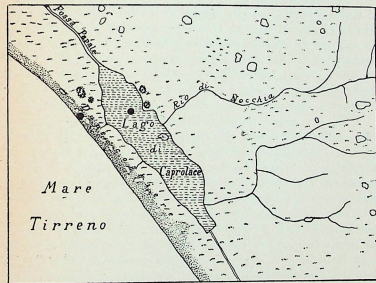


REMO E LUIGIA GRANDORI

Risultati di ricerche microbiologiche e biochimiche sul Lago di Caprolace (Agro Pontino) ai fini della bonifica integrale

(Nota preliminare)

Nel marzo 1933, in occasione di un viaggio d'istruzione compiuto con gli allievi del R. Istituto Superiore Agrario alle bonifiche di Littoria (Agro Pontino), la nostra attenzione fu attratta dai grandiosi lavori che si rendevano necessari per la



Schizzo topografico della zona costiera dell'Agro Pontino col lago di Caprolace. I grossi punti neri indicano i luoghi di prelevamento del materiale da noi studiato.

bonifica della zona costiera delle Paludi Pontine, ove si trovano ampi specchi d'acqua stagnante. Da informazioni avute dai tecnici che dirigono sul posto la meravigliosa opera di bonifica, ci risultò, che fra gli specchi d'acqua costieri quello più

difficile da bonificare era il Lago di Caprolace, perchè in esso — a differenza degli altri — un allevamento ittico era impossibile, e se ne attribuiva la causa allo sviluppo di idrogeno solforato dal suo fondo melmoso.

Sospettammo subito che il fenomeno potesse avere origine microbiologica, e in tale ipotesi ci confermò un primo sommario esame della melma del lago. Fummo perciò indotti ad intraprendere uno studio speciale per chiarire l'interessante problema che aveva tanta importanza ai fini della bonifica integrale di quella zona costiera.

Il Lago di Caprolace (che è un lungo e stretto specchio d'acqua stagnante, e che quindi dovrebbe molto più propriamente chiamarsi stagno) accompagna per circa due chilometri la spiaggia di Littoria, seguendone le tortuosità. Esso è completamente diviso dal mare per mezzo di una serie di dune riunite in una lunga e sottile lingua costiera; soltanto nelle più violente mareggiate il mare sorpassa i piccoli valichi fra le dune, e apporta notevoli quantità d'acqua salata nello stagno.

Le sue acque limpide, leggermente gallognole, coprono una melma di fondo, che costituisce una coltre di rilevante spessore, calcolato in parecchi metri. La melma è di color verde giallastro chiaro in superficie, per uno spessore di qualche centimetro, è scura in profondità. Sulla melma vegeta, prendendo sviluppo imponente nella buona stagione, una monocotiledone annuale, la *Najas marina* L. che deve evidentemente il suo nome al fatto d'essere l'unica specie del genere che si adatti all'acqua marina, sia pure di bassa salsedine, quale quella del mar Baltico. E' specie che presenta numerose varietà, segna lata per parecchi laghi trentini (Caldonazzo, Caldaro, Loppio), per il lago di Garda, e per la zona costiera delle isole di Veglia e Cherso.

Il lago di Caprolace è alimentato dal Rio di Nocchia e da altri piccoli rii, e il suo livello subisce periodiche variazioni abbastanza notevoli in rapporto alla stagione delle piogge e ai periodi di siccità. La profondità dell'acqua è però sempre piccola, e varia da 30 a 60 cm. circa.

Il Dr. Politi del Laboratorio di Chimica Agraria del R. Istituto Superiore Agrario di Milano, facendo l'analisi dell'acqua di profondità e di superficie del lago di Caprolace, non rilevava, fra le due, grandi differenze di salsedine, bassissima, in confronto a quella del mare, tanto in profondità che in superficie.

L'analisi dell'acqua del Lago ha dimostrato anche la presenza di solfati, il cui contenuto in SO_2 oscilla intorno agli 80 mmgr. per litro.

Il fenomeno più imponente del lago è l'emanazione continua e intensa di idrogeno solforato da parte della melma di fondo. Essendoci stato riferito che l'Associazione Nazionale dei Combattenti, che ha assunto l'ardua impresa della bonifica pontina, si proponeva di trasformare lo stagno in un lago costiero da pesca, del tipo di quello di Fogliano, aprendo una o più comunicazioni col mare, parve a noi di fondamentale interesse studiare e possibilmente risolvere i seguenti quesiti:

1°) A che cosa è dovuto lo sviluppo di idrogeno solforato emanante dalla melma, il quale costituisce un ostacolo insormontabile alla valorizzazione peschereccia del Lago?

