

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΣΥΜΒΑΣΗ
ΔΗΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΜΕ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

***‘ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΑΕΡΟΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΩΝ’***

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 2018 - 2019

Τεχνική Έκθεση

**Θεσσαλονίκη
Αύγουστος 2019**

Επιστημονικώς Υπεύθυνοι

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

- Δέσποινα Βώκου,
*Καθηγήτρια, Πρόεδρος Τμήματος Βιολογίας
Δήμος Θεσσαλονίκης*

- Παρασκευή Τζουμάκα

*Δρ Φυσικός - Περιβαλλοντολόγος, αναπλ. Προϊσταμένη του Τμήματος
Περιβαλλοντικών Δράσεων του Δ.Θ.*

- Άννα Τσακνιά

Χημικός, στέλεχος του Τμήματος Περιβαλλοντικών Δράσεων του Δ.Θ.

Συμμετέχοντες στις δράσεις

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

- Αθανάσιος Χαραλαμπόπουλος
- Μαρία Ψαραλέξη
- Μαρία Λαζαρίνα
- Σάββας Γενίτσαρης
- Αθανάσιος Δάμιαλης

Κοινή Επιτροπή για την παρακολούθηση υλοποίησης της Σύμβασης

Αιρετοί εκπρόσωποι

- Α. Παππάς (τακτικό μέλος)
- Ν. Ζειμπέκης (τακτικό μέλος)
- Γ. Καλφακάκου (αναπληρωματικό μέλος)

Καθηγητές του Τμήματος Βιολογίας ΑΠΘ

- Α. Καλλιμάνης
- Μ. Μουστάκα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	7
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	10
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	18
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	19
6. ΔΙΑΧΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	20
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 Γυρεόκοκκοι και σπόρια μυκήτων στην ατμόσφαιρα της Θεσσαλονίκης	21
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 Δελτία συγκεντρώσεων γυρεοκόκκων και σπορίων μυκήτων	25

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν κείμενο αποτελεί την Τελική Τεχνική Έκθεση της Προγραμματικής Σύμβασης για την «Λειτουργία Σταθμού Καταγραφής Φυσικών Αεροαλλεργιογόνων στον Δήμο Θεσσαλονίκης», προγραμματικής περιόδου 2018-2019. Η Προγραμματική Σύμβαση (Π.Σ.) αφορά σε συνεχιζόμενη συνεργασία του Δήμου Θεσσαλονίκης (Δ.Θ.) - Τμήμα Περιβαλλοντικών Δράσεων της Διεύθυνσης Διαχείρισης Αστικού Περιβάλλοντος με την αρμόδια ερευνητική ομάδα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.) - Τομέας Οικολογίας, Τμήμα Βιολογίας, και προβλέπει:

- α) τη συνεχή παρακολούθηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος της πόλης της Θεσσαλονίκης ως προς τα φυσικά αεροαλλεργιογόνα (γύρη φυτών και σπόρια μυκήτων) και*
- β) την ενημέρωση των ενδιαφερομένων, πρωτίστως των αλλεργικών δημοτών και επισκεπτών της πόλης, των υπηρεσιών περιβαλλοντικής υγείας και άλλων αρμόδιων φορέων.*

Η παρούσα Π.Σ. στηρίχθηκε στα ακόλουθα στοιχεία. Περίπου 30 – 40 % του παγκόσμιου πληθυσμού είναι σήμερα ευαισθητοποιημένο σε αλλεργιογόνους παράγοντες, ενώ η ευαισθητοποίηση συνεχώς αυξάνεται πλήττοντας κυρίως τους αστικούς πληθυσμούς και τις νεαρές ηλικίες. Γυρεόκοκκοι, κυρίως των ανεμοεπικονιαζόμενων φυτών, και σπόρια μυκήτων που κυκλοφορούν στην ατμόσφαιρα ανήκουν στους φυσικούς παράγοντες βιολογικής προέλευσης με αλλεργιογόνο δράση. Η δομή, η σύνθεση και η αεροδυναμική αυτών των αεροαλλεργιογόνων συντελούν στο να είναι ανθεκτικά και ικανά να μεταφέρονται με τον αέρα σε μεγάλες αποστάσεις. Η συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα επηρεάζεται από τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής και ποικίλλει ανάλογα με τη βλάστηση και τους οργανισμούς που επικρατούν τοπικά, τα χαρακτηριστικά ανθοφορίας (αν πρόκειται για φυτά) ή σποριοπαραγωγής (αν πρόκειται για μύκητες), το κλίμα και τις εκάστοτε καιρικές συνθήκες. Με ανάλογο τρόπο επηρεάζεται συνεπακόλουθα και η εκδήλωση αλλεργικών αντιδράσεων στα ευαισθητοποιημένα (αλλεργικά) άτομα. Είναι συνεπώς πολύ σημαντική η συνεχής παρακολούθηση της κυκλοφορίας αυτών των βιολογικών παραγόντων, πολύ περισσότερο τώρα σε καθεστώς κλιματικής αλλαγής.

