

Περίληψη

Μια από τις κύριες πηγές θρεπτικών για την Α. Μεσόγειο είναι τα αερολύματα και οι υποκατηγορίες αυτών, τα οποία είναι πλούσια σε οργανικές και ανόργανες ενώσεις. Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης των αερολυμάτων διαφορετικής προέλευσης στο πλαγκτονικό, μικροβιακό τροφικό πλέγμα. Για τον στόχο αυτό, ένα πείραμα μεσοκόσμων έλαβε χώρα στις εγκαταστάσεις CretaCosmos του ΕΛΚΕΘΕ τον Μάιο-Ιούνιο 2022. Η συχνότητα και η ποσότητα των αερολυμάτων και της σκόνης που προστέθηκαν είχε ως στόχο να προσομοιάσει, κατά τις πρώτες πειραματικές ημέρες, αρχικά, ήπια συμβάντα ατμοσφαιρικής εναπόθεσης που παρατηρούνται στην Α. Μεσόγειο και στη συνέχεια (ημέρα D5), έντονα φαινόμενα μεταφοράς Αφρικανικής σκόνης.

Εισαγωγή

- Ως αερολύματα (aerosols) ορίζουμε τα εναυρήματα που βρίσκονται σε υγρή ή στερεή κατάσταση και έχουν μέγεθος από 10^{-4} μm έως και 100 μm . (Janine Fröhlich-Nowoisky et al., 2016). Η σύστασή τους αποτελείται από χημικές ενώσεις, αλλά μπορούν παράλληλα να έχουν και βιολογική σύσταση, δηλαδή να περιέχουν πρωτεΐνες, ιούς, βακτήρια, σπόρια, γύρη ακόμα και θραύσματα οργανισμών.
- Τα αερολύματα μπορεί να διαφέρουν τόσο χημικά όσο και βιολογικά. Αυτή η διαφοροποίηση συνδέεται άρρηκτα με την πηγή προέλευσης (π.χ. δάσος, έρημος, πόλη) καθώς και με παράγοντες, όπως η ανθρωπογενής δραστηριότητα και οι περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος) που είναι ικανές να μεταβάλουν τη σύσταση των aerosols (Ruiz-Gil et al., 2020).
- Η εναπόθεση αφρικανικής σκόνης, πλούσια τόσο σε φώσφορο όσο και σε άζωτο, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το πλαγκτονικό, μικροβιακό πλέγμα (Pitta et al., 2017).
- Συνδυάζοντας τα παραπάνω ευρήματα με την εργασία των Violaki et al. (2021) που έδειξε ότι η κύρια πηγή οργανικού φωσφόρου στην Ανατολική Μεσόγειο είναι τα αερολύματα, γίνεται αντιληπτό ότι η εναπόθεση θρεπτικών από την ατμόσφαιρα στα επιφανειακά νερά της περιοχής αυτής, η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών και περιορισμό από τον φώσφορο, ενδέχεται να έχει μεγάλη σημασία για τη δομή και λειτουργία του μικροβιακού τροφικού πλέγματος.
- Η παρούσα εργασία μελετά την επίδραση των αερολυμάτων διαφορετικής προέλευσης ως πηγή θρεπτικών για την Α. Μεσόγειο και την επίδραση αυτών στη δομή και λειτουργία του πλαγκτονικού, μικροβιακού τροφικού πλέγματος της περιοχής.