2°) Che cosa avverrebbe con la salificazione delle acque del lago? E può una semplice comunicazione delle acque del lago di Caprolace col mare, far cessare l'emanazione di idrogeno solforato?

Un primo studio d'orientamento sul problema ci ha permesso di afferrare a grandi linee il quadro d'ambiente fisico-biologico del lago di Caprolace. Ambienti simili furono studiati accuratamente all'estero, soprattutto in Olanda, nella zona degli estuari, e risultò che in quegli ambienti di stagni salmastri costieri l'introduzione di acqua marina aveva accresciuto lo sviluppo di idrogeno solforato. E in seguito a questo studio preliminare noi cominciavamo già seriamente a dubitare che la semplice apertura di una o più comunicazioni fra il mare e il lago di Caprolace molto probabilmente non avrebbe risolto il problema del suo risanamento, e che la presenza dello spesso strato di melma, quasi totalmente d'origine organica, costituiva una tale riserva di energetico da assicurare per lunghissimo tempo la produzione di idrogeno solforato. E concludevamo inoltre che l'idrogeno solforato doveva essere prodotto tanto dalla decomposizione della sostanza organica solforata conti-

nuamente rifornita dalla *Najas marina*, secondo un processo molto diffuso e comune in natura in svariati ambienti, quanto da una riduzione di solfati in ambiente anaerobico per azione di speciali batteri.

Queste nostre vedute avevano però bisogno della riprova sperimentale, e quindi ci accingemmo allo studio microbiologico delle melme di Caprolace. Ci servimmo in una prima serie di prove della melma prelevata negli strati superficiali della coltre melmosa mediante semplici vasi aperti e senza speciali apparecchi; in esperienze successive ci servimmo di materiale pescato direttamente da noi o da colleghi usando strumenti appositi che ci garantivano la cattura della melma a profondità determinata.

Una prima serie di ricerche si è basata sui fenomeni già noti di riduzione dei solfati a idrogeno solforato per opera di batteri, alcuni dei quali vivono in ambiente di acqua dolce o lievemente salmastra o in fanghi e melme non salsi, altri vivono in sabbie marine. Tutti questi batteri usufruiscono l'ossigeno dei solfati, in ambiente strettamente anaerobio, per ossidare le più diverse sostanze organiche presenti nell'ambiente.

Le condizioni d'ambiente necessarie al lavoro di questi batteri sono le seguenti:

- a) mancanza d'ossigeno libero;
- b) presenza di sostanze organiche;
- c) presenza di solfati.

Tali condizioni corrispondono precisamente a quelle della melma di Caprolace.

Un primo studio diretto della melma era necessario per formarsi un'idea delle forme microbiche attive in essa viventi. La melma superficiale, assieme a resti numerosi di diatomee, a involucri chitinosi di Artropodi, a granuli di polline e ad abbondantissimo detrito della *Najas marina*, rivelò, come forma predominante, una Clorofitea, che, secondo noi, è il *Chlorococcum infusionum*. Che la melma sia prevalentemente formata da detriti decomposti della *Najas marina* ci riuscì di accertare con una semplice esperienza. In un barattolo chiuso lasciammo per circa tre mesi un notevole ammasso di piante di *Najas marina* immerse nell'acqua di Caprolace. Dopo qualche mese, nel barattolo, mantenuto a chiusura ermetica, si era formata una mel-

ma della stessa natura e composizione fisica e biologica di quella di Caprolace, emanante anch'essa un forte odore di idrogeno solforato.

Durante la lenta trasformazione delle piante in melma, notammo lo sviluppo di un numero enorme di batteri, fra i quali il Prof. Arnaldi dell'Istituto Sieroterapico Milanese (1), da noi chiamato a collaborare a queste ricerche per l'isolamento e riconoscimento delle specie batteriche, ha ravvisato specie numerose.

Noi procedemmo, dal canto nostro, — sempre durante la trasformazione della *Najas* in melma in ambiente chiuso — alla ricerca e alla identificazione delle forme di Protozoi. Ci risultarono presenti e attive:

Una specie di *Cercomonas*

Trepomonas agilis Duj.

