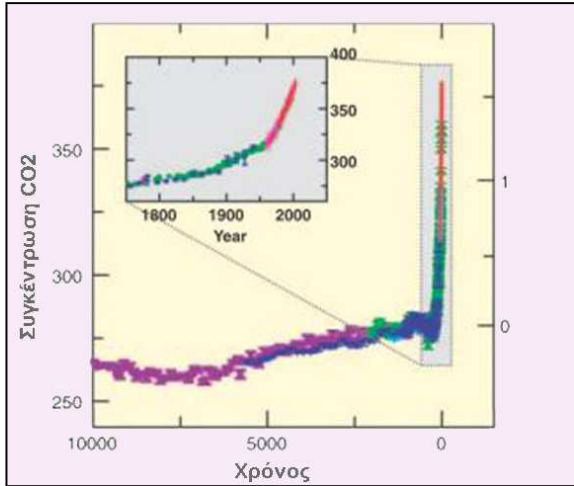


Οξίνιση των ωκεανών: Ένα πρόβλημα με πολύ σημαντικές συνέπειες στη θαλάσσια βιοποικιλότητα.

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) τους τελευταίους αιώνες έχουν αυξηθεί σε τεράστιο βαθμό ως αποτέλεσμα της έντονης και αλόγιστης καύσης ορυκτών καυσίμων. Πράγματι, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα αυξάνεται συνεχώς από το 18^ο αιώνα έως τις μέρες μας ενώ για δεκάδες χιλιάδες χρόνια πριν παρέμενε σχεδόν σταθερή. Αυτή η αύξηση οφείλεται στην έντονη βιομηχανική ανάπτυξη που ξεκίνησε εκείνη την εποχή, γνωστή σε όλους μας ως “βιομηχανική επανάσταση”. Η καύση του πετρελαίου και των παραγώγων του από τότε ως σήμερα έχει ως αποτέλεσμα η συγκέντρωση του CO₂ να αυξηθεί κατά 35% (από 280 ppm* που ήταν η συγκέντρωση, έχει φτάσει σήμερα κοντά στα 380 ppm) και το ποσοστό αυτό συνεχώς αυξάνεται.

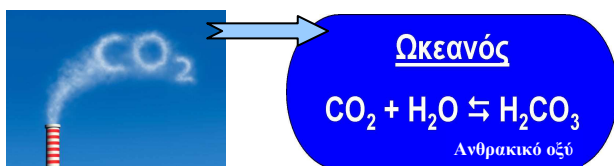
* μονάδα μέτρησης της συγκέντρωσης μιας ουσίας. Μέρη στο εκατομμύριο



Η απότομη αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ τους τελευταίους 2 αιώνες ως αποτέλεσμα της καύσης ορυκτών καυσίμων

Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂, εκτός των γνωστών αρνητικών επιπτώσεων που έχει στο κλίμα λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας που προκαλεί, συντελεί και στην οξίνιση των ωκεανών. Πώς γίνεται όμως αυτό;

Οι θάλασσες και οι ωκεανοί έχουν την ικανότητα να απορροφούν μεγάλες ποσότητες CO₂ από την ατμόσφαιρα. Η διάλυση του CO₂ στο νερό, όπως



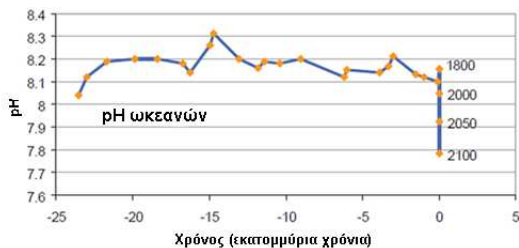
φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, παράγει ανθρακικό οξύ. Λόγω της μεγάλης αύξησης της “ποσότητας” του CO₂ στην ατμόσφαιρα, που εμείς οι άνθρωποι έχουμε προκαλέσει, η διάλυση του CO₂ έχει αυξηθεί με αποτέλεσμα να αυξηθεί και το παραγόμενο ανθρακικό οξύ. Αυτό οδηγεί στην οξίνιση των ωκεανών.

Υπολογίζεται ότι οι θάλασσες και οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει το 25-50% του CO₂ που έχει παράξει ο άνθρωπος από τη βιομηχανική επανάσταση έως σήμερα. Αυτό είναι θετικό καθώς μειώνονται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη ζωή μας, ταυτόχρονα όμως έχει οδηγήσει σε αύξηση της οξύτητας των ωκεανών.

