

# Ο ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΩΝ ΛΙΘΩΝ



Π. ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ

# ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ



# ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

- ◆ ΑΝΑΠΤΥΞΕΙΣ ΦΥΚΩΝ, ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΒΡΥΩΝ ΣΕ ΒΙΟΚΛΑΣΤΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟ ΣΤΗ ΡΟΔΟ
- ◆ ΑΝΑΠΤΥΞΕΙΣ ΦΥΚΩΝ ΚΑΙ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΜΑΡΜΑΡΟ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ



# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟ/ΝΙΣΜΩΝ

## ◆ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- ◆ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΣΧ. ΥΓΡΑΣΙΑ

- ◆ ΦΩΣ

- ◆ ΡΥΠΟΙ

## ◆ ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- ◆ ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

- ◆ ΥΓΡΑΣΙΑ

# ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

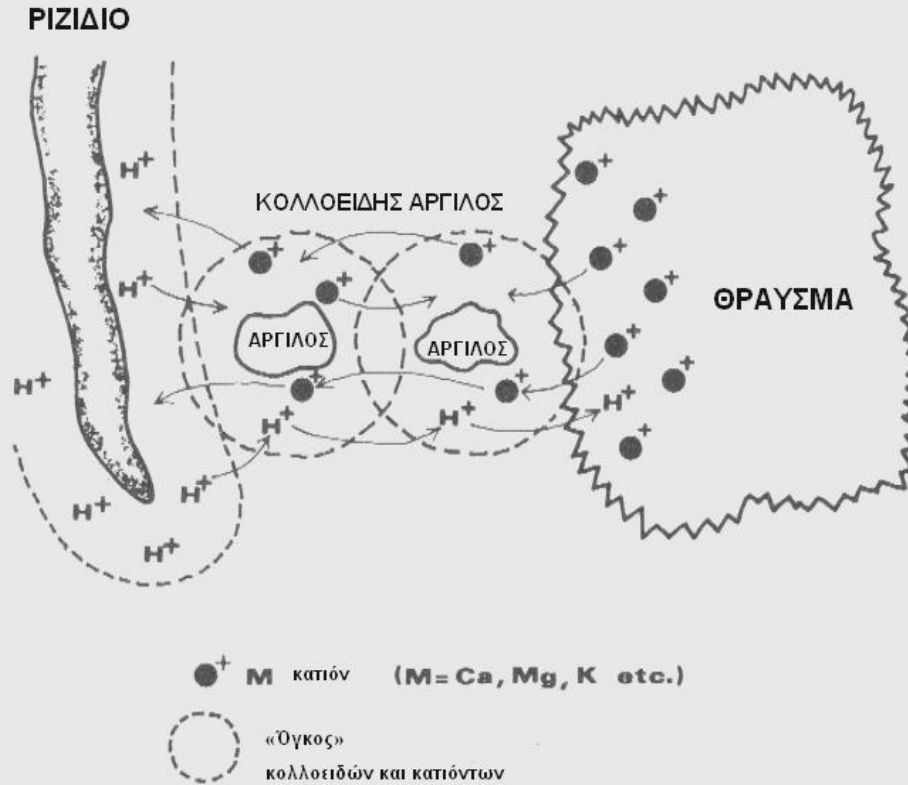
## ◆ ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

- ◆ ΕΚΔΟΡΕΣ, ΘΡΑΥΣΕΙΣ, ΑΠΟΔΟΜΗΣΗ ΚΛΠ, ΕΞ ΑΙΤΙΑΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

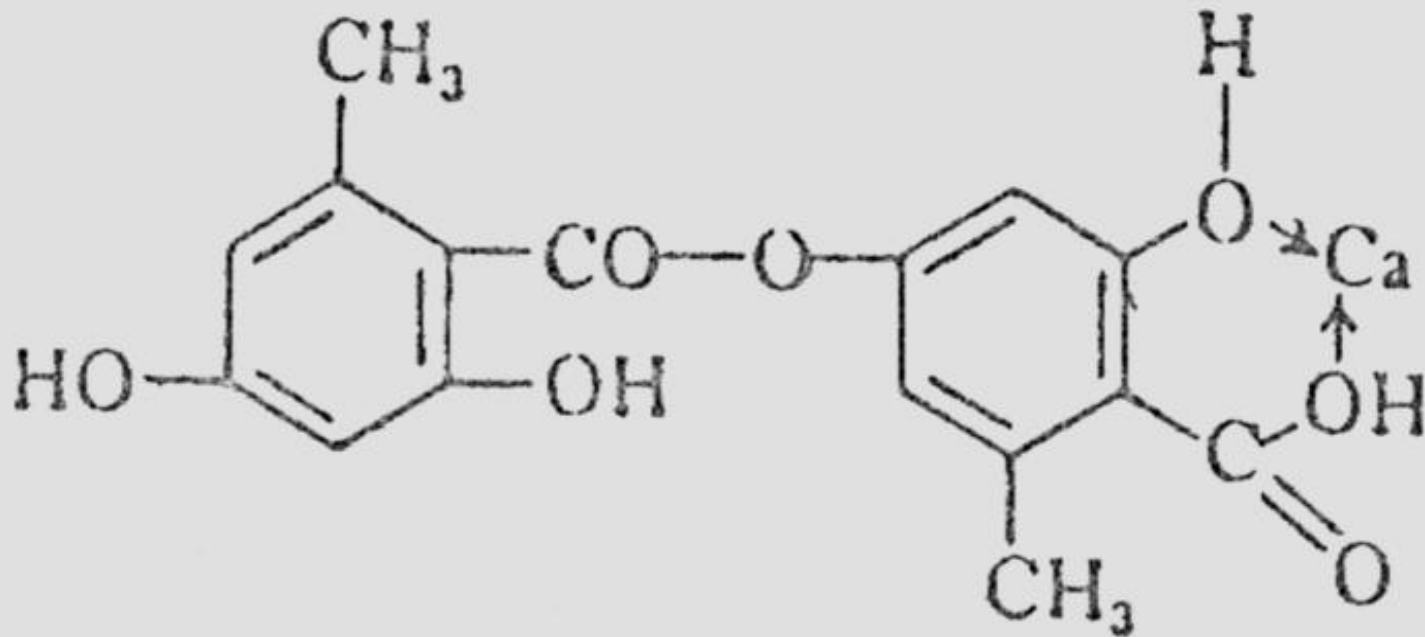
## ◆ ΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