Τα αλλεργικά συμπτώματα, όπως το αλλεργικό βρογχικό άσθμα, η αλλεργική ρινίτιδα, η επιπεφυκίτιδα, επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα της ζωής των

ευαισθητοποιημένων ατόμων. Επιπλέον, αυξάνεται σημαντικά το κόστος υγείας (ιατρική και φαρμακευτική αντιμετώπιση), ενώ επιπτώσεις υπάρχουν και σε άλλους τομείς, όπως ο τουρισμός. Είναι πιθανή μείωση των επισκέψεων από ευαισθητοποιημένα/αλλεργικά άτομα και των συνδεόμενων με αυτά προσώπων σε περιοχές με αυξημένη επικινδυνότητα ή εκεί όπου υπάρχει έλλειψη σχετικής πληροφορίας. Σημειωτέον ότι το αλλεργικό βρογχικό άσθμα από υψηλή συγκέντρωση σπορίων μυκήτων στην ατμόσφαιρα μπορεί να έχει πολύ βαριά συμπτώματα, ενώ η έξαρσή του παρουσιάζεται κυρίως κατά τους θερινούς μήνες που είναι και η κύρια τουριστική περίοδος.

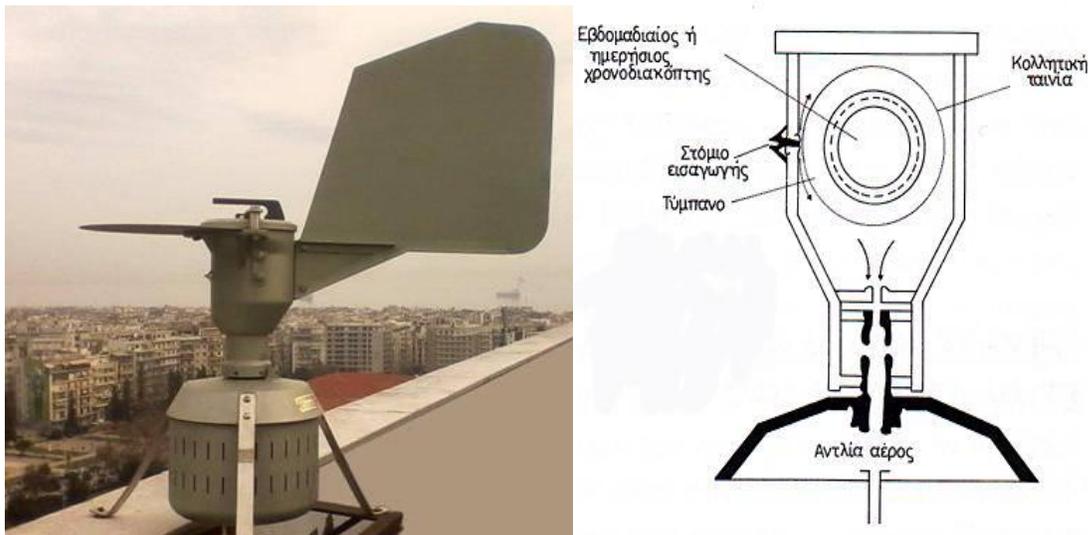
Συνεπώς, είναι ιδιαίτερα σημαντική η γνώση των χαρακτηριστικών κυκλοφορίας των φυσικών αεροαλλεργιογόνων στην ατμόσφαιρα (ποιο είδος, σε ποια συγκέντρωση και πότε) και η γνωστοποίησή τους σε όλους τους ενδιαφερόμενους. Γι' αυτό, σε πολλές χώρες υπάρχουν εκτεταμένα δίκτυα αεροβιολογικών σταθμών. Στην Ευρώπη, τα μεγαλύτερα δίκτυα διατηρούνται σε Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία και Γερμανία με δεκάδες σταθμών σε καθεμιά.

Ακολουθώντας το παράδειγμα πολλών ευρωπαϊκών δήμων και μεριμνώντας για την προστασία της δημόσιας υγείας και την παρακολούθηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, ο Δ.Θ. προέβη σε συνεργασία με το Α.Π.Θ., ειδικότερα με την ομάδα αεροβιολογίας στον Τομέα Οικολογίας του Τμήματος Βιολογίας που έχει μακρά εμπειρία και τεχνογνωσία στο συναφές επιστημονικό πεδίο για την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας γύρης και σπορίων μυκήτων και την αποτύπωση των ποσοτικών και χρονικών προτύπων της κυκλοφορίας τους στην πόλη της Θεσσαλονίκης. Οι εργασίες που έγιναν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την προγραμματική σύμβαση 2018-2019 μεταξύ Δ.Θ. και Α.Π.Θ. περιγράφονται στις επόμενες ενότητες.

Αρχεία με τα δεδομένα γύρης και σπορίων μυκήτων καθώς και όλα τα εβδομαδιαία δελτία στάθμης αεροαλλεργιογόνων για την Π.Σ. 2018-2019 έχουν δοθεί σε ηλεκτρονική μορφή στο αρμόδιο Τμήμα του Δ.Θ. Επιπρόσθετα, έχουν δοθεί και τα αντίστοιχα αρχεία και δελτία για την περίοδο 2017-2018, παρότι η σχετική προγραμματική σύμβαση ακυρώθηκε προς το τέλος της προβλεπόμενης διάρκειάς της.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τη δειγματοληψία των αερομεταφερόμενων σωματιδίων γύρης και σπορίων μυκήτων χρησιμοποιήθηκε σταθερός ογκομετρικός συλλέκτης (Burkard Ltd) (Εικόνα 1). Η συσκευή έχει ρυθμό προσρόφησης αέρα 10 L min^{-1} από στόμιο ανοίγματος $2 \times 14 \text{ mm}$. Για την παγίδευση των αερομεταφερόμενων σωματιδίων, προσαρτάται πλαστική διάφανη ταινία (Melinex) πάνω σε ειδικό μηχανισμό σταθερής περιστροφής (τύμπανο) με χρονοδιακόπτη. Πραγματοποιείται μία πλήρης περιστροφή σε μία εβδομάδα ακριβώς.

