

Εισαγωγή

Οι **ανθίσεις τοξικών κυανοβακτηρίων (CyanoHABs)** είναι ένα **παγκόσμιο φαινόμενο**, με **οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις**, οι οποίες εξαρτώνται από την συγκέντρωση και τον τύπο των τοξινών που εκλύονται στο περιβάλλον. Ο **ευτροφισμός** και η **κλιματική αλλαγή** συμβάλλουν στην αύξηση αυτών των ανθίσεων.

Το *Microcystis aeruginosa* είναι ένα κυανοβακτήριο του γλυκού νερού με παγκόσμια κατανομή, που συναντάται στη στήλη του νερού, κυρίως σε ευτροφικές αλλά και μεσοτροφικές λίμνες. Το *M. aeruginosa* παράγει τις τοξίνες μικροκυστίνες (MCs), οι οποίες όχι μόνο θεωρούνται εξαιρετικά επιβλαβείς για τα υδάτινα οικοσυστήματα, αλλά έχουν τη δυνατότητα να προκαλούν καρκινογένεση στον άνθρωπο (ανασκόπηση από Sergi et al. 2022).

Πειραματικός Σχεδιασμός

Πρώτο ερευνητικό ερώτημα



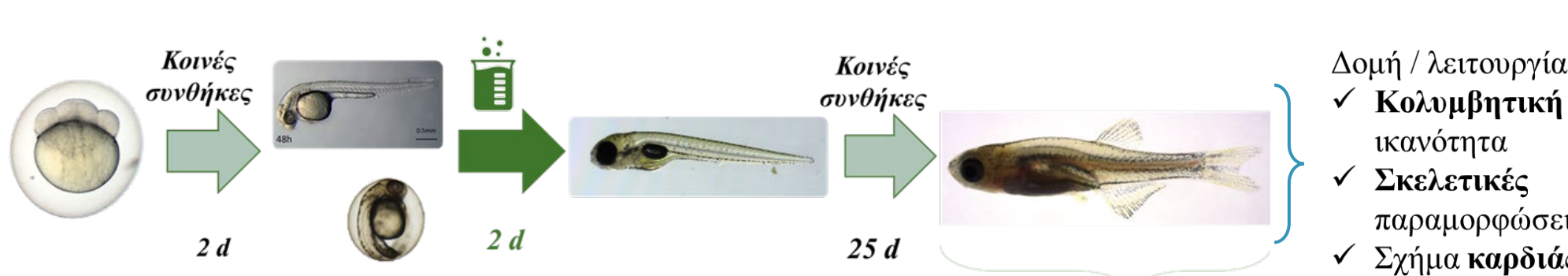
Σχετική γονιμότητα

- Επιλογή ζευγαριών
- Καταμέτρηση αυγών
- Μέτρηση βάρους /μήκους θηλυκών
- Βάρους / μήκους
- Εκτομή και συντήρηση ωοθηκών και ήπατος

RT-qPCR ανάλυση

- Γονίδια στόχοι
Γονιμότητα (*fshr*, *bmp15*)
Μεταβολισμός (*cyp1a*, *vgt1*, *vgt2*)
- Γονίδια αναφοράς (*actinb1*, *gapdh*)

Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα



Κολυμβητική ικανότητα: καθοριστική για την πληθυσμιακή δομή και επιβίωση των ψαριών στη φύση



Στόχοι Εργασίας

Στόχος της εργασίας ήταν να διερευνήσει το κατά πόσο η **έκθεση εμβρύων ή λεκιθοφόρων νυμφών zebrafish** σε **υποθησιγόνα επίπεδα εκχυλίσματος** του κυανοβακτηρίου *M. aeruginosa* έχει επιπτώσεις για τη δομή και λειτουργία των ψαριών στα επόμενα στάδια της ζωής τους.

