Κοκτέιλ Κυανοτοξινών σε λίμνες της Ελλάδας:

Ο στόχος της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ για καλή οικολογική κατάσταση δεν έχει επιτευχθεί

Μουστάκα-Γούνη Μ[1], Χισκιά Α[2], Κατσιάπη Μ[1], Βαρδάκα Ε[3], Καλούδης Τ[2], Τριάντης Θ[2], Ζερβούδη ΣΚ[2], Χριστοφορίδης Χ[2] & Μανολίδη Κ[2]

[1]Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας ΑΠΘ. mmustaka@bio.auth.gr/ [2]Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος»/[3]Τμήμα Διατροφής & Διαιτολογίας, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής ΑΤΕΙΘ

Στόχος

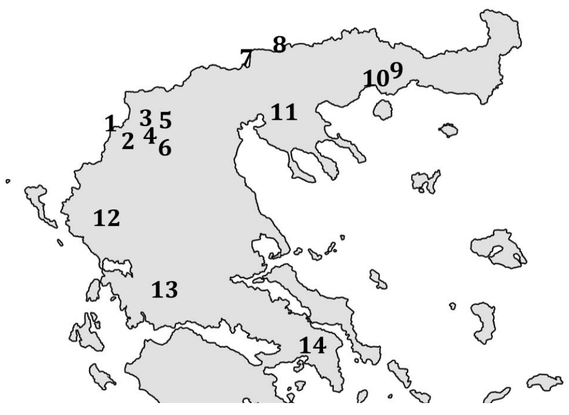
Διερεύνηση της ποικιλότητας των κυανοβακτηρίων και των παραγόμενων κυανοτοξινών σε ανθίσεις φυτοπλαγκτού σε λίμνες της Ελλάδας

Μεθοδολογία

1. Δειγματοληψίες νερού σε κάθε λίμνη κατά τη διάρκεια ανθίσεων
2. Ποιοτική & ποσοτική μικροσκοπική ανάλυση φυτοπλαγκτού
3. Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση κυανοτοξινών: Μέθοδος LC-MS/MS
4. Εκτίμηση οικολογικής ποιότητας με βάση το δείκτη φυτοπλαγκτού PhyCoI (Katsiapi et al. 2016) που έχει προταθεί για τις Ελληνικές λίμνες

Περιοχή Έρευνας

1. 12 φυσικές λίμνες & 2 ταμιευτήρες (Εικ. 1)
2. Διεξαγωγή δειγματοληψιών: 2007-2014



Εικ. 1: Χάρτης της Ελλάδας στον οποίο απεικονίζονται οι θέσεις λιμνών και ταμιευτήρων που εξετάστηκαν (1=Μικρή Πρέσπα, 2=Καστοριάς, 3=Πετρών, 4=Χειμαδίτιδα, 5=Βεγορίτιδα, 6=Ζάζαρη, 7=Δοιράνη, 8=Κερκίνη, 9=Ισμαρίδα, 10=Βιστωνίδα, 11=Βόλβη, 12=Παμβώτιδα, 13=Τριχωνίδα, 14=Μαραθώνας)

