

**Liceo Scientifico "G. da Piaz" di Feltre (BL)**

**con annessa sezione Classica**

**A.S. 2001 – 2002**

*Sulle tracce di Cernobyl*

## **Ricercatori “per un giorno”**

*Gli allievi del Liceo Scientifico “G.Dal Piaz” di Feltre (BL) protagonisti di una ricerca sperimentale volta a studiare il fenomeno della radiocontaminazione negli ambienti montani del bellunese mediante l’impiego di licheni come bioaccumulatori*



**Coordinamento didattico:** *prof. Giovanni Storti e prof.ssa Caterina Galifi*

**Coordinamento scientifico:** *dr. Juri Nascimbene*

**Collaborazioni:** *ARPAV di Belluno - sez. Fisica ambientale.*



## IMMAGINE DA SATELLITE DELLA PROVINCIA DI BELLUNO



## *Sulle tracce di Cernobyl*

### **Ricercatori “per un giorno”**

*Gli allievi del Liceo Scientifico “G.Dal Piaz” di Feltre (BL) protagonisti di una ricerca sperimentale volta a studiare il fenomeno della radiocontaminazione negli ambienti montani del bellunese mediante l’impiego di licheni come bioaccumulatori*

Il Liceo Scientifico “G.Dal Piaz” di Feltre (BL), attivo da diverso tempo nel campo dell’educazione ambientale, in questi ultimi tre anni scolastici ha affrontato il tema dell’analisi della radioattività nelle zone montane del Bellunese mediante l’utilizzo dei licheni come bioaccumulatori di sostanze radioattive.

Nei primi due anni, in cui il progetto è stato sviluppato in maniera parallela anche dall’Istituto per chimici “U. Follador” di Agordo (BL) e dal Liceo Scientifico “Galilei” di Belluno, l’attività è stata proposta agli allievi come un corso di approfondimento facoltativo con appuntamenti pomeridiani. A partire da quest’anno il progetto è inserito a pieno titolo in sede curriculare, operando nella “quota locale” dell’orario che permette un utilizzo alternativo del 15% del monte ore.

