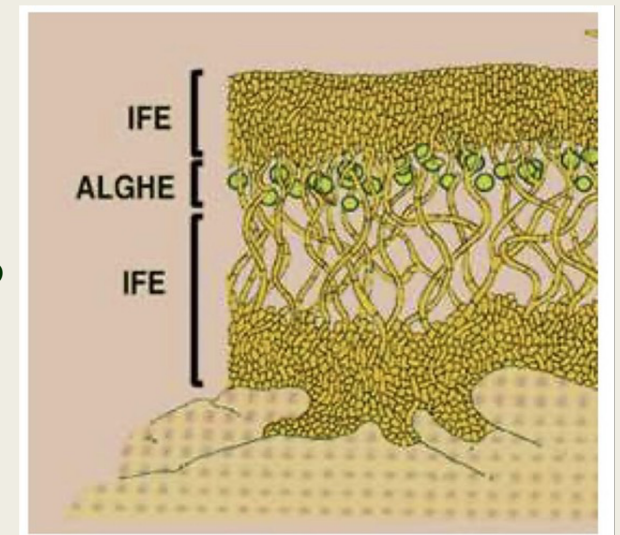


## *Perché i licheni sono organismi adatti al biomonitoraggio atmosferico?*

- assenza di strutture di protezione rispetto all'ambiente esterno (mancano di cuticola, stomi)
- capacità di assorbimento e accumulo di sostanze anche a concentrazioni basse
- impossibilità di liberarsi delle parti vecchie o intossicate
- accrescimento lento e costante (non stagionale)
- ciclo vitale sufficientemente lungo
- Non capaci di movimento e con ampia distribuzione sul territorio
- presenza di diversi gradi di tolleranza specie-specifico ( “scale di tolleranza” specie- specifiche)
- accertata sensibilità agli agenti inquinanti
- resistenza agli stress ambientali (organismi poichiloidrici)



## ***Licheni come bioaccumulatori - Biomonitors***

- Metodo basato sull'analisi quali-quantitativa delle sostanze accumulate nei talli lichenici e permette di stimare il grado di diffusione degli inquinanti nell'ambiente (anche a concentrazioni basse non misurabili con strumenti), individuando le fonti principali.
- I licheni sono utilizzati per misurare idrocarburi clorurati, radionuclidi (es. alte [Cs-137] in lapponia scandinavia – Chernobyl, 1986 - oltre 10000/kg becquerels di Cs-137, limite legale per la vendita di 300 becquerels per Kg)\*, metalli pesanti e composti tossici a base di zolfo e fluoro, presenti in aree urbane e industriali.

## ***Licheni come bioaccumulatori - Biomonitors***

Uso eventuale di talli trapiantati e la scelta della specie lichenica è fatta in base alla sua frequenza e distribuzione nel territorio e alla sua morfologia (preferenza per specie con talli fogliosi).

In Italia sono stati condotti studi soprattutto in prossimità di complessi industriali (*Xantoria parietina*, *Parmelia solcata*, *P. camerata*).

Interessanti nuove applicazioni di biomonitors lichenici negli studi di geochimica, di sorgenti geotermali, di attività vulcanica e sismica (analisi di mercurio, radon ed elio) che prevedono analisi su vasta aree.



## *Quali sono le risposte dei licheni in presenza di inquinamento atmosferico?*

- alterazioni fisiologiche dell'equilibrio tra alga e fungo (es. SO<sub>2</sub> interferisce nei processi di fotosintesi, respirazione, trasmissione di carboidrati tra i simbioti)
- alterazione cromatiche e morfo-strutturali del tallo
- cambiamenti nella copertura e abbondanza delle specie licheniche (sp. crost./fogliose)
- variazione nella composizione floristica delle comunità licheniche variazioni in termini di biodiversità con riduzione delle specie nel tempo e nello spazio
- accumulo crescente di sostanze inquinanti negli organismi

Negli studi di biomonitoraggio i licheni possono essere utilizzati come:

**BIOACCUMULATORI** per valutare concentrazioni di inquinanti (es. metalli pesanti, radionuclidi)

**BIOINDICATORI** per avere informazioni sulla qualità dell'aria (gas fitotossici - SO<sub>2</sub>, NO<sup>x</sup>), tramite l'applicazione di indici lichenici (organismi spia)

## ***VANTAGGI***

- non presenta particolari difficoltà in termini sistematici (studi su una sola specie)
- non presenta particolari difficoltà per la determinazioni analitica e quantitativa delle sostanze tossiche accumulate (uso di comuni procedure di spettrofotometria, gas-cromatografia, rilevatori di radioattività);
- fornisce dati estesi in senso spaziale e temporale e con costi più contenuti rispetto all'analisi strumentale.

## ***SVANTAGGI***

- metodica che non consente di ottenere valori traducibili in misure di concentrazione assoluta dell'aria;
- i dati ricavati da altri studi sono confrontabili solamente se sono state utilizzate le stesse specie licheniche e le stesse procedure di campionamento e analisi;
- per analisi di vaste aree, metodologia utile per una prima valutazione dell'inquinamento ambientale; approccio complementare al monitoraggio strumentale.

## *Le macrofite come bioindicatori e bioaccumulatori in ambiente acquatico*

- Pleustofite: idrofite senza apparato radicale sia natanti che sommerse, presenti dove la corrente è inferiore (es. *Lemna* sp., *Azolla* sp., *Spyrodela* sp.)
- Rizofite: idrofite con apparato radicale che penetra nel substrato, totalmente o prevalentemente sommerse, presenti sia in acque stagnanti che in acque correnti (es. *Myriophyllum* sp., *Elodea* sp., *Potamogeton* sp.)
- Elofite: specie con apparato radicale robusto e ancorato nel substrato melmoso saturo di acqua, mentre la porzione superiore (soprattutto gli apparati fiorali) è sempre emersa. Si trovano lungo i fiumi, specialmente la dove il passaggio tra la zona alveo e sponda risulta graduale (es. *Phragmites* sp., *Typha* sp.).