Ένας δείκτης για να μπορέσουμε να μετρήσουμε και να εκτιμήσουμε την οξύτητα στις θάλασσες και τους ωκεανούς, αλλά και σε κάθε υγρό, είναι το pH. Το pH γενικά παίρνει τιμές από 0 έως 14. Υγρά με pH από 0 έως 7 τα χαρακτηρίζουμε όξινα ενώ από 7 έως 14 τα χαρακτηρίζουμε αλκαλικά ή βασικά. Όπως δείχνει και ο παρακάτω πίνακας, ενώ για εκατομμύρια χρόνια το pH των ωκεανών παρέμενε σταθερό, η αύξηση της ποσότητας του ανθρακικού οξέος έχει οδηγήσει στις μέρες μας σε μείωση κατά 0,1 μονάδα δηλαδή αύξηση της οξύτητας κατά σχεδόν 30%! Στο μέλλον οι επιστή-

| Χρόνος | pH | Αλλαγή του pH | Αύξηση της οξύτητας |
|---|-------|---------------|---------------------|
| Προβιομηχανική εποχή (αρχές 18 ^{ου} αι.) | 8,179 | 0 | 0% |
| Κοντινό παρελθόν (δεκαετία '90) | 8,104 | -0,075 | +18,9% |
| Σήμερα | 8,069 | -0,11 | +28,8% |
| 2050 (διπλασιασμός συγκέντρωσης CO ₂) | 7,949 | -0,230 | +69,8% |
| 2100 | 7,824 | -0,355 | +126,5% |



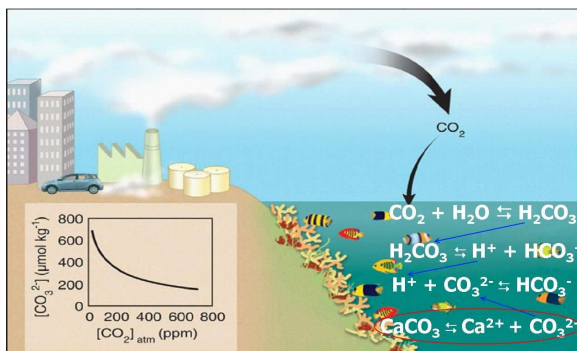


Διαγραμματική απεικόνιση της πτώσης του pH στους ωκεανούς

μονες υπολογίζουν ότι η οξύτητα των ωκεανών θα αυξηθεί και άλλο, με αποτέλεσμα το 2100 να έχει αυξηθεί κατά 127%!

Η αύξηση της οξύτητας των θαλασσών και των ωκεανών του πλανήτη μας προκαλεί και θα συνεχίσει να προκαλεί στο μέλλον, πολύ σοβαρές επιπτώσεις, άμεσα ή έμμεσα, στη θαλάσσια βιοποικιλότητα. Η πιο σημαντική επιβάρυνση που προκαλεί είναι ότι μειώνει τη διαδικασία **ασβεστοποίησης** (calcification) πολλών οργανισμών, δηλαδή την ικανότητα που έχουν να δεσμεύουν το ασβέστιο για την κατασκευή των σκελετών και των κελυφών τους.

Όπως φαίνεται και από την παρακάτω εικόνα, καθώς το CO₂ της ατμόσφαιρας διαλύεται στο νερό, εκτός από το ανθρακικό οξύ, παράγονται και διάφορα ιόντα όπως το διττανθρακικό (HCO₃⁻) και το ιόν του υδρογόνου (H⁺). Τα ιόντα υδρογόνου που παράγονται από την προηγούμενη διαδικασία δεσμεύουν τα ανθρακικά ιόντα (CO₃²⁻), τα οποία βρίσκονται ελεύθερα στο υδάτινο οικοσύστημα, εμποδίζοντας έτσι να παραχθεί το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO₃).

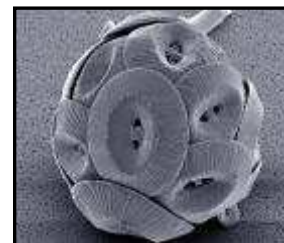


Τα είδη που βασίζονται στη διαδικασία της ασβεστοποίησης για τη δημιουργία του σκελετού τους ή των κελυφών τους είναι πολυάριθμα και πολύ σημαντικά καθώς βρίσκονται είτε στη βάση των τροφικών αλυσίδων (φυτοπλαγκτονικοί – ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί) είτε αποτελούν βιότοπο για άλλα είδη (κοραλλιογενείς ύφαλοι).