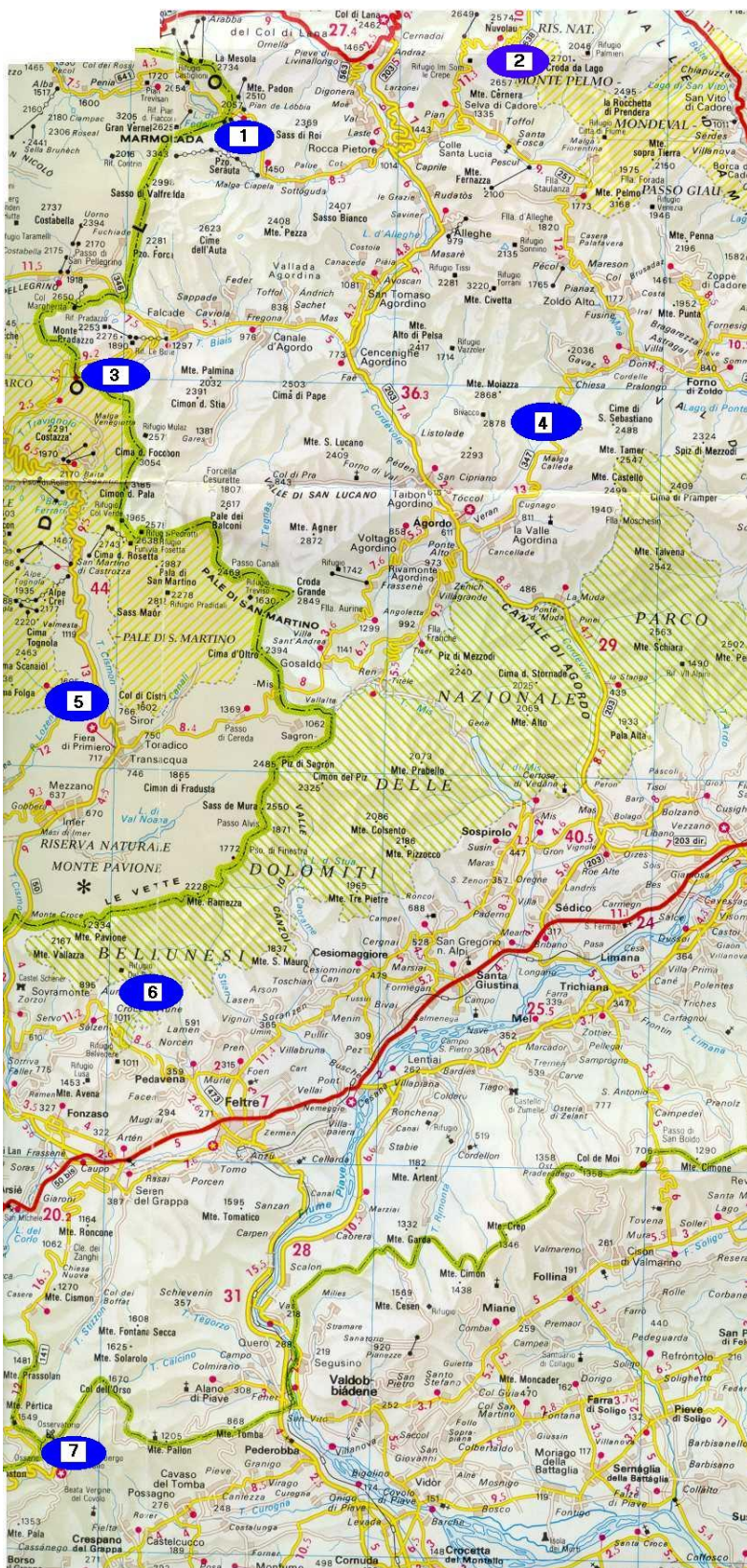
La ricerca è stata possibile grazie alle collaborazioni che il nostro Istituto ha saputo attivare con alcuni Enti che operano nei settori ambientale e culturale. Fondamentali sono risultati i contributi della Provincia di Belluno che, mediante il circuito “Provincia e Spettacolo”, ha messo a nostra disposizione un naturalista professionista che ci ha seguito nello svolgimento della ricerca, dell’ARPAV di Belluno sez. di Fisica Ambientale il cui personale ha eseguito le analisi dei campioni da noi raccolti, e il contatto con il Dipartimento di Biologia - sezione Geobotanica - dell’Università di Padova, fondamentale per l’impostazione metodologica del lavoro.

La ricerca è stata effettuata in tre diverse aree della provincia di Belluno: Prealpi, Dolomiti esterne e Dolomiti interne, zone paesistiche che presentano tra loro delle differenze bioclimatiche.

Le correnti dell’Adriatico infatti si arrestano in prevalenza sui primi massicci montuosi delle Prealpi e delle Dolomiti esterne determinando una diminuzione di umidità man mano che si procede verso l’interno dell’area dolomitica: per questo motivo la zona prealpina è decisamente meno arida di quella delle Dolomiti interne.

Sulle Prealpi prevale un clima temperato-caldo ai piedi dei massicci, mentre sulle cime si instaurano condizioni alpine con piovosità elevata. Nella zona delle Dolomiti esterne il clima è di tipo alpino,





**SITI DI  
RILEVAMENTO  
ANNO  
SCOLASTICO  
1999/2000**

1. Passo Fedaia  
2057 m s.l.m.
2. Passo Giau  
2236 m s.l.m.
3. Passo Valles  
2032 m s.l.m.
4. Passo Duran  
1650 m s.l.m.
5. Lago Calaita  
1600 m s.l.m.
6. Vette Feltrine  
1800 m s.l.m.
7. Monte Grappa  
1700 m s.l.m.

ma a carattere suboceanico, mentre nelle Dolomiti interne il clima è a carattere continentale con precipitazioni limitate.