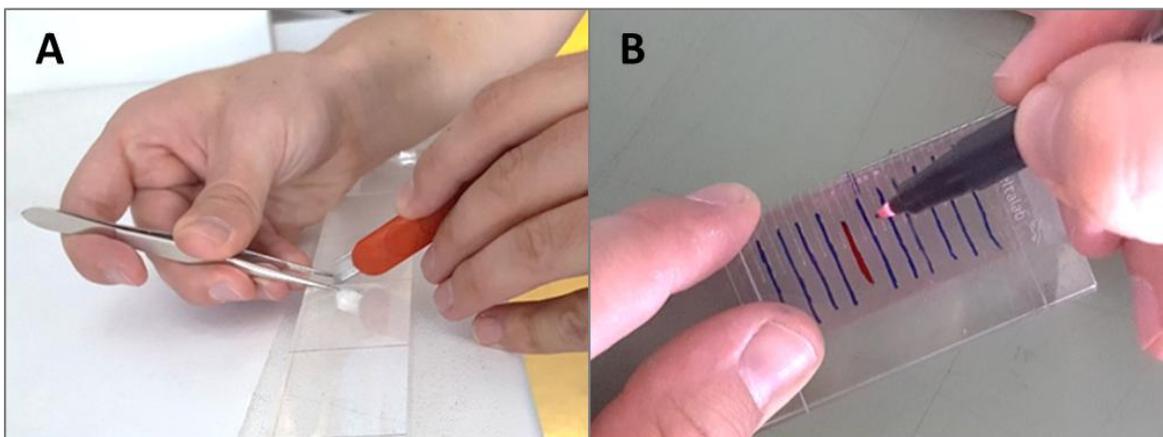


Εικόνα 1. Ογκομετρικός συλλέκτης αέρα (Burkard Ltd) συνεχούς λειτουργίας με ρυθμό εισροής 10 L min^{-1} που χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη δειγμάτων αέρα στην πόλη.

Η περίοδος δειγματοληψίας, σύμφωνα με την προγραμματική Σύμβαση, ξεκίνησε από 06 Αυγούστου 2018 και έληξε 06 Αυγούστου 2019. Σε εβδομαδιαία βάση γινόταν προετοιμασία της ταινίας καταγραφής και αντικατάσταση της παλαιότερης με την νεότερη. Η ταινία έχει συνολικό μήκος 336 mm, επιστρώνεται με ζελατινώδη ουσία (Burkard gelvatol) και τοποθετείται πάνω στο τύμπανο περιστροφής. Η εργαστηριακή επεξεργασία της ταινίας με τα παγιδευμένα σωματίδια περιλαμβάνει την κατάτμησή της σε επτά ίσα τμήματα, 48 mm το καθένα, που αντιστοιχούν στις επτά ημέρες της εβδομάδας, μονιμοποίησή τους σε αντικειμενοφόρους πλάκες και κάλυψη με καλυπτρίδες ($24 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$). Για τη μονιμοποίηση, χρησιμοποιείται μίγμα Burkard gelvatol - γλυκερόλης - φαινόλης, ενισχυμένο με σαφρανίνη για τη χρώση των σωματιδίων. Ακολουθούσε η διαγράμμιση των ημερήσιων δειγμάτων ώστε να δίνουν πληροφορία σε επίπεδο δώρου, που αντιστοιχεί σε 4 mm ταινίας, με ειδική κλίμακα

παρεχόμενη από τον κατασκευαστή (Hirst 1952, British Aerobiology Federation 1995) (Εικόνα 2).

