

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΜΑΚΡΟ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟ

- ΦΥΤΑ

Τα φυτικά απολιθώματα που συλλέχθηκαν για την εν λόγω εργασία φωτογραφήθηκαν, υπέστησαν μετρήσεις και καταχωρήθηκαν σε βάση δεδομένων για την ομαδοποίησή τους.

Ο όγκος των φυτικών απολιθωμάτων (περισσότερα από 100) που μελετήθηκε στο συγκεκριμένο έργο ήταν τέτοιος που αφενώς επέτρεψε το χαρακτηρισμό της συγκέντρωσης των φυτικών απολιθωμάτων σε «παλαιοχλωρίδα» και αφετέρου τη χρήση όλων των στατιστικών τεχνικών για:

α) την εκτίμηση του παλαιοκλίματος [LMA (Wolfe 1979, Su et al. 2010), CLAMP (Spicer 2013, Teodoridis et al. 2011b, Teodoridis et al. 2012), CA (Mosbrugger & Utescher 1997, Utescher et al. 2014)] και

β) την ανασύσταση της παλαιοβλάστησης [φυτοκοινωνιολογική προσέγγιση (Mai 1995), IPR-ανάλυση βλάστησης (Kovar-Eder et al. 2008, Teodoridis et al. 2011a)], γεγονός που συμβαίνει πρώτη φορά σε εργασία παλαιοβοτανικής.

Η διάγνωση πληθώρας φυτικών απολιθωμάτων (εντυπωμάτων/αποτυπωμάτων φύλλων) που αναγνωρίστηκαν (κωνοφόρων και αγγειοσπέρμων με αντιπροσώπους αιθαλούς και φυλλοβόλου χαρακτήρα) σε συνδυασμό με την προσδιορισθείσα ηλικία της επέτρεψε το συσχετισμό της με άλλες σύγχρονες της φυτικές αποθέσεις δίνοντας παράλληλα και τις γενικότερες τάσεις της περιόδου του Ανωτέρου Μειοκαίνου.

Ο υψηλός βαθμός οξείδωσης των πετρωμάτων που φιλοξενούσαν τα αποτυπώματα των φύλλων και η φτωχή διατήρησή τους δεν επέτρεψε τη μελέτη της ανατομίας του φύλλου και των λεπτομερειών της μορφολογίας του ελάσματος των φύλλων. Οι προσπάθειες για μελέτη των φύλλων με την τεχνική της απομόνωσης της επιδερμίδας από τα καλύτερα διατηρημένα μακροαπολιθώματα της παλαιοχλωρίδας δεν είχαν ιδιαίτερο αποτέλεσμα. Δυστυχώς τα σκουρόχρωμα απομεινάρια του ελάσματος των φύλλων που αποτελούσαν προφανώς επικαλύψεις από ορυκτά δεν διαλύονταν σε παρασκευάσματα που δημιουργήσαμε με το διάλυμα του Schulze αναμειγμένο με 5% ΚΟΗ. Επιπλέον, τμήμα από το μελετηθέν υλικό φαίνεται να έχει προσβληθεί από μύκητες και έντομα, όπως διαπιστώνεται από τις στρεβλώσεις του ελάσματος.

• ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ

Το υλικό που συλλέχθηκε από κάθε δείγμα, μαζί με την προσθήκη απιονισμένου νερού και μικρής ποσότητας perydrol (H_2O_2) τοποθετήθηκε σε ειδικά ποτήρια ζέσεως στη συσκευή των υπερήχων με σκοπό να διευκολυνθεί ο αποχωρισμός των μικροαπολιθωμάτων από το ίζημα. Ακολούθησε υγρό κοσκίνισμα του ιζήματος με τη χρήση κόσκινων 150 και 63 μm και ξήρανση του υλικού σε χαμηλή θερμοκρασία. Το ολικό δείγμα που συγκρατήθηκε στο κόσκινο διαμέτρου **150** μm κατόπιν χωρίστηκε σε επιμέρους υποδείγματα για την πραγματοποίηση μικροπαλαιοντολογικών και βιογεωχημικών αναλύσεων. Για τις μικροπαλαιοντολογικές αναλύσεις τα δείγματα χωρίστηκαν με τη χρήση του μικροδιαχωριστή Otto microsplitter σε ισομερή τμήματα.

Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση

Η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε κλάσματα δείγματος που περιείχε περίπου **200-400** άτομα πλαγκτονικών τρηματοφόρων. Ο προσδιορισμός των ατόμων έγινε σε επίπεδο είδους, σύμφωνα με τους Hemleben et al. (1989). Όλα τα άτομα που αναγνωρίστηκαν, μετρήθηκαν και τοποθετήθηκαν σε μικροπαλαιοντολογικά πλακίδια τύπου charman slides. Με βάση τα αποτελέσματα δημιουργήθηκαν διαγράμματα κατανομής για κάθε πυρήνα, όπου παρουσιάζεται η σχετική εμφάνιση σε ποσοστό επί τοις εκατό κάθε είδους.

Σταθερά Ισότοπα Οξυγόνου και Άνθρακα ($\delta^{18}O$, $\delta^{13}C$)

Ο προσδιορισμός των σταθερών ισωτόπων του οξυγόνου ($\delta^{18}O$) χρησιμοποιείται ως μέθοδος υπολογισμού της παλαιοθερμοκρασίας και παρέχει πληροφορίες για τη θερμοκρασία κατά τη χρονική στιγμή της ασβεστοποίησης του κελύφους των τρηματοφόρων. Οι μεταβολές του $\delta^{18}O$ σε ιζηματογενή ανθρακικά υλικά αποτελεί τις πιο διαδεδομένες καταγραφές των παλιοκλιματικών αλλαγών. Αυτό βασίζεται στην ικανότητα που έχουν οι θαλάσσιοι οργανισμοί να αποθηκεύουν ασβεστίτη σε ισοτοπική ισορροπία με το νερό των ωκεανών όπου διαβιούν. Ο προσδιορισμός των σταθερών ισωτόπων άνθρακα ($\delta^{13}C$) κατά παρόμοιο τρόπο χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ωκεάνιας πρωτογενούς παραγωγικότητας

Οι σχετικές συγκεντρώσεις των ισωτόπων του οξυγόνου ($^{18}O/^{16}O$) και του άνθρακα ($^{13}C/^{12}C$) εκφράζονται ως λόγοι R, όπου ο παρανομαστής είναι το ισότοπο με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση. Ο ισοτοπικός λόγος αυτών των στοιχείων δίνεται με μέτρηση του ισοτοπικού διαμερισμού των ισωτόπων ως προς τον ισοτοπικό διαμερισμό τους σε μία πρότυπη ουσία (επί τοις χιλίοις περιεκτικότητα ως προς το πρότυπο). Οι συγκεντρώσεις των $\delta^{18}O$ και $\delta^{13}C$ αποδίδονται σε κλίμακα V- PDB (Pee Dee Belemnite) που σημαίνει ότι ως πρότυπο χρησιμοποιήθηκε δείγμα από τον οργανισμό *Belemnitella Americana* από τη νότια Καρολίνα. Η σχετική διαφορά μεταξύ του στοιχείου και του προτύπου (standard) ονομάζεται δ τιμή και δίνεται από την εξίσωση:

$$\delta X = \left[\frac{R_{\text{δείγμα}} - R_{\text{πρότυπο}}}{R_{\text{πρότυπο}}} \right] \cdot 1000$$

Όταν $\delta = 0\%$ η ισοτοπική σύσταση του στοιχείου είναι ίση με αυτή του προτύπου.

Όταν $\delta > 0\%$, το δείγμα είναι εμπλουτισμένο στο βαρύτερο ισότοπο.

Όταν $\delta < 0\%$, παρατηρείται το φαινόμενο της ισοτοπικής αραίωσης που σημαίνει ότι το δείγμα είναι εμπλουτισμένο στο ελαφρύτερο ισότοπο.

- **ΜΑΛΑΚΙΑ**

Για την ανάλυση της μακροπανίδας (στην συγκεκριμένη περίπτωση Μαλάκια) ακολουθείται συγκεκριμένη διεργασία από την συλλογή στην ύπαιθρο μέχρι και την εξαγωγή των απολιθωμάτων από το ίζημα και την μελέτη τους στα εργαστήρια.