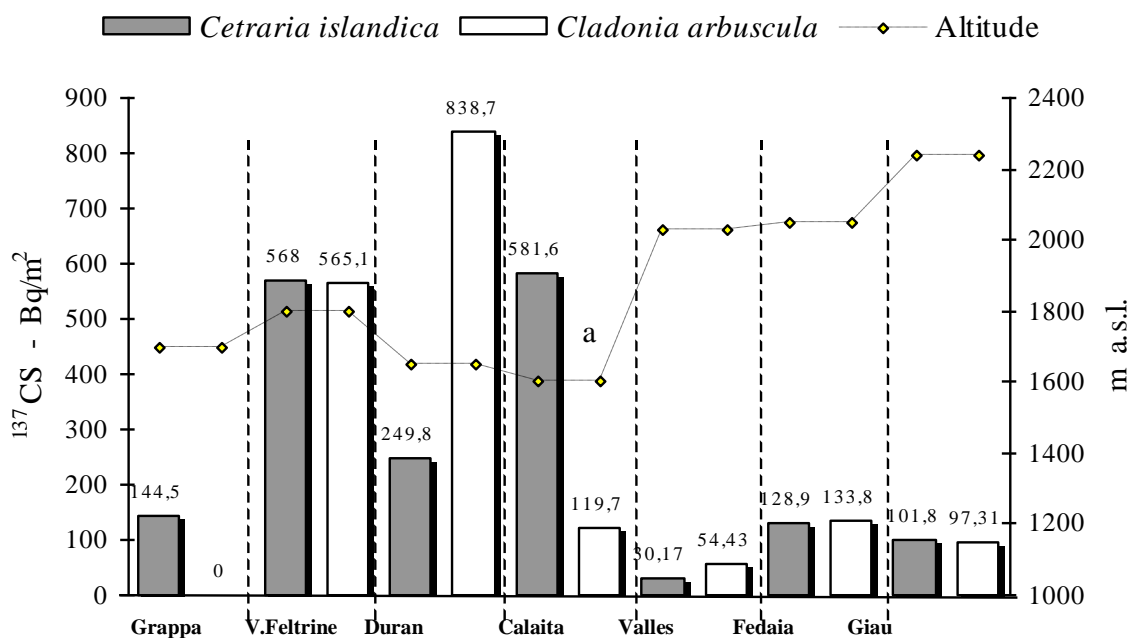
Nei tre anni in cui questo studio si è svolto i principali siti di rilevamento sono stati: le Vette Feltrine, il Monte Grappa, il Lago di Calaita e i passi dolomitici del Duran, Valles, Fedaia e Giau, variando quindi dai 1600 m ai 2500 m di quota.

Durante i primi due anni del progetto si è puntato a verificare la possibilità concreta di utilizzare la tecnica di biomonitoraggio sull'intero territorio montano della provincia di Belluno, cercando di evidenziare gli eventuali impedimenti legati sia alla reale distribuzione dei licheni nell'area di studio, sia ad eventuali altri fattori ambientali connessi al tipo di approccio da noi intrapreso.

Per questo motivo le nostre raccolte furono distribuite in aree tra loro differenti in maniera tale da registrare eventuali gradienti o schemi di distribuzione spaziale influenzati, ad esempio, dalle differenze climatiche della provincia.

I risultati del primo anno (1999) furono lusinghieri dal momento che i valori di radioattività riscontrati nei sette siti disposti a transetto dalle Dolomiti alle Prealpi mostravano un discreto gradiente che noi ipotizzammo legato ai diversi regimi pluviometrici, con un minimo di radiocontaminazione nelle aree più interne e i valori più elevati nelle zone più meridionali

#### GRAFICO 1



***Il grafico illustra i valori di  $Cs_{137}$  riscontrati nei campioni del 1999 raccolti nei sette siti distribuiti a transetto tra Prealpi e Dolomiti.***

***Le misurazioni effettuate su *Cetraria Islandica* e *Cladonia Arbuscula* denotano uguali livelli di bioaccumulo nelle due specie e un discreto gradiente tra Prealpi e Dolomiti interne, dove si sono registrati i valori più bassi.***

***Nel complesso i dati denotano una scarsa radiocontaminazione.***



E' importante sottolineare che i valori riscontrati sono bassi e che non vi è nessun pericolo per la popolazione.

