

Osservazioni sull'ecologia e sulla biologia dei vegetali viventi presso le fumarole.

Nota I - Termotropismo radicale e riscaldamento del terreno in *Erica arborea* L.

In alcuni punti della Campania l'attività vulcanica, che tanto intensa vi è stata fino ad epoca recente, non è del tutto cessata ed ancora continua, sia pure in forma meno imponente. E' per tale motivo che fumarole e terreni caldi, i quali rappresentano per l'appunto manifestazioni vulcaniche secondarie, si riscontrano spesso ora da una parte ora dall'altra. In alcune zone questo fenomeno è addirittura tanto frequente che l'uomo di campagna lo considera un fatto così normale da non meravigliarsi se, ad esempio, ad un certo momento si accorge che in un angolo della sua casa si è instaurata una certa attività fumarolica. Cerca anzi di sfruttare in vari modi per la sua economia domestica, queste naturali fonti di calore che qua e là si riscontrano nel terreno dove c'è vegetazione spontanea o addirittura nel suo campo o ai margini di esso. Egli infatti se ne serve per cuocere patate, per stagionare e per curvare legname, per produrre sale facendo evaporare l'acqua di mare, per accelerare la germinazione dei semi, per preparare letti caldi naturali onde ottenere precocemente piantine di ortaggi da mettere poi a dimora, etc.

Tutto ciò dimostra con quanta frequenza in certe zone della Campania, (e più precisamente ai Campi Flegrei e ad Ischia) si osservano fenomeni del genere nel bel mezzo della vegetazione spontanea spesso rappresentata da macchia più o meno degradata od alterata. In questi casi si constata che la vegetazione non si arresta bruscamente laddove iniziano le manifestazioni fumaroliche ma essa si spinge oltre e gradatamente si dirada, si impoverisce di individui e di specie per una sorta di selezione operata dal riscaldamento del terreno e da altri fenomeni che l'accompagnano (eventuali emanazioni gassose). E'

così che si giunge più o meno rapidamente nelle zone centrali più calde dove la terra assume colori insoliti e ci si scotta anche a camminarvi su con le scarpe. Su questi terreni continuamente giungono i semi delle specie circostanti le quali tentano, ma invano, la colonizzazione. Perchè molto spesso germinano ma poi le plantule soccombono. Tuttavia vi sono specie che riescono ad impiantarsi ed a vivere dove il terreno non è eccessivamente caldo ricorrendo a particolari adattamenti, per esempio evitando l'eccessivo riscaldamento delle radici che si estendono solo negli strati più superficiali, e quindi meno caldi, del terreno; oppure, nel caso delle erbacee annuali, accorciando il ciclo biologico che si completa nei mesi più freddi dell'anno; o, ancora, anticipando la fioritura, etc. Si tratta in altri termini di tutta una serie di fenomeni interessanti che si manifestano in quelle specie pioniere colonizzatrici di quei singolarissimi ambienti rappresentati dalle fumarole e dai terreni ad essi circostanti. E ciò a prescindere da quelle specie di paesi caldi, le quali, nel nostro clima, vivono addirittura esclusivamente presso le fumarole, come è il caso del *Cyperus polystachyus* da BÈGUINOT (1) definito caratteristico per le associazioni che si realizzano in alcuni di questi ambienti. Del resto anche GUSNONE (2) faceva notare che, a Ischia, *Erythraea pulchella* var. *tenuiiflora* vive esclusivamente presso le fumarole e LEVIER (3) richiamò l'attenzione sul fatto che *Trematodon longicollis* Rich. in Italia, si trova solo in vicinanza delle fumarole di Ischia e della solfatara di Pozzuoli.

Riassumendo dunque possiamo dire che nei terreni fumarolici si trovano specie che, nel nostro clima, esigono ambienti siffatti, specie che li prediligono, specie che, con accorgimenti diversi e con esito vario, vi si adattano a vivere e, molto marginalmente, specie che li rifuggono. Tutto ciò si realizza in un gioco di fattori ambientali abbastanza complesso perchè in certi casi addirittura opposti e che vanno dalla xerofilia più spin-

(1) BÈGUINOT A., La vegetazione delle isole ponziane e napoletane. *Annali di Botanica*, 3. 1905, pp. 180 - 453.

(2) GUSNONE G., Enumeratio plantarum vascularium in Insula Inarimi etc., Napoli. 1854.

(3) LEVIER E., A proposito del *Cyperus polystachyus*. *Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1899. p. 128.

ta alla igrofilia più marcata. Questi fattori, variamente bilanciandosi, possono determinare nell'ambito di una stessa zona fumarolica altrettanti piccoli ambienti con caratteristiche ecologiche differenti.

I pochi cenni sopra riferiti sono sufficienti a mettere in evidenza il poliedrico interesse che presenta lo studio della vita vegetale presso le fumarole in tutte le sue manifestazioni. E poichè ho la ventura di risiedere in una zona dove fenomeni del genere sono frequenti e da anni cadono continuamente sotto i miei occhi ritengo opportuno iniziare con la presente una serie di note intese ad illustrarli.

