



Ελληνική Σπηλαιολογική Εταιρεία

Σίνα 32 , Αθήνα 106 72

Τηλ. 210-3617824 / Φαξ 210-3643476

e-mail:

ellspe@otenet.gr & info@speleologicalsociety.gr

website:

www.speleologicalsociety.gr

ΒΙΟΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΚΗΣ ΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑΣ Μάρτιος – Ιούνιος 2007

Από την Ανδριανή Πανταζίδου
Βιολόγο, Λέκτορα Παν/μίου Αθηνών
Τμήμα Βιολογίας – Τομέας Οικολογίας & Ταξινομικής
Τακτικού Μέλους της Ε.Σ.Ε.

ΒΙΟΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑ

Της ΑΔΡΙΑΝΗΣ ΠΑΝΤΑΖΙΔΟΥ

Βιολόγος, Λέκτορας Παν/μίου Αθηνών
Τμήμα Βιολογίας-Τομέας Οικολογίας & Ταξινομικής
Τακτικού μέλους της Ε.Σ.Ε.

ΒΙΟΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑ

Κλάδος των βιολογικών επιστημών που μελετά την χλωρίδα και πανίδα των σπηλαίων, ο όρος καθιερώθηκε στις αρχές του αιώνα (1907).

Το σπήλαιο (καρστικό) από οικολογική άποψη:

Τα σπήλαια αποτελούν ιδιόμορφα, κλειστά και σταθερά οικοσυστήματα (αβιοτικοί - βιοτικοί παράγοντες) με ποικιλία βιοτόπων.

Στα σπήλαια οι τροφικές αλυσίδες είναι απλές και μικρές.

Στα σπήλαια αναπτύσσεται εγγενής και επιγενής χλωρίδα και πανίδα.

ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΣΠΗΛΑΙΟΥ

Αβιοτικοί παράγοντες (θρεπτικά συστατικά, φως, υγρασία θερμοκρασία)

Βιοτικοί παράγοντες (χλωρίδα, πανίδα)

Βιότοποι (σταλακτιτικός διάκοσμος, έδαφος, οροφή, κ.α.)

ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Μέσα στα σπήλαια ζει μια μεγάλη ποικιλία ζωικών οργανισμών με μεγάλο βαθμό προσαρμογής στο υπόγειο περιβάλλον.

Ευκαιριακά είδη που τυχαία βρίσκονται (πτώση, παγίδευση) στο περιβάλλον των σπηλαίων δεν επιζούν για μακρό διάστημα. Τα ζώα αυτά είτε επανέρχονται στο

αρχικό τους βιότοπο είτε πεθαίνουν παρέχοντας στα σπήλαια σημαντική πηγή θρεπτικών για την κοινωνία των σπηλαίων.

ΣΠΗΛΑΙΟ-ΠΑΝΙΔΑ

⇒ Τρωγλόξενη Είδη που ζουν κυρίως εκτός σπηλαίων και ευκαιριακά αποικούν και τα σπήλαια (νυχτερίδες, ποντίκια αράχνες, έντομα κ.α.

⇒ Τρωγλόφιλη Είδη που με επιτυχία ζουν και αναπαράγονται σε σπήλαια, αν και μπορούν να ζήσουν και εκτός. Εισέρχονται σε σπήλαια από τύχη και όχι από επιλογή.

⇒ Τρωγλόβια Είδη που αποκλειστικά ζουν σε σπήλαια και χαρακτηρίζονται από ειδικές μορφολογικές και φυσιολογικές προσαρμογές

Το πρόθεμα τρωγλο (troglo) χρησιμοποιείται για τα ζώα της χέρσου και το πρόθεμα στυγο (stygo) για υδρόβια ζώα που ζουν σε σπήλαια και υπόγεια ύδατα

ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ γιατί να μας ενδιαφέρει

Η βιοποικιλότητα είναι σημαντική για τη παγκόσμια οικονομία. Η μείωση της βιοποικιλότητας σχετίζεται με την εξαφάνιση ειδών και βιοτόπων. Σημαίνει τη μη αντιστρεπτή απώλεια γενετικού υλικού που συχνά συνδέεται με τη φαρμακολογία τη διατροφή και τη εξαφάνιση επαγγελματιών.

Η βιοποικιλότητα δεν μας παρέχει μόνο τροφή, ενέργεια φάρμακα αλλά υποστηρίζει τη ζωή πλανήτη (φωτοσύνθεση, ανακύκλωση ουσιών) και όχι μόνον (προστασία εδαφών, ερημοποίηση).

ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΣΠΗΛΑΙΑ πως τη μετράμε

Τρωγλόβια είδη

Σπήλαιο ή ομάδα γειτονικών σπηλαίων

Ενδημικά είδη.

Ποιοι τύποι σπηλαίων ή καρστικών συστημάτων έχουν υψηλή ή χαμηλή βιοποικιλότητα.

Πως συγκρίνεται με την βιοποικιλότητα άλλων οικοσυστημάτων

Από πού προήλθαν οι οργανισμοί των σπηλαίων

Stygobiotic - Stygophilic taxa

Πολλά στυγόβια αρθρόποδα κατάγονται από θαλάσσιους προγόνους που εποίκησαν κενούς θώκους των εσωτερικών υδάτων λόγω της υψηλής ανοχής τους στην αλατότητα.

Μια άλλη εκδοχή είναι να πέρασαν από την επιφάνεια κατά την παγετώδη περίοδο στα εσωτερικά ύδατα

ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΣΤΑ ΣΠΗΛΑΙΑ

Η επιβίωση ενός οικοσυστήματος εξαρτάται κυρίως από την βιοποικιλότητα και των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των ειδών αν δηλαδή η απομάκρυνση ή η μείωση πληθυσμού ή η εξαφάνιση ενός ή περισσοτέρων ειδών προκαλεί μη

αντιστρεπτές επιπτώσεις στο σύστημα που θα οδηγήσουν στη σταδιακή υποβάθμιση του.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες (εισαγωγή θηρευτών, ρύπανση κ.α.), τείνουν να αλλάξουν την οικολογική σταθερότητα ή προάγουν τον κατακερματισμό φυσικών οικοσυστημάτων και της ζωής που υποστηρίζουν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την επικράτηση μικρών απομονωμένων πληθυσμών που είναι περισσότερο ευαίσθητοι σε δημογραφικά και περιβαλλοντικά προβλήματα.

Πολλά υδρόβια (αμφίβια, ψάρια, καρκινοειδή) των σπηλαίων έχουν περιορισμένες ευκαιρίες εξάπλωσης (ενδημικά). Η επιβίωση τους επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές αλλαγές (συγκέντρωση νιτροδών, νιτρικών, θειικών αμμωνιακών ιόντων στο νερό).

Εξαιτίας της απομόνωσης, της μοναδικότητας και των ακραίων συνθηκών που επικρατούν σε ηπειρωτικά όσο και σε παράκτια σπήλαια (αγχίαλα) τα στυγόβια είδη είναι σπάνια, ενδημικά, και απειλούνται από τη μείωση της στάθμης του νερού και την υποβάθμιση του.

Στην Ιταλία 60 στυγόβια είδη που ζουν σε υπόγεια ύδατα (σπήλαια και φρέατα- όχι απλά αποθήκες νερού) κατατάσσονται στα απειλούμενα με εξαφάνιση είδη

Παραδείγματα Τρωγλόβιων ειδών: Κολεόπτερα, Αραχνίδια, Καρκινοειδή, Σαλαμάνδρες

Ορισμένες Προσαρμογές που παρατηρούνται σε τρωγλόβια καρκινοειδή είδη: επιμήκυνση του κύκλου ζωής, χαμηλός ρυθμός αναπαραγωγής, επίμηκες σώμα, έλλειψη χρωστικών, απουσία ματιών)

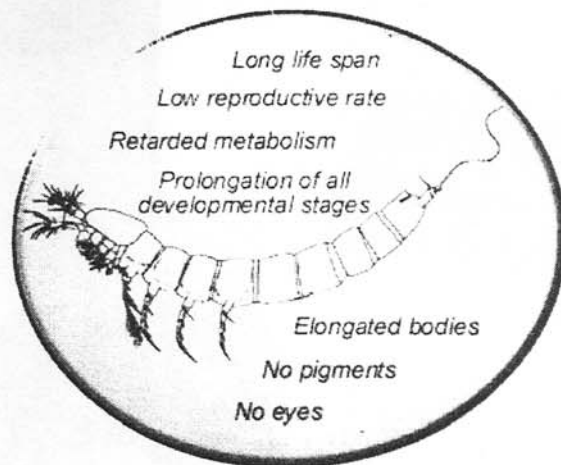
Παραδείγματα Τρωγλόξενων ειδών

CHORDATA (Φύλο), Mammalia (Κλάση), Chiroptera (Τάξη), Mollosidae (free tailed bats) (Οικογένεια)

Tadarida brasiliensis mexicana Τα ενήλικα άτομα των νυκτερίδων αυτών είναι καφετιά, τα νεαρά γκριζα. Οι μητέρες βγαίνουν τη νύκτα από το σπήλαιο για να τραφούν βρίσκουν τα μικρά τους ανάμεσα σε χιλιάδες άλλα επειδή διαθέτουν μνήμη του χώρου, προσωπικές οσμές και ήχους. Τα μικρά γεννιούνται Μάιο-Ιούνιο και μεταναστεύουν τον Οκτώβριο.

CHORDATA (Φ), Insecta (Κ), Mammalia (Κ), Chiroptera (Τ), Phyllostomidae (Οικ.)
Macroderma gigas: Απειλούμενο με εξαφάνιση είδος νυκτερίδας, σήμερα επιβιώνουν περί τα 2000 άτομα.. Ζει στην Αυστραλία και έχει σώμα μήκους 20

Characteristics of groundwater animals



εκατ. Είναι είδος σαρκοφάγο και καννιβαλιστικό, τρέφεται με μικρά βατράχια, σαύρες, νυκτερίδες και μικρά πουλιά.