Tuttavia il nostro entusiasmo venne attenuato dai riscontri dell'anno successivo (2000) che indicavano una sensibile variabilità del dato e mettevano in crisi la nostra ipotesi iniziale.

A questo punto la scelta è stata quella di approfondire lo studio per valutare alcuni aspetti critici legati al campionamento del materiale lichenico, fase da noi ritenuta cruciale nell'influenzare i risultati.

Con questo proposito abbiamo messo a punto una scheda molto dettagliata su cui registrare i dati della stazione di campionamento (vedi scheda allegata) e abbiamo scelto di eseguire 4-5 campionamenti in un unico sito delle Vette Feltrine in cui il substrato è rappresentato dalla Formazione di Fonzaso (calcari selciferi fittamente stratificati) e dai Calcari Grigi (calcari compatti di piattaforma), operando in condizioni variabili. In particolare abbiamo voluto verificare l'influenza di alcuni parametri come la pendenza, l'esposizione e lo spessore dei talli lichenici sulla capacità di bioaccumulo.



Inizialmente si sono utilizzate due specie licheniche molto comuni al suolo in ambiente alpino quali *Cetraria islandica* e *Cladonia arbuscula*, mentre per le verifiche di quest'anno ci si è limitati ad analizzare soltanto la prima in quanto i valori di bioaccumulo riscontrati in precedenza si equivalevano nelle due specie, evitando in questo modo di danneggiare inutilmente l'ambiente.

Una volta prelevati, i talli lichenici sono stati ripuliti dai resti vegetali senza alcun lavaggio e ne è stata accertata la corretta determinazione mediante l'utilizzo di chiavi analitiche, sostanze reagenti e stereomicroscopio.

I campioni sono stati poi posti in scatole di cartone ed inviati al laboratorio di Fisica Ambientale dell'ARPAV di Belluno dove il loro contenuto di radioattività è stato analizzato con il metodo della spettrometria  $\gamma$  con rilevatore al Germanio Iperpuro (Hp Ge) e contenitori da 0,5 litri di forma particolare, chiamati "marinelli" dal nome del primo utilizzatore. Questi sistemi di misura sono associati all'uso di programmi di analisi dei dati sul calcolatore.

Tabella

N°campione	Cs 137 (Bq/m <sup>2</sup> )	Cs 137 (Bq/Kg)	Pendenza (°)	Spessore talli (cm)
1	51,08	70,73	26	4,5
2	137,9	146,2	0	3,5
3	55,39	49,85	10	3
4	129,3	123,3	0	5
5	64,24	61,56	15	4,5

I risultati della verifica di quest'anno (2001) (vedi tabella), come noi prevedevamo, ci fanno capire come sia estremamente importante e delicata la fase di campionamento. Infatti, a parità di fattori stazionali come la quota, l'esposizione, il substrato geologico, la copertura vegetazionale e utilizzando un'unica specie lichenica, i dati dei cinque campioni mostrano un'elevata variabilità





(media  $87 \pm 42$ ). Questa situazione, in parte, ci sembra spiegabile andando a confrontare tra loro i valori della pendenza delle superfici di rilevamento e quelli degli spessori dei talli.