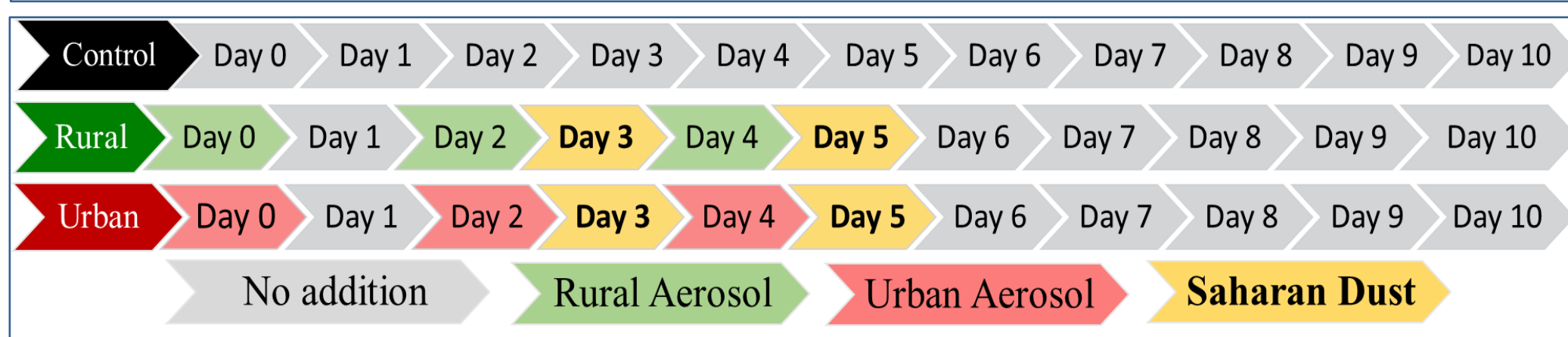
Εικόνα 1: Οι 26 συμμετέχοντες του πειράματος.



Εικόνα 2: *Dynophysiales* sp.

Υλικά και Μέθοδοι

- Μεσόκοσμοι όγκου 3,5 m^3 πληρώθηκαν με νερό που συλλέχθηκε από 2 m βάθος στην παράκτια περιοχή έξω από τις εγκαταστάσεις του ΕΛΚΕΘΕ, στις Γούρνες Ηρακλείου.
- Υπήρχαν δύο σταθμοί δειγματοληψίας αερολυμάτων. Το αστικό αερόλυμα (Urban) συλλέχθηκε από το κέντρο του Ηρακλείου ενώ το αγροτικό (Rural) από το χωριό Ορεινό της Α. Κρήτης. Η σκόνη που χρησιμοποιήθηκε συλλέχθηκε στη διάρκεια προηγούμενου επεισοδίου μεταφοράς σκόνης από την Αφρική.
- Υπήρχαν 3 πειραματικές (Εικόνα 3) συνθήκες με τρεις επαναλήψεις για την κάθε μια και η διάρκεια του πειράματος ήταν 11 ημέρες. Οι προσθήκες των αερολυμάτων στις αντίστοιχες πειραματικές συνθήκες έγιναν τις ημέρες 0, 2 και 4 και η προσθήκη σκόνης τις ημέρες 3 και 5.
- Τα δείγματα πλαγκτού αναλύθηκαν με κυτταρομετρία ροής, και μικροσκοπία φθορισμού και ανάλυση και η στατιστική ανάλυση έγινε με RM-ANOVA ώστε να εντοπιστούν οι διαφορές μεταξύ των πειραματικών συνθηκών.