ΣΠΗΛΑΙΟ-ΧΛΩΡΙΔΑ

(Η παραπάνω διάρθρωση δεν ακολουθείται, η σπηλαιοχλωρίδα απαρτίζεται κυρίως από τρωγλόφιλους φυτικούς οργανισμούς)

Η χλωρίδα απαρτίζεται από ετερότροφους οργανισμούς (περιοριστικός παράγοντας η ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΥΛΗ) και αυτό-τροφους οργανισμούς (περιοριστικός παράγοντας το ΦΩΣ)

- ⇒ Βακτήρια
- ⇒ Κυανοφύκη
- ⇒ Φύκη (χλωροφύκη, διάτομα)
- ⇒ Μύκητες
- ⇒ Βρυόφυτα
- ⇒ Πτεριδόφυτα
- ⇒ Ανώτερα φυτά (σπάνια)

Οργανική ύλη (περιπτώματα ζωικών οργανισμών, νεκροί οργανισμοί, φερτά υλικά)

- ⇒ Φως (ανοίγματα σπηλαίου, τεχνητός φωτισμός σε αξιοποιημένα σπήλαια)

Η ανθρωπογενής επίδραση (φωτισμός, κατασκευές) συμβάλλει στην παραπέρα εποίκηση των σπηλαίων κυρίως από ευρύοικα είδη, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη εντυπωσιακής μορφής βλάστησης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

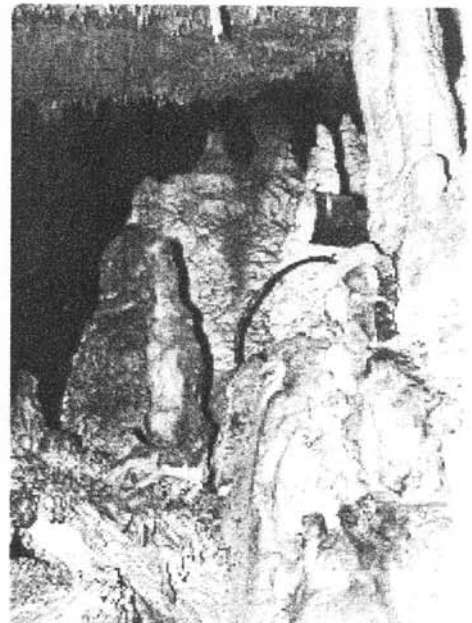
- ⇒ Πλούσια χλωρίδα γύρω από τα φωτιστικά σώματα.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

- ⇒ Υποβάθμιση του σπηλαίου από αισθητική άποψη (πρασίνισμα των σπηλαίων).

- ⇒ Αλλαγές στο οικοσύστημα (αύξηση της θερμοκρασίας σύνθετες τροφικές αλυσίδες αύξηση κ.α. επιπτώσεις στην σπηλαιοαπόθεση??).

- ⇒ Υποβάθμιση του σπηλαίου ως μνημείο της φύσης και του πολιτισμού. Διάβρωση και φθορά των του φυσικού διακόσμου των σπηλαίων καθώς και των ανάγλυφων απεικονίσεων σε σπήλαια με αρχαιολογική, θρησκευτική και ιστορική αξία. (περίπτωση των ανάγλυφων γλυπτών και επιγραφών του 5ου αιώνα π.Χ. στο σπήλαιο του Νυμφόληπτου, Βάρης και . Σπήλαιο Αγία Σοφία Μυλοποτάμου όπου σταλαγματικές επιφάνειες χρησιμοποιήθηκαν ως τέμπλο εκκλησίας).



ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΣΠΗΛΑΙΩΝ (Άμεσοι -έμμεσοι μέθοδοι)

Διατήρηση του σπηλαίου κατά το δυνατόν στις φυσικές του συνθήκες
(θερμοκρασία, υγρασία, φωτισμός, θρεπτικά)

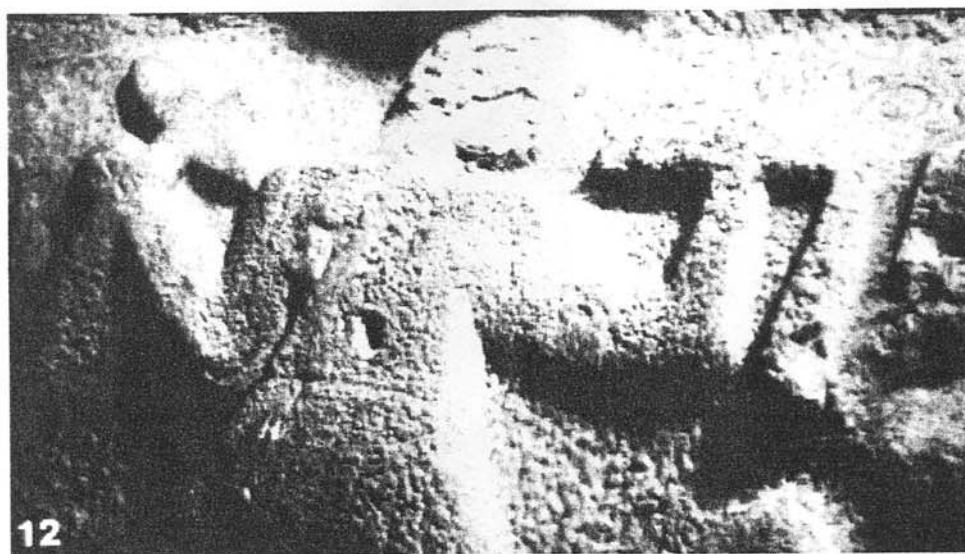
Στην περίπτωση αξιοποιημένων τουριστικά σπηλαίων. Ορθολογικές επεμβάσεις.
Αποφυγή χρήσης υλικών που ευνοούν την εγκατάσταση χλωρίδας και πιθανά επιφέρουν μη αναστρέψιμες αλλαγές στο οικοσύστημα

Θανάτωση και Καθαρισμός του σπηλαίου από την χλωρίδα που έχει ήδη εγκατασταθεί γύρω από θέσεις με φυσικό ή τεχνητό φωτισμό (χημική μέθοδος - βιοκτόνες ουσίες)

Απομάκρυνση της ανεπιθύμητης νεκρής και ζωντανής οργανικής ύλης από το σπήλαιο (μηχανική μέθοδος, ήπια υδροβολή με ή χωρίς βιοκτόνες ουσίες)

Αποτροπή του εκ νέου εποικισμού του σπηλαίου από οργανισμούς που επηρεάζουν τη φυσιογνωμία και την λειτουργικότητα του φυσικού οικοσυστήματος.

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΣΠΗΛΑΙΩΝ ΩΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ



Αποκατάσταση κατά το δυνατόν του φυσικού περιβάλλοντος του σπηλαίου φροντίζοντας για:

- ⇒ Απομόνωση του σπηλαίου από το εξωτερικό περιβάλλον έλεγχος των συνθηκών στο σπήλαιο (φως, υγρασία, θερμοκρασία, φερτά υλικά, οργανική ύλη)
- ⇒ Ορθολογικές επεμβάσεις ως προς τις κατασκευές
- ⇒ Αντικατάσταση του θερμού φωτισμού με ψυχρό.
- ⇒ Μείωση της έντασης των φωτιστικών σωμάτων.
- ⇒ Περιοδικός φωτισμός του σπηλαίου.
- ⇒ Ελεγχόμενες επισκέψεις.
- ⇒ Μελέτη για εγκατάσταση ειδικών λαμπτήρων που δεν ευνοούν την ανάπτυξη φωτοσυνθετικής χλωρίδας.
- ⇒ Τακτικός έλεγχος από ειδικούς της κατάστασης του σπηλαίου

ΒΙΟΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑ

Πανίδα - Χλωρίδα



ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΠΗΛΑΙΟΥ

Δρ. Αδριανή Πανταζίδου, Επικ. καθηγήτρια,

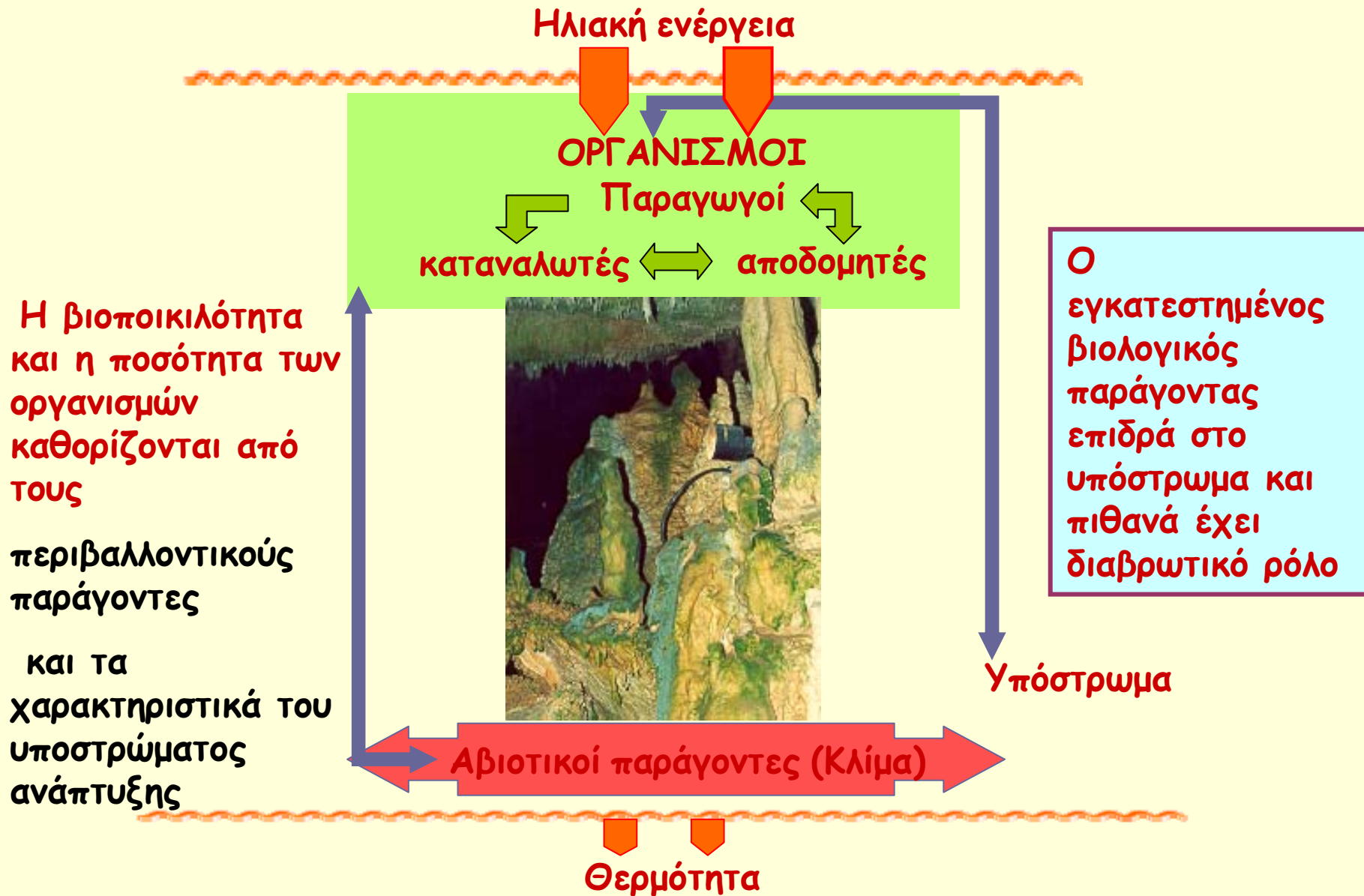
Πανεπ. Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας: Οικολογίας και Ταξινομικής

• **ΒΙΟΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑ** Κλάδος των βιολογικών επιστημών που μελετά την χλωρίδα και πανίδα των σπηλαίων, ο όρος καθιερώθηκε στις αρχές του αιώνα (1907).

ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΣΠΗΛΑΙΟΥ

- Βιότοποι (σταλακτιτικός διάκοσμος, έδαφος, οροφή, κ.α.), ζώνης σταθερής ή κυμαινόμενης θερμοκρασίας, υγρασίας κ.α.
- Τροφική πυραμίδα Παραγωγοί, Καταναλωτές, Αποδομητές
- Ροή Ενέργειας και Ανακύκλωση ουσιών
- Βιομάζα, Κοινωνία, Πληθυσμός, Γένος είδος, Συστηματική κατάταξη
- Προσαρμογές οργανισμών, μεταβολισμός, Αναπαραγωγή, Στάδια ανάπτυξης

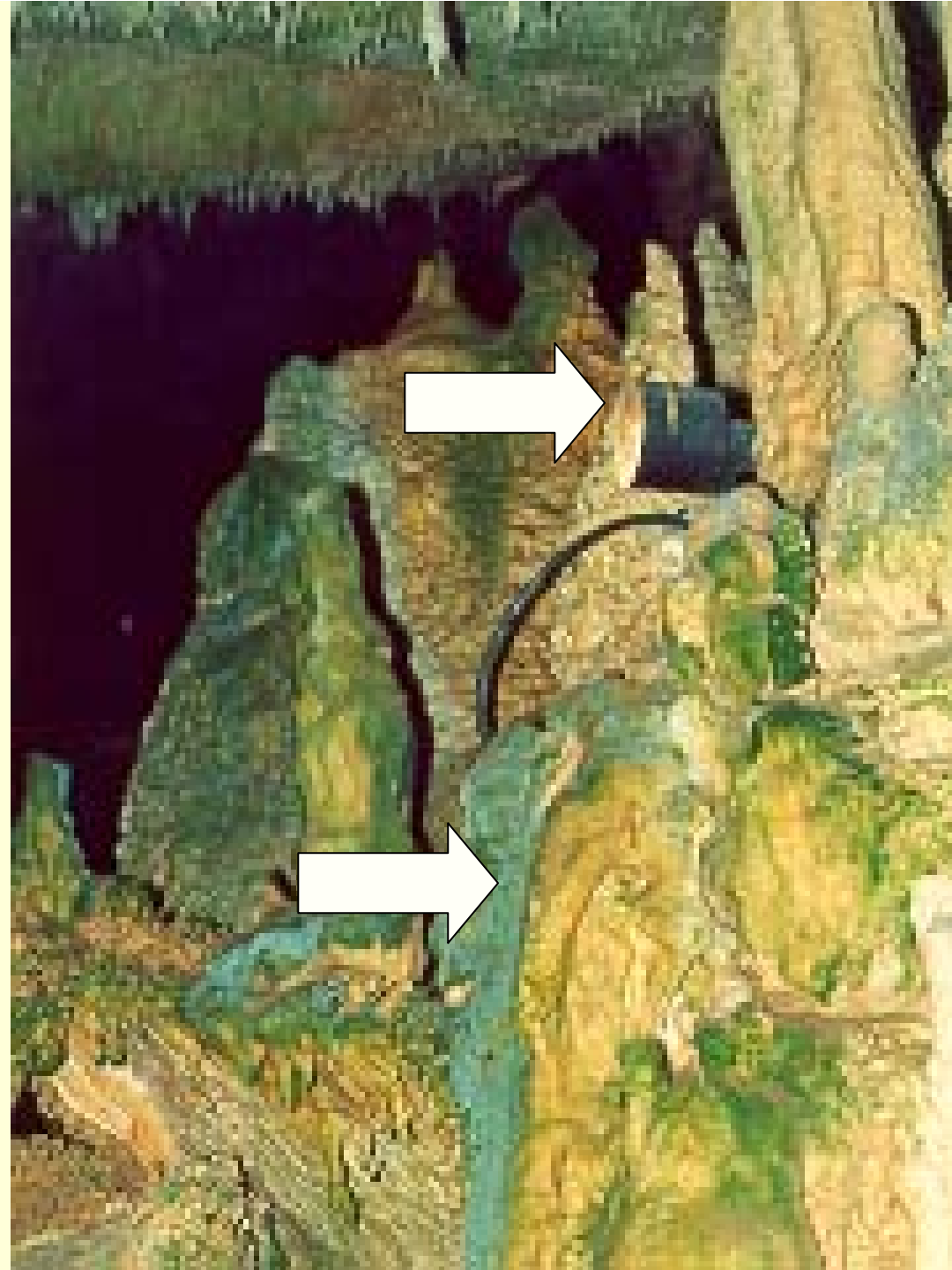
Διαγραμματικά: Τα Σπήλαια ως οικοσυστήματα



ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΣΠΗΛΑΙΟΥ

- Τα σπήλαια αποτελούν ιδιόμορφα οικοσυστήματα με ποικιλομορφία βιοτόπων , όπου αναπτύσσεται εγγενής και επιγενής χλωρίδα και πανίδα.
- Η ανθρωπογενής επίδραση (φωτισμός, κατασκευές) συμβάλλει στην παραπέρα εποίκηση των αδιατάρακτων σπηλαίων κυρίως από ευρύοικα είδη, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη εντυπωσιακής μορφής βλάστησης.
- Σπηλαιοπανίδα: τρωγλόξενη, τρωγλόφιλη, τρωγλόβια
- Σπηλαιοχλωρίδα (δεν ακολουθείται η παραπάνω διάρθρωση) κυρίως απαρτίζεται από τρωγλόφιλους οργανισμούς (βακτήρια, κυανοφύκη, μύκητες κ.α.)
- Ιδιαίτερη μορφή βλάστησης αναπτύσσεται σε πολυάριθμα σπήλαια με την εγκατάσταση ηλεκτρικού φωτισμού παρατηρείται

ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΛΛΑΙΟΥ



ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Τα σπήλαια αποτελούν ιδιόμορφα, κλειστά και σταθερά οικοσυστήματα (αβιοτικοί - βιοτικοί παράγοντες) με ποικιλία βιοτόπων.

Στα σπήλαια οι τροφικές αλυσίδες είναι απλές και μικρές. Αναπτύσσεται εγγενής και επιγενής πανίδα και χλωρίδα.

Μέσα στα σπήλαια ζει μια μεγάλη ποικιλία ζωικών οργανισμών με μεγάλο βαθμό προσαρμογής στο υπόγειο περιβάλλον.

•ΣΠΗΛΑΙΟ-ΠΑΝΙΔΑ

Ευκαιριακά είδη που τυχαία βρίσκονται (πτώση, παγίδευση) στο περιβάλλον των σπηλαίων δεν επιζούν για μακρό διάστημα. Τα ζώα αυτά είτε επανέρχονται στο αρχικό τους βιότοπο είτε πεθαίνουν παρέχοντας στα σπήλαια σημαντική πηγή θρεπτικών για την κοινωνία των σπηλαίων.

Τρωγλόξενα είδη. Απαντώνται συχνά στα σπήλαια πρόκειται για είδη που ζουν κυρίως εκτός σπηλαίων (διατροφή) και ευκαιριακά αποικούν και τα σπήλαια (νυχτερίδες, ποντίκια).

Τρωγλόφιλα Είδη που με επιτυχία ζουν και αναπαράγονται σε σπήλαια. Τα είδη αυτά, εκτός σπηλαίων, συχνά βρίσκονται σε παρόμοιους βιοτόπους.

Τρωγλόβια Είδη που αποκλειστικά ζουν σε σπήλαια και χαρακτηρίζονται από ειδικές μορφολογικές και φυσιολογικές προσαρμογές.

Το πρόθεμα τρωγλο (troglo) χρησιμοποιείται για τα ζώα της χέρσου και το πρόθεμα στυγο (stygo) για τα ζώα που ζουν σε υπόγεια νερά (υδρόβια)

• Σπηλαιοχλωρίδα

(Η παραπάνω διάρθρωση δεν ακολουθείται, η σπηλαιοχλωρίδα απαρτίζεται κυρίως από τρωγλόφιλους φυτικούς οργανισμούς)

Η χλωρίδα απαρτίζεται από ετερότροφους οργανισμούς (περιοριστικός παράγοντας η ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΥΛΗ) και αυτό-τροφους οργανισμούς (περιοριστικός παράγοντας το ΦΩΣ)

Βακτήρια, ακτινοαβακτήρια
Κυανοβακτήρια (Κυανοφύκη)
Φύκη (χλωροφύκη, διάτομα)
Μύκητες
Βρυόφυτα
Πτεριδόφυτα
Ανώτερα φυτά (σπάνια)

Οργανική ύλη (περιττώματα ζωικών οργανισμών, νεκροί οργανισμοί, φερτά υλικά)
Φως (ανοίγματα σπηλαίου, τεχνητός φωτισμός σε αξιοποιημένα σπήλαια)

Ηλιακή Ενέργεια
Φωτοσύνθεση

Παραγωγοί

Αυτότροφα Βακτήρια
Κυανοβακτήρια
Ευκαρυωτικά Φύκη
Λειχήνες
Βρυόφυτα
Πτεριδόφυτα
Ανώτερα φυτά

Καταναλωτές

Ασπόνδυλα (Αράχνες
Μυριάποδα Έντομα
κ.α)
Σπονδυλόζωα
(Περιστέρια κ.α.)