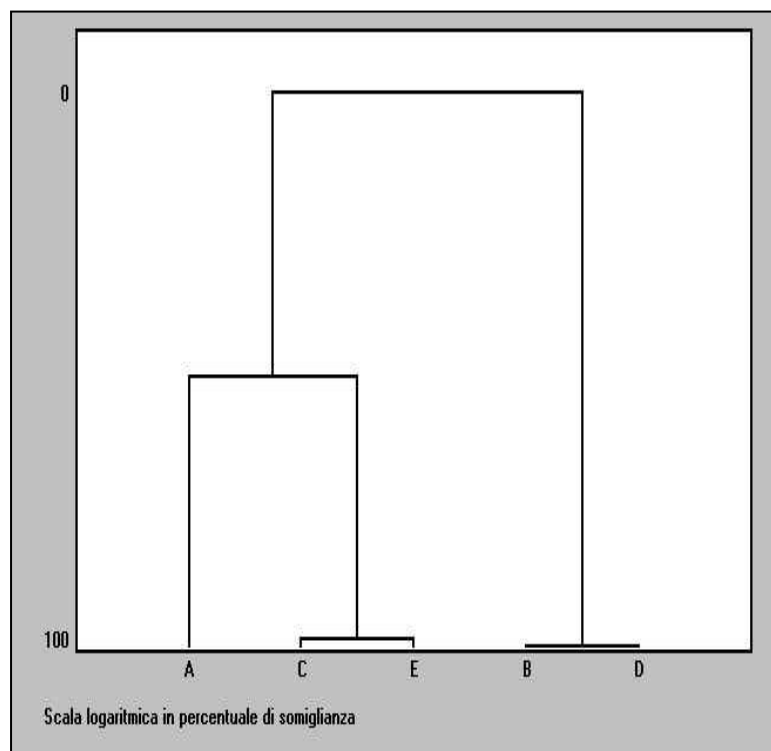
La nostra ipotesi è che la pendenza sia il parametro fondamentale nel determinare diversità di bioaccumulo nei licheni che abbiamo utilizzato, dal momento che i due valori più elevati li abbiamo riscontrati nei due campioni in cui la superficie di rilevamento è piana, mentre nelle altre, in cui si varia da  $10^\circ$  a  $25^\circ$  il contenuto di Cs137 tende a scendere: risulta quindi ottimale operare in condizioni di pendenza nulla.



Anche lo spessore dei talli, ipoteticamente correlato alla loro età, denota una certa influenza sul bioaccumulo di Cs137.

Sulla base dei valori di Cs137, di pendenza della superficie di campionamento e di spessore dei talli, i cinque campioni possono essere suddivisi in due principali raggruppamenti: da una parte i tre campioni con pendenza tra  $10^\circ$  e  $25^\circ$  e di valori di Cs 137 maggiori di 51 e minori di 64 (Bq/m<sup>2</sup>) e dall'altra parte i due campioni raccolti su superfici pianeggianti e caratterizzati da un maggiore bioaccumulo di Cs137. (vedi grafico 2).



**Grafico 2**

*Dendrogramma che illustra la similitudine tra i 5 campioni raccolti nel 2001 sulle Vette Feltrine. I campioni A,C,E sono accomunati da una pendenza della superficie di campionamento compresa tra 10° e 25° e da valori di radioattività compresi tra 51 Bq/m<sup>2</sup> e 64 Bq/m<sup>2</sup>. I campioni B e D sono stati raccolti su superfici pianeggianti e presentano valori di radioattività più elevati compresi tra 129 Bq/m<sup>2</sup> e 140 Bq/m<sup>2</sup>.*

Analoghe considerazioni le abbiamo rilevate su alcuni lavori in cui vengono utilizzate delle briofite come bioaccumulatori di radioattività.

Anche se i risultati scientifici del nostro studio sono di modesta portata, quest'esperienza di "ricercatori sul campo" ci è stata particolarmente utile per la nostra formazione culturale, dal momento che ci ha avvicinato concretamente alle problematiche che normalmente può porre una ricerca scientifica, abituandoci a procedere utilizzando il metodo sperimentale e sviluppando un ragionamento logico su cui basare l'interpretazione dei dati numerici.

**Licheni terricoli in ambiente alpino**





***CETRRIA ISLANDICA* (L.) ACH.**



*Cetraria islandica* si sviluppa prevalentemente su terreni acidi e più raramente su corteccia, nel piano subalpino delle Alpi e nelle zone montuose dell'Italia mediterranea.

Si può trovare sia in luoghi molto soleggiati che in zone di penombra, in ambiente con scarsa presenza di nitrati.

E' un lichene fruticoso, in cui sono presenti alghe verdi, che forma piccoli "cespugli" ramificati, con portamento eretto, di colore bruno-verdastro sulla superficie superiore e grigiastro su quella inferiore, in cui sono presenti evidenti "chiazze" biancastre.

Le ramificazioni presentano sul bordo delle spinule, sono appiattite e tendono a ripiegarsi sui margini.