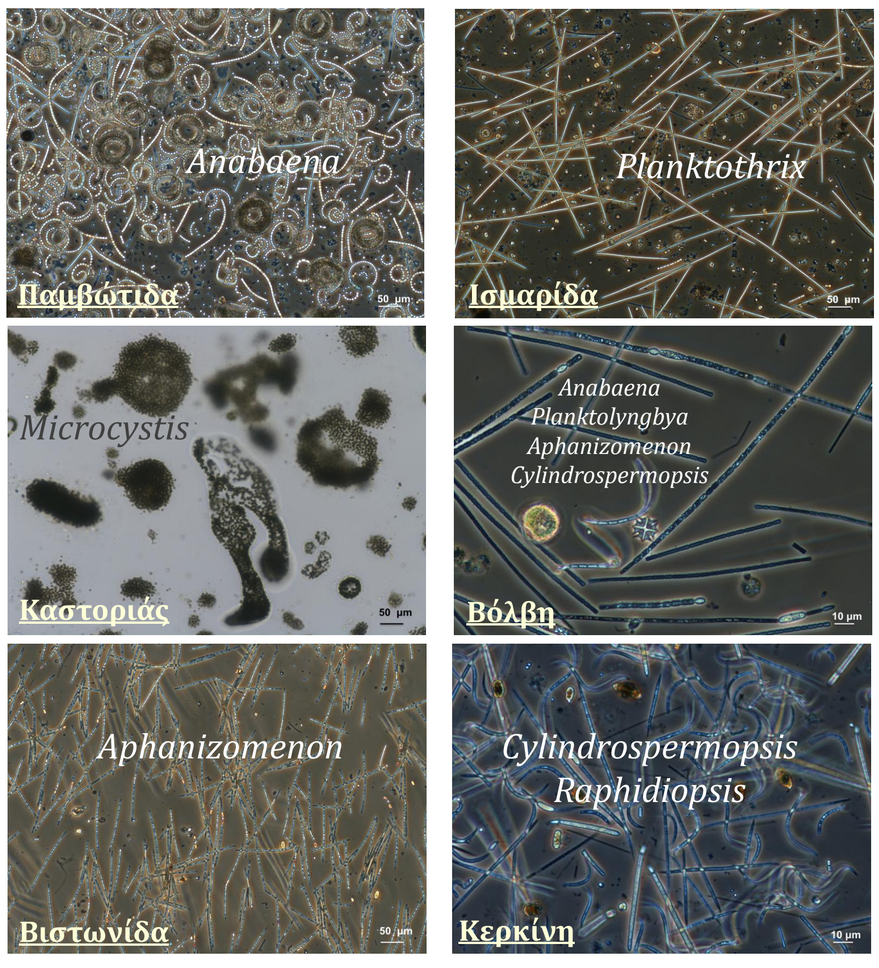
Αποτελέσματα

Α. Ποικιλότητα Κυανοβακτηρίων και Κυανοτοξινών

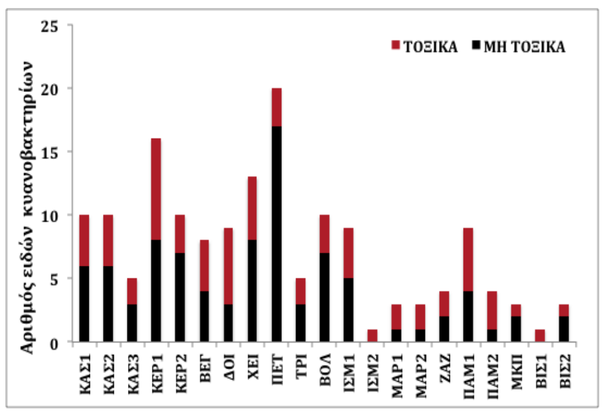
Πίν. 1: Είδη κυανοβακτηρίων και παραγόμενες κυανοτοξίνες που αναγνωρίστηκαν/ανιχνεύθηκαν συνολικά στα υδάτινα σώματα (με έντονα γράμματα συμβολίζονται τα γνωστά τοξικά είδη)