Una specie di *Oikomonas*

Lembus pusillus Quennerstedt, ciliato caratteristico delle infusioni marine.

Tutte queste specie erano presenti in numero grandissimo di individui.

La presenza di molti batteri e flagellati incolori, del *Trepomonas agilis* e il simultaneo svilupparsi di grandi quantità del *Chlorococcum infusionum*, rivelarono un ambiente poli-mesosaprobico. Senonché, — e questo è il fatto importantissimo — avveniva nei vasi di vetro a chiusura ermetica, ed avviene anche in natura, che la decomposizione della sostanza organica si ferma a questo stadio, perchè il materiale organico che cade sul fondo melmoso viene a trovarsi in condizioni di anaerobiosi sempre più perfetta quanto più viene sepolto da nuovo materiale. Ed è appunto perciò che hanno potuto accumularsi potenti strati di sostanza organica indecomposta. Durante lo stadio polimesosaprobico deve essere imponente la quantità di idrogeno solforato prodotta dalla decomposizione della sostanza organica solforata.

Nella melma di Caprolace da noi raccolta con apparecchi di presa, in modo che non si mescolasse con l'acqua sovrastan-

(1) Al Prof. Serafino Belfanti vada il nostro cordiale ringraziamento per l'interessamento vivissimo che volle prendere a queste ricerche, alle quali concesse la preziosa collaborazione del Prof. Carlo Arnaldi.

te, non ci riuscì di osservare nè protozoi nè diatomee allo stato attivo, e i protozoi non si svilupparono in essa neppure mantenendola lungamente in coltura. La sola forma che denoti vita, a prescindere dalle forme batteriche di difficile visibilità, è il *Chlorococcum infusioinum*.

Tuttociò si riferisce alla melma superficiale.

La melma di profondità, che noi abbiamo raccolto a m. 1,70, anch'essa emanante odore di idrogeno solforato, veduta a fresco al microscopio, è formata esclusivamente di detriti organici fra i quali non abbiamo potuto scorgere nessun essere vivente.

Queste osservazioni sono state fatte su materiale raccolto in giugno e luglio.

Acquistata così una conoscenza diretta della composizione della melma di strati superficiali e profondi, disponemmo esperimenti tendenti ad accertare:

I - Se nella melma e nelle sabbie della spiaggia della barra costiera di Caprolace battuta dal mare, esistano batteri riduttori dei solfati;

II - In quale misura l'idrogeno solforato della melma possa essere prodotto dai batteri riduttori dei solfati, e in quale misura possa derivare dall'opera dei batteri decompositori della sostanza organica solforata.

Per poter raggiungere l'intento era necessario riprodurre *in vitro* in Laboratorio condizioni di ambiente che imitassero quanto meglio possibile l'ambiente naturale in cui lavorano i microrganismi delle melme di Caprolace.

Bisognava quindi porre una certa quantità di liquido adatto all'attività di questi microrganismi, nelle condizioni surriferite (ambiente anaerobio, presenza di solfati e di sostanza organica energetica non solforata per le esperienze del primo gruppo; ambiente anaerobio e presenza di sostanza organica solforata per le esperienze del secondo gruppo), e disseminare nel liquido una certa quantità di melma ricca di questi microrganismi, ponendo il tutto in opportune condizioni di temperatura.

Il dispositivo da noi adottato consistette in vasi cilindrici alti e stretti, chiusi con tappo smerigliato, che noi riempivamo di soluzioni nutritive, innestandovi poi piccole quantità di melma o di sabbia, e chiudendo ermeticamente. I vasi veni-

vano poi mantenuti in termostato a temperatura costante di + 28° C.

Per la serie di esperienze riferentisi alla riduzione dei solfati usammo la seguente soluzione nutritizia già sperimentata da altri studiosi:

Fosfato bibasico di potassio	0,05
Lattato di sodio	0,5
Asparagina	0,1
Acqua di fonte	100.—

A questa soluzione aggiungevamo, come sorgente di ossigeno, solfato di magnesio eptaidrato.

Presumendo dalla letteratura dell'argomento che diverse forme di batteri desulfurificanti potessero essere presenti nelle melme, e che ciascuna specie trovi un optimum di vita in un ambiente di salsedine determinata, abbiamo aggiunto alle suddette soluzioni quantità di cloruro di sodio variabili da 0 a 2,8%, cioè fino ad un massimo che equivale alla percentuale media normale del cloruro di sodio disciolto nell'acqua marina.