* * *

Le specie erbacee annuali, ed in particolare certe graminacee, frequentemente invadono i terreni fumarolici dove fruttificano abbastanza precocemente tanto da essere già secche all'inizio della primavera. Raramente esse si accompagnano ad erbacee perenni che, tranne qualche eccezione, mal riescono a sopportare e superare l'eccessivo riscaldamento estivo degli strati più superficiali dei terreni fumarolici, allorquando, causa la elevata temperatura dell'aria, la dispersione di calore è minima. Entrambe queste due categorie di piante sono fornite di radici che si estendono in superficie cioè occupano quei livelli del terreno nei quali, essendo favorita la dispersione, sussiste un certo raffreddamento. Molto rare sono invece le specie arbustive il cui apparato radicale, essendo molto sviluppato, ha bisogno di portarsi in profondità e quindi, nel caso dei terreni in esame, esso dovrebbe raggiungere dei livelli dove la temperatura è tale da non permettere la sopravvivenza delle radici (4).

(4) BARGAGLI - PETRUCCI, (Studi sulla flora microscopica della regione boracifera toscana. - XIV. La flora fanerogamica a Larderello. *N. Giorn. Bot. Ital.*, N. S., 23, 1916, pp. 171 - 181) faceva notare che nei pressi dei soffioni di Larderello, nell'alta maremma toscana, causa la temperatura più o meno elevata del terreno e l'abbondanza dei vapori, non si trovano specie arboree o arbustive le cui radici, scendendo a profondità discrete, vi troverebbero una temperatura troppo elevata. Lo stesso A. aggiunge inoltre che le specie erbacee, ed in particolare le graminacee e le ciperacee, sono quelle che maggiormente si spingono sui terreni riscaldati. Egli però non fa alcuna osservazione sull'apparato

Tuttavia c'è qualche specie arbustiva che pur cresce, anche se a stento, nei terreni fumarolici.

Prima fra esse è l'*Erica arborea* che frequentemente ho visto vegetare ad Ischia anche laddove la temperatura del terreno è piuttosto elevata. Questa specie dunque, nei confronti di altre specie arbustive, deve essere dotata di una qualche peculiarità che le permette di sopravvivere su di un substrato così singolare. Tale fatto fu notato anche dalla RIPPA (5) la quale riferisce che essa, nella solfatara di Pozzuoli, si spinge sui terreni caldi tanto da risultarne addirittura danneggiata a causa delle emanazioni solforose che si sprigionano dal suolo.

La prima cosa che colpisce osservando le piante di *Erica arborea* cresciute presso le fumarole di Monte Cito ad Ischia, è la facilità con la quale esse si svellono ad ogni minima trazione. Viene messo così in evidenza un apparato radicale superficialissimo (6). Un fenomeno del genere si verificò anche nelle specie erbacee, ma queste, e specialmente le graminacee, hanno radici flaccide di guisa che, una volta divelte, non conservano la posizione e l'orientamento che avevano nel terreno. Nel caso dell'*Erica arborea*, invece, il fenomeno è evidentissimo essendo le radici lignificate e quindi irrigidite nella posizione assunta durante il loro sviluppo in questo particolare substrato.

In tale apparato radicale le radici di vario ordine, ma co-

radicale e le poche misure di temperatura da lui riportate senza altra indicazione e prese a 5 cm. di profondità hanno solo valore orientativo. Infatti, come dirò meglio in seguito, tali temperature del terreno, specialmente per livelli così superficiali vanno valutate tenendo presenti altri fattori ambientali come la temperatura dell'aria, l'ora, la insolazione o meno del terreno, etc.

A questo proposito faccio notare che l'ambiente dei soffioni, anche se un pò diverso, può essere confrontato coi nostri ambienti fumarolici, specialmente per quanto riguarda il riscaldamento del terreno. Del resto, sebbene non sia stato definitivamente chiarito, pare che i soffioni in questione rappresentino manifestazioni collegate al vulcanismo essendo stati interpretati come fenomeni post-vulcanici determinati dalla presenza di magma a notevole profondità.

(5) RIPPA A., Cenni sulla vegetazione del cratere della Solfatara di Pozzuoli. *Bull. Orto Bot. Napoli*. 13, 1936, pp. 11 - 20.

(6) Questo fatto è ben conosciuto dai contadini del posto i quali sconsigliano di aggrapparsi agli arbusti allorchè ci si arrampica su per le rocce fumaroliche.

munque sufficientemente grosse, risultano disposte, nei confronti del colletto, come i raggi di una ruota rispetto al suo centro di guisa tale che tutto il complesso radicale può all'incirca esser compreso in un cerchio ed appare come schiacciato su di un piano (Tav. I, fig. 1, a e b).