Κυανοβακτήρια	Ανιχνεύσιμες Κυανοτοξίνες
Anabaena aphanizomenoides, ***Anabaena bergii***, ***Anabaena* cf. *circinalis***, ***Anabaena* cf. *flos-aquae***, ***Anabaena* cf. *viguieri***, ***Anabaena spiroides***, *Anabaenopsis arnoldii*, *Anabaenopsis cunningtonii*, ***Anabaenopsis elenkinii***, ***Aphanizomenon favalaroi***, ***Aphanizomenon flos-aquae***, ***Aphanizomenon gracile***, *Aphanizomenon issatschenkoi*, *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa* cf. *incerta*, *Aphanothece clathrata*, *Chroococcus limneticus*, *Chroococcus* cf. *prescotii*, *Chroococcus dispersus*, *Cyanodictyon imperfectum*, *Cyanodictyon planctonicum*, *Cyanonephron styloides*, ***Cylindrospermopsis raciborskii***, *Jaaginema* sp., *Lemmermaniella* sp., *Limnothrix redekei*, *Limnothix* sp., *Merismopedia* spp., *Merismopedia minima*, *Merismopedia tenuissima*, *Merismopedia warmingiana*, ***Microcystis aeruginosa***, ***Microcystis flos-aquae***, *Microcystis wesenbergii*, ***Microcystis panniformis***, *Myxobaktron hirudiforme*, *Pannus* sp.,*Planktolyngbya limnetica*, *Planktolyngbya circumcreta*, ***Planktothrix agardhii***, ***Planktothrix rubescens***, *Pseudanabaena limnetica*, *Planktolyngbya microspira*, *Pseudanabaena musicola*, *Radiocystis geminata*, *Romeria* cf. *simplex*, *Snowella lacustris*, *Snowella* sp., Unidentified chroococcal cyanobacterium, Unidentified filamentous cyanobacterium	[D-Asp3]MC-RR, MC-RR, MC-YR, MC-HtyR, [D-Asp3]MC-LR, MC-LR, MC-HilR, MC-WR, MC-LA, MC-LY, MC-LW, MC-LF, STX, neoSTX, CYN, Anatoxin-a,

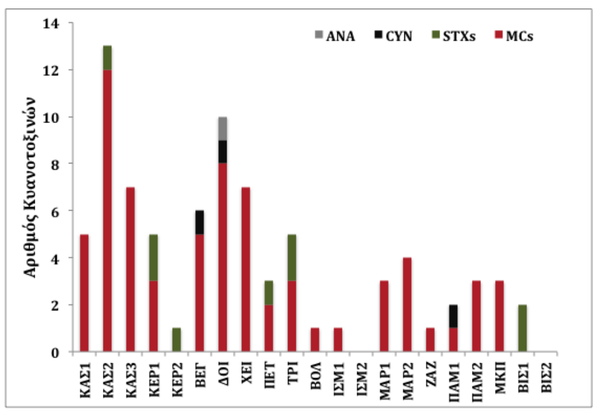
- Συνολικά αναγνωρίστηκαν 50 είδη κυανοβακτηρίων και ανιχνεύθηκαν 16 είδη κυανοτοξινών (Πιν. 1)
- Το 32% των κυανοβακτηριακών ειδών είναι γνωστά για παραγωγή τοξινών (Πιν. 1)
- 1-3 είδη κυανοβακτηρίων ήταν τα κυρίαρχα σε κάθε άνθιση (Εικ. 2)
- Οι μικροκυστίνες ήταν οι πιο ποικίλες κυανοτοξίνες



Εικ. 2: Μικροφωτογραφίες ανθίσεων νερού από τα υδάτινα σώματα Παμβώτιδα, Ισμαρίδα, Καστοριάς, Βόλβη, Βιστωνίδα, Κερκίνη



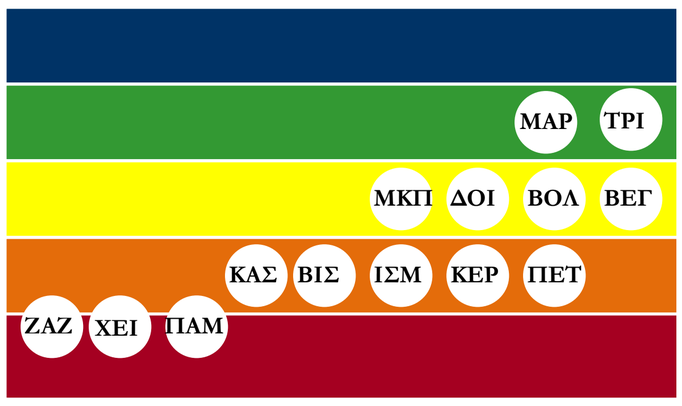
Εικ. 3: Αριθμός ειδών κυανοβακτηρίων που αναγνωρίστηκαν στα υδάτινα σώματα