Στα έτοιμα-μονιμοποιημένα δείγματα γινόταν ταυτοποίηση και καταμέτρηση των γυρεοκόκκων και σπορίων μυκήτων σε οπτικό μικροσκόπιο (Nikon Eclipse E200) σε μεγενθύνσεις x400 και x600, αντίστοιχα (Cariñanos et al. 2000, Damialis et al. 2015). Η διαδικασία της καταμέτρησης γινόταν για καθένα από τα 12 δώρα της κάθε ημέρας. Από τα αποτελέσματα της καταμέτρησης, με μετατροπή τους σε αριθμό σωματιδίων ανά m³ αέρα, προέκυπτε η ατμοσφαιρική συγκέντρωση γυρεοκόκκων και σπορίων μυκήτων. Για την κοινοποίηση των αποτελεσμάτων, επιλέχθηκε ένα σύστημα που παρέχει εύληπτη και εύκολα αναγνώσιμη πληροφορία, σύμφωνα με τις οδηγίες της αρμόδιας υπηρεσίας του Δήμου. Προς τούτο διακρίναμε τρεις στάθμες συγκεντρώσεων: μηδενική-χαμηλή, μέτρια και υψηλή, με καθεμιά να απεικονίζεται με διαφορετικό χρώμα (πράσινο, κίτρινο και κόκκινο, αντίστοιχα). Στο εβδομαδιαίο δελτίο που εκδίδεται και το οποίο αναρτάται στην ιστοσελίδα του Δήμου Θεσσαλονίκης, δίνονται για κάθε ταχον που μελετήσαμε οι ημερήσιες στάθμες συγκέντρωσης, όπως αυτές ορίστηκαν στην προηγούμενη Τεχνική Έκθεση (Δ.Θ. & Α.Π.Θ., 2016). Πιο συγκεκριμένα, οι στάθμες αυτές διαμορφώθηκαν με ειδικά κριτήρια που στηρίχθηκαν (α) σε ιστορικά δεδομένα κυκλοφορίας των αντίστοιχων σωματιδίων για την πόλη της Θεσσαλονίκης και (β) σε συγκεντρώσεις και όρια που έχουν τεθεί σε άλλες χώρες της Ευρώπης με βάση την εμφάνιση συμπτωμάτων (Thibaudon 2003, Galán et al. 2007, Hollins et al. 2015, Kasprzyk et al. 2015). Τονίζουμε ότι τα όρια αυτά δεν ισοδυναμούν με όρια εμφάνισης αλλεργικών συμπτωμάτων και ότι είναι μόνον ενδεικτικά του σχετικού βαθμού έκθεσης των ανθρώπων στα σωματίδια αυτά.



Εικόνα 2. Διαδικασία επεξεργασίας της ταινίας καταγραφής: α) κατάτμηση της ταινίας και β) διαγράμμιση δείγματος έπειτα από μονιμοποίησή του σε αντικειμενοφόρο με καλυπτρίδα.

Για τον υπολογισμό του ετήσιου συνόλου και την εύρεση των αφθονότερων taxa, αθροίστηκαν οι συγκεντρώσεις (σωματίδια m^{-3} αέρα που αντιστοιχούν σε κάθε ημέρα) καθενός taxon για όλη την διάρκεια της περιόδου δειγματοληψίας και υπολογίστηκε η ποσοστιαία αφθονία του στο συνολικό ετήσιο φορτίο γυρεοκόκκων ή σπορίων μυκήτων, αντίστοιχα.

Δεν δίνονται πληροφορίες για όλα τα φυτικά taxa, των οποίων γυρεόκοκκοι εντοπίστηκαν στην ατμόσφαιρα της Θεσσαλονίκης. Αυτό ισχύει για εκείνα που: (α) έχουν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, (β) δεν έχουν έντονη αλλεργιογόνο δράση, (γ) δεν υπάρχουν δεδομένα που να σχετίζουν συγκεντρώσεις με εκδήλωση αλλεργικών συμπτωμάτων. Συνολικά δίνονται πληροφορίες για 18 φυτικά taxa. Ως προς τα σπόρια μυκήτων, σε αυτή την προγραμματική περίοδο προστέθηκαν στα *Alternaria* και *Cladosporium* της προηγούμενης σύμβασης (για το 2016) άλλα τρία taxa, τα εξής: *Drechslera* (type), *Leptosphaeria* και *Ustilago*, καθότι παρουσιάζουν σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις ή/και έχουν αλλεργιογόνο δράση. Και για τις δύο κατηγορίες σωματιδίων, τα υπόλοιπα taxa που καταγράφηκαν αναφέρονται ως 'Λοιπά taxa'.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αφθονία σωματιδίων

Κατά τη διάρκεια της περιόδου δειγματοληψίας καταγράφηκαν συνολικά 39 taxa γύρης, με συγκεντρώσεις για το καθένα που μπορεί να έφθαναν μερικές χιλιάδες γυρεοκόκκους ανά m³ αέρα σε ετήσια βάση και εκατοντάδες σε ημερήσια βάση. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα της πόλης είχαν κατά φθίνουσα σειρά οι γυρεόκοκκοι των Cupressaceae (Κυπαρισσοειδή), Urticaceae (Κνιδοειδή), *Quercus* (βελανιδιές), *Platanus* (πλατάνια), Pinaceae (πεύκα) (Πίνακας 1). Η κατηγορία 'Λοιπά taxa' περιλαμβάνει τη γύρη από 21 taxa, ενώ τα Oleaceae συμπεριλαμβάνουν τα *Olea*, *Fraxinus*, *Ligustrum* και other Oleaceae. Οι γυρεόκοκκοι των ξυλωδών taxa αντιστοιχούν σε περίπου 75% του συνόλου των γυρεοκόκκων που καταμετρήθηκαν. Αντίστοιχα, καταγράφηκαν συνολικά 30 taxa σπορίων μυκήτων, με αφθονότερα αυτά των *Cladosporium*, *Alternaria* και *Leptosphaeria* με συμμετοχή >85% στο συνολικό φορτίο σπορίων μυκήτων (Πίνακας 1).