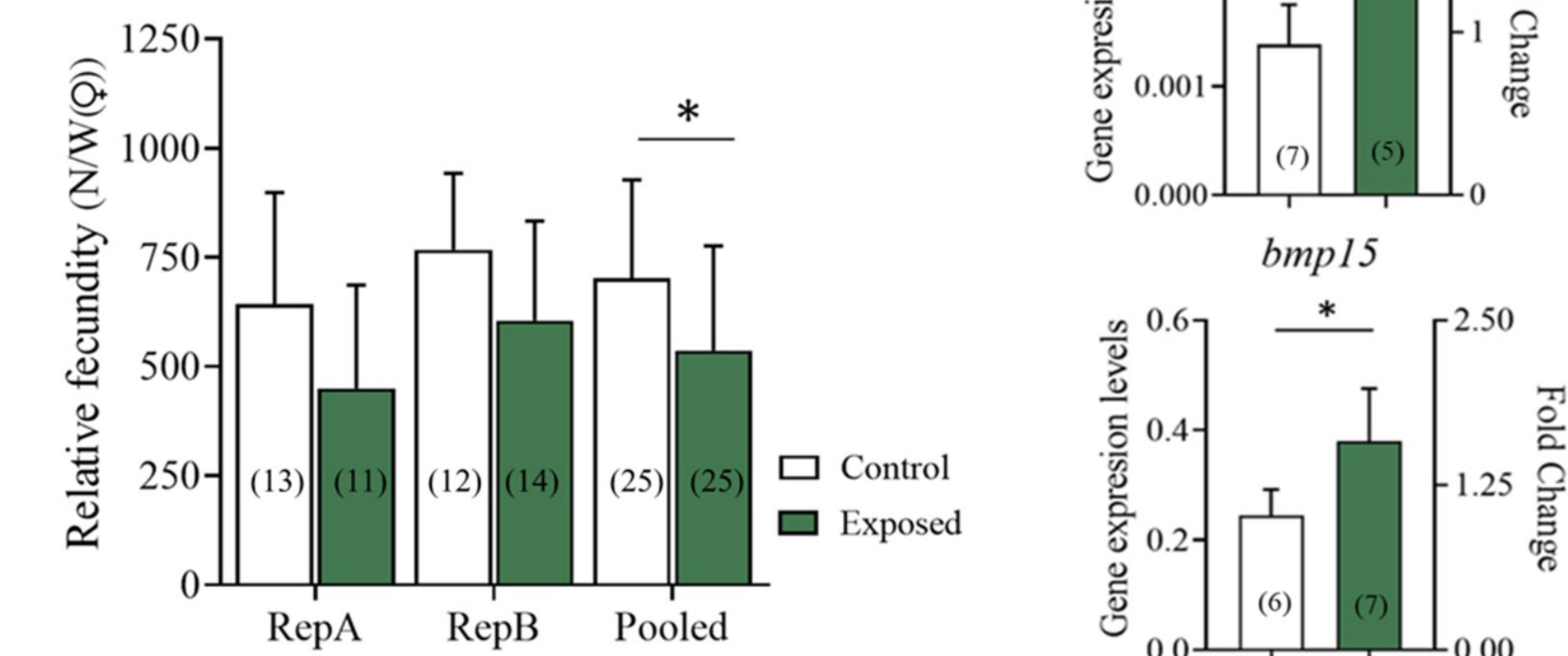
Συγκεκριμένα:

- Έκθεση των ψαριών κατά το **εμβρυϊκό στάδιο** σε εκχύλισμα *M. aeruginosa* και έλεγχος της επίπτωσης στη **γονιμότητα των θηλυκών**
- Έκθεση των ψαριών κατά το **λεκιθοφόρο νυμφικό στάδιο** σε εκχύλισμα *M. aeruginosa* και έλεγχος της επίπτωσης στην κολυμβητική ικανότητα, στο σκελετό και στην καρδιά των ιχθυδίων

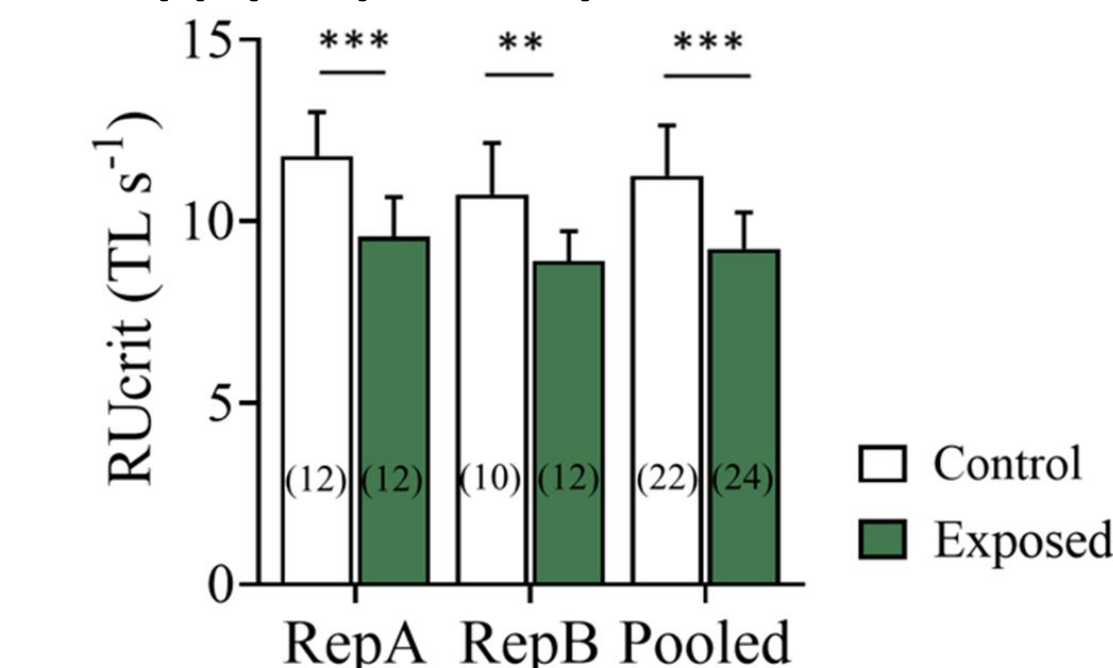
Αποτελέσματα

Η **έκθεση αρχική έκθεση (εμβρυϊκό στάδιο) σε υποθησιγόνα επίπεδα εκχυλίσματος *M. aeruginosa*** επηρεάζει σημαντικά τη γονιμότητα του zebrafish