- ◆ ΟΡΓΑΝΙΚΑ & ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΟΞΕΑ
- ◆ ΧΗΛΙΚΑ ΣΥΜΠΛΟΚΑ
- ◆ ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΛΚΑΛΙΚΗ ΔΡΑΣΗ
- ◆ ΙΟΝΤΟΑΝΤΑΛΛΑΓΗ
- ◆ ΕΝΖΥΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ
- ◆ ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ

# ΙΟΝΤΟΑΝΤΑΛΛΑΓΗ



# ΧΗΛΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΑΠΟ ΟΞΕΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΟΡΙΣΜΕΝΟΙ ΛΕΙΧΗΝΕΣ



# ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΜΕΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ

- ◆ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΜΕΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ
- ◆ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΜΕΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

## ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

## ΑΛΛΟΙΩΣΗ

Αυτότροφα Βακτήρια

Μαύρη κρούστα, πατίνα  
μαύρου- καφέ χρώματος,  
απολέπιση, θρυμματισμός

Ετερότροφα Βακτήρια

Μαύρη κρούστα, πατίνα  
μαύρου χρώματος,  
απολέπιση, χρωματική  
μεταβολή

Ακτινομύκητες

Σκόνη λευκού- γκρι  
χρώματος, πατίνα,  
εξανθήσεις λευκού  
χρώματος

Κυανοβακτήρια

Πατίνα, φυλλώδης  
επίστρωση διαφόρων  
χρωμάτων και σύστασης

Μύκητες	Κηλίδες διαφόρων χρωμάτων, απολέπιση, βελονισμοί
Φύκη	Πατίνα, φυλλώδης επίστρωση διαφόρων χρωμάτων και σύστασης
Λειχήνες	Κρούστα, λεκέδες, βελονισμοί
Βρύα	Αποχρωματισμός, λεκέδες πράσινου- γκρι χρώματος
Φυτά	Ρωγμές, κατάρρευση, απόσπαση υλικού

# ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- ◆ ΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (ΧΑΡΤΙ, ΔΕΡΜΑ, ΞΥΛΟ, ΥΦΑΣΜΑ) ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΝΤΑΙ ΕΥΚΟΛΟΤΕΡΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΟΥΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ
- ◆ Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΑΥΣΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΦΥΤΙΚΗ Η ΖΩΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- ◆ ΤΑ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΟΙΚΟΥΝΤΑΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΑΠΟ ΑΥΤΟΤΡΟΦΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ
- ◆ Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ (ΡΥΠΑΝΣΗ, ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ, ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΑ, ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΟΙΚΙΕΣ) ΕΥΝΟΕΙ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΩΝ ΜΙΚΡ/ΜΩΝ

# ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



# ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟΥΣ ΛΙΘΟΥΣ

◆ ΕΠΙΛΙΘΙΚΟΙ

◆ ΕΝΔΟΛΙΘΙΚΟΙ

◆ ΧΑΣΜΟΕΝΔΟΛΙΘΙΚΟΙ

◆ ΚΡΥΠΤΟΕΝΔΟΛΙΘΙΚΟΙ

◆ ΕΥΕΝΔΟΛΙΘΙΚΟΙ

# ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟΥΣ ΛΙΘΟΥΣ

## ◆ ΑΥΤΟΤΡΟΦΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

- ◆ ΧΗΜΕΙΟΛΙΘΟΑΥΤΟΤΡΟΦΟΙ

- ◆ ΦΩΤΟΛΙΘΟΑΥΤΟΤΡΟΦΟΙ (ΦΥΚΗ,  
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ, ΒΡΥΑ, ΦΥΤΑ)

## ◆ ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

- ◆ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΕΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΕ  
ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ

# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΤΟΥΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

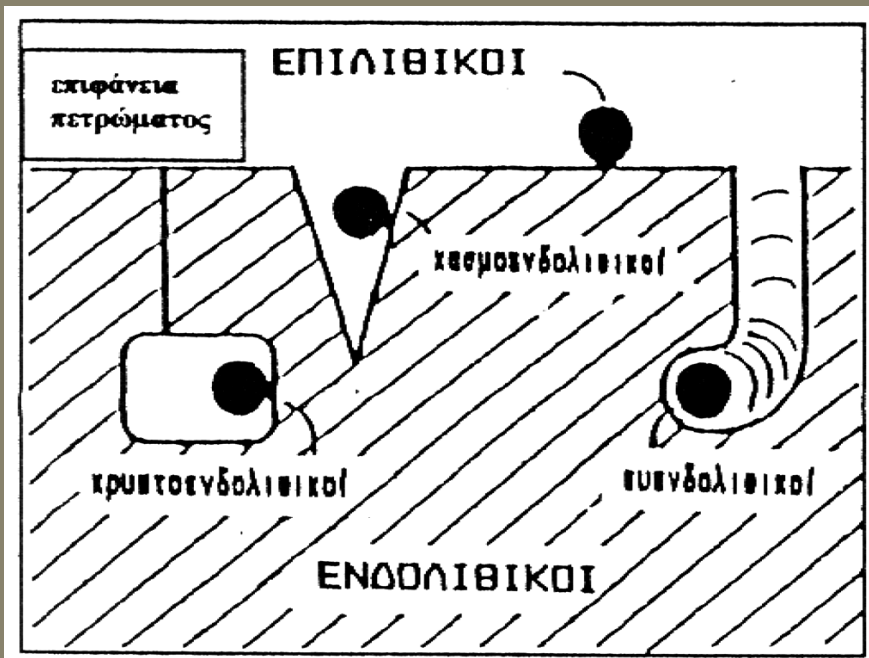
ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΠΗΓΗ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΔΟΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ	ΔΕΚΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ	ΟΜΑΔΕΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ
Φωτοαυτότροφοι/ Φωτολιθότροφοι	Ηλιακό φως (φωτοσυνθετικοί οργανισμοί)	CO <sub>2</sub>	Νερό	Οξυγόνο, Οργανικές ενώσεις	Αερόβιοι οργανισμοί: Κυανοβακτήρια, Άλγη, Λειχήνες, Βρύα, Φυτά
Χημειοαυτότροφοι/ Χημειολιθότροφοι	Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (χημειοσυνθετικοί οργανισμοί)	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> , Fe <sup>2+</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> S, S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Οξυγόνο	Αερόβιοι οργανισμοί: Βακτήρια Υδρογόνου Σιδήρου, Αζώτου, Θειοξειδωτικά

# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΤΟΥΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Φωτοετερότροφοι/ Φωτοοργανότροφοι	Ηλιακό φώς (Φωτοσυνθε- τικοί οργανι- σμοί	Οργανικές ενώσεις	Οργανικές ενώσεις $H_2S$ $H_2$	Οξυγόνο	Αερόβιοι οργανισμοί: Φωτοσυνθετικά βακτήρια Άλγη
				Οργανικές ενώσεις	Αναερόβιοι οργανισμοί: Πράσινα και πορφυρά βακτήρια θείου Πορφυρά μη θεικά βακτήρια
Χημειοετερότροφοι/ Χημειοοργανότροφοι	Οξειδο- αναγωγικές αντιδράσεις (χειμειο- συνθετικοί οργανισμοί)	Οργανικές ενώσεις	Οργανικές ενώσεις $S, S_2O_3^{2-}$ $H_2S$	Οξυγόνο	Αερόβιοι οργανισμοί: Ακτινομύκητες Ζώα Μύκητες
				Οργανικές ενώσεις	Αναερόβιοι οργανισμοί: Ενζυμικά βακτήρια

# ΦΥΚΗ

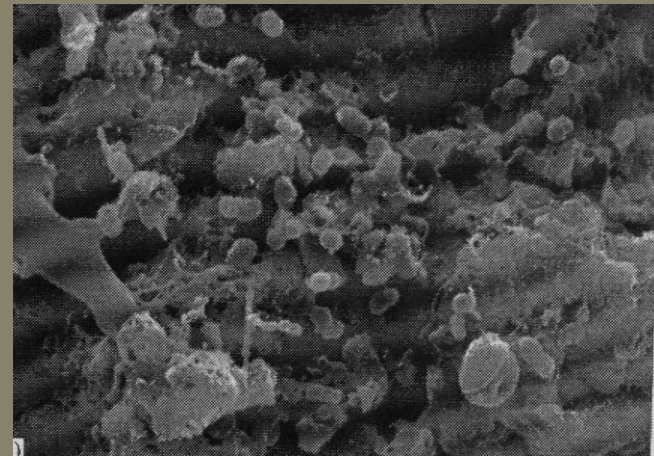
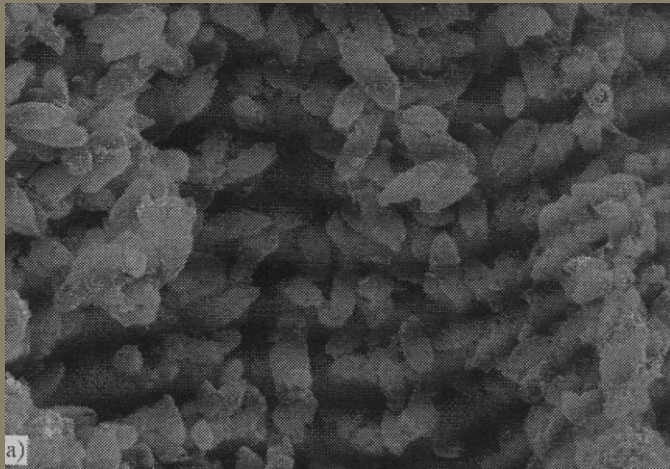
ΟΙ ΠΛΕΟΝ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ  
ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΛΙΘΟΥΣ ΜΕ ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΡΩΔΕΣ



- ◆ ΚΥΑΝΟΦΥΚΗ Η ΚΥΑΝΑ ΑΛΓΗ
- ◆ ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ Η ΠΡΑΣΙΝΑ ΑΛΓΗ
- ◆ ΚΟΚΚΙΝΑ ΦΥΚΗ

# ΒΑΚΤΗΡΙΑ

ΟΙ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ (1-10 $\mu$ m)  
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ ΣΕ pH 8-8,5



# ΒΑΚΤΗΡΙΑ

## ΝΙΤΡΟΑΝΑΓΩΓΙΚΑ - ΑΜΜΩΝΙΟΒΑΚΤΗΡΙΑ



*(Thiobacillus thioparus )*



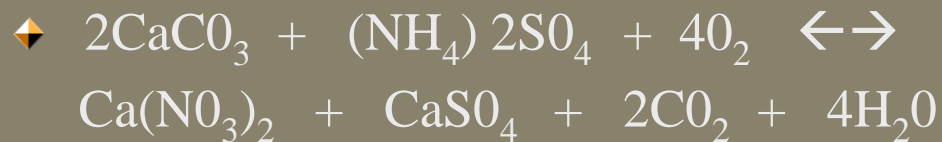
*(Thiobacillus denitrificans)*



# ΒΑΚΤΗΡΙΑ

## ΝΙΤΡΟΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ - ΝΙΤΡΩΔΟΒΑΚΤΗΡΙΑ

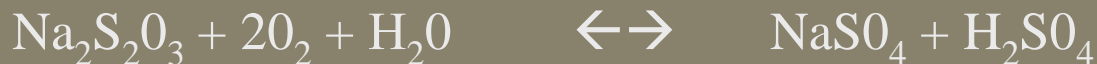
◆ Πιο συχνά εμφανίζονται σε τόφο παρά στον ασβεστόλιθο