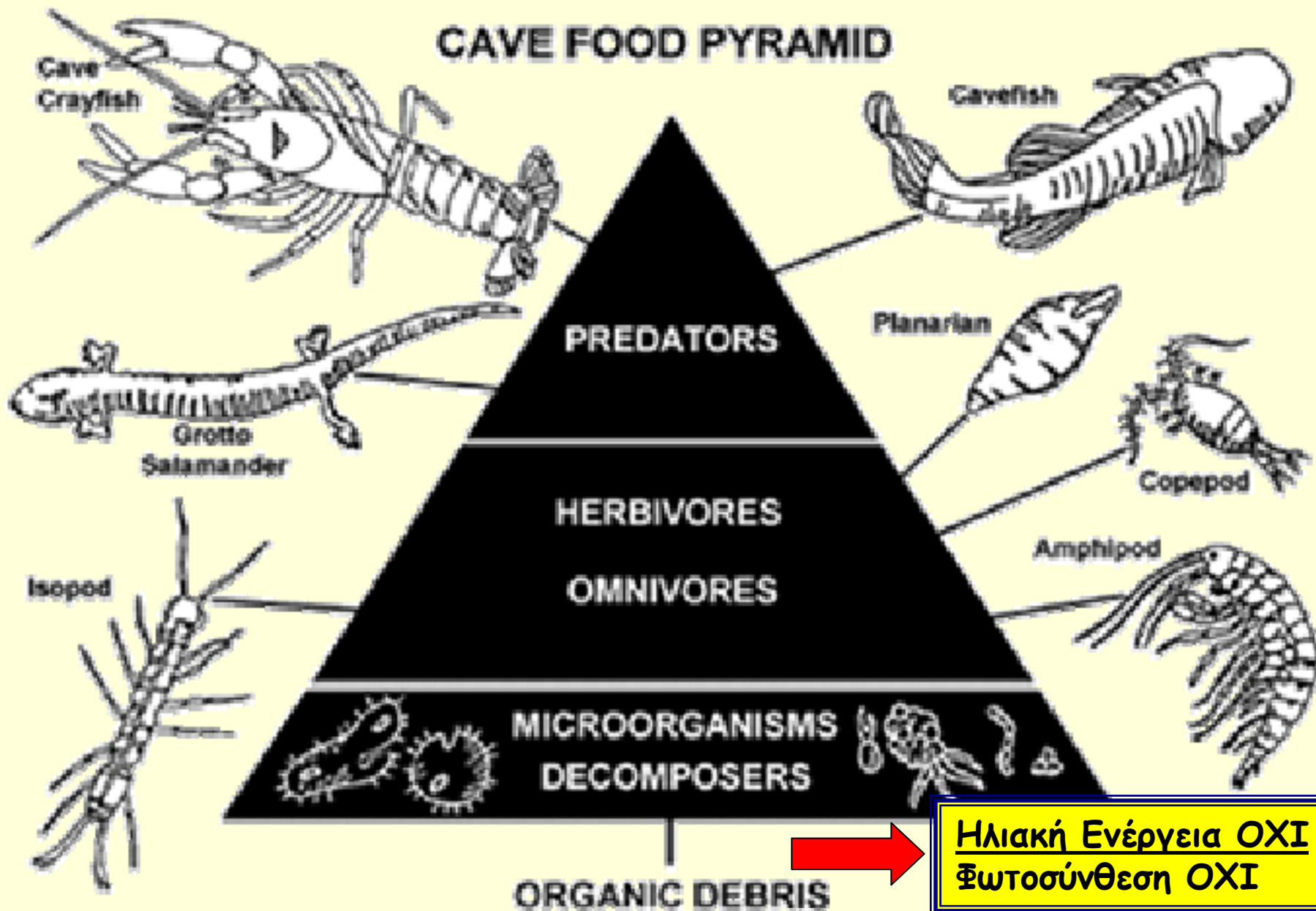
Αποδομητές

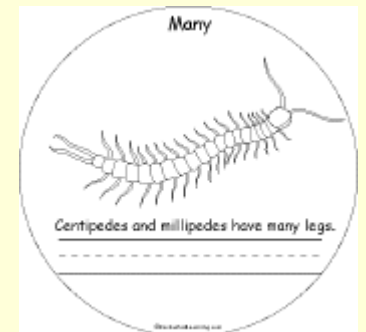
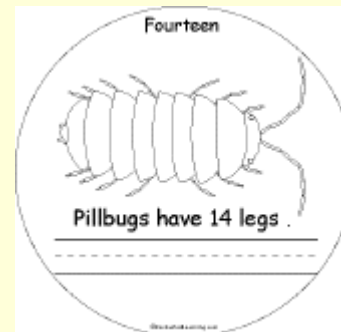
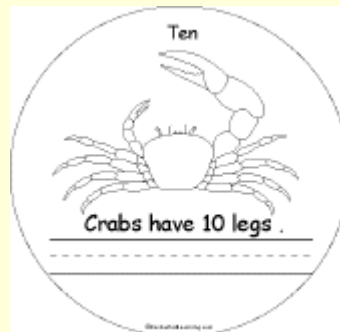
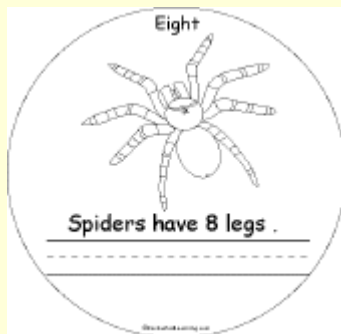
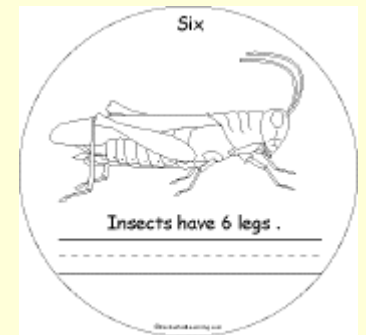
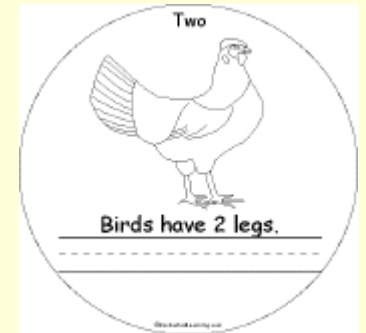
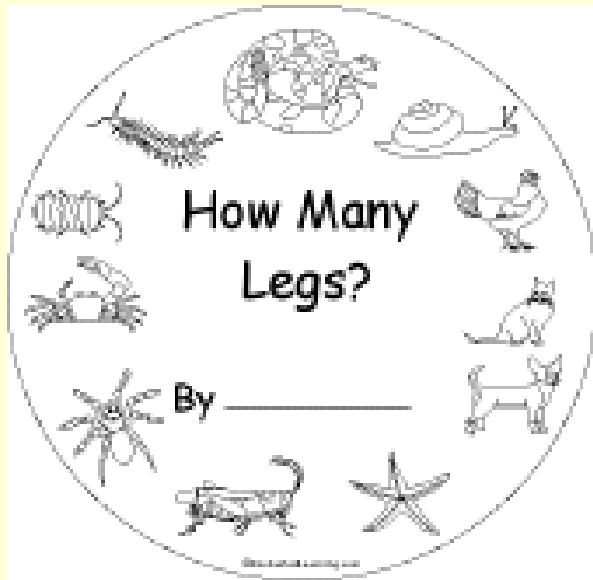
Ετερότροφα Βακτήρια και
Ακτινομύκητες
Μύκητες
Ζωικοί οργανισμοί

Βιολογικός Παράγοντας

Ανόργανα συστατικά

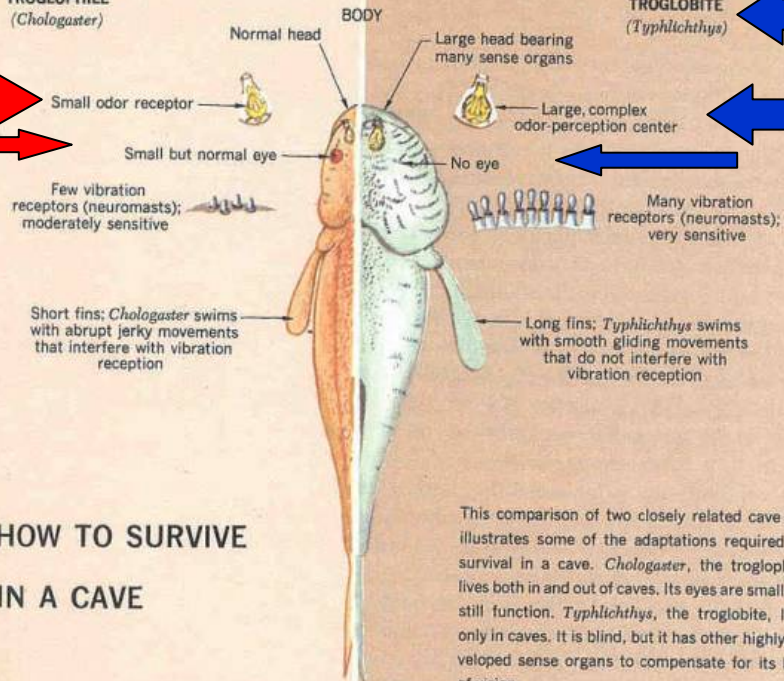
Τροφική πυραμίδα σε σπήλαια





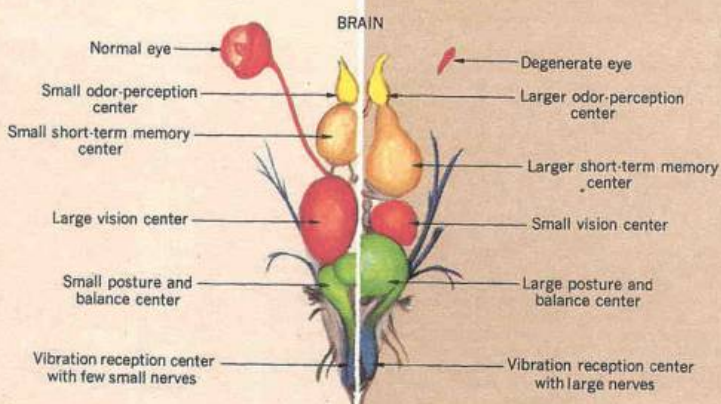
TROGLOPHILE
(*Chologaster*)

TROGLOBITE
(*Typhlichthys*)



HOW TO SURVIVE IN A CAVE

This comparison of two closely related cave fish illustrates some of the adaptations required for survival in a cave. *Chologaster*, the troglophile, lives both in and out of caves. Its eyes are small but still function. *Typhlichthys*, the troglobite, lives only in caves. It is blind, but it has other highly developed sense organs to compensate for its lack of vision.