Sono rari i corpi fruttiferi e la diffusione del lichene avviene tramite frammentazione del tallo.

*Cetraria islandica* viene utilizzata come foraggio per il bestiame nei Paesi del Nord Europa in cui questo lichene forma estese praterie. Grazie alle sue proprietà medicinali viene ancora oggi utilizzata per curare tosse, raffreddore e varie infiammazioni alle vie respiratorie.

***CLADONIA ARBUSCULA* (WALLR.) FLOTOW s.lat.**



*Cladonia arbuscula* si sviluppa su terreni acidi, ricchi di muschi e su resti vegetali. È molto comune sulle montagne più alte della cintura alpina ed è presente anche sui rilievi mediterranei della Sardegna, sia in luoghi molto soleggiati che in zone di penombra, in ambiente di sottobosco.

È un lichene a tallo fruticoso, molto ramificato, di colore verde - giallastro in cui sono presenti alghe verdi. La sua diffusione avviene per frammentazione del tallo.

È il tipico “lichene delle renne” che nelle regioni artiche forma estesi pascoli.





## La radioattività negli ecosistemi naturali

Le piante vascolari possono accumulare radionuclidi nei loro tessuti sia per deposizione passiva sulla loro superficie che per assorbimento “attivo” attraverso il sistema radicale. Il passaggio dei radionuclidi nelle diverse parti della pianta, tramite il sistema vascolare, avviene dalla foglia alla radice e determina, dopo la morte del vegetale, un ulteriore arricchimento radioattivo del terreno. Il suolo è in grado di trattenere queste sostanze per parecchi anni dopo la deposizione con conseguenze particolarmente gravi su terreni utilizzati per coltivazioni e pascolo del bestiame.

Uno dei principali radionuclidi rilasciati dall'incidente di Chernobyl e presente ancora in quantità significative nei nostri territori è il Cesio ( $\text{Cs}_{137}$ ), il cui tempo di dimezzamento è di 30anni.

Il Cesio si comporta diversamente dagli altri radionuclidi in quanto viene assorbito rapidamente dall'apparato radicale e non da quello fogliare della pianta. Cambia quindi il tipo di assunzione da parte delle piante vascolari: la deposizione non è passiva ma attiva. Infatti è stato osservato che la contaminazione delle piante di pascolo e di prato è spesso più alta di quella dei boschi. La causa non è tanto la maggior superficie fogliare delle piante boschive ma il fatto che sulle distese erbose l'acqua ricca di Cesio si deposita più facilmente e in quantità maggiori al terreno ed è quindi assorbita rapidamente dalle radici.

Anche i licheni hanno la capacità di accumulare sostanze radioattive e nel caso di quelli terricoli come *Cetraria islandica* alcuni studi sostengono che la presenza di sostanze radioattive nei talli non sia influenzata dall'interazione con il terreno ma sia in gran parte attribuibile all'assorbimento passivo attraverso la superficie esposta all'atmosfera.

Concludendo c'è da ricordare che gli ioni del Cesio radioattivo, che appartengono alla stessa famiglia chimica del sodio (Na), possono sostituirsi a quest'ultimo nell'organismo umano compromettendone alcune funzioni.

**PROGETTO DI RICERCA: LICHENI COME BIOACCUMULATORI DI  
RADIOATTIVITA' NELLE "TERRE ALTE DELLA PROVINCIA DI  
BELLUNO"**

**SCHEDA PER IL CAMPIONAMENTO**

Data	15 - 10 - 01
Ora	12:34
Campione n°	1
Rilevatore/i	3°A
Località	Colle Cesta (Passo Vette Grandi)
Quota	2070 m
Coordinate	/
Superficie totale di campionamento	2 mq
Esposizione del versante	Nord
Pendenza del versante	26°
Esposizione della superficie di campionamento	Nord
Pendenza della superficie di campionamento	26°
Substrato geologico	Formazione di Fonzaso
Tipo di vegetazione	Brughiera Prealpina con rododendro nano
Situazione meteo	Sereno /810 mb/ assenza precipitazioni da 4 giorni
Copertura arbustiva/arborea sul campione	/
Specie lichenica campionata	Cetraria islandica
Spessore dei talli campionati	4,5 cm
Presenza di apoteci	Sono presenti
Stato di idratazione	Parte esterna secca ma Complessivamente umido
N° di talli da cui è formato il campione	6
Abbondanza della specie	Abbondante
Superficie totale del campione	/
Peso del campione	/