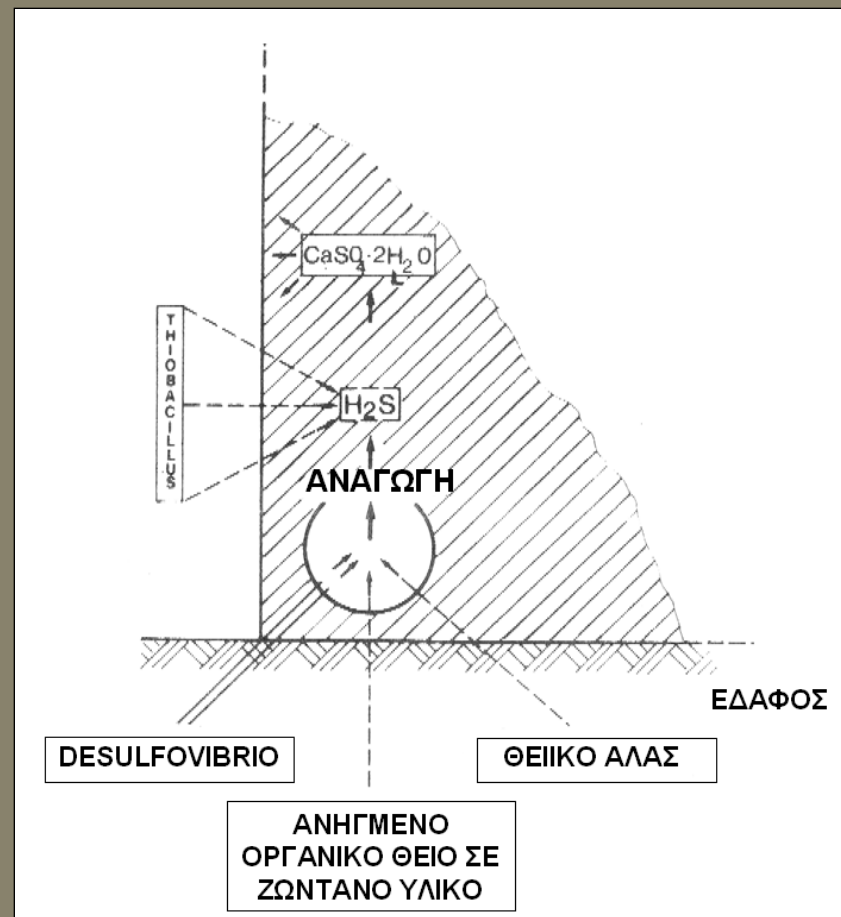
# ΒΑΚΤΗΡΙΑ

## ΘΕΙΟΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ - ΘΕΙΟΑΝΑΓΩΓΙΚΑ

- ◆ Μπορεί να είναι αυτότροφα, ημιαυτότροφα ή ετερότροφα
- ◆ Τα θειοαναγωγικά παράγουν υδρόθειο από οξειδωμένες μορφές του θείου
- ◆ Συνηθέστερες θειοξειδωτικές δράσεις είναι:



# Παραγωγή θεικών αλάτων από το Thiobacillus

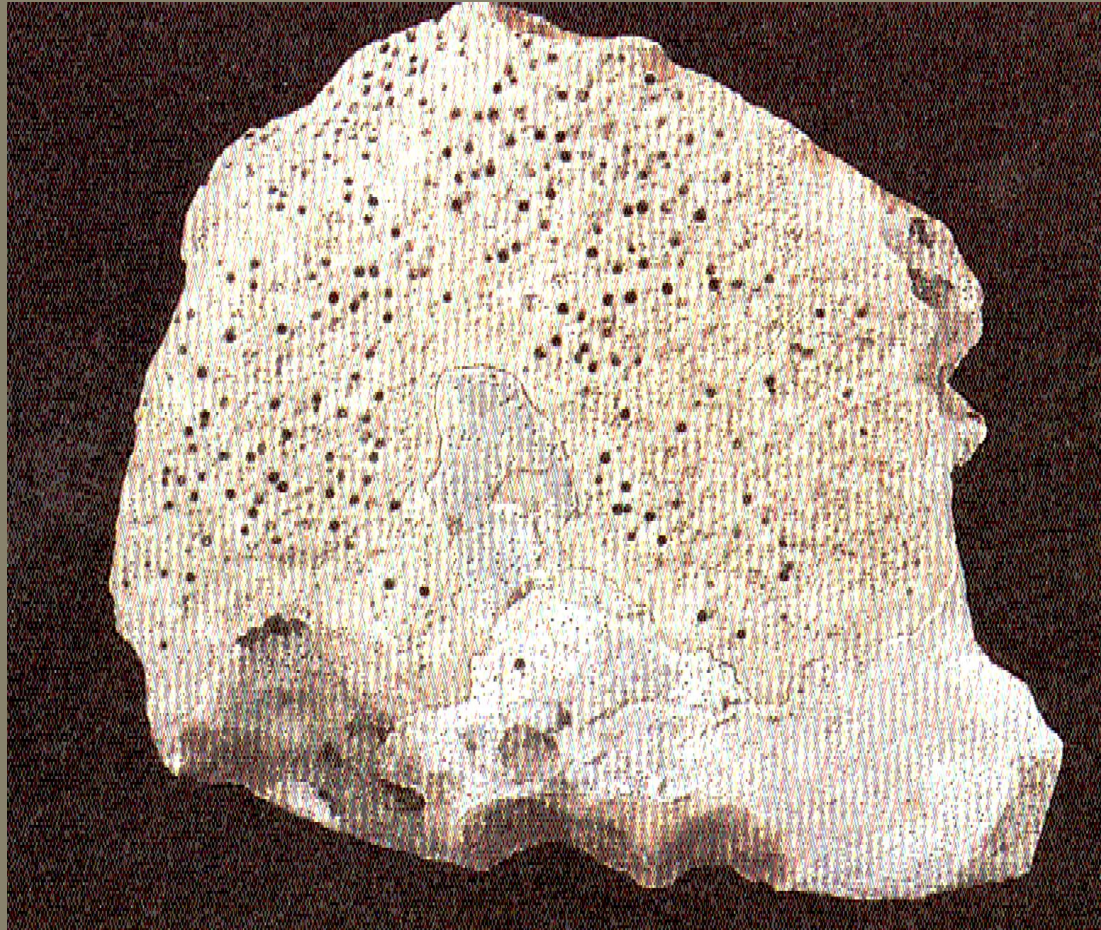


# ΛΕΙΧΗΝΕΣ

## ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ ΚΥΡΙΩΣ ΣΕ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥΣ ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΙ ΣΤΟ SO<sub>2</sub>

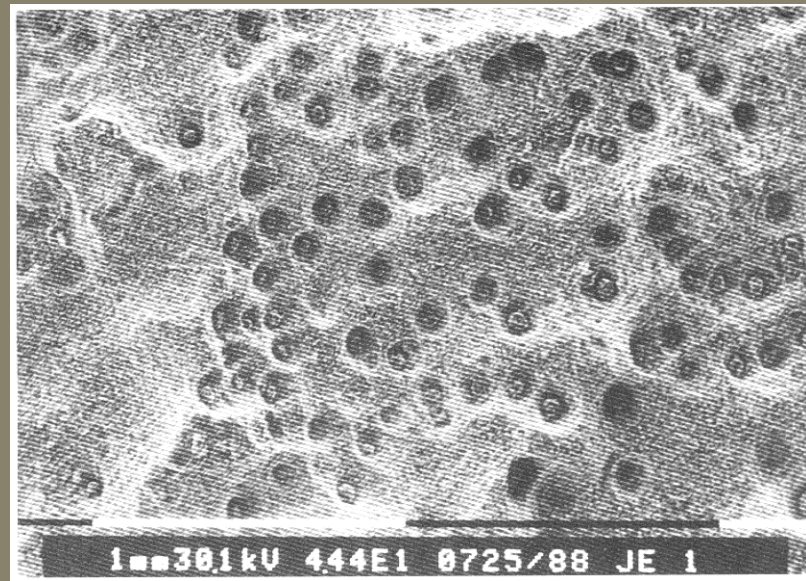
- ◆ Η προσβολή της επιφάνειας της πέτρας από τους λειχήνες γίνεται με τις εξής διεργασίες:
  - ◆ Κατακράτηση του νερού, λόγω της "σπογγώδους" υφής τους, γεγονός που διατηρεί την επιφάνεια της πέτρας υγρή για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ακόμα, η διόγκωση, που επέρχεται κατά την απορρόφηση υγρασία (άνυδρη-ένυδρη μορφή), δημιουργεί τις προϋποθέσεις για μηχανική φθορά, όταν βρίσκονται μέσα σε ρωγμές.
  - ◆ ιοντοεναλλαγή ανάμεσα στα H<sup>+</sup> που παράγονται στο ρίζωμα τους και τα κατιόντα (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) ορισμένων αργιλοπυριτικών ορυκτών.
  - ◆ έκκριση οργανικών οξέων
  - ◆ έκκριση ουσιών που σχηματίζουν χημικά σύμπλοκα (τρυγικά, κιτρικά, σαλικυλικά, γλυκονικά) με τα κατιόντα της πέτρας. Έχει αποδειχθεί (Keller, 1957) ότι ο ασβεστίτης διαλύεται σε υδατικό διάλυμα αιθυλενοδιαμινοτετραοξικού νατρίου με δημιουργία χημικού συμπλόκου και το Ca<sup>2+</sup> παραμένει στο διάλυμα για τιμές του pH που ξεπερνούν ακόμα και το 10 (Prieto Lamas *et al.*, 1995).