Insomma la disposizione delle radici in questione è tutt'altro che verticale essendo in esse molto spiccata la tendenza a disporsi orizzontalmente. E se qualche radice inizialmente si è accresciuta verticalmente o quasi obbedendo così al geotropismo positivo, dopo qualche centimetro (al massimo 3,5 - 4) essa si è subito affrettata a correggere la direzione disponendosi infine orizzontalmente. Verificandosi ciò per le radici di ogni ordine, ne risulta dunque quell'aspetto particolare assunto dall'apparato radicale ed al quale abbiamo accennato poco innanzi.

La singolarità di tale aspetto appare ancor più evidente se si fa il confronto con l'apparato radicale di altri individui della stessa specie cresciuti su substrato normale, a qualche decina di metri dalla zona fumarolica (Tav. I, fig. 2). In questi ultimi individui, sebbene le radici appaiano più o meno contorte ed irregolarmente disposte per attributo specifico, è sempre evidente una spiccata tendenza alla disposizione verticale. Di conseguenza tutto l'apparato radicale, considerato nel suo complesso, in piante di qualche anno si affonda nel substrato per alcuni decimetri mentre, nelle piante cresciute su terreno fumarolico, anche se contano parecchi anni, le radici raggiungono profondità ridottissime.

Possiamo dire altrimenti che le radici di queste ultime assumono l'aspetto di quegli apparati radicali sviluppatasi in una sottile coltre di humus sovrapposto ad una roccia liscia e compattissima. In questi casi le radici, non potendosi allungare verticalmente, si adagiano sulla roccia disponendosi orizzontalmente. Ma ciò non si può dire per il caso in esame che riguarda piante sviluppatasi su di un substrato quasi sempre soffice sino a discrete profondità, spesso oltre i dieci o quindici centimetri .

Esclusa dunque la presenza di un ostacolo meccanico che impedisce alle radici di raggiungere livelli più o meno bassi del terreno, si può pensare solo al calore come fattore limitante il loro allungamento verticale. Bisogna tenere presente infatti

che nei terreni fumarolici in questione il riscaldamento — determinato dalla ascesa nel terreno di vapore acqueo più o meno caldo — proviene dal basso e di conseguenza la temperatura degli strati superficiali risulta più bassa di quella degli strati profondi. In altri termini, in terreni del genere, si realizza un gradiente termico particolare cui reagiscono le radici dell'*Erica arborea* le quali, provenendo dall'alto, giungono solo fino ad un certo livello di esso. Quindi esse virano di 90° e si allungano orizzontalmente rispettando abbastanza rigidamente tale livello del gradiente in questione. Si ha insomma l'impressione che le radici si accrescano scivolando su di un piano termico. Si potrà obiettare che questo fatto non debba comportare necessariamente lo sviluppo in piano dell'apparato radicale. Infatti, in terreni del genere e pur nell'ambito di una stessa zona fumarolica, la temperatura varia da punto a punto e quindi tutto il sistema radicale di una stessa pianta potrebbe svilupparsi più profondamente dalla parte meno calda e meno profondamente dalla parte più calda dando così luogo ad un apparato radicale di forma diversa da quella descritta. Ma bisogna tener presente che, per quanto esteso possa essere questo apparato radicale, esso è sempre ridotto e di conseguenza abbraccia una zona ristretta nella quale il gradiente termico si mantiene più o meno costante per tutti i punti. Differenze di gradiente si realizzano ma diventano evidenti solo a distanze discrete. Di conseguenza l'apparato radicale sembra sviluppato come su di un piano che in realtà è rappresentato da quel determinato livello del gradiente termico.

Tutto quanto è stato detto sin'ora appare ben evidente dalle fotografie riportate nell'acclusa tavola la quale permette di rilevare subito le differenze esistenti tra l'apparato radicale di un individuo di *Erica arborea* cresciuto su terreno perfumarolico e quello di altro individuo di questa specie cresciuto su terreno normale. Naturalmente per il confronto si è avuta cura di scegliere due individui pressochè coetanei. Si noti che l'individuo cresciuto su substrato normale è privo della parte periferica e più distale dell'apparato radicale che, in questi casi e per soggetti di tali dimensioni, è sempre oltremodo difficoltoso ottenere integro. Tuttavia tale fatto non diminuisce le dif-