**ELENCO DELLE SPECIE LICHENICHE PRESENTI NEI PRESSI DELL'AREA  
DI CAMPIONAMENTO:**

Cladonia Furcata	
Cladonia Macroceras	
Cladonia Arbuscula	

**ELENCO DELLE SPECIE FANEROGAMICHE PRESENTI NEI PRESSI  
DELL'AREA DI CAMPIONAMENTO:**

Rhododendro nano	Salix reticulata
Rhododendro irsuto	Copertura di muschio completa
Rhododendro ferrugineo	Arctostophilos alpina
Drias Actopetalas	Silena Acaulis
Iuncus sp.	



## L'incidente nucleare di Chernobyl

L'incidente di Chernobyl, accaduto il 26 Aprile 1986 in una centrale nucleare dell'Ucraina, si verificò nel corso di un esperimento su di un turbo-generatore; ciò provocò un rilascio di notevoli quantitativi di prodotti radioattivi per la durata di alcuni giorni. Per effetto dell'elevata temperatura raggiunta, questi prodotti furono immessi nell'alta atmosfera sotto forma di gas e polveri che produssero gravi eventi di inquinamento anche a lunga distanza dalla zona dell'incidente. La nube radioattiva, trasportata dai venti, investì prima le regioni scandinave, in seguito l'Europa centrale per arrivare infine, la mattina del 30 aprile, in Italia.



### *Chernobyl prima del disastro*

Il deposito al suolo e la penetrazione del materiale radioattivo sono stati influenzati dall'andamento temporale delle precipitazioni.

I radionuclidi rilasciati in atmosfera al momento dell'incidente si distinguono per alcune caratteristiche fisiche: il tipo di decadimento e la radiazione emessa ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ).

Il decadimento radioattivo è un processo tramite il quale elementi instabili raggiungono una configurazione più stabile, con l'emissione di particelle  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .

Il decadimento  $\alpha$  si ha quando viene emesso un nucleo di elio (He) determinando la perdita di due protoni e due neutroni. Le particelle  $\alpha$ , a causa della loro massa elevata, sono poco penetranti e possono percorrere solo pochi cm. Se entrano in collisione con altri atomi "strappano" loro degli elettroni e quindi li ionizzano.

Nel decadimento  $\beta$  il nucleo corregge in tre diversi modi un eccesso di protoni o neutroni; a differenza delle  $\alpha$ , le particelle  $\beta$ , emesse da uno stesso nucleo, hanno energie diverse.



### *Chernobyl dopo il disastro*

Il decadimento  $\gamma$  avviene con l'emissione di un fotone che ha energia molto elevata ma è privo di massa e carica. Questi sono molto penetranti e possono essere bloccati soltanto da materiali densi. Presso l'Arpav di Belluno la radioattività presente nelle matrici organiche viene misurata con il metodo della spettrometria  $\gamma$  utilizzando un rivelatore al Germanio Iperpuro.