Secondo la letteratura dell'argomento sono state a tutt'oggi isolate soltanto tre specie batteriche riduttrici dei solfati, e precisamente la *Microspira desulfuricans*, che lavora in acqua dolce o leggermente salmastra; la *Microspira aestuarii*, che lavora in ambiente di alta salsedine, e il *Vibrio thermodesulfuricans* che lavora ad alte temperature. Le tre specie non presentano differenze morfologiche apprezzabili, e perciò il BAARS (1) ritiene di poter affermare che trattasi soltanto di tre forme di adattamento di un'unica specie: *Vibrio desulfuricans*.

Una prima serie di esperimenti fatti seminando nel liquido nutritizio la melma superficiale con diverse quantità di cloruro di sodio, dava risultati positivi con la soluzione nutritizia suddetta, con aggiunta di solfato di magnesio al 5‰, e in assenza di cloruro di sodio. In nove giorni si svilupparono — per ogni litro di soluzione — 124 mgr. di idrogeno solforato, corrispondenti a 295 mgr. di SO₂. Il totale di SO₂ presente nella soluzione era di 1623 mgr.; e quindi ne era stato ridotto ad idrogeno solforato il 18%.

(1) BAARS J. K. - Over sulfaatreductie door bacterien - Delft, 1930.

Risultati ancora più netti si ebbero con soluzione nutritizia come la predetta, con solfati di magnesio al 3 ‰, e assenza di cloruro di sodio: in nove giorni, sui 972 mgr. di SO₂ presenti nella soluzione venivano ridotti ad acido solfidrico ben 491 mgr., e cioè era stato ridotto circa il 55% del solfato di magnesio contenuto nella soluzione.

Gli esperimenti fatti con soluzione nutritizia con aggiunta di solfato di magnesio e in presenza di cloruro di sodio in percentuali varie, diedero risultati trascurabili o nulli per la produzione di idrogeno solforato.

Ripetuti gli esperimenti con melma superficiale, ottenemmo un risultato positivo con la soluzione nutritizia a cui erasi aggiunto solfato di magnesio al 3 ‰ e cloruro di sodio all'1%. Su 972 mgr. di SO₂ presenti nella soluzione, in 21 giorni 201 mgr. venivano ridotti a idrogeno solforato, cioè veniva ridotto il 20% del totale di SO₂ contenuto nella soluzione.

Risultava da queste prime prove che nella melma superficiale di Caprolace esistono microrganismi riduttori dei solfati, capaci di lavorare in ambiente privo di salinità o con salinità lieve.

Estendendo i nostri esperimenti alla sabbia superficiale della spiaggia del mare di Caprolace, non ottenemmo nessun risultato notevole sulla riduzione dei solfati; risultati trascurabili o nulli ottenemmo in altre serie di esperimenti nei quali usammo per materiale da semina melma superficiale.

L'incostanza dei risultati soprariferiti con la melma di superficie ci indusse a supporre che negli strati profondi della melma e della sabbia di spiaggia, ove le condizioni di anaerobiosi sono assai più perfette, si potessero verificare risultati più cospicui e concordi.

E perciò con melma e sabbia superficiale e profonda eseguiamo nuove serie comparative di esperimenti, prelevando la melma alla profondità di m. 1,70 e la sabbia marina a profondità di 1 metro.

Sempre usando la soluzione nutritizia di cui si è detto, e aggiungendo solfato di magnesio al 3 ‰ con diverse percentuali di cloruro di sodio, ottenemmo, dopo un periodo di soli 15 giorni, i seguenti nettissimi risultati:

La melma di profondità, con una salsedine del 25 ‰, cioè con un contenuto in cloruro di sodio press'a poco uguale a

quello medio normale dell'acqua di mare, ridusse ad idrogeno solforato 592 sui 972 mgr. di SO₂ presente nella soluzione (60%).

Risultati ancora più notevoli dava la sabbia di mare. Nella soluzione nutritizia con solfato di magnesio al 3 ‰ e cloruro di sodio al 21 ‰, venivano ridotti ad idrogeno solforato ben 893 dei 972 mgr. di SO₂ presenti, cioè il 91% circa, nel breve periodo di quindici giorni.

In un altro esperimento, durato pure quindici giorni, in presenza del 28 ‰ di cloruro di sodio e 3 ‰ di solfato di magnesio, la sabbia di mare dava pure risultati notevolissimi: 838 dei 972 mgr. di SO₂ presenti, erano ridotti ad idrogeno solforato, cioè circa l'86% del totale.