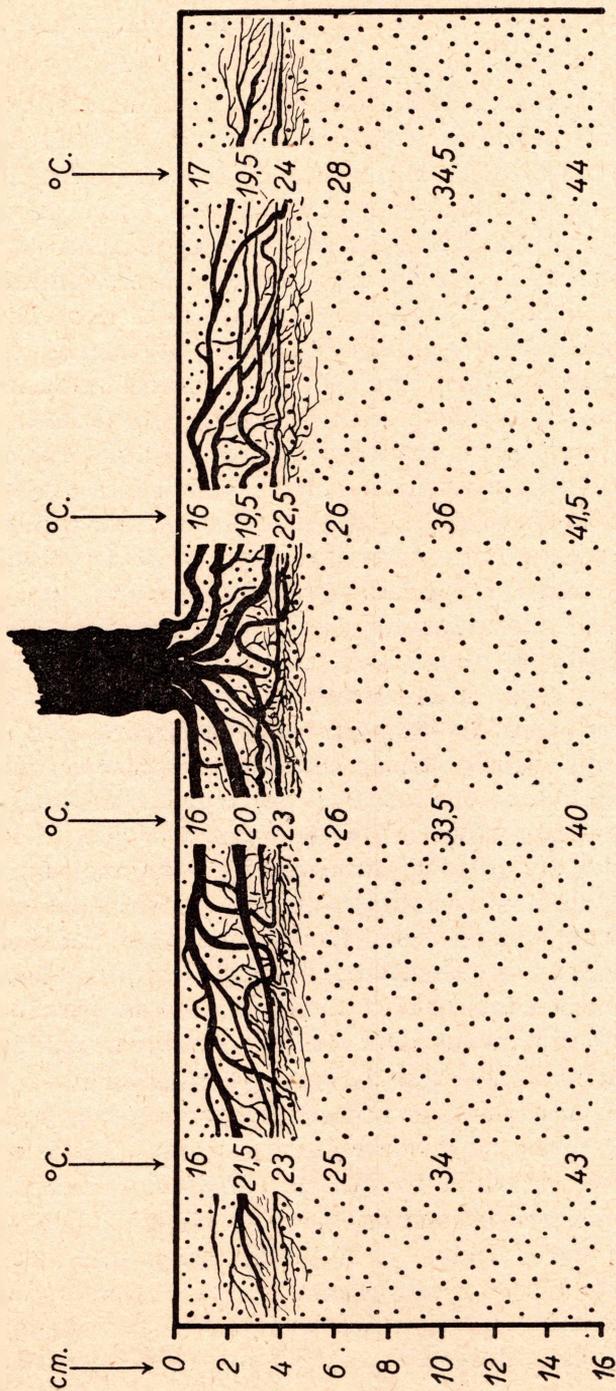


FIG. 1

Livello cui giungono le radici di un individuo di *Erica arborea* cresciuto su terreno fumarolico. Le temperature del terreno sono state rilevate lungo quattro verticali, a diversi livelli e fino alla profondità massima di cm. 15. E' evidente l'esistenza di un gradiente termico del terreno e di una soglia termica che non viene superata dalle radici.

ferenze che si vogliono mettere in evidenza e che risultano rilevanti.

Quanto poi alla distribuzione ed orientamento assunto dalle radici di *Erica arborea* cresciute in terreno riscaldato, esso appare meglio dalla figura 1 del testo in cui è rappresentato schematicamente, ma ritratto dal vero e in scala, uno dei tanti rilievi eseguiti. Da esso risulta evidente la spiccata tendenza di ogni sorta di radice a disporsi orizzontalmente lungo la sopra ricordata soglia termica che non viene superata. Alcune radici si avvicinano ad essa per gradi e con decorso a pendenza lieve ma che poi diventa nettamente orizzontale, una volta che la soglia in questione è stata raggiunta. Altre radici più o meno verticali nel primo tratto, appena raggiunto quel determinato livello termico insuperabile, si piegano bruscamente ad angolo retto continuando poi ad accrescersi sempre in questa stessa direzione. In altri casi ancora le radici, incontrando la barriera termica, ripiegano l'apice verso l'alto e presentano allora un geotropismo negativo. Ma ben presto si ripiegano di nuovo verso il basso per poi accrescersi orizzontalmente, una volta venute a contatto della soglia termica. Talora però il processo innanzi descritto si ripete numerose volte in breve tratto ed allora la radice assume un decorso sinuoso molto caratteristico con la parte convessa che, alternativamente, è rivolta ora verso l'alto ora verso il basso. Tale decorso sta appunto ad indicare i reiterati ma vani tentativi compiuti dalla radice ripetutamente per obbedire al normale geotropismo positivo. Per questo motivo le radici delle piante in questione si presentano alquanto contorte. Bisogna notare però che anche le radici di *Erica arborea* cresciute in condizioni normali si presentano contorte. Tuttavia nelle radici in esame tale contorsione, tale decorso così palesemente tortuoso è molto più accentuato e addirittura rappresenta un'altra peculiarità che permette di distinguere a prima vista le radici di *Erica arborea* cresciuta su terreno fumarolico. Siffatto decorso sinuoso è particolarmente evidente nelle radichette molto sottili, di qualche decimo di millimetro di diametro, e che si allungano per diversi centimetri senza presentare radici laterali. Tuttavia con l'ulteriore accrescimento, specialmente in spessore, tali radichette perdono in buona parte questa carat-

teristica e si conservano, anzi si accentuano, soltanto alcune sinuosità e tortuosità situate a varia distanza l'una dall'altra ma comunque sempre notevole. Ciò non toglie che anche tali radici, confrontate con altre delle medesime dimensioni ma