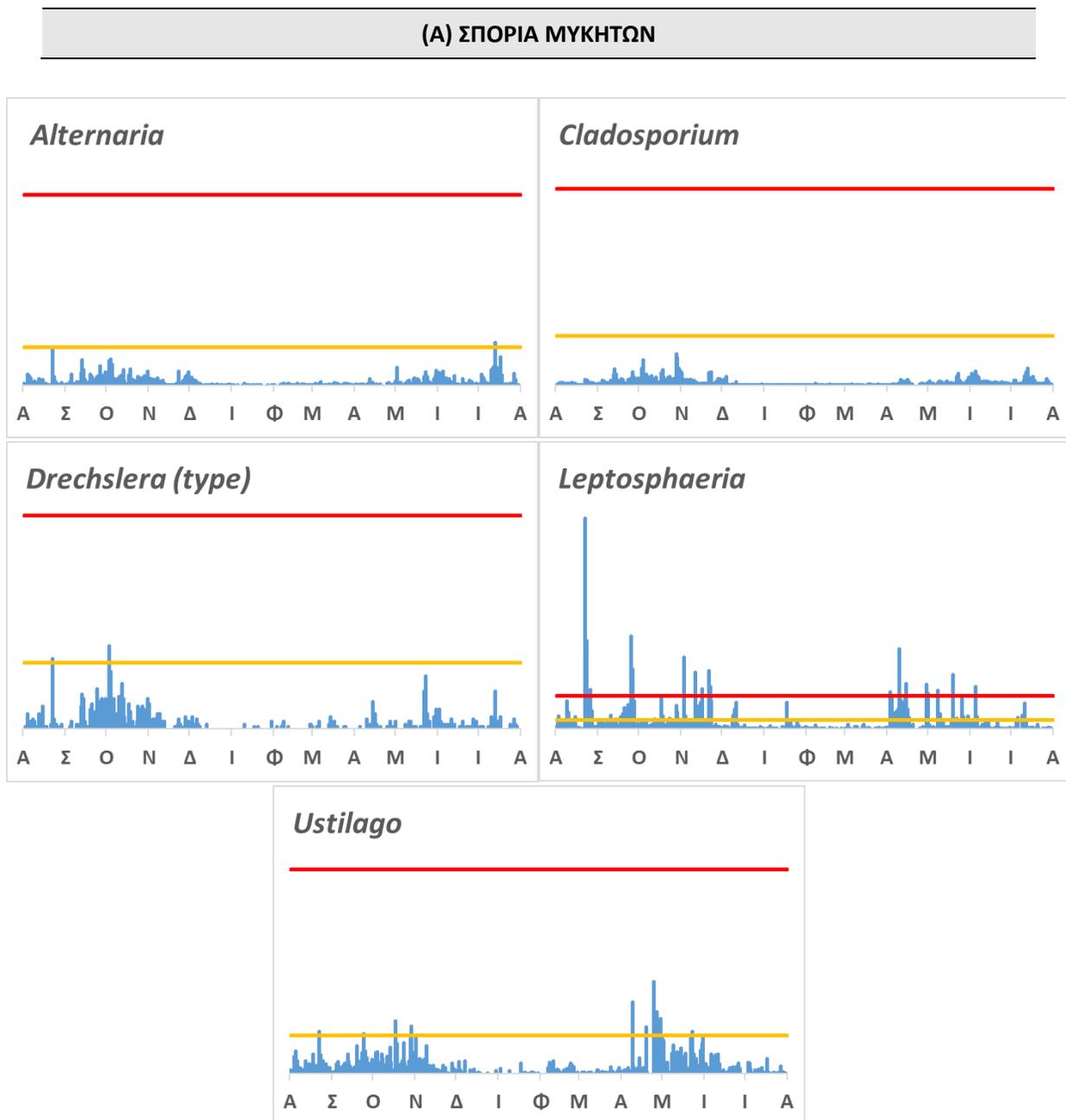
Παρόλο που η σειρά αφθονίας των taxa γύρης και σπορίων μυκήτων παραμένει η ίδια με την αντίστοιχη της προηγούμενης Π.Σ. (Δ.Θ. & Α.Π.Θ. 2016), εντούτοις οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους σε ετήσια βάση είναι διαφορετικές. Γενικότερα, τη φετινή χρονιά καταγράφηκε μικρότερη ποσότητα τόσο γύρης όσο και σπορίων μυκήτων σε σύγκριση με το 2016, πιθανότατα λόγω των φαινομένων έντονης και συχνής βροχόπτωσης κατά την περίοδο 2018-2019, κυρίως κατά την περίοδο όπου συνήθως καταγράφονται οι μέγιστες τιμές των σπορίων μυκήτων (Μάιος-Ιούνιος). Ούτως ή άλλως, το μέγεθος παραγωγής γυρεοκόκκων και σπορίων μυκήτων από τους εκάστοτε οργανισμούς μεταβάλλεται από χρονιά σε χρονιά αλλά δεν είναι γνωστό πόσο επηρεάζει αυτή τη μεταβολή κάθε ξεχωριστός παράγοντας που επηρεάζει την παραγωγή αυτών των βιολογικών σωματιδίων (Παράρτημα 1).

Πίνακας 1. Ετήσιο σύνολο, σχετική συμμετοχή και μέγιστη ημερήσια συγκέντρωση των taxa γύρης και σπορίων μυκήτων που καταγράφηκαν στην ατμόσφαιρα της πόλης κατά τη διάρκεια της προγραμματικής περιόδου (2018-2019). Ως “Λοιπά taxa” χαρακτηρίζονται συνολικά τα taxa που καταγράφηκαν, εκτός αυτών που αναφέρονται μεμονωμένα στον πίνακα.