Οι τρωγλόβιοι οργανισμοί για να επιβιώσουν στις ακραίες συνθήκες του εσωτερικού των σπηλαίων ανέπτυξαν σε σχέση με τους αντίστοιχους τρωγλόφιλους ποικίλες προσαρμογές

- Οι προσαρμογές αφορούν
- δραστηριότητα
- ανάπτυξη
- Θερμοκρασία
- Αισθητήρια όργανα
- Ενδοκρινολογικό σύστημα
- οσμωτική/ιοντική ισορροπία κ.α.

Δραστηριότητα και ανάπτυξη

Εξοικονόμηση ενέργειας

- Ορισμένες αράχνες δεν κατασκευάζουν ιστούς αλλά κυνηγούν το θήραμά τους
- Η ενέργεια που απαιτείται για την ανάπτυξη και διατήρηση των οφθαλμών και χρωστικών διοχετεύεται για την ενίσχυση και την ανάπτυξη άλλων αισθητηρίων

Θερμοκρασία

Εξοικονόμηση ενέργειας

- Επειδή η θερμοκρασία στο εσωτερικό των σπηλαίων είναι σχετικά σταθερή, οι οργανισμοί δε δαπανούν ενέργεια για τη ρύθμιση της

Αισθητήρια όργανα

Εξοικονόμηση ενέργειας

- Δεν δαπανάται ενέργεια για μάτια (απουσία φωτός) ή χρωστικές. Αλλά αναπτύσσουν προσαρμογές όπως: μηχανισμούς ηχο-εντόπισης, απώλεια χρωστικών - ματιών, λεπτότερο σώμα και άκρα, μακρύτερες κεραίες, βιοφωταύγεια)

Ενδοκρινικό σύστημα (ορμόνες, αναπαραγωγή)

Εξοικονόμηση ενέργειας

- προσαρμογές στον ημερήσιο κύκλο, στον μεταβολισμό του κυττάρου, στην πέψη, στην καρδιαγγειακή λειτουργία, λιγότερους απογόνους, τα αυγά περισσότερες αποθησαυριστικές ουσίες, αναπαραγωγική ικανότητα συχνά όλο το χρόνο, χαμηλό μεταβολισμό.

τρωγλόβια



δεκάποδο

Bastardus brachycaudus

τρωγλόβια



©William R. Elliott

Bacotrurus brachycaudus

τρωγλόβια

δεκάποδο



Bactrurus brachycaudus

τρωγλόβια

δεκάποδο



τρωγλόβια



Ισόποδο, τυφλό

τρωγλόβια



σκορπιός

Υδρόβιο τρωγλόβιο

Scientific name:

Amphipoda

Systematics: subphylum

Crustacea

class

Malacostraca

order

Amphipoda



Αμφίποδο, τυφλό

τρωγλόβια



τρωγλόβια



©William R. Elliott

τρωγλόβια



τρωγλόβια



Υδρόβια τρωγλόβια



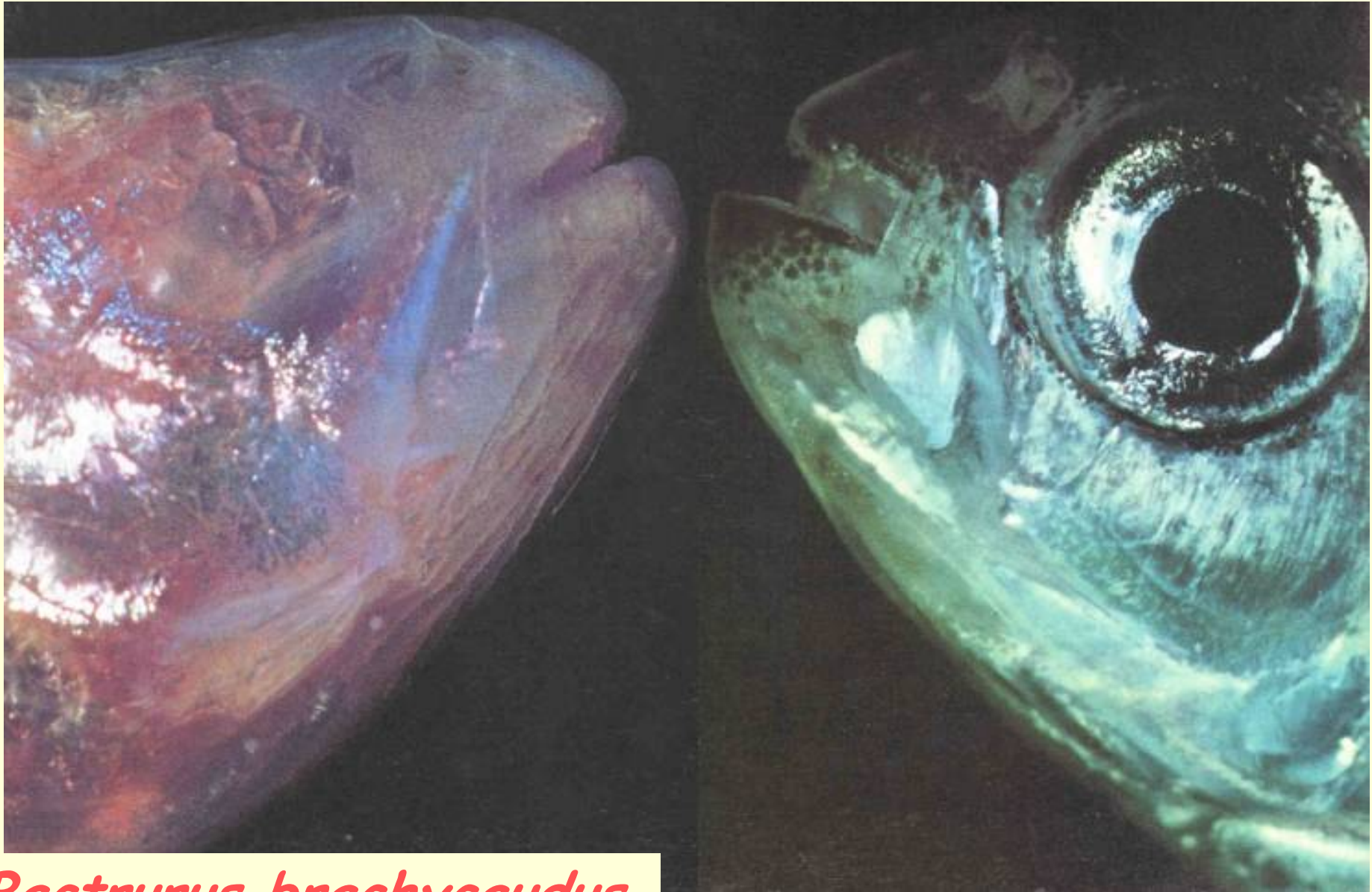
© David C. Ashley

τρωγλόβια

© William R. Elliott



τρωγλόβια



Bactrurus brachycaudus

τρωγλόβια



Τρωγλόφιλα



τρωγλόφιλα



Τρωγλόφιλα

©William R. Elliott



τρωγλόξενα



τρωγλόξενα



τρωγλόξενα

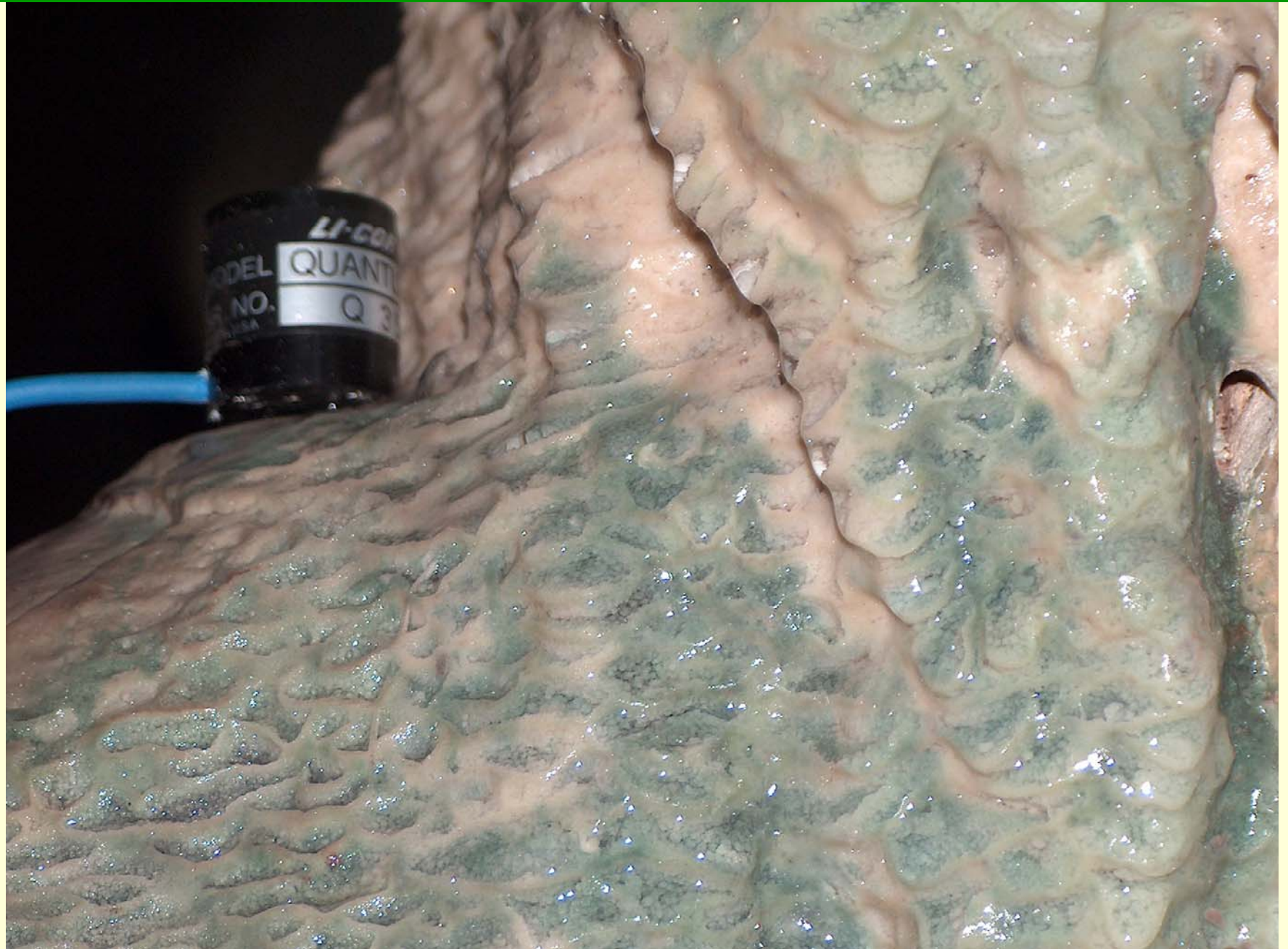
©William R. Elliott



Χλωρίδα των φωτιστικών σωμάτων



ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ γιατί να μας ενδιαφέρει



ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ και ΣΤΗΛΛΙΑ

γιατί να μας ενδιαφέρει

- Η βιοποικιλότητα είναι σημαντική για τη παγκόσμια οικονομία.
- Η μείωση της βιοποικιλότητας σχετίζεται με την εξαφάνιση ειδών και βιοτόπων. Σημαίνει τη μη αντιστρεπτή απώλεια γενετικού υλικού
- Η βιοποικιλότητα δεν μας παρέχει μόνο τροφή, ενέργεια φάρμακα αλλά υποστηρίζει τη ζωή πλανήτη (φωτοσύνθεση, ανακύκλωση ουσιών) και όχι μόνον (προστασία εδαφών, ερημοποίηση που συχνά συνδέεται με και με τομείς όπως φαρμακολογία, διατροφή κ.α..)

ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΣΤΑ ΣΠΗΛΛΙΑ

Η επιβίωση ενός οικοσυστήματος εξαρτάται κυρίως από την βιοποικιλότητα και των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των ειδών (η απομάκρυνση, η μείωση πληθυσμού ή η εξαφάνιση ενός ή περισσότερων ειδών προκαλεί μη αντιστρεπτές επιπτώσεις στο σύστημα που θα οδηγήσουν στη σταδιακή υποβάθμιση του).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες (εισαγωγή θηρευτών, ρύπανση κ.α.), τείνουν να αλλάξουν την οικολογική σταθερότητα ή προάγουν τον κατακερματισμό φυσικών οικοσυστημάτων και της ζωής που υποστηρίζουν. Με αποτέλεσμα την επικράτηση μικρών απομονωμένων πληθυσμών που είναι περισσότερο ευαίσθητοι σε δημογραφικά και περιβαλλοντικά προβλήματα.

Πολλά υδρόβια είδη (αμφίβια, ψάρια, καρκινοειδή) των σπηλαίων έχουν περιορισμένες ευκαιρίες εξάπλωσης (ενδημικά). **Η επιβίωση τους επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές αλλαγές** (συγκέντρωση νιτροδών, νιτρικών, θεικών αμμωνιακών ιόντων στο νερό).

Εξαιτίας της απομόνωσης, της μοναδικότητας και των ακραίων συνθηκών που επικρατούν σε ηπειρωτικά όσο και σε παράκτια σπήλαια (αγχίαλα) τα τρωγλόβια είδη είναι σπάνια ή και ενδημικά, και απειλούνται από τη μείωση της στάθμης του νερού και την υποβάθμιση του.

Για την Ελλάδα δεν υπάρχουν δεδομένα για απειλούμενα με εξαφάνιση είδη Στην Ιταλία 60 στυγγόβια είδη που ζουν σε υπόγεια ύδατα (σπήλαια και φρέατα- όχι απλά αποθήκες νερού) κατατάσσονται στα απειλούμενα με εξαφάνιση είδη.

“Πρασίνισμα Σπηλαίων” Φωτοσυνθετική Μικροχλωρίδα σε Τουριστικά Αξιοποιημένα

Σπήλαια



Αίτια

Προβλήματα

Αντιμετώπιση

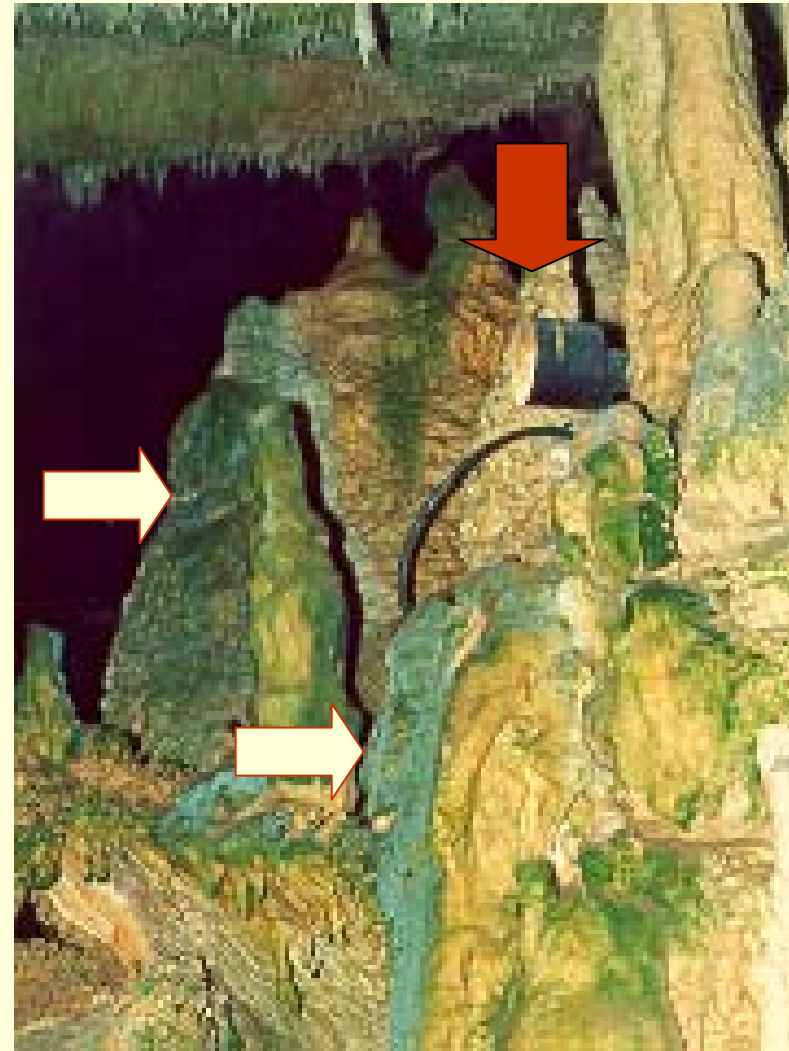
Δρ. Αδριανή Πανταζίδου, Επικ. καθηγήτρια,
Πανεπ. Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας: Οικολογίας και Ταξινομικής

“Πρασίνισμα Σπηλαιών”

→ **Ανθρώπινες επεμβάσεις** για τουριστική αξιοποίηση όπως, φωτιστικά σώματα, τσιμεντένιοι διάδρομοι κ.α. επιφέρουν αλλαγές στην οικολογική σταθερότητα των σπηλαίων. Με συνέπεια να επηρεάζονται οι αβιοτικοί και βιοτικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν κάθε σπήλαιο.

Αίτια για το «το πρασίνισμα των σπηλαίων»

Η εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων επηρεάζει τον παράγοντα **ΦΩΣ**
Διαθέσιμο φως σημαίνει εγκατάσταση και ανάπτυξη φωτοσυνθετικών οργανισμών γύρω από την φωτεινή πηγή δηλαδή «**πρασίνισμα**» των σπηλαίων.



Για να γίνουν κατανοητά τα αίτια που προκαλούν το «πρασίνισμα των σπηλαίων» και τα προβλήματα που προκύπτουν από αυτό θα αναφερθούν λίγα εισαγωγικά για τα σπήλαια ως οικοσύστημα

ΤΟ ΣΠΗΛΑΙΟ ΩΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ

Ισορροπία του συστήματος - «Πρασίνισμα»

⇔ Τα σπήλαια αποτελούν ιδιόμορφα, κλειστά και σταθερά οικοσυστήματα με ποικιλία βιοτόπων (είσοδος σπηλαίου, εσωτερικό, σταλακτιτικός διάκοσμος κ.α.). Οι **αβιοτικοί παράγοντες** (θερμοκρασία, υγρασία, φως κ.α.) είναι σχετικά σταθεροί. Ο **βιοτικός παράγοντας** (οργανισμοί) ανάλογα με την μεταβολική ομάδα διακρίνεται σε:

Παραγωγούς: Φυτικοί, φωτοσυνθετικοί μικρο-μακροοργανισμοί Καταναλωτές: Φυτοφάγα ή σαρκοφάγα ζώα.
Αποδομητές: Βακτήρια, μύκητες, ορισμένα ζώα, αποδομούν την οργανική ύλη.



↓ Αλλαγές, σταδιακές ή απότομες των συνθηκών, επιδρούν στον εγκατεστημένο βιολογικό παράγοντα

↓ Είναι φανερό ότι, **το πρασίνισμα των σπηλαίων** οφείλεται στην μαζική ανάπτυξη φωτοσυνθετικών οργανισμών. Επικρατούν τα κυανοβακτήρια, συμμετέχουν επίσης και άλλα φύκη καθώς και βρύα

Φωτογραφίες όπου φαίνεται ανάπτυξη πλούσιας χλωρίδας σε τεχνητά φωτισμένες θέσεις σπηλαίων.

Τα διαφορετικά χρώματα δηλώνουν διαφορετικά γένη

Σπήλαιο Κουτούκι
Παιανίας

Κυανοβακτήρια στον σταλακτιτικό διάκοσμο και την οροφή.