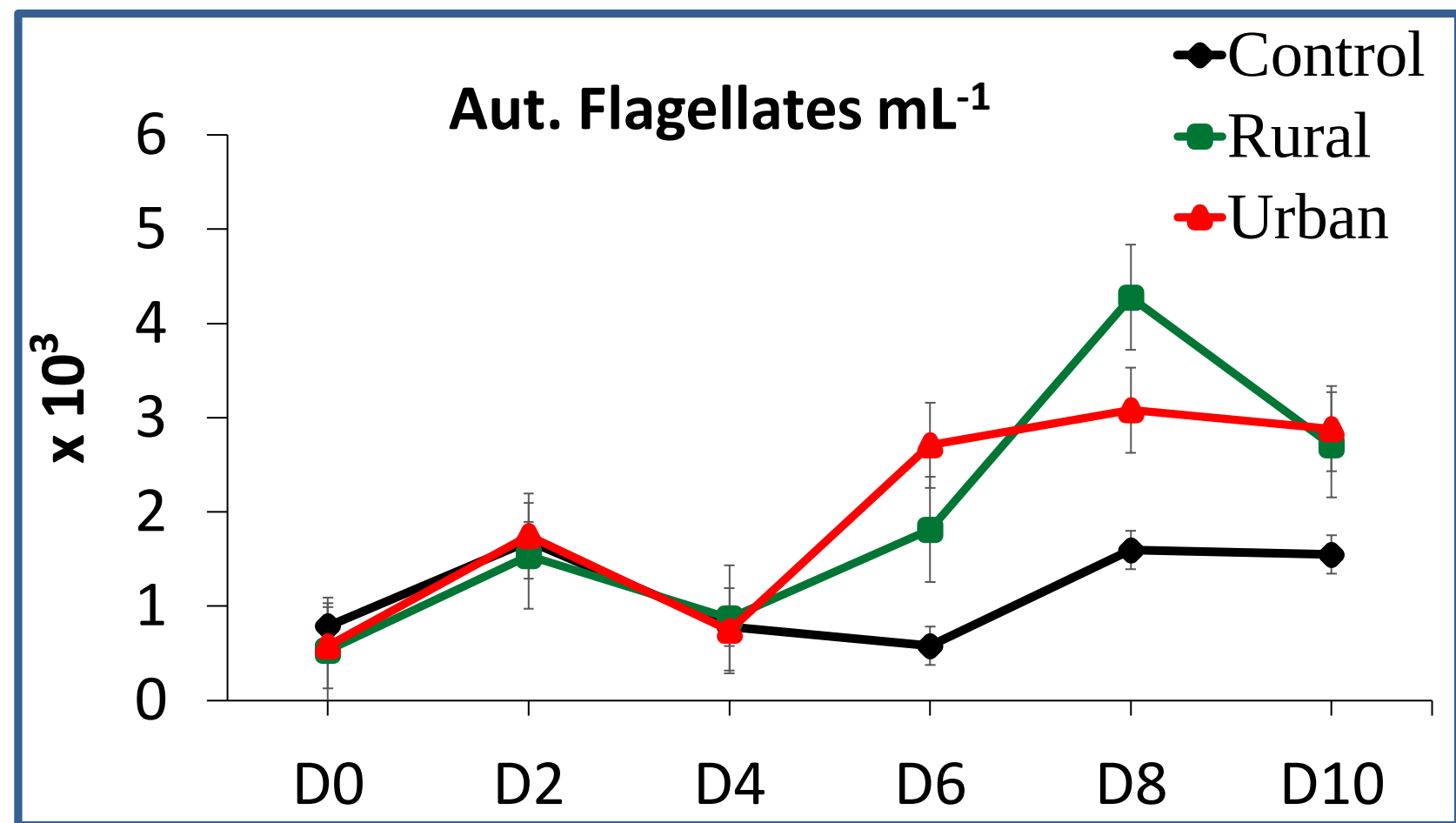


Εικόνα 3: Χρονοδιάγραμμα του πειράματος, αποτυπώνονται οι προσθήκες των αερολυμάτων και της σκόνης στις πειραματικές συνθήκες.