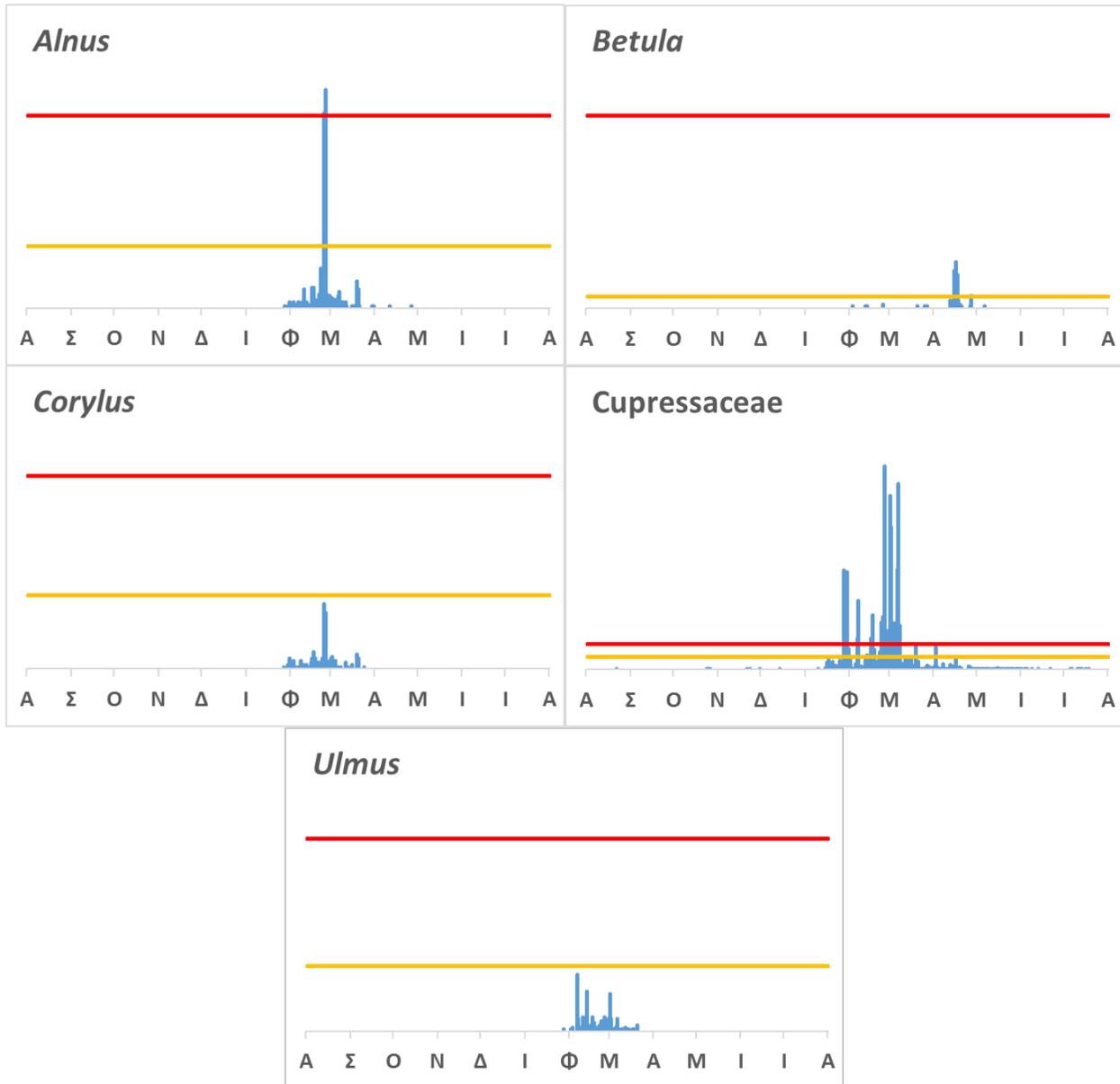
α/α	Taxon	Ετήσιο σύνολο	Σχετική συμμετοχή (%)	Μέγιστη ημερήσια συγκέντρωση (m ⁻³)
ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ				
1	Cupressaceae	7754	37,72	793
2	Urticaceae	4198	20,42	359
3	<i>Quercus</i>	2683	13,05	285
4	<i>Platanus</i>	2319	11,28	269
5	Pinaceae	1306	6,35	199
6	Oleaceae	500	2,43	153
7	Roaceae	229	1,11	18
8	<i>Alnus</i>	213	1,04	57
9	<i>Populus</i>	115	0,56	18
10	<i>Ulmus</i>	92	0,45	15
11	<i>Corylus</i>	88	0,43	17
12	Chenopodiaceae	83	0,40	13
13	<i>Plantago</i>	75	0,36	6
14	<i>Carpinus</i>	66	0,32	7
15	<i>Rumex</i>	50	0,24	3
16	<i>Betula</i>	47	0,23	12
17	<i>Ambrosia</i>	41	0,20	8
18	<i>Artemisia</i>	39	0,19	7
19	Λοιπά taxa (21)	657	3,20	42
	Σύνολο	20555	100	--
ΣΠΟΡΙΑ ΜΥΚΗΤΩΝ				
1	<i>Cladosporium</i>	70512	81,53	1905
2	<i>Alternaria</i>	3618	4,18	113
3	<i>Leptosphaeria</i>	3073	3,55	230
4	<i>Ustilago</i>	2406	2,78	80
5	<i>Drechslera</i>	389	0,45	16
6	Λοιπά taxa (25)	6489	7,50	169
	Σύνολο	86489	100	-