Σπήλαιο Κουτούκι Παιανίας. Κυανοβακτήρια, διάτομα και βρύα σε σταλακτιτικό τοίχο



Σπήλαιο Βλυχάδα Διρού. Φωτιστικά σώματα στο νερό.
Κυανοβακτήρια σε σταλακτιτικό τοίχο



Σπήλαιο Βλυχάδα Διρού. Φωτιστικά σώματα στο νερό. Κυανοβακτήρια σε σταλακτιτικό τοίχο



Σπήλαιο Κουτούκι Παιανίας. Κυανοβακτήρια στον σταλακτιτικό και σταλαγματικό διάκοσμο



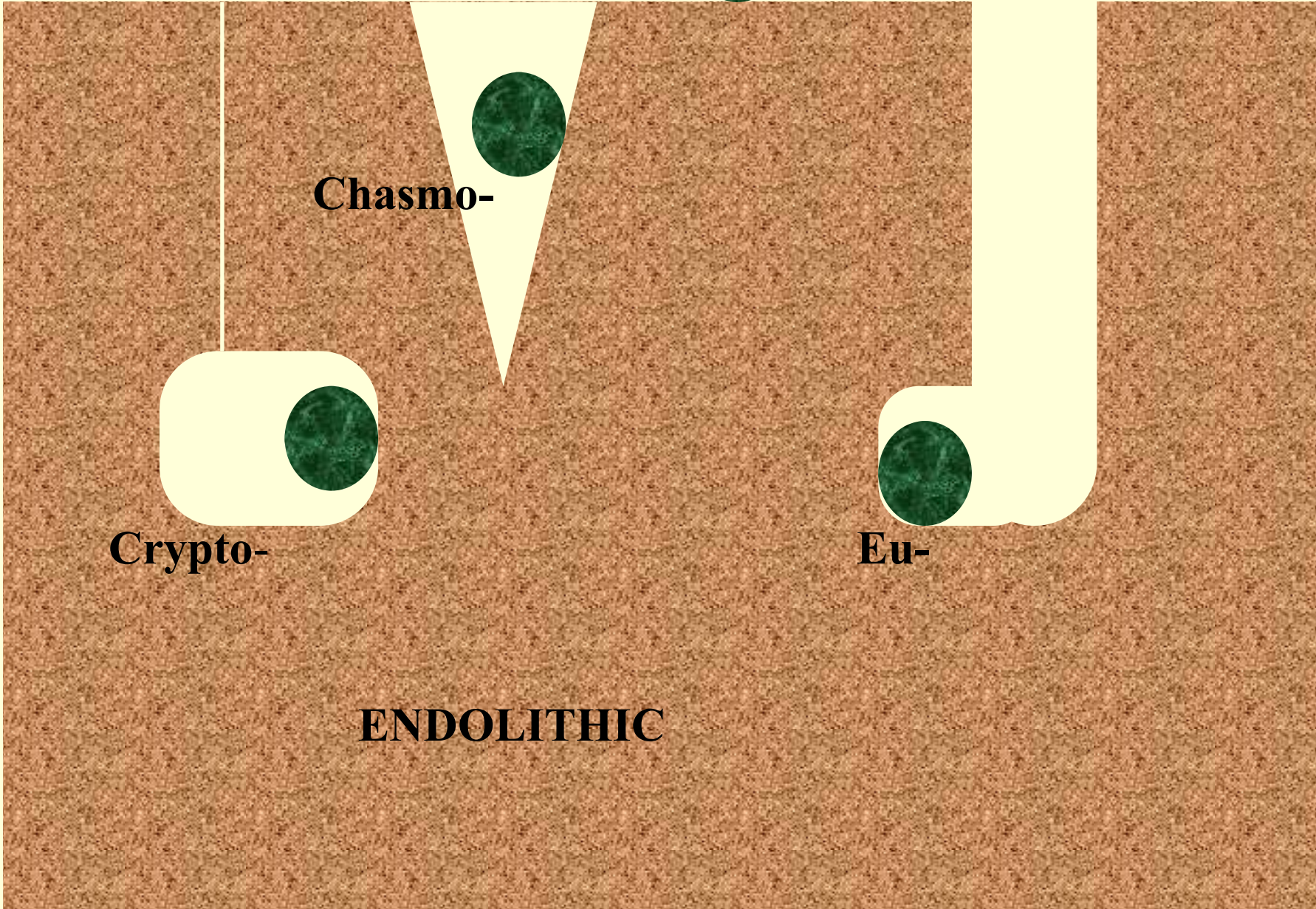
Σπήλαιο Κουτούκι Παιανίας. Κυανοβακτήρια (γαλάζιο βέλος), διάτομα και βρύα (κόκκινο) σε σταλακτιτικό τοίχο



Κυανοβακτήρια που αναπτύσσονται στην εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια νεαρού σταλακτίτη



Θραύσματα σταλακτιτών. 1. Κυανοβακτήρια μεταξύ των κρυστάλλων (εσωτερική επιφάνεια). 2. Εντυπωσιακές αναπτύξεις κυανοβακτηρίων και βρύων (εξωτερική επιφάνεια)



Chasmo-

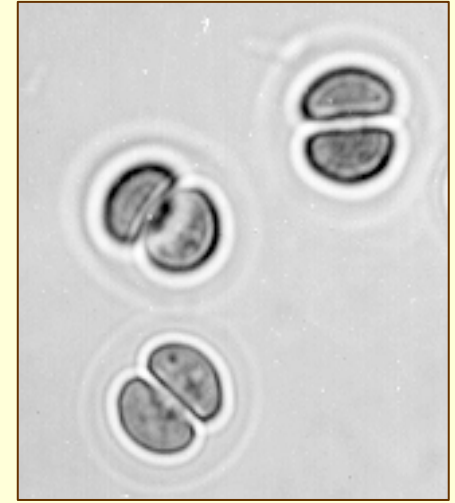
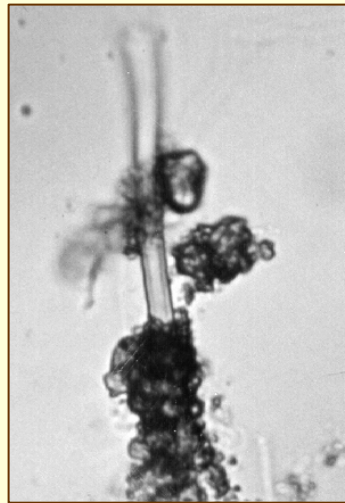
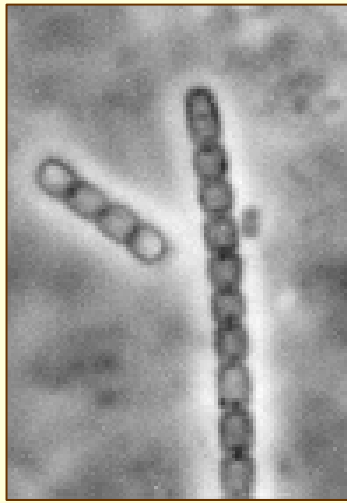
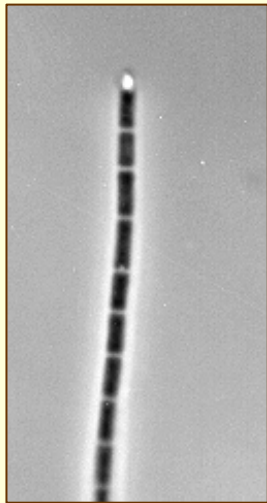
Crypto-

Eu-

ENDOLITHIC

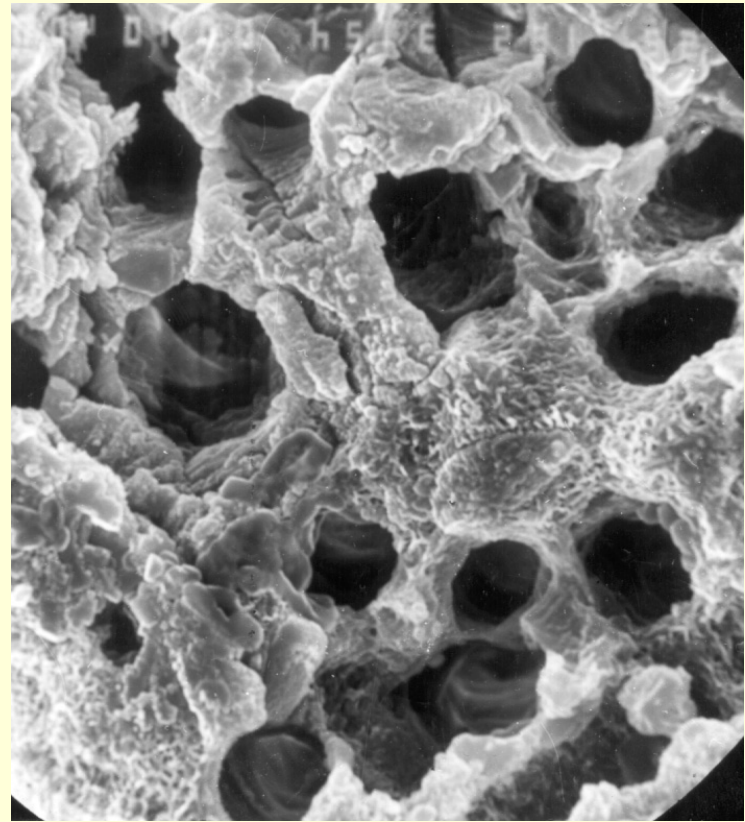
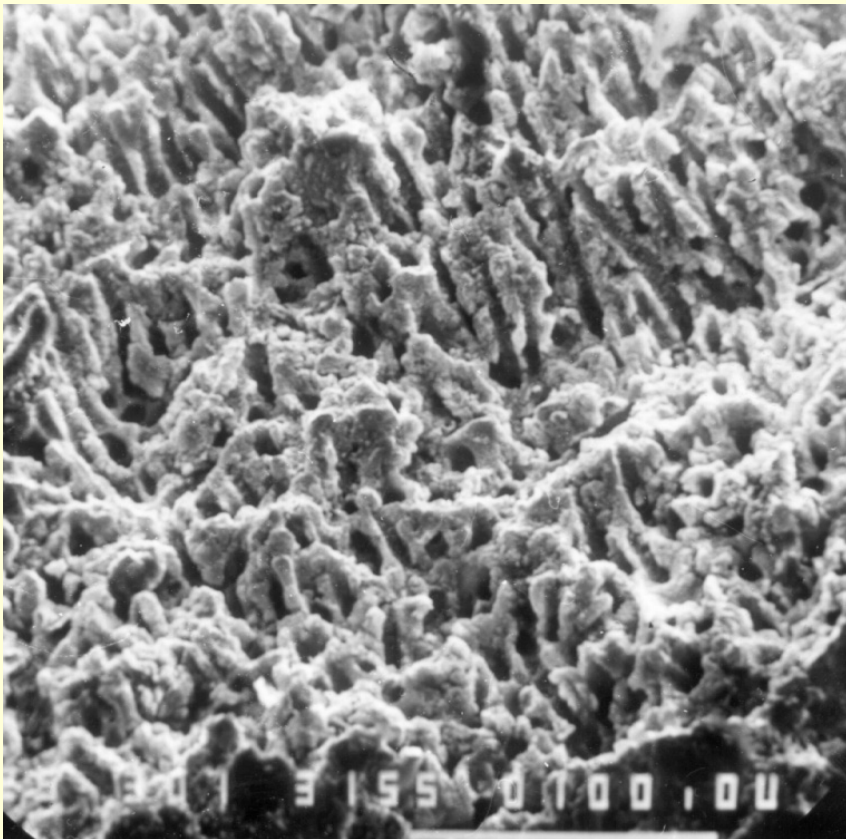
Στα σπήλαια με φωτιστικά σώματα αναπτύσσεται, όπως είδαμε στις εικόνες, πλούσια χλωρίδα. Επικρατούν σε όλες τις περιπτώσεις τα κυανοβακτήρια