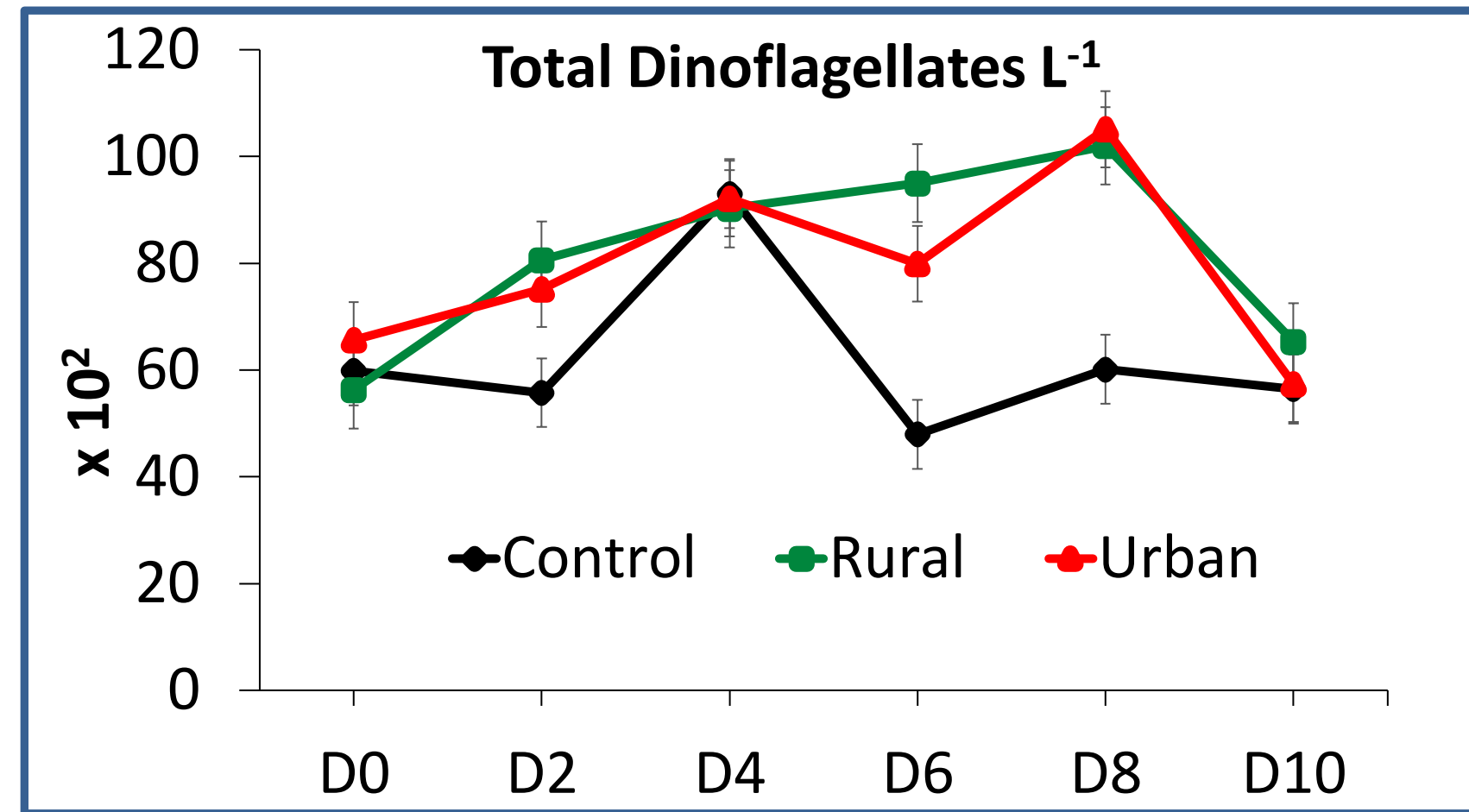
Αποτελέσματα

Στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο Control και τις άλλες δύο πειραματικές συνθήκες, παρατηρήθηκαν στη:

- Συγκέντρωση του Φωσφόρου και του Πυριτίου
- Αφθονία των Αυτότροφων και Ετερότροφων Μαστιγωτών
- Αφθονία των Διατόμων
- Αφθονία των Δινομαστιγωτών



Σχήμα 1. Αφθονία Αυτότροφων Μαστιγωτών.



Σχήμα 2. Αφθονία Δινομαστιγωτών.