Χρονικά πρότυπα κυκλοφορίας

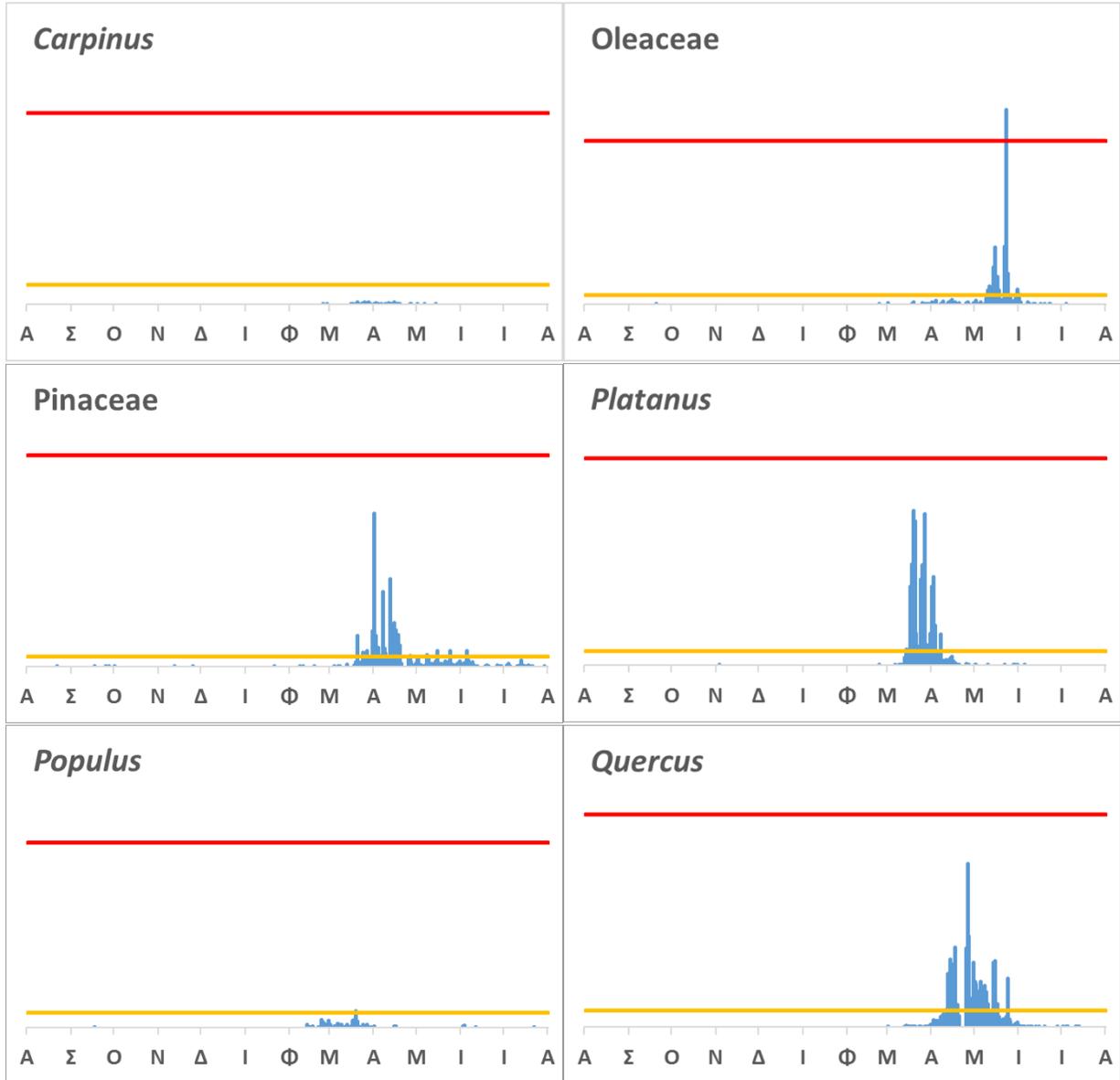
Στην Εικόνα 3, παρουσιάζονται αναλυτικά τα πρότυπα κυκλοφορίας (Α) των σπορίων μυκήτων και (Β) των γυρεοκόκκων για την περίοδο της σύμβασης (Αύγουστος 2018 – Αύγουστος 2019). Στην ίδια εικόνα δίνονται και τα όρια μετάβασης από τη μια στάθμη έκθεσης στην άλλη, όπως θεσπίστηκαν για καθένα από τα μελετώμενα taxa.