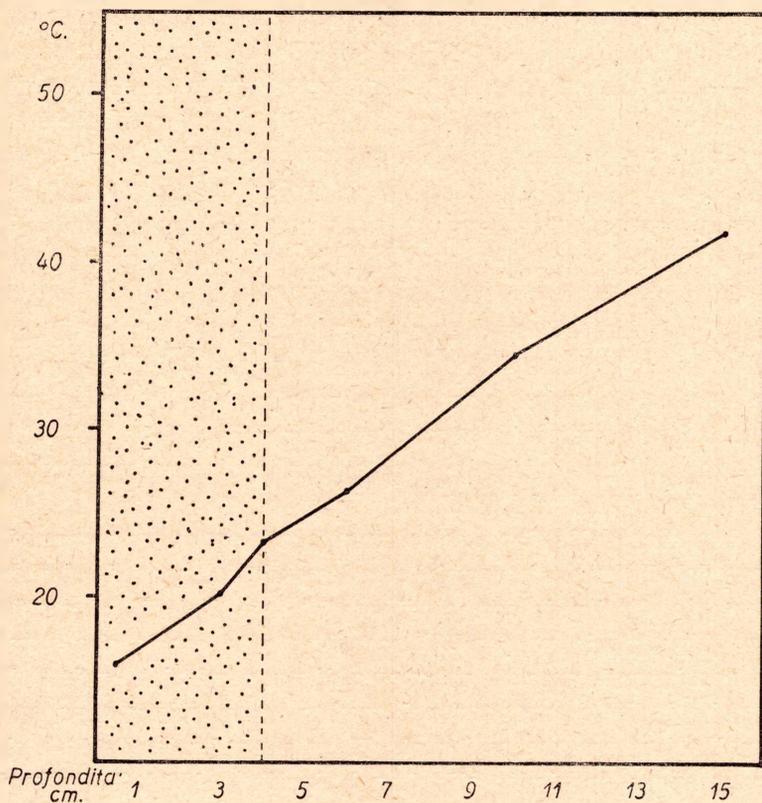


FIG. 2

Temperature medie prese a diverse profondità di un terreno fumarolico occupato da individui di *Erica arborea*. La punteggiatura indica la zona occupata dalle radici; la linea tratteggiata rappresenta la soglia termica.

prelevate da piante vissute su substrato normale, presentino un decorso più manifestamente sinuoso.

Dalle radici più grosse partono numerose ed esili radici le quali, con modalità analoghe a quelle sopra descritte, raggiungono il più volte citato livello termico lungo il quale si accre-

scono allungandosi esilissime. Esse costituiscono così, proprio in corrispondenza della soglia termica, un fittissimo intreccio che riveste e delimita nel suo piano inferiore tutto l'apparato radicale.

Nella stessa figura 1 sono riportate le temperature registrate a diversi livelli del terreno e più precisamente, partendo dalla superficie, a cm. 0,5 - 2,5 - 4 - 6 - 10 - 15. Tali temperature sono state rilevate con coppie termoelettriche lungo quattro verticali allineate secondo l'asse maggiore del piano radicale i cui limiti erano stati determinati in precedenza. Inoltre si è avuta cura di prelevare la temperatura laddove il terreno non era stato minimamente rimosso, neanche solo in superficie (7), e, per ogni livello, quasi contemporaneamente nelle quattro verticali. Quindi è stata estratta la radice.

Risulta evidente l'esistenza di un gradiente termico il quale non subisce forti variazioni nei diversi punti del rilievo. La soglia termica che non viene superata dalle radici giace intorno ai 4 cm. di profondità. Essa nel momento del rilievo (9-2-1957, ore 9, temperatura ambiente 13°C) presentava una temperatura oscillante tra i 22,5 ed i 24°C.

Nel grafico della fig. 2 sono riportate le temperature medie ricavate da altri rilievi eseguiti con le modalità precedentemente illustrate. Anche da esso si rileva che le radici di *Erica arborea* raggiungono la profondità massima di 4 cm. e che a tale livello corrisponde una temperatura di poco inferiore a 24°C. Da notare che i rilievi compresi nel grafico in questione sono stati fatti nelle due ore successive al rilievo precedente (9-11) e che la temperatura ambiente alla fine è risultata di 14°C. Tuttavia le misurazioni sono state eseguite su terreno in ombra e quindi risulta lecito il confronto tra la fig. 1 e la fig. 2. Possiamo dire perciò che, nelle condizioni di osservazione testè descritte, le radici di *Erica arborea* incontrano una insuperabile barriera termica intorno a 24°C.