Tutti i liquidi nutritizi usati in queste prove, alla fine degli esperimenti erano ricchi di forme batteriche, fra le quali sempre visibili erano degli spirilli molto simili a quelli descritti da vari autori come agenti della riduzione dei solfati. Il Prof. Arnaudi sta attualmente occupandosi di isolarli.

Con quest'ultima serie di esperimenti veniva dimostrata, nella melma profonda del lago e nella sabbia profonda della spiaggia di Caprolace, l'esistenza di un fenomeno biochimico di notevole intensità, consistente nella riduzione dei solfati per opera di batteri desulfurificanti, con produzione di idrogeno solforato libero. Il fenomeno si svolge con intensità soltanto in ambiente di salsedine elevata, a un dipresso come quella media dell'acqua marina.

Per escludere ogni dubbio che ad infirmare i nostri risultati potessero essere stati apportati nei vasi da esperimento microrganismi desulfurificanti anaerobi per mezzo dell'acqua di fonte da noi usata, accompagnammo sempre ciascuna serie di esperienze con vasi contenenti la semplice soluzione nutritizia fatta in acqua di fonte, con aggiunta di solfato di magnesio e quantità varie di cloruro di sodio, senza alcuna semina di melme o sabbie; ottenemmo sempre in tali controlli risultati negativi.

Discende chiaramente da questi risultati la conseguenza che, aprendo una comunicazione fra il lago di Caprolace e il mare, senza in qualsiasi modo eliminare l'enorme riserva di sostanza organica detritica che forma la gran coltre di melma, l'acqua del lago non farebbe che arricchirsi del suo contenuto

di solfati, di cloruro di sodio e di microrganismi desulfurificanti contenuti nelle sabbie marine a non grande profondità.

Vi è da prevedere quindi che il fenomeno della produzione di idrogeno solforato non solo non cesserebbe, ma con tutta probabilità diventerebbe più intenso, almeno per un certo periodo, forse anche molto lungo, come si è già verificato nella regione degli estuari olandesi.

Un fattore del complesso fenomeno potrebbe forse venire a mancare: l'apporto di sostanza organica da parte della *Najas marina* che forse non resisterebbe all'alta salsedine delle acque tirreniche. Ma non bisogna dimenticare che l'enorme spessore della coltre melmosa già esistente, anche se essa cessi di accrescersi, costituisce una riserva di sostanza organica così imponente da alimentare la produzione di idrogeno solforato per un lunghissimo periodo di tempo dopo operata la comunicazione col mare, mantenendosi — almeno nella melma profonda alla stessa guisa che nella sabbia marina — un ambiente anaerobio. *Ne consegue nella pratica che un risanamento sicuro e completo del lago di Caprolace non si può ottenere senza asportare la gran coltre del fondo melmoso.*

* * *

Con la serie di esperimenti che sono valsi ad accertare che nella melma e nelle sabbie marine si ha una riduzione di solfati per opera di attività microbiche, non si era però dimostrato che la fonte dell'idrogeno solforato sprigionato dalla melma fosse soltanto quella della riduzione dei solfati. Sorgeva spontaneo il quesito se una parte dell'idrogeno solforato, soprattutto quello prodotto nella melma superficiale dai residui freschi della *Najas Marina* e dagli altri organismi morti, potesse essere prodotta dalla decomposizione della sostanza organica solforata.

È noto che molti sono i batteri, tanto aerobi come anaerobi, capaci di liberare l'acido solfidrico dai composti organici solforati. Non era per noi di immediata necessità il conoscere le specie dei batteri, ma solo determinare l'intensità del fenomeno nella melma di Caprolace.

Pensammo perciò di ricorrere a sostanze organiche il più possibile simili a quella a cui è legato il solfo nelle molecole delle proteine. Consultandoci coi colleghi chimici, dell'Istituto Superiore Agrario di Milano, scegliemmo fra tali sostanze la

cistina, che infatti forma un gruppo importante, contenente zolfo, nella molecola delle proteine.

Montammo nuove serie di esperimenti, usando acqua di fonte e in essa introducendo la cistina levogira (l-cistina) alla quale aggiungemmo quantità varie di cloruro di sodio da 0 a 2,5 %, e mantenendo nei vasi dell'esperimento l'ambiente anaerobio. In tali vasi venivano poi seminate piccole quantità della melma superficiale e profonda, o sabbia marina della barra costiera di Caprolace.