Συζήτηση

- Οι προσθήκες αερολυμάτων δεν προκάλεσαν μεταβολή στις κοινότητες, σε αντίθεση με τη σκόνη. Πιθανότατα οι ποσότητες αερολυμάτων που προστέθηκαν δεν ήταν αρκετές ώστε να προκαλέσουν κάποια διαφοροποίηση στο τροφικό πλέγμα.
- Τα Αυτότροφα Μαστιγωτά και τα Διάτομα εκμεταλλεύτηκαν τα θρεπτικά μετά τη δεύτερη προσθήκη σκόνης. Τα Δινομαστιγωτά εκμεταλλεύτηκαν έμμεσα τις προσθήκες των θρεπτικών καθώς φαίνεται ότι θήρευσαν τις υπόλοιπες ομάδες του μικροπλαγκτού όπως και το ζωπλαγκτόν.
- Οι προσθήκες της σκόνης δεν επηρέασαν όλες οι ομάδες φυτοπλαγκτού, χαρακτηριστικό παράδειγμα τα κυανοβακτήρια που δεν αποκρίθηκαν στην προσθήκη σκόνης.

Συμπεράσματα

Φαίνεται ότι η προσθήκη των αερολυμάτων είχε περισσότερο χαρακτήρα συντήρησης του τροφικού πλέγματος και δεν οδήγησε σε άλλες διαφοροποιήσεις των πλαγκτονικών ομάδων. Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν τις ημέρες πλήρωσης των μεσοκόσμων έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του πειράματος. Το επεισόδιο ατμοσφαιρικής εναπόθεσης κατά τη δεύτερη μέρα πλήρωσης των μεσοκόσμων αποτυπώθηκε στην αυξημένη συγκέντρωση θρεπτικών στο ξεκίνημα του πειράματος. Μετά την πρώτη ημέρα, ακολούθησε έντονη μείωση των φωσφορικών, της χλωροφύλλης αλλά και των κυανοβακτηρίων. Ενδεχομένως, οι προσθήκες των αερολυμάτων (χαμηλή συγκέντρωση θρεπτικών) δεν ήταν ικανές να τροφοδοτήσουν το σύστημα αρκετά ώστε να προκληθούν σημαντικές μεταβολές της αφθονίας των πλαγκτονικών ομάδων. Αντίθετα, μετά την ημέρα 5, η προσθήκη μεγάλης ποσότητας σκόνης προκάλεσε τη διαφοροποίηση των ομάδων του μικροπλαγκτού.

Αναφορές

- Ruiz-Gil, Tay, Jacqueline J. Acuña, So Fujiyoshi, Daisuke Tanaka, Jun Noda, Fumito Maruyama, and Milko A. Jorquera. 'Airborne Bacterial Communities of Outdoor Environments and Their Associated Influencing Factors'. Environment International 145 (December 2020): 106156. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106156>.
- Fröhlich-Nowoisky, Janine, Christopher J. Kampf, Bettina Weber, J. Alex Huffman, Christopher Pöhlker, Meinrat O. Andreae, Naama Lang-Yona, et al. 'Bioaerosols in the Earth System: Climate, Health, and Ecosystem Interactions'. Atmospheric Research 182 (December 2016): 346–76. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.07.018>.
- Pitta, Paraskevi, Maria Kanakidou, Nikolaos Mihalopoulos, Sylvia Christodoulaki, Panagiotis D. Dimitriou, Constantin Frangoulis, Antonia Giannakourou, et al. 'Saharan Dust Deposition Effects on the Microbial Food Web in the Eastern Mediterranean: A Study Based on a Mesocosm Experiment'. Frontiers in Marine Science 4 (2 May 2017): 117. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00117>.
- Violaki, Kalliopi, Athanasios Nenes, Maria Tsagkaraki, Marco Paglione, Stéphanie Jacquet, Richard Sempéré, and Christos Panagiotopoulos. 'Bioaerosols and Dust Are the Dominant Sources of Organic P in Atmospheric Particles'. Npj Climate and Atmospheric Science 4, no. 1 (December 2021): 63. <https://doi.org/10.1038/s41612-021-00215-5>.