E' ovvio però che a questi dati va attribuito un valore relativo e non assoluto. Occorre tener presente infatti che, come più volte ho potuto direttamente constatare, la temperatura dei

(7) Per quanto abbia potuto assodare che in terreni fumarolici, anche dopo aver rimosso il terreno, la temperatura originaria si ristabilisce in brevissimo tempo: al massimo dopo qualche minuto.

terreni fumarolici, specialmente negli strati superficiali più o meno lontani dalle bocche fumaroliche, risulta sempre influenzata da fattori ambientali (temp. ambiente, piogge, insolazione, etc. etc.) i quali si aggiungono ed interferiscono con quel

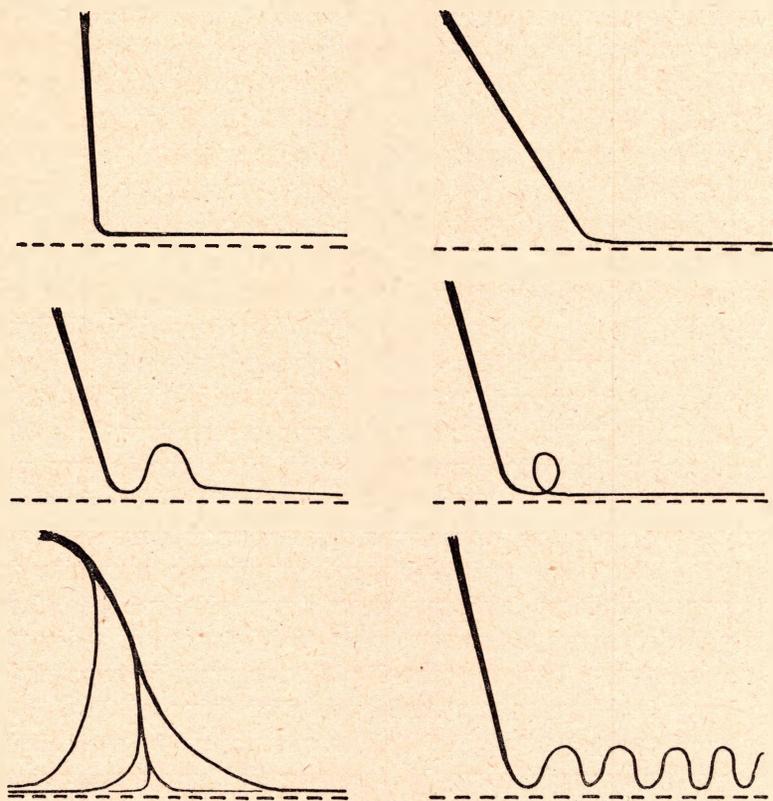


FIG. 3

Disegno schematico che mostra in quale modo le radici di *Erica arborea*, incontrando la insuperabile soglia termica, cambiano direzione e si allungano orizzontalmente. La linea tratteggiata indica la soglia termica.

particolare fattore presente nel nostro caso: il calore che difonde dagli strati profondi. Ora indubbiamente quest'ultimo limita l'influenza dei vari fattori ambientali ma è ben lungi dall'annullarli del tutto. Di conseguenza quella barriera termica che nel nostro rilievo (vale a dire d'inverno, tra le 9 e le 11, con

13°C di temperatura ambiente, con terreno in ombra e con cielo coperto) risulta essere di 24°C va valutata tenendo presenti le variazioni che essa può subire al variare delle condizioni ambientali.

Il cambiamento di direzione delle radici della nostra pianta infatti si realizza solo quando esse sono in accrescimento; questo accrescimento, d'altra parte, non è sempre in atto. Pertanto, per stabilire quale sia la temperatura che determina la deviazione delle radici, occorre fare i rilievi termici in quel periodo in cui esse sono in accrescimento. Allora soltanto si potrà determinare con sicurezza la temperatura ottimale e massima di accrescimento radicale nella *Erica arborea*.

Quando sono stati fatti i rilievi di cui alle figg. 1 e 2 l'allungamento radicale era in atto ma, mi è sembrato, prossimo ad arrestarsi. Possiamo dunque dedurre che le radici di *Erica arborea* si accrescono a temperature inferiori a 24°C. Questa constatazione è in accordo col fatto che le radici di *Erica arborea* viventi in substrato normale possono essere esposte a 24°C ed oltre; ma ciò accade durante l'estate allorché esse non sono in accrescimento (8). Inoltre la temperatura massima di accrescimento delle radici di questa specie non deve essere di molto inferiore ai 24°C poiché l'esperienza da me acquisita durante numerosi rilievi fatti su terreni fumarolici mi dice che a quel livello del terreno (4 cm.) e con attività fumarolica di quella intensità non si hanno notevoli abbassamenti di temperatura, anche se la temperatura ambiente si avvicina ai 0°C.