Un vaso con melma di superficie dava con la cistina i seguenti risultati:

In 25 giorni, con un totale di 3333 mmgr. di cistina presente nel vaso da esperimento venivano prodotti, per un litro d'acqua, 462 mmgr. di idrogeno solforato, corrispondenti a 1618 mmgr. di cistina decomposta, vale a dire ne venne decomposta circa il 47%. Il contenuto in cloruro di sodio era del 5‰.

In un altro vaso, sempre con semina di melma superficiale, col 0% di cloruro di sodio, nello stesso periodo di 25 giorni, la cistina veniva decomposta in proporzione del 34%.

Dal 26 luglio al 12 agosto, cioè in 17 giorni, la melma superficiale scomponeva il 39% di cistina, contenendo l'acqua delle soluzioni il 5‰ di cloruro di sodio.

La sabbia marina di superficie e della profondità di un metro non ci ha dato nessuna scomposizione della cistina; anche la melma di profondità ha dato risultati negativi.

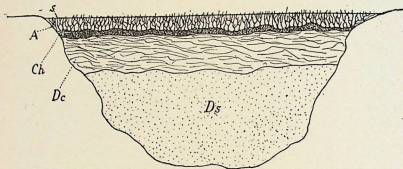
Concludendo, dai nostri esperimenti risulta che la cistina viene decomposta in modo intenso e rapido usando come materiale da semina la melma di superficie, mentre tale decomposizione non avviene usando la melma di profondità. Se ne può dedurre che la melma di superficie contiene ed apporta ai vasi da esperimento microrganismi che nella melma di profondità non esistono o sono inattivi.

Si può dunque pensare che nell'ambiente del lago di Caprolace, mentre si svolge imponente in certi periodi dell'anno (e precisamente in autunno, allorché si accumulano le piante morte della *Najas marina*) il fenomeno della decomposizione della sostanza organica solforata negli strati superficiali della coltre melmosa, tale processo non avvenga in profondità, ove invece prevarrebbe con grande intensità la produzione di idrogeno solforato per riduzione dei solfati.

Questo assieme di fatti permette di ricostruire il ciclo dello zolfo nel lago di Caprolace nel seguente modo:

Lo strato superficiale d'acqua limpida che copre la melma è sede d'ossidazione, probabilmente d'origine microbica, dell'idrogeno solforato emanato dalla melma.

Lo strato superficialissimo della melma dello spessore di qualche centimetro, che chiameremo a *Chlorococcum*, dalla for-



S - Superficie dello stagno.

A - Strato d'acqua con fitta vegetazione di *Najas marina*, e nel quale avviene l'ossidazione dell'idrogeno solforato.

Ch - Strato verde chiaro di melma a *Chlorococcum*.

Dc - Zona di decomposizione anaerobica di sostanza organica solforata e di riduzione dei solfati.

Ds - Strato profondo di riduzione dei solfati.

ma tipica di Cloroficea che vi abbonda, è uno strato di transizione ove ancora è presente una certa quantità di ossigeno.

Al disotto dello straterello di transizione si stende per uno spessore non determinato la parte superficiale della melma che sarebbe sede di attiva demolizione, in ambiente anaerobio d'acqua dolce o salmastra, della sostanza organica solforata alla quale sarebbe dovuta buona parte dell'idrogeno solforato svolgentesi. Ma certamente una parte dell'idrogeno solforato di questa melma superficiale è dovuto a batteri riduttori di solfati, come dimostrano le nostre esperienze.

Nella melma profonda, che si trova in uno stato quasi fosile paragonabile agli strati profondi delle torbiere e dove l'ambiente è strettamente anaerobio, non ha luogo che la produzione d'idrogeno solforato derivante dalla riduzione dei solfati per

opera di microrganismi che lavorano in ambiente di salinità pari a quella del mare.

Per modesta che sia la mole di queste ricerche, tuttavia il risultato è così netto da renderci persuasi che siamo sulla giusta via. E saremo lietissimi se l'opera nostra potrà portare un piccolo contributo all'opera colossale che sta redimendo, con romana volontà, il terreno dell'Agro Pontino.

In una memoria estesa ed illustrata daremo prossimamente ampia descrizione di tutte le osservazioni ed esperienze compiute e di altre che sono in corso di svolgimento.