# ΛΕΙΧΗΝΕΣ



# ΜΥΚΗΤΕΣ

- ◆ Αναπτύσσονται σε όξινο περιβάλλον (pH= 5,0-5,5) σε αντιδιαστολή με τα, βακτήρια που προτιμούν το βασικό περιβάλλον.(pH=8,0-8,5).
- ◆ Τα περισσότερα είδη εκκρίνουν σημαντικές ποσότητες οργανικών οξέων κυρίως κιτρικό και οξαλικό οξύ
- ◆ Για αρκετά πετρογενετικά ορυκτά έχουμε απομάκρυνση των  $Al^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$  και  $Si^{4+}$ , όταν αυτά προσβληθούν με διαλύματα καλλιέργειας μυκήτων



# ΒΡΥΟΦΥΤΑ

- ◆ Τα βρύα είναι μικροί φωτοσυνθετικοί οργανισμοί και προτιμούν υδατικό περιβάλλον
- ◆ Προκαλούν χημική και μηχανική φθορά
- ◆ Η ικανότητα κατακράτηση μεγάλης ποσότητας νερού ( $12 \text{ l/m}^2$  ή και περισσότερο), προκαλεί στη βιοχημική διάβρωση της πέτρας

# ΑΝΩΤΕΡΑ ΦΥΤΑ



- ◆ ΕΚΛΥΣΗ ΟΞΕΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΟΥΣ
- ◆ ΑΣΚΗΣΗ ΠΙΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ
  - ◆ ΑΚΤΙΝΙΚΩΝ
  - ◆ ΑΞΟΝΙΚΩΝ

# ΖΩΑ



- ◆ ΤΑ ΠΟΥΛΙΑ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΙΟΤΙ:
- ◆ ΤΑ ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΑ ΤΟΥΣ ΕΙΝΑΙ ΠΗΓΗ ΦΩΣΦΟΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΚΑΙ
- ◆ ΥΠΟΒΑΘΜΙΖΟΥΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ

# ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

- ◆ ΕΜΜΕΣΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ
- ◆ ΑΜΕΣΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

# ΕΜΜΕΣΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

- ◆ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ Η
- ◆ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

(ΥΓΡΑΣΙΑ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΦΩΣ, ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ)

# ΑΜΕΣΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

- ◆ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ (ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ)
- ◆ ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ (ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ)
- ◆ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ (ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ, ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ)
- ◆ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ (ΒΙΟΚΤΟΝΑ)

# ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΒΙΟΚΤΟΝΩΝ

- ◆ η χαμηλή τοξικότητα και οικοτοξικότητα: βαθμός ευκολίας και ασφάλειας για τον χρήστη κατά την εφαρμογή, διάθεση αποβλήτων, ασφάλεια επισκεπτών και λοιπού εργατικού προσωπικού ( $LD_{50}$  500-2000)
- ◆ η αποτελεσματική απομάκρυνση των μικροοργανισμών: σε τι βαθμό, σε ποιές περιπτώσεις, σε τι χρονικό διάστημα, κ.ο.κ (δηλαδή, σταθερότητα και φάσμα δράσης ανάλογα με τη χρήση).
- ◆ η μη αλλοίωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του υποστρώματος (διαλυτοποίηση, αλλαγή pH, χρώματος, πορώδους)
- ◆ η μη αλλοίωση των φυσικοχημικών και οπτικών ιδιοτήτων των έγχρωμων επιφανειακών στρωμάτων
- ◆ η πλήρης συμβατότητα με τα υλικά επιφανειακής στερέωσης, συγκολλήσεων, ενεμάτων και σφραγίσεων που εφαρμόζονται in situ
- ◆ η εφαρμογή υπό μορφή διαλύματος πολύ μικρού ιξώδους προκειμένου να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διεισδυτικότητα
- ◆ η εφαρμογή του υλικού σε διάφορα στάδια ανάπτυξης ή ύφεσης των μικροοργανισμών και τέλος
- ◆ το κόστος της επέμβασης

**LD<sub>50</sub>: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΝΕΡΓΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΑ ΓΙΑ ΤΟ 50% ΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΕΚΦΡΑΖΕΤΑΙ ΣΕ mg ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ/KG ΒΑΡΟΥΣ ΖΩΟΥ**

Κατηγορία	Υποχρεωτική ένδειξη στη συσκευασία	LD <sub>50</sub> στομ. (mg/kg)	LD <sub>50</sub> δερμ. (mg/kg)	LC <sub>50</sub> εισπ. (mg/kg)
I Υψηλά τοξικό	<b>DANGER-POISON</b> νεκροκεφαλή με κόκαλα	0-50	0-200	0-2000
II Μέτρια τοξικό	<b>WARNING</b>	>50-500	>200-2000	>2000-20000
III Ελαφρά τοξικό ως σχετικά μη τοξικό	<b>CAUTION</b>	>500	>2000	----

# ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΜΥΚΗΤΕΣ

- ◆ Συχνά χρησιμοποιούνται οι ίδιες ενώσεις τόσο κατά των ετερότροφων, όσο και μη φωτοσυνθετικής μικροχλωρίδας (μύκητες, ακτινομύκητες και ορισμένα βακτήρια):
  - ◆ παράγωγα του καρβαμικού οξέος,
  - ◆ της βενζοτριαζόλης,
  - ◆ χλωριούχο βενζαλκόνιο,
  - ◆ χλωριούχο ισοτριαζολινόνη,
  - ◆ φορμαλδεύδη,
- ◆ χρησιμοποιούνται μαζί με ενώσεις του τεταρτοταγούς αμμωνίου (υαμίνη, χλωριούχο και βρωμιούχο αλκυλοβενζυτριμεθυλαμμώνιο ή βενζυλαλκυλδιμεθυλαμμώνιο). Το ποσοστό συγκέντρωσης που χρησιμοποιείται είναι πολύ μικρό (0.5- 2% )

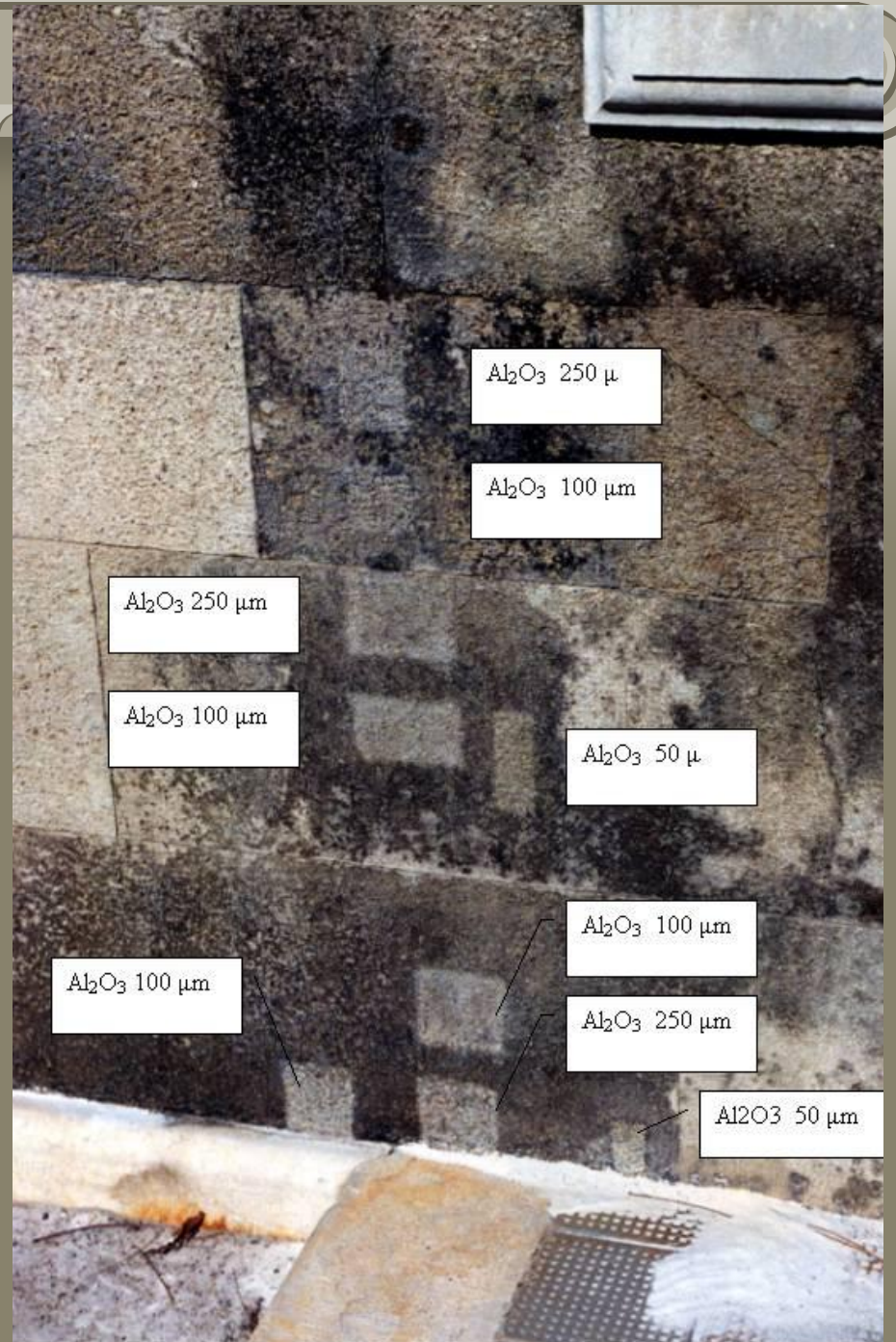
# ΦΥΚΗ, ΛΕΙΧΗΝΕΣ ΚΑΙ ΒΡΥΑ

- ◆ Ο έλεγχος των οργανισμών αυτών επιχειρείται συχνά με ψεκασμό τοξικών ουσιών που ενεργούν κατά του φωτοσυνθετικού τους συστήματος. Τα ποίο συνηθισμένα υλικά είναι:
  - ◆ Να άλατα του διμεθυλθειοκαρβαμικού οξέος και της μερκαπτοβενζοτριαζόλης,
  - ◆ Βορικά άλατα,
  - ◆ Σύμπλοκα του χαλκού με αμμωνία και υδραζίνη, όταν δεν ενοχλεί το μπλε χρώμα,
  - ◆ Ενώσεις του ταταρτοταγούς αμμωνίου, κυρίως ναμίνη, σε συνδυασμό με προσροφητικές αργίλους.

# ΦΥΚΗ, ΛΕΙΧΗΝΕΣ ΚΑΙ ΒΡΥΑ

- ◆ Στη περίπτωση των λειχήνων το βιοκτόνο μπορεί να δρα στο ένα από τα δύο μέρη της συμβίωσής (φύκη/μύκητες) και για το σκοπό αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες ενώσεις όπως:
  - ◆ υποχλωριώδες λίθιο,
  - ◆ αμμωνία,
  - ◆ ορθοφαινυλφαινολικά και πενταχλωροφαινολικά άλατα,
  - ◆ φορμαλδεύδη,
  - ◆ φθοριοπυριτικά άλατα, κυρίως του Cu, Zn και Al,
  - ◆ σύμπλοκα του μολύβδου,
  - ◆ αλογονοπαράγωγα.

# ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΚΑΘΗΣΕΙΣ



**ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ  
ΑΝΑΠΤΥΞΕΩΝ ΜΕ ΒΙΟΚΤΟΝΑ**



# ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ

- ◆ Ατμοσφαιρική ρύπανση
- ◆ Φυσικά αίτια
- ◆ Προηγούμενες επεμβάσεις
- ◆ Ανθρώπινος παράγοντας
- ◆ Βιολογική δράση

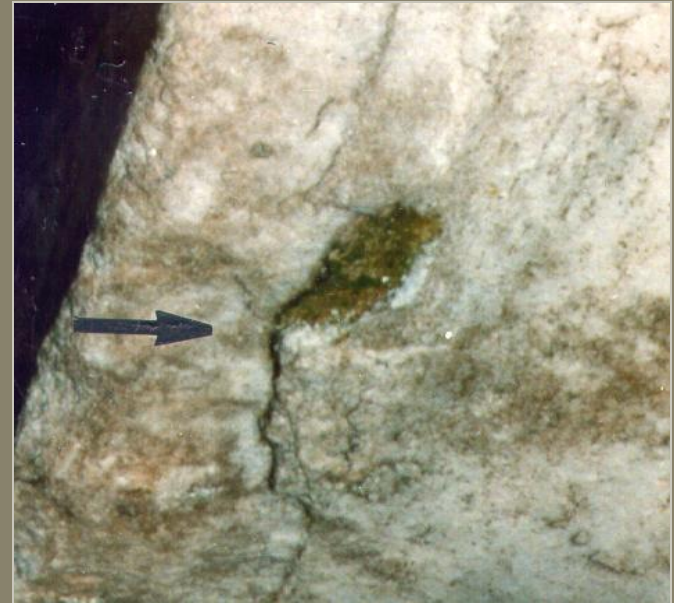
# ΕΙΔΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ & ΦΥΤΩΝ

Κατηγορία	Είδη
Μύκητες	<i>Alternaria</i> sp. <i>Aspergillus</i> spp. <i>Fusarium</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.
Λειχήνες	<i>Aspicilia calcarea</i> <i>Caloplaca flavescens</i> <i>Lecanora dispersa</i>
Κυανοβακτήρια	<i>Aphanocapsa</i> sp. <i>Chroococcus minor</i> <i>Leptolyngbya</i> spp.
Χλωρόφυτα	<i>Clorococcum</i> <i>Clorosarcinopsis</i> <i>chlorosarcina</i>

# ΧΑΣΜΟΕΝΔΟΛΙΘΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

ΜΝΗΜΕΙΟ	ΦΘΟΡΕΣ
ΠΡΟΠΥΛΑΙΑ	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Αυξημένη κατακράτηση υγρασίας σε μικρορωγμές και τριχοειδή</li><li>▪ Απώλεια υλικού</li></ul>
ΝΑΟΣ ΑΘΗΝΑΣ ΝΙΚΗΣ	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Αυξημένη κατακράτηση υγρασίας σε μικρορωγμές και τριχοειδή</li><li>▪ Απώλεια υλικού</li><li>▪ Αποφλοιώσεις, απολεπίσεις</li><li>▪ Χρωματική αλλοίωση</li></ul>
ΠΑΡΘΕΝΩΝΑΣ	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Μικρορωγμές</li><li>▪ Αποφλοιώσεις</li></ul>
ΕΡΕΧΘΕΙΟ	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Μικρορωγμές</li><li>▪ Αποφλοιώσεις</li></ul>

# ΧΑΣΜΟΕΝΔΟΛΙΘΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



# ΕΠΙΔΙΘΙΚΗ

## ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

ΜΝΗΜΕΙΟ	ΦΘΟΡΕΣ
ΠΡΟΠΥΛΑΙΑ	
ΝΑΟΣ ΑΘΗΝΑΣ ΝΙΚΗΣ	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Κυψελοειδής διάβρωση</li><li>▪ Χρωματική αλλοίωση</li></ul>
ΠΑΡΘΕΝΩΝΑΣ	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Κρούστα</li><li>▪ Απώλεια υλικού</li></ul>
ΕΡΕΧΘΕΙΟ	

# ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- ◆ Εντονότερη παρουσία σε σημεία με λιγότερο φως, μεγάλη κατακράτηση υγρασίας, εκτεθειμένα προς βόρεια και βορειοανατολικά
- ◆ Μερική αντιμετώπιση με μηχανικά μέσα
- ◆ Επανεέλεγχος σε τακτά χρονικά διαστήματα
- ◆ Συνέχιση της έρευνας

# ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΟ ΝΑΟ ΤΟΥ ΕΠΙΚΟΥΡΙΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝΑ

- ◆ Παγετός
- ◆ Θερμοκρασιακές μεταβολές
- ◆ Μηχανικές τάσεις
- ◆ Βιολογική δράση

# ΕΙΔΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ & ΦΥΤΩΝ

Κατηγορία	Είδη
Λειχήνες	<i>Arthopyrenia conoidea</i> <i>Caloplaca aurantia</i> <i>Lecanora radiosa</i>
Κυανοβακτήρια	<i>Aphanocapsa grevillei</i> <i>Chroococcus minor</i> <i>Leptolyngbya foveolaurum</i>
Χλωρόφυτα	<i>Clorococcum</i> <i>Clorosarcina</i> sp. <i>Microspora</i> sp.

# ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

## ◆ Μηχανικές διεργασίες:

Απορρόφηση υγρασίας

Διαστολή και συστολή

Αλλοίωση υποστρώματος

## ◆ Χημικές διεργασίες:

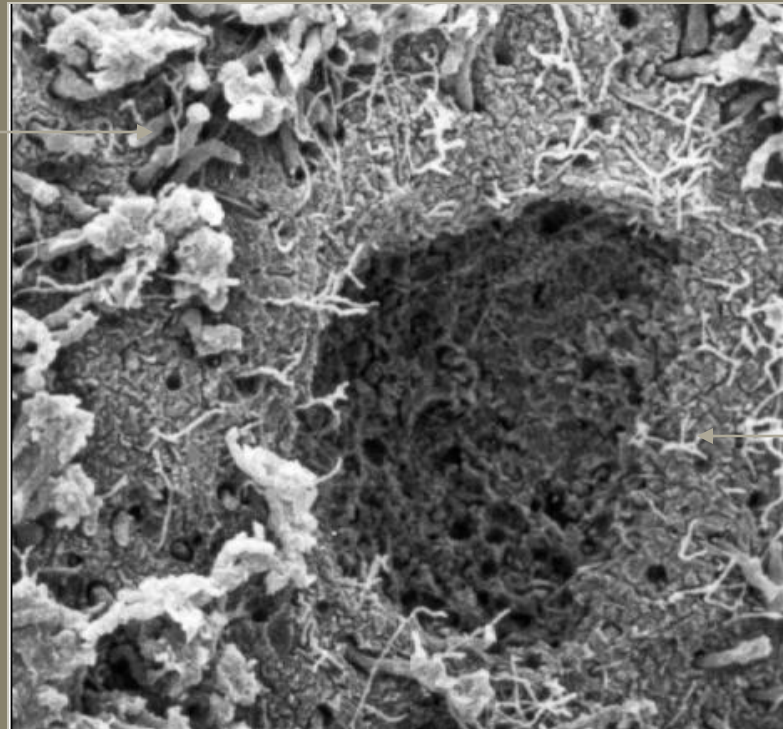
Απελευθέρωση οξέων

Σχηματισμός χηλικών συμπλόκων

Αντιδράσεις υδρόλυσης

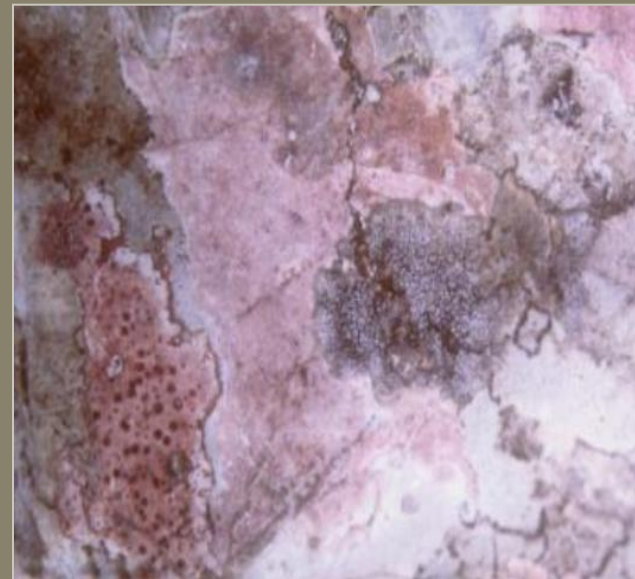
# ΕΝΔΟΛΙΘΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

φύκη

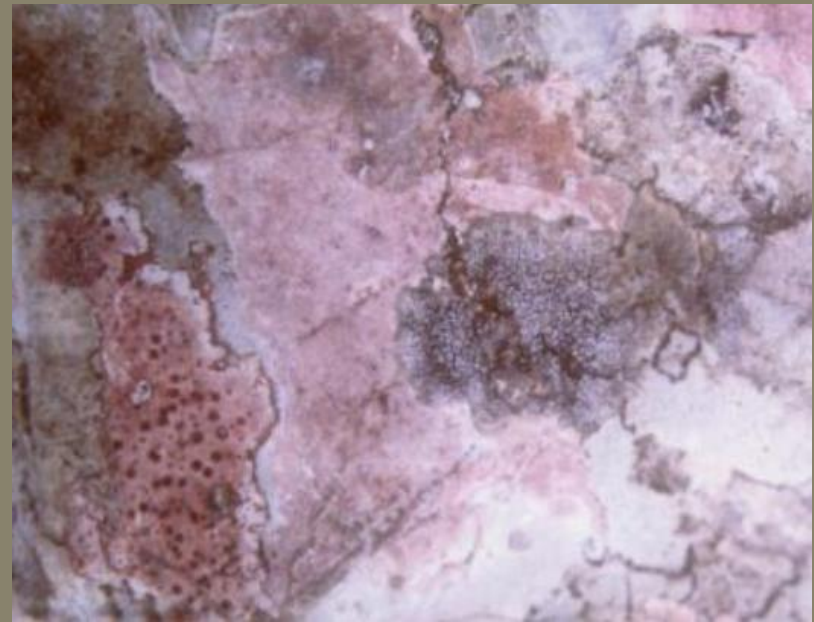


μύκητες

# ΕΝΔΟΛΙΘΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



ΑΝΑΠΤΥΞΕΙΣ ΛΕΙΧΗΝΩΝ ΣΤΟ ΝΑΟ  
ΤΟΥ ΕΠΙΚΟΥΡΙΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝΑ



# ΧΑΣΜΟΛΙΘΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



# ΝΑΟΣ ΕΠΙΚΟΥΡΙΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝΑ



- ◆ Μετά την τοποθέτηση στεγάστρου οι λειχήνες (*Xanthoria parietina*) μειώθηκαν και αποξηράνθηκαν

# ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- ◆ Ποσοτική και ποιοτική μείωση μικροοργανισμών λόγω στεγάστρου
- ◆ Απομάκρυνση στεγάστρου με την ολοκλήρωση των εργασιών συντήρησης
- ◆ Έρευνα για την αντιμετώπιση της βιολογικής δράσης

# ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΟ ΠΑΛΑΙΟ ΑΝΑΚΤΟΡΟ ΤΗΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

- ◆ Διαλυτά άλατα
- ◆ Ατμοσφαιρική ρύπανση
- ◆ Ανθρώπινος παράγοντας
- ◆ Βιολογική δράση

# ΕΙΔΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ & ΦΥΤΩΝ

## Κατηγορία

## Είδη

Λειχήνες

*Acarospora fuscata*  
*Caloplaca citrina*  
*Caloplaca murorum*

Κυανοβακτήρια

*Aphanocapsa grevillei*  
*Chroococcus minor*  
*Leptolyngbya foveolaurum.*

Χλωρόφυτα

*Clorococcum* sp.  
*Chlorococcum.* sp.  
*Stichococcus bacillaris*

Βρυόφυτα

*Tortula* sp.  
*Nostoc* sp.  
*Scytonema crustaceum*

Πτεριδόφυτα

*Adiantum capilus-veneris*

Σπερματόφυτα

*Capparis spinosa*  
*Ficus carica*  
*Oxalis* sp.

# ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

- ◆ Επικαλύψεις και επιχρίσματα
- ◆ Αισθητική αλλοίωση
- ◆ Σταδιακή αποσάθρωση του πετρώματος
- ◆ Κρούστα ανθρακικών αλάτων ασβεστίου

# ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



# ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



# ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- ◆ Συνδυαστική δράση μηχανισμών διάβρωσης
- ◆ Εφαρμογή της μεθόδου θερμικής υδροβολής



# ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ◆ Μικροοργανισμοί και οργανισμοί παίζουν σημαντικό ρόλο στο μηχανισμό φθοράς οργανικών και ανόργανων υλικών
- ◆ Μεταβολή της χημικής σύστασης και των φυσικών χαρακτηριστικών του υποστρώματος
- ◆ Αισθητική υποβάθμιση και απώλεια συνοχής
- ◆ Σημαντικότερη φθορά εξαιτίας της αλληλεπίδρασης διαφόρων διαβρωτικών παραγόντων
- ◆ Ανεπαρκείς μέθοδοι διάγνωσης και αντιμετώπισης του φαινομένου
- ◆ Ανάγκη συστηματικής έρευνας για την αντιμετώπιση του προβλήματος