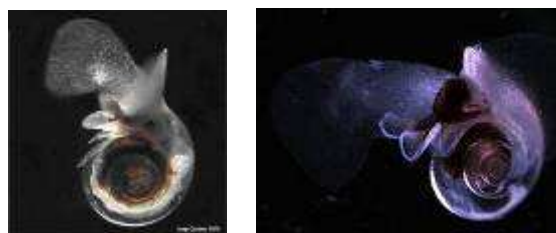
Ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα φυτοπλαγκτονικών οργανισμών που επηρεάζονται από την οξίνιση των ωκεανών είναι τα **κοκκολιθοφόρα**,

μονοκύτταροι φυτικοί οργανισμοί που ζουν σε τεράστιους αριθμούς στα ανώτερα στρώματα των ωκεανών. Συνήθως σε μια περιοχή αποτελούν το 90% του φυτοπλαγκτού. Αντίθετα με άλλα είδη φυτοπλαγκτού, το σώμα τους περιβάλλεται από μικροσκοπικές επικαλύψεις ασβεστόλιθου, που ονομάζονται κοκκόλιθοι και μοιάζουν με κουμπιά. Η οξίνιση επηρεάζει τη διαδικασία δημιουργίας των κοκκόλιθων θέτοντας σε κίνδυνο την πολύ σημαντική αυτή μορφή ζωής.

Χαρακτηριστικό είδος κοκκολιθοφόρου (*Coccolithus pelagicus*) όπως φαίνεται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Διακρίνονται οι ιδιαίτεροι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί σε σχήμα κουμπιού (κοκκόλιθοι).



Άλλα είδη πλαγκτού που επηρεάζονται έντονα είναι τα **τρηματοφόρα** (ευκαριωτικοί μικροοργανισμοί) και τα **πτερόποδα** (μικροσκοπικά θαλάσσια σαλιγκάρια), τα οποία σχηματίζουν ασβεστολιθικά κελύφη. Ειδικά για τα πτερόποδα και συγκεκριμένα το είδος *Limacina helicina*, η μείωση του μπορεί να επηρεάσει έντονα τους πληθυσμούς μεγαλύτερων ειδών που τρέφονται από αυτό όπως ο σολομός, σκουμπρί, ρέγκα, μπακαλιάρος, είδη δηλαδή με μεγάλη οικονομική και εμπορική αξία.



Το πτερόποδο *Limacina helicina* ένα πολύ σημαντικό είδος για την διατήρηση των τροφικών αλυσίδων στις θάλασσες και τους ωκεανούς.

Επίσης, η οξίνιση επενεργεί έντονα και στα κοράλλια, καθώς αυτά χρησιμοποιούν το ανθρακικό ασβέστιο για να δημιουργήσουν το σκελετό τους. Ο θάνατος των κοραλλιών και η καταστροφή των κοραλλιογενών υφάλων προκαλεί τεράστιες αλυσιδωτές επιδράσεις σε πάρα πολλά είδη που “κατοικούν” σε αυτούς, δηλαδή σχεδόν στο 25% των θαλάσσιων ειδών! Δυστυχώς στις μέρες μας τα κοράλλια δε βρίσκονται σε καλή κατάσταση, καθώς επηρεάζονται έντονα και από την υπερθέρμανση του πλανήτη. Το 35% των κοραλλιών παγκοσμίως εκτιμάται ότι είναι έντονα απειλούμενα, ενώ το 19% έχει ήδη χαθεί.

Τέλος, ένα έμμεσο πρόβλημα που δημιουργείται



από την οξίνιση των ωκεανών και τη διατάραξη των τροφικών αλυσίδων είναι ότι είδη τα οποία δε συνδέονται στενά με την αλυσίδα επωφελούνται

της σύγχυσης και αυξάνονται σε μεγάλο βαθμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι μέδουσες.

Πηγές:

1. **Intergovernmental Panel on Climate Change:** Climate Change 2007. Synthesis Report
2. **Dorothee Herr and Grantly R. Galland.** The Ocean and Climate Change. Tools and Guidelines for Action. IUCN 2009
3. **Wikipedia.** Internet encyclopedia project (http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
4. <http://www.global-greenhouse-warming.com/index.html>

Προτεινόμενο βίντεο

1. Acid Test: The Global Challenge of Ocean Acidification: <http://www.youtube.com/watch?v=5cqCvcX7buo&feature=related>



Με την υποστήριξη του:



Υπό την αιγίδα της:



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
HELLENIC MARINE ENVIRONMENT
PROTECTION ASSOCIATION**
•HELMEPA•

✉ Περγάμου 5, 171 21 Ν. Σμύρνη - Αθήνα
☎ 210 93.43.088
☎ 210 93.53.847
🌐 helmepa@helmepa.gr - www.helmepa.gr

 Find us on
Facebook