In ogni caso affermazioni del genere vanno intese solo in senso orientativo poiché sarebbe necessario fare numerosi rilievi opportunamente distribuiti nel corso dell'anno e senza trascurare i vari fattori che possono interferire al momento del rilievo. In questo caso, una volta constatato il fenomeno in natura, è preferibile analizzare le modalità della sua realizzazione per via sperimentale avvalendosi di un controllo più rigoroso

(8) Le ricerche effettuate da vari A.A. dimostrano che in linea di massima la temperatura del terreno, specialmente negli strati superficiali, può raggiungere valori piuttosto elevati durante i mesi caldi, anche se sussistono delle sensibili differenze da terreno a terreno in dipendenza di vari fattori (v. p. es. AVERNA V. - Contributo alla conoscenza della temperatura del suolo agrario a diverse profondità). *Annali Sperimentazione Agraria*. 10, 1956, pp. 1205 - 1215.

delle variabili. Solo allora i dati sperimentali ricavati ed elaborati insieme con i dati ottenuti in natura permetteranno conclusioni più conformi alla realtà. Ed è appunto questo ciò che ho appena iniziato a fare e su cui riferirò in seguito.

Tuttavia, anche se attualmente non è possibile dire con precisione quale sia la temperatura che induce le radici di *Erica arborea* a deviare e ad accrescersi orizzontalmente dando origine ad un apparato radicale superficiale, è sempre interessante l'aver constatato la loro grande sensibilità al calore e la loro reazione. E' in conseguenza di ciò che la specie citata riesce ad impiantarsi, a vivere e a sopravvivere nei terreni fumarolici.

L'interesse di un tale fenomeno diviene ancora maggiore se si considera che poco studiati e poco conosciuti sono i termotropismi radicali (9) evidentemente perchè in natura poche volte le radici sono sottoposte ad energiche sollecitazioni termiche. Alludo appunto a quei casi in cui la vita vegetale compie i primi tentativi per andare a colonizzare i terreni resi vergini da manifestazioni vulcaniche più o meno imponenti accerchiando e cercando di spingersi addirittura laddove, come presso le fumarole, l'attività vulcanica non è ancora del tutto estinta.

RIASSUNTO

Con questa nota l'A. inizia una serie di ricerche sulla ecologia e sulla biologia delle piante viventi presso le fumarole. Egli richiama l'attenzione sull'interesse che presenta lo studio di questi singolari ambienti e mette in evidenza il fatto che in essi, o presso di essi, vi sono piante che possono essere riunite in quattro categorie:

I Piante di paesi caldi che in Italia vivono solo presso le fumarole.

II Piante che prediligono ambienti fumarolici.

(9) Il termotropismo radicale è noto soprattutto in seguito a ricerche (non numerose) effettuate in laboratorio ed in genere su plantule. Ma non mi risulta che esso sia stato osservato in natura, su terreni riscaldati, e in apparati radicali che contano diversi anni di vita.

III Piante che si adattano a vivere presso le fumarole.

IV Piante che rifuggono i terreni fumarolici.

L'A. illustra un caso concernente la III categoria di piante costituita in prevalenza da erbacee annuali. Pochi arbusti possono vivere sui terreni riscaldati perchè le radici di queste piante, andando profondamente nel terreno, raggiungerebbero livelli dove la temperatura è incompatibile con la loro sopravvivenza. Tuttavia *Erica arborea* spesso è presente presso le fumarole di Ischia perchè le sue radici reagiscono molto bene al calore del terreno e formano un apparato radicale molto superficiale che occupa gli strati superiori del terreno dove la temperatura è più bassa. L'A. studia le modalità di formazione di questo apparato radicale e, eseguendo misure di temperatura con coppie termoelettriche, determina il gradiente termico esistente nella rizosfera e al disotto di essa. Negli strati più superficiali del terreno, le radici si allungano più o meno verticalmente ma poi, ad un certo livello del gradiente termico, esse non obbediscono più al geotropismo positivo ma deviano e si accrescono orizzontalmente. Questo livello del gradiente termico rappresenta perciò una soglia termica, una sorta di barriera termica che le radici non superano con esito letale ma lungo la quale esse si accrescono quasi scivolandovi sopra. Ne risulta così un apparato radicale superficialissimo che permette all'*Erica arborea* di vivere su terreno riscaldato.

Il caso illustrato è interessante per due motivi: in primo luogo perchè mette in evidenza uno degli adattamenti fondamentali che permettono alle specie vegetali di vivere nei terreni fumarolici e in secondo luogo perchè offre un esempio molto evidente di termotropismo radicale naturale. Tanto più che quest'ultimo fenomeno non è molto conosciuto dato che le radici, in natura, sono sottoposte a forti sollecitazioni termiche solo quando si trovano a vivere in ambienti singolarissimi che non si incontrano frequentemente e cioè in terreni dove sono in atto certe manifestazioni vulcaniche.

SUMMARY

In this account the A. is beginning to describe a series of researches upon the ecology and biology of the plants, living

near the fumaroles. The interest of the study of such singular ambients is pointed out, as in them (or nearly) there are plants, which may be classified in four categories:

- 1) Plants of warm countries, which in Italy are only living near the fumaroles.
- 2) Plants which prefer fumarolic ambients.
- 3) Plants which adapt themselves to live near the fumaroles.
- 4) Plants which abhor the fumarolic grounds.