Σημαντική μεταβολή των επιπέδων έκφρασης των γονιδίων της *bmp15* και του ωοθηκικού υποδοχέα της FSH



Η **έκθεση αρχική έκθεση (λεκιθοφόρο νυμφικό στάδιο) σε υποθησιγόνα επίπεδα εκχυλίσματος *M. aeruginosa*** επηρεάζει σημαντικά την κολυμβητική ικανότητα του zebrafish



❖ Μη σημαντική επίδραση της έκθεσης στη δομή του σκελετού και της καρδιάς

Συζήτηση

- Έκθεση του **εμβρυϊκού** σταδίου σε υποθησιγόνα επίπεδα *M. aeruginosa*

↓ Σχετικής Γονιμότητας

- ↑ έκφρασης *fshr* = υπερέκφραση, ένδειξη τοξικότητας από MC-LR (Liu et al. 2018)
- ↑ έκφραση *bmp15* = αρνητικός ρυθμιστής ανάπτυξης ωοκυττάρων

- Έκθεση στο **λεκιθοφόρο νυμφικό** στάδιο σε υποθησιγόνα επίπεδα *M. aeruginosa*

↑ RUcrit

- **σχήμα καρδιάς** = έχει είδη σχηματιστεί η εξωτερική δομή κατά την έκθεση, δεν γνωρίζουμε εσωτερικά (δοκίδες)
- **σκελετική δομή** = απουσία παραμόρφωσης που είδαν οι Sergi et al. 2022

Συμπεράσματα

	Έκθεση στο εμβρυϊκό στάδιο	Έκθεση στο λεκιθοφόρο νυμφικό στάδιο
Ταχύτητα κολύμβησης (ιχθυδίων)	↓ ¹	↓ ²
Κυκλικότητα της κοιλίας της καρδιάς (ιχθυδίων)	↑ ¹	— ²
Συχνότητα σπονδυλικών παραμορφώσεων	↑ ¹	— ²
Θνησιμότητα	— ¹	— ²
Σχετική γονιμότητα θηλυκών	↓ ²	

Λέξεις κλειδιά :Τοξικές Ανθίσεις, Υποθησιγόνο, Μακρόχρονη Επιπτώσεις, Πρώιμα Αναπτυξιακά Στάδια Ιχθύων, Γονιμότητα, Κολυμβητική Ικανότητα

Αναφορές

- Ács, A., Kovács, A.W., Csepregi, J.Z., Tóro, N., Kiss, G., Gyori, J., Vehovszky, Á., Kovács, N., Farkas, A., 2013. The ecotoxicological evaluation of *Cylindrospermopsis raciborskii* from Lake Balaton (Hungary) employing a battery of bioassays and chemical screening. *Toxicol* 70, 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.toxicol.2013.04.019>
- Hicken, C.E., Linbo, T.L., Baldwin, D.H., Willis, M.L., Myers, M.S., Holland, L., Larsen, M., Stekol, M.S., Rice, S.D., Collier, T.K., Scholz, N.L., Incardona, J.P., Goss, G., 2011. Sublethal exposure to crude oil during embryonic development alters cardiac morphology and reduces aerobic capacity in adult fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (108), pp 7086–7090. <https://doi.org/10.1073/pnas.1019031108>
- Kimmel, C. B., Ballard, W.W., Kimmel, S.R., Ullmann, B., Schilling, T.F. (1995) Stages of embryonic development of the zebrafish, *Developmental Dynamics*, 203(3), pp. 253–310.
- Paerl, H.W., Gardner, W.S., Havens, K.E., Joyner, A.R., McCarthy, M.J., Newell, S.E., Qin, B., Scott, J.T., 2016. Mitigating cyanobacterial harmful algal blooms in aquatic ecosystems impacted by climate change and anthropogenic nutrients. *Harmful Algae*, (54) pp. 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.09.009>
- Sergi, E., Orfanakis, M., Dimitriadi, A., Christou, M., Zachopoulou, A., Kourkouta, Ch., Printzi, A., Zervou, S.-K., Makridis, P., Hiskia, A., Koumoundouros, G., 2022. Sublethal exposure to *Microcystis aeruginosa* extracts during embryonic development reduces aerobic swimming capacity in juvenile zebrafish. *Aquatic Toxicology* (243). <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2022.106074>
- Saraf, S.R., Frenkel, A., Harke, M.J., Jankowiak, J.G., Gobler, C.J., McElroy, A.E., 2018a. Effects of *Microcystis* on development of early life stage Japanese medaka (*Oryzias latipes*): Comparative toxicity of natural blooms, cultured *Microcystis* and microcystin-LR. *Aquatic Toxicology* (194), pp 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2017.10.026>