Εικ. 4: Αριθμός κυανοτοξινών που ανιχνεύθηκαν στα υδάτινα σώματα (MCs = Μικροκυστίνες, CYN = Συλιντροσπερμοψίνη, STXs = Σαξιτοξίνες, ANA = Ανατοξίνη-α)

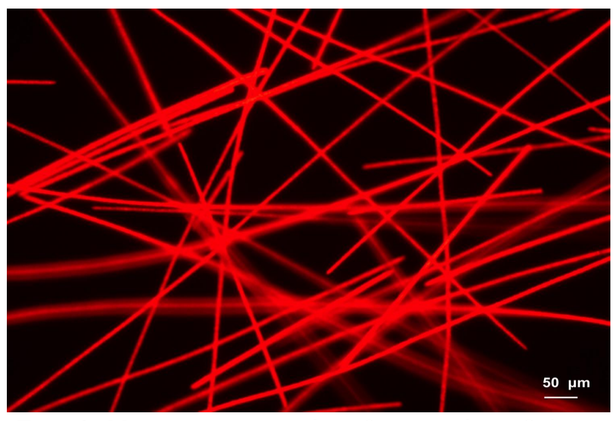
- Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών κυανοβακτηρίων αναγνωρίστηκε σε άνθιση της λίμνης Πετρών (Εικ. 3)
- Είδη του γένους *Microcystis* και *Anabaena* ήταν τα πιο κοινά (Εικ. 2)
- Κυανοτοξίνες ανιχνεύθηκαν σε όλα τα υδάτινα σώματα (Εικ. 4)
- Οι πιο συχνά απαντώμενες τοξίνες ήταν οι μικροκυστίνες (Εικ. 4)
- Ανατοξίνη ανιχνεύθηκε μόνο στη λίμνη Δοϊράνη (Εικ. 4)
- Ο μεγαλύτερος αριθμός κυανοτοξινών ανιχνεύθηκε στη Λίμνη Καστοριάς το 2014 (Εικ. 4)

Β. Εκτίμηση οικολογικής ποιότητας



Εικ. 5: Οικολογική ποιότητα των υπό εξέταση υδάτινων σωμάτων με βάση τον δείκτη PhyCoI

- Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις κυανοτοξινών ανιχνεύθηκαν σε λίμνες με ελλιπή-κακή οικολογική ποιότητα (Λίμνη Καστοριάς, Παμβώτιδα, Ζάζαρη) και σε λίμνες με μέτρια οικολογική ποιότητα (Βεγορίτιδα, Βόλβη, Δοϊράνη, Μικρή Πρέσπα) (Εικ. 5)
- Κυανοτοξίνες ανιχνεύθηκαν σε υψηλές συγκεντρώσεις ακόμη και σε λίμνες με καλή οικολογική ποιότητα (Ταμιευτήρας Μαραθώνα - κυριαρχία *Microcystis aeruginosa* και Λίμνη Τριχωνίδα - κυριαρχία *Planktothrix rubescens*, Εικ. 6)



Εικ. 6: Μικροφωτογραφία φθορισμού σε δείγμα νερού με *P. rubescens* από την Τριχωνίδα

Βιβλιογραφία

Katsiapi M, Moustaka-Gouni M, Sommer U (2016) Assessing ecological quality water quality of freshwaters: PhyCoI -a new phytoplankton community index. Ecological Informatics 31: 22-29

Συμπεράσματα

- Η παρουσία ποικίλων κυανοτοξινών σε συνδυασμό με την υψηλή «τοξική» βιοποικιλότητα των κυανοβακτηρίων στο φυτοπλαγκτό 14 λιμνών, στο εύρος καλής – κακής ποιότητας, είναι ανησυχητική για την κατάσταση των λιμνών
- Ο αποκλεισμός των Πανεπιστημίων και Ερευνητικών Κέντρων από τους φορείς παρακολούθησης των υδάτων και η απαξίωση των ειδικών δεν βοηθά στην προστασία των λιμνών και στην επίτευξη των στόχων της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ

8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οικολογίας, 20-23 Οκτωβρίου, Θεσσαλονίκη