

Funghi: la materia prima del futuro

La sua presenza nella cultura umana risale alla notte dei tempi. Fin dall'antichità, i funghi di bosco sono stati utilizzati come cibo e prodotti farmaceutici. Il pupazzo di neve, Ötzi, scoperto al confine italo-austriaco, trasportava, più di 5.000 anni fa, funghi secchi nel suo bagaglio come supporto medicinale.

Nella medicina tradizionale cinese e indiana i funghi svolgono un ruolo fondamentale, e specie come il *Ganoderma lucidum* sono alla base di importanti lavori di ricerca nella ricerca dei glicosidi antitumorali.

Un uso *alternativo* dei funghi è quello che si dice che Agrippina abbia fatto del fungo velenoso *Amanita phalloides* per intrattenere suo fratello Caligola e, per inciso, sgombrare il percorso imperiale per suo figlio Nerone.

Oggi i funghi sono più importanti che mai. Il futuro della nostra specie richiede una transizione ecologica urgente, obiettivo prioritario dell'Unione Europea per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Per raggiungere questo obiettivo sono in corso importanti iniziative per recuperare la biodiversità del pianeta; trasformare l'attuale modello alimentare in un sistema sostenibile e promuovere l'economia circolare. I funghi svolgono un ruolo cruciale se vogliamo che questi obiettivi vengano raggiunti.

Sono i principali decompositori della biomassa, inoltre sono una fonte proteica alternativa per nutrire un'umanità in crescita e sono essenziali per la stabilità dei sistemi forestali.

Per tutto questo sono, più che mai, nel mirino della scienza.

Nel gruppo di ricerca GenMic Genetica, Genomica e Microbiologia dell'Università Pubblica di Navarra (UPNA) lavoriamo da trent'anni sulla biologia molecolare, genetica e genomica dei funghi (basidiomiceti superiori), per sviluppare applicazioni in questi campi.

Esistono due gruppi di funghi: gli ascomiceti, che generalmente si presentano come organismi unicellulari (lieviti) o organismi filamentosi (muffe), e i basidiomiceti, che producono grandi corpi fruttiferi (funghi) per lo più associati alle piante, formando micorrize.

Gli ascomiceti sono stati ampiamente studiati, poiché questo gruppo comprende specie così importanti dal punto di vista tecnologico come il lievito del pane, del vino e della birra (*Saccharomyces cerevisiae*), il lievito *Candida albicans* e il fungo filamentoso *Aspergillus fumigatus*, che causano, tra gli altri cose, da infezioni opportunistiche negli esseri umani.

Nel gruppo degli ascomiceti ci sono anche produttori di antibiotici, come la penicillina (*Penicillium notatum*), e la ciclosporina (*Tolytocladium inflatum*) o la lovastatina (*Aspergillus terreus*), usata come medicinale contro il colesterolo.

Tuttavia, il secondo gruppo di funghi, i basidiomiceti, è molto meno noto e il nostro gruppo di lavoro si è specializzato in essi.

Alla ricerca di nuovi farmaci e prodotti industriali

In qualsiasi foresta intorno a noi, in autunno o in primavera, si possono vedere vari tipi di funghi a terra o che crescono sui tronchi degli alberi, riflettendo un'enorme rete di filamenti invisibili.

Questa rete è la biomassa vegetativa che formano i funghi. Infatti, il più grande organismo vivente identificato

sulla terra è un fungo basidiomicete (*Armillaria ostoyae*) il cui micelio copre un'area di oltre 900 ettari in una foresta dell'Oregon.

La grande varietà di ecosistemi forestali con la loro diversità di interazioni con piante, animali, batteri e altri funghi suggerisce che i basidiomiceti di questi ecosistemi, che appaiono come cerniera tra il regno vegetale e quello animale, debbano produrre una varietà inesplorata di enzimi e metaboliti secondari che possono arricchire l'arsenale di farmaci e prodotti industriali di cui disponiamo attualmente.

Una delle linee di lavoro del nostro gruppo è identificare quegli enzimi di interesse prodotti dai basidiomiceti per produrli e utilizzarli in applicazioni industriali o farmaceutiche.