Συλλογή δειγμάτων στην ύπαιθρο

Η δειγματοληψία στις υπό μελέτη τομές είναι αρκετά πυκνή ώστε να καλύψει τις ανάγκες των αναλύσεων. Για την μελέτη θαλάσσιων μαλακίων απαιτείται συλλογή τουλάχιστον ενός δείγματος ιζήματος που περιέχει απολιθώματα από κάθε σχηματισμό που παρατηρείται. Όταν το πάχος των σχηματισμών είναι μεγάλο, τότε αυξάνεται και ο αριθμός των δειγμάτων. Κάθε δείγμα έχει βάρος από 1 έως 5kg. Σε σχηματισμούς με πλούσια πανίδα τα δείγματα είναι μικρότερου όγκου, ενώ το αντίθετο συμβαίνει σε σχηματισμούς «φτωχούς» σε απολιθώματα. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η δειγματοληψία εξαρτάται από την μορφολογία της εκάστοτε τομής. Απότομες τομές με μικρή κλίση των στρωμάτων δεν ευνοούν την λήψη πολλών δειγμάτων.

Εξαγωγή των απολιθωμάτων από το ίζημα

Μετά την δειγματοληψία είναι απαραίτητη η διαδικασία εξαγωγής των απολιθωμάτων από το ίζημα. Τα δείγματα τοποθετούνται σε δοχεία με νερό και perydrol (πυκνό οξυγονούχο νερό) σε αναλογία 1/3, ώστε να διευκολυνθεί ο αποχωρισμός των μακροαπολιθωμάτων από το ίζημα. Στη συνέχεια με τη χρήση κοσκίνων διαμέτρου 500 – 250 – 125 μ m, πλένονται με νερό. Το υλικό που απομένει στο κόσκινο ξεραίνεται σε φούρνο χαμηλής θερμοκρασίας. Ακολούθως, πραγματοποιείται συλλογή των Μαλακίων με τη χρήση στερεοσκοπίου καθώς ο μεγαλύτερος αριθμός αυτών είναι μικρού μεγέθους.

Ανάλυση απολιθωμάτων

Αφού συλλεχθούν τα απολιθώματα από το ίζημα, ακολουθεί συστηματική ταξινόμηση (σε επίπεδο είδους και όπου αυτό δεν ήταν δυνατόν σε επίπεδο γένους) και καταμέτρηση των ατόμων για κάθε είδος. Η συστηματική ταξινόμηση βασίζεται σε συγκεκριμένη βιβλιογραφία η οποία καθορίζεται από την εκάστοτε ηλικία των υπό μελέτη απολιθωμάτων. Ενδεικτικά αναφέρεται η παρακάτω βιβλιογραφία: Chirli &

Linse (2011), Landau et al., (2003), Landau et al. (2004), Malatesta, (1974), Robba, (1981), Sacco (1897—1901).

Η μελέτη των απολιθωμάτων περιλαμβάνει και παλαιοοικολογική ανάλυση αυτών με σκοπό την ανασύσταση του παλαιοπεριβάλλοντος. Για το λόγο αυτό τα μαλάκια που προσδιορίζονται εξετάζονται ως προς τα οικολογικά τους χαρακτηριστικά. Ενδεικτικά αναφέρεται η παρακάτω βιβλιογραφία στην οποία βασιζόμαστε για την παλαιοοικολογική ανάλυση: Ceregato et al. (2007), Chirli & Linse (2011), Di Geronimo et al, (2005), Domènech (1986), Dornbos & Wilson (1999), Drinia et al. (2005), Malatesta, (1974), Koulouri et al., (2006), Lozano - Francisco, (1997), Poppe & Goto, (1993), Peres & Picard (1964), Picard (1965), Robba, (1981).

Τα παραπάνω αποτελούν μέρος της ποιοτικής ανάλυσης της υπό μελέτη πανίδας. Πολλές φορές, για την ταφονομική μελέτη και την εξαγωγή παλαιοοικολογικών δεδομένων απαιτείται και η ποσοτική ανάλυση αυτής, η οποία γίνεται με τη βοήθεια στατιστικών μεθόδων. Συχνά χρησιμοποιούνται τα στατιστικά προγράμματα Microsoft Excel και PAST. Μια ποσοτική ανάλυση περιλαμβάνει συνήθως δείκτες ποικιλότητας και ανάλυση ομαδοποίησης (π.χ. Q – Τύπου, R – Τύπου).