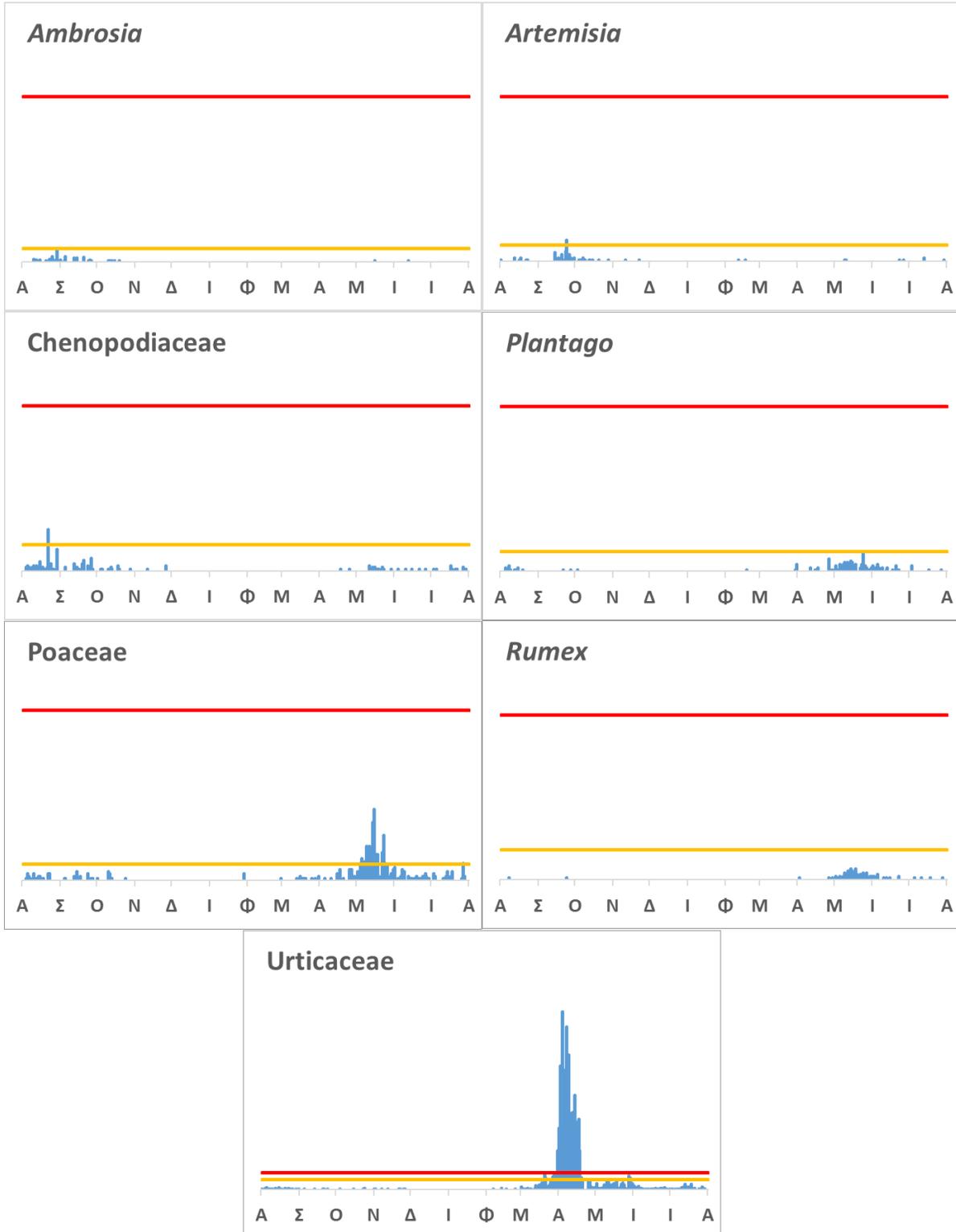
(B1) ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ – ΚΥΡΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΟΝ ΧΕΙΜΩΝΑ



(B2) ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ – ΚΥΡΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΗΝ ΑΝΟΙΞΗ



(B3) ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ – ΚΥΡΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ-ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ



Εικόνα 3. Ημερήσιες συγκεντρώσεις (σωματίδια m^{-3} αέρα) για την περίοδο 06-Αυγ-2018 έως 06-Αυγ-2019, για καθένα από τα μελετώμενα taxa σε σχέση με τις εκάστοτε στάθμες συγκέντρωσης (κίτρινο για μέτρια, κόκκινο για υψηλή). Τα taxa γυρεοκόκκων παρουσιάζονται ανά εποχή της κύριας περιόδου κυκλοφορίας τους (B1: χειμώνα, B2: άνοιξη, B3: καλοκαίρι - φθινόπωρο).

Προκύπτει ότι χαρακτηριστικά χειμωνιάτικα taxa γύρης είναι τα *Alnus* (σκλήθρο), Cupressaceae (Κυπαρισσοειδή), *Ulmus* (φτελιά) (Εικόνα 3.B1) και ανοιξιάτικα τα *Oleaceae* (ελιά), *Platanus* (πλατάνι), *Quercus* (βελανιδιά) (Εικόνα 3.B2), ενώ καλοκαιρινά-φθινοπωρινά είναι τα *Ambrosia* (αμβροσία), *Artemisia* (αρτεμισία), Chenopodiaceae (Χηνοπόδια) (Εικόνα 3.B3). Σε αντίθεση με την κυκλοφορία της γύρης που εμφανίζει έντονη εποχικότητα συνδεδεμένη με την περίοδο ανθοφορίας των φυτών, η κυκλοφορία σπορίων μυκήτων των πέντε μελετώμενων taxa (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Drechslera*, *Leptosphaeria*, *Ustilago*) συμβαίνει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με πολλαπλές κορυφώσεις της συγκέντρωσής τους. Ωστόσο, κοινό χαρακτηριστικό για όλα αυτά τα taxa είναι ότι η συγκέντρωση των σπορίων τους εμφανίζει ύφεση από Ιανουάριο έως Απρίλιο.