## BIBLIOGRAFIA

1. CANIGLIA G., NASCIMBENE J. & DAL ZOTTO C., 1998 - Aspetti della vegetazione lichenica d'alta quota nelle Vette Feltrine (Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi). Gruppo Natura Bellunese. 1998, Atti Convegno Aspetti Naturalistici della Provincia di Belluno - Belluno pp 372.
2. DISSEGNA M. & LAZZARIN G. (a cura di), 1997 - Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico con l'utilizzo di licheni epifiti come bioindicatori e bioaccumulatori nel settore veneto dell'altopiano del Cansiglio. Regione del Veneto, Direzione Foreste ed Economia Montana.
3. LOPPI S., 1998 - Licheni come bioaccumulatori di elementi in traccia: stato dell'arte in Italia. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 123-144.
4. NIMIS P.L., 1987 - I Macrolicheni d'Italia - Chiavi analitiche per la determinazione. *Gortania - atti Mus. Fr. St. Nat.* (1986): 101-120.
5. NIMIS P.L., 1993 - The Lichens of Italy. An annotated catalogue. - Mus. Reg. Sc. Nat. Torino, 897 pp.
6. NIMIS P.L., 1996 - Radiocesium in plants of forest ecosystems. *Studia Geobotanica* 15: 3-49.
7. NIMIS P.L., 1998 a - Il biomonitoraggio della "qualità dell'aria" in Italia. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 173-189.
8. NIMIS P.L., 1998 b - Linee guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 267-277.
9. NIMIS P.L., LAZZARIN A., LAZZARIN G., GASPARO D., 1991 - Lichens as bioindicators of air pollution by SO<sub>2</sub> in the Veneto region (NE Italy). *Studia Geobotanica* **11**: 3 – 76.



10. NIMIS P.L. & BARGAGLI R., 1998 - Linee guida per l'utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 279-289.

## ELENCO SITI UTILI

[Http://www.unomaha.edu/~abls/](http://www.unomaha.edu/~abls/) Sito ufficiale dell'American Bryological and Lichenological Society.

[Http://www.ut.ee/lichens/](http://www.ut.ee/lichens/) Sito in inglese sulla lichenologia estone.

[Http://www.argonet.co.uk/users/jmgray](http://www.argonet.co.uk/users/jmgray) Sito ufficiale della British Lichen Society.

[Http://home.t-online.de/home/blam-ev/home.htm](http://home.t-online.de/home/blam-ev/home.htm) Bryologisch-Lichenologische, gruppo di lavoro per il centro Europa.

[Http://dbiodbs.univ.trieste.it/](http://dbiodbs.univ.trieste.it/) ITALIC, Il sistema d'informazione sui licheni italiani.

[Http://www.wsl.ch/relics/rauminf/riv/datenbank/lichen/database\\_lichen.html](http://www.wsl.ch/relics/rauminf/riv/datenbank/lichen/database_lichen.html) Lista rossa dei licheni epifitici della svizzera.

[Http://www.checklists.de](http://www.checklists.de) Lista mondiale dei licheni.

[Http://www.anbg.gov.au/abrs/lichenlist/introduction.html](http://www.anbg.gov.au/abrs/lichenlist/introduction.html) Lista dei licheni australiani.

[Http://biobase.kfunigraz.ac.at/medlichens.html](http://biobase.kfunigraz.ac.at/medlichens.html) Biodiversità dei licheni mediterranei.

[Http://www.univ.trieste.it/~biologia/ricappl/inquaria/ho.htm](http://www.univ.trieste.it/~biologia/ricappl/inquaria/ho.htm) Sito sul biomonitoraggio e il controllo dell'inquinamento.

[Http://www.sbg.ac.at/pfl/projects/lichen/environ.htm](http://www.sbg.ac.at/pfl/projects/lichen/environ.htm) Sistema d'informazione sui licheni in inglese.

[Http://www.sinanet.anpa.it/aree/atmosfera/qaria/biomo.asp](http://www.sinanet.anpa.it/aree/atmosfera/qaria/biomo.asp) Sezione del sito ANPA che tratta il biomonitoraggio della qualità dell'aria.

## ELENCO ALLIEVI DELLA CLASSE IIIA SEZ. SCIENTIFICA

1. BIBA EMIRA
2. BOLZAN ELISABETTA
3. BONFANTE MARCO
4. BOTTEGAL EZIO
5. BRUNET ALESSANDRO
6. CARNIEL ALESSANDRA
7. DE CARLI LUCIA
8. FACCINETTO ALEX
9. FIORITO NAHUEL
10. GASPARO GIOVANNI
11. MACCAGNAN MARA
12. MASCHIO LARA
13. MORTAGNA ERIK
14. PAULETTI ALESSIA
15. PIVETTA STEFANI ELEONORA
16. SARTOR TANIA
17. SIMON ANDREA
18. TOFFOLET MARA