Intrappolare il carbonio imitando i funghi

I funghi sono, insieme ad animali e piante, il terzo gruppo di organismi macroscopici nel nostro mondo. Condividono la loro immobilità con le piante, anche se, a differenza di loro, non sono capaci di fotosintesi, quindi devono decomporre la materia nel loro ambiente per nutrirsi.

Questo sistema di ottenimento del cibo rende i funghi i principali decompositori della biomassa vegetale, e li rende essenziali nel ciclo del carbonio negli ambienti forestali.

I funghi basidiomiceti hanno svolto un ruolo fondamentale nell'accumulo geologico di depositi di carbonio sotto forma di combustibili fossili. La comparsa di un loro gruppo (il cosiddetto marciume bianco) è stata addirittura associata alla fine di questo accumulo e, quindi, alla fine del periodo carbonifero. Ciò riflette l'enorme lavoro di riciclaggio della biomassa sul pianeta, nel corso della sua storia, che questi funghi hanno sviluppato.

Il nostro gruppo ha collaborato intensamente con il *Joint*

Genome Institute dell'Università della California in progetti di sequenziamento genomico e metagenomico di basidiomiceti. Vogliamo identificare nuove varianti di enzimi e processi che ci consentano di comprendere meglio il ciclo del carbonio e sviluppare applicazioni da quegli enzimi fungini coinvolti in esso.

Sono un alimento ricco di proteine e molto apprezzato in gastronomia. Tuttavia, fino ad oggi, molte specie non possono essere coltivate. Alcuni esempi sono il porcino (*Boletus edulis*), il cappuccio da latte (*Lactarius deliciosus*) e il tartufo nero (*Tuber melanosporum*).

Ci sono altre specie che sono state coltivate, come il fungo (*Agaricus bisporus*), il fungo ostrica (*Pleurotus ostreatus*), il fungo cardo (*P. eryngii*), lo Shiitake (*Lentinula edodes*) e molti altri che sono anche molto apprezzati in la cucina e il mercato.

Il nostro gruppo ha partecipato allo sviluppo di strumenti genetici e molecolari per migliorare la coltivazione e la produzione del fungo ostrica. Abbiamo ottenuto il sequenziamento del suo genoma in un progetto di collaborazione internazionale sviluppato presso il *JGI*.

Ora stiamo lavorando per comprendere la complessa riproduzione dei basidiomiceti, e questo ci consentirà di sviluppare strategie per la loro manipolazione e per indurre la fruttificazione nelle colture di funghi che fino ad ora possono essere raccolte solo stagionalmente.

I biocarburanti come futuro

Il fungo ostrica *Pleurotus ostreatus* è un fungo marciume bianco che degrada la lignina nel legno. Degradandola, lascia la cellulosa aperta all'attacco di altri microrganismi ed enzimi.

Questi enzimi mettono a disposizione dei processi fermentativi

l'enorme quantità di carbonio immagazzinata nella lignocellulosa: il principale deposito di carbonio sulla Terra.

Questo processo è di grande interesse per il trattamento biologico dei residui vegetali e forestali che consentirà la produzione di biocarburanti di seconda generazione.

Il nostro gruppo ha partecipato al sequenziamento del genoma di *Serpula lacrymans* in un progetto che ha fatto luce sul meccanismo attraverso il quale questo tipo di funghi svolge la sua funzione ecologica.

Nuovi cibi e nuovi vestiti

Per finire, diamo uno sguardo al futuro del cibo e dell'abbigliamento. I funghi possono produrre nuove proteine □che integrano o sostituiscono quelle di origine animale sotto forma di integratori o come base per produrre alternative alla carne con un maggior apporto di fibre e una totale assenza di colesterolo.

Ma forse un recente progresso spettacolare è stato l'uso dei funghi per produrre alternative alla pelle nella produzione non solo di accessori (borse, scarpe sportive) ma anche di linee di moda come quella recentemente presentata da Stella McCartney a Parigi sull'uso della pelle di funghi vegan.

Ricerca a cura di Lucia Ramirez Professore presso il Dipartimento di produzione agricola gruppo di ricerca di genetica e microbiologia, Università pubblica di Navarra