The A. illustrates one case of the third category of the plants constituted in prevalence of herbaceous annuals. Only a few bushes can live upon heated grounds, because the roots of these plants, as they go deeply into the earth, would reach levels, where the temperature is incompatible with its survival. Anyhow the plant *Erica arborea* is present often near the fumaroles of Ischia, because their roots are reacting very well against the heat of the ground. Such roots are forming a very shallow radical apparatus, which occupies the superior strata of the ground, where the temperature is a lower one.

Moreover the modalities of formation of this radical apparatus have been studied. The A. executed measures of the temperatures with thermoelectric couples and determined the thermic gradient existing in the rizosphere and below it. In the most superficial strata of the ground the roots are stretching out more or less vertically, but then at a certain level of the thermic gradient they don't obey more to positive geotropism, but deviate and increase horizontally. This level of the thermic gradient represents therefore a thermic threshold, a kind of a thermic barrier, which the roots don't try to surpass with a deadly result, but along the same they increase nearly slipping on it above.

In such a way a very shallow radical apparatus arises, which allows to *Erica arborea* to live upon a heated ground.

The illustrated case is interesting for two arguments: the first one because it puts in evidence one of the fundamental adaptations, which permit to the vegetable species to live in

the fumarolic grounds, and in the second case because it offers a very evident example of radical natural thermotropism.

Moreover the last phenomenon is not known very much, since the roots in nature are submitted to strong thermic sollicitations only when they live in very singular ambients, which are not frequent: these are in a ground where are acting some particular volcanic manifestations.

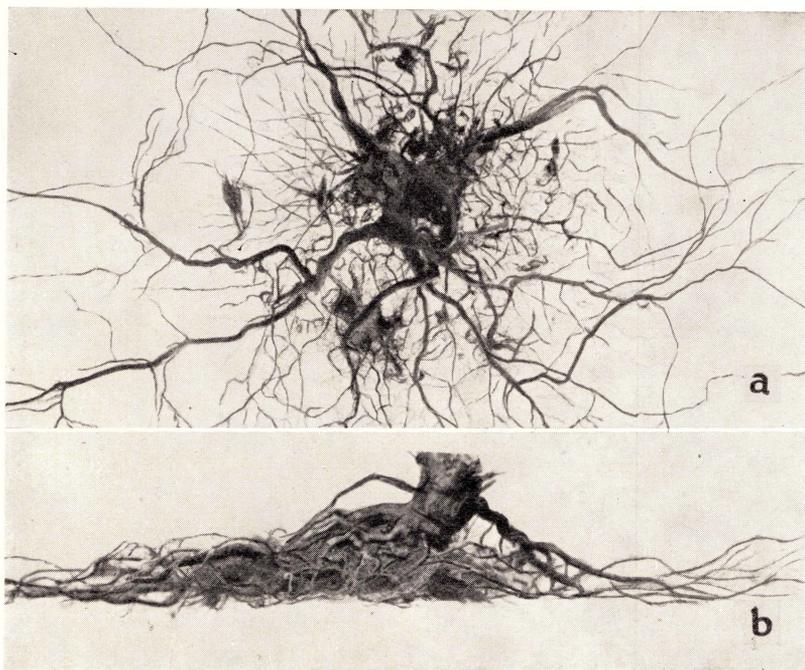


FIG. 1 - Radice di un individuo di *Erica arborea* L. cresciuto su terreno fumarolico. a. vista dall'alto; b. vista di lato.

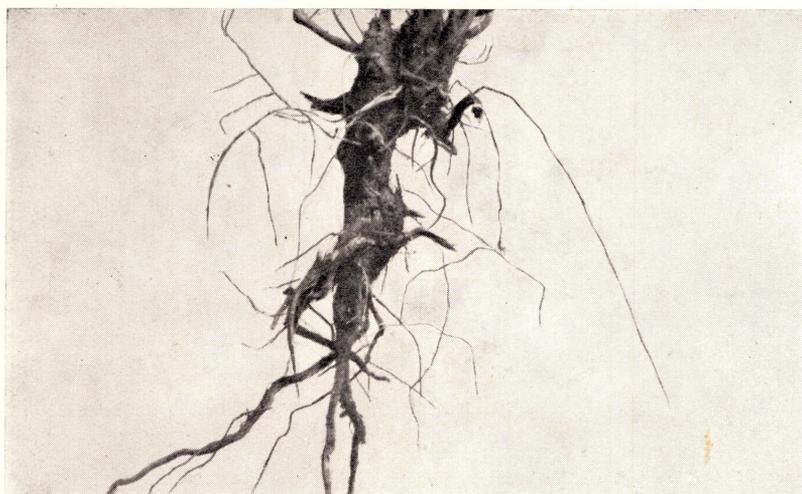


FIG. 2 - Radice di un individuo di *Erica arborea* L. cresciuto su terreno normale.

