, D., Watrud, L. S., Adriano, D. C. 1996. Phytoremediation of soil contaminated with low concentrations of radionuclides. Water, Air, and Soil Pollution 88: 167-176.
- Leyval C., Jøner E. J., del Val C. I. Haselwandter K. 2002. Potential of arbuscular mycorrhizal fungi for bioremediation. Mycorrhizal Technology in Agriculture: from genes to bioproducts. 175-186
- Rosen K., Weiling Z., Martenson A. 2004. Arbuscular mycorrhizal fungi mediated uptake of ^{137}Cs in leek and ryegrass. Science of the Total Environment (2005) 338:283-290
- Smith, S. E., Read, D. J., 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, San Diego