Τα Κυανοβακτήρια είναι: Προκαρυωτικοί, φωτοσυνθετικοί, μικροσκοπικοί, μορφολογικά απλοί μικροοργανισμοί



Τα κυανοβακτήρια στα σπήλαια αναπτύσσονται τόσο ως **επιλιθικά** (επάνω στην πέτρα) όσο και ως **ενδολιθικά** (μέσα στην πέτρα)

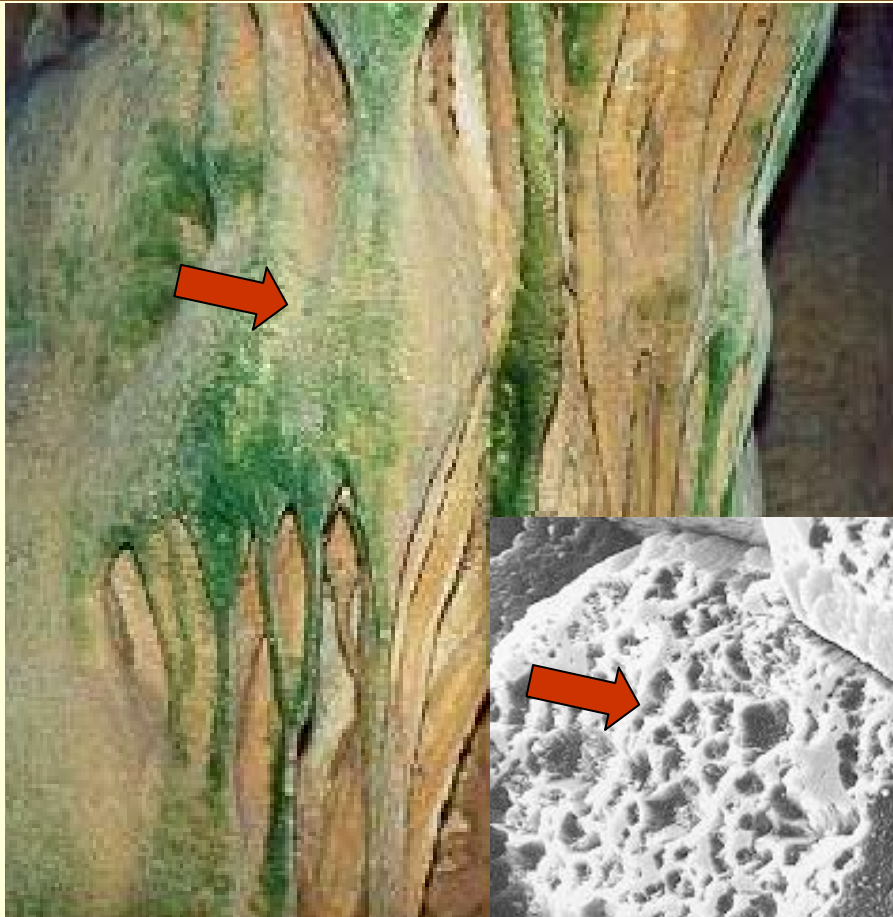
Μια ιδιαίτερη κατηγορία ενδολιθικών, τα **ευενδολιθικά**, τρυπούν και διεισδύουν στο εσωτερικό της πέτρας ενεργητικά με χημική διάλυση και σχηματίζουν χαρακτηριστικές μικροσκοπικές σήραγγες και κοιλότητες



Ευενδολιθικά κυανοβακτήρια: Μικροσήραγγες σε κατακόρυφη και οριζόντια άποψη.

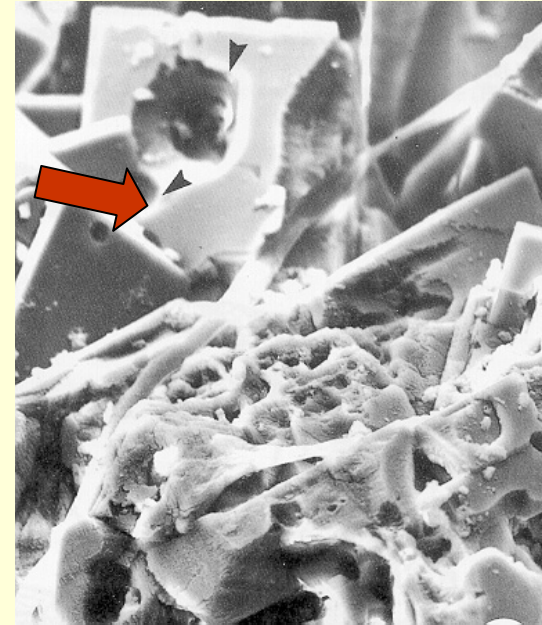
Επιπτώσεις από την ανάπτυξη κυανοβακτηρίων

Το «πρασίνισμα» προκαλεί αισθητική υποβάθμιση του σταλακτιτικού διακόσμου και αλλάζει την φυσιολογία του σπηλαίου. Μορφές κυανοβακτηρίων διαβρώνουν και το δομικό υλικό



Επιλιθικές μορφές προκαλούν χρωματικές αλλοιώσεις της πέτρας εξαιτίας των χρωστικών που περιέχουν

Ενδολιθικές προκαλούν απώλεια συνοχής και συνέχειας του δομικού υλικού



Έμμεσοι και Άμεσοι Μέθοδοι Αντιμετώπισης της Ανεπιθύμητης μικροχλωρίδας - Καθαρισμός των επιφανειών

Οι περισσότεροι μέθοδοι για την αντιμετώπιση της ανεπιθύμητης μικροχλωρίδας περιλαμβάνουν δύο φάσεις

- α) ανάσχεση της ανάπτυξης ή/και θανάτωση της μικροχλωρίδας
- β) απομάκρυνση της ζωντανής και νεκρής οργανικής ύλης

Εφαρμόζονται έμμεσοι και άμεσοι μέθοδοι που αφορούν

Έμμεσοι: διαμόρφωση εισόδου σπηλαίου, έλεγχος φωτισμού κ.α.

Άμεσοι τρόποι : καθαρισμός των επιφανειών χημικά με βιοκτόνες ουσίες, μηχανικά με υδροβολή, εργαλεία κ.α.

Για την αντιμετώπιση της ανεπιθύμητης μικροχλωρίδας την προστασία και τον καθαρισμό των επιφανειών απαιτείται εξειδικευμένη διεπιστημονική γνώση, διεξοδική μελέτη όλων των παραμέτρων, ευαισθησία, προσοχή και συνεχής παρακολούθηση. Οι μέθοδοι που θα επιλεγούν προς εφαρμογή δεν πρέπει να επιβαρύνουν το σπήλαιο ούτε τον περιβάλλοντα χώρο

Σε τουριστικά αξιοποιημένα σπήλαια πρέπει να γίνονται ορθολογικές επεμβάσεις και να αποφεύγεται η χρήση υλικών που πιθανά επιφέρουν μη αναστρέψιμες αλλαγές στο οικοσύστημα και ευνοούν την εγκατάσταση και μαζική ανάπτυξη μικροχλωρίδας

Σύνοψη

↓ Κάθε σπήλαιο χερσαίο, λιμναίο, ή θαλάσσιο, είναι μοναδικό και αποτελεί ιδιαίτερη περίπτωση

↓ Η φθορά των σπηλαίων από τον βιολογικό παράγοντα (βιοδιάβρωση) οφείλεται στη δραστηριότητα, συνύπαρξη και διαδοχή πολλών και διαφορετικών ομάδων οργανισμών. Τα κυανοβακτήρια, πρωτόποροι οργανισμοί τα οποία και επικρατούν

↓ Συνηθέστερη φθορά των σπηλαίων το «πρασίνισμα» της επιφάνειας (χρωματική αλλοίωση) εξαιτίας των κυτταρικών χρωστικών.

↓ Σε «διαταραγμένα» από ανθρώπινη επέμβαση σπήλαια η σύνθεση των κοινοτήτων της μικροχλωρίδας (αριθμός ειδών, παρουσία), αλλά και το είδος και ο βαθμός φθοράς που προκαλεί, εξαρτάται α) από τις αλλαγές στις συνθήκες μέσα στο σπήλαιο και β) τα χαρακτηριστικά του σπηλαίου

↓ **Υπογραμμίζεται ότι:** Οι επεμβάσεις για την αντιμετώπιση της ανεπιθύμητης μικροχλωρίδας, την προστασία και τον καθαρισμό του σπηλαίου πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την αρχή της αειφορίας. Για κάθε επέμβαση απαιτείται εξειδικευμένη **διεπιστημονική γνώση, διεξοδική μελέτη όλων των παραμέτρων, ευαισθησία, προσοχή και συνεχής παρακολούθηση.** Οι μέθοδοι που θα επιλεγούν προς εφαρμογή να είναι φιλικές και προς τον περιβάλλοντα χώρο

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΣΠΗΛΑΙΩΝ ΩΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ- προτασεις

Αποκατάσταση κατά το δυνατόν του φυσικού περιβάλλοντος του σπηλαίου φροντίζοντας για:

1. Απομόνωση του σπηλαίου από το εξωτερικό περιβάλλον έλεγχος των συνθηκών στο σπήλαιο (φως, υγρασία, θερμοκρασία, φερτά υλικά, οργανική ύλη)
2. Ορθολογικές επεμβάσεις ως προς τις κατασκευές
3. Αντικατάσταση του θερμού φωτισμού με ψυχρό. Μείωση της έντασης των φωτιστικών σωμάτων. Περιοδικός φωτισμός του σπηλαίου.
4. Ελεγχόμενες επισκέψεις.
5. Τακτικός έλεγχος από ειδικούς της κατάστασης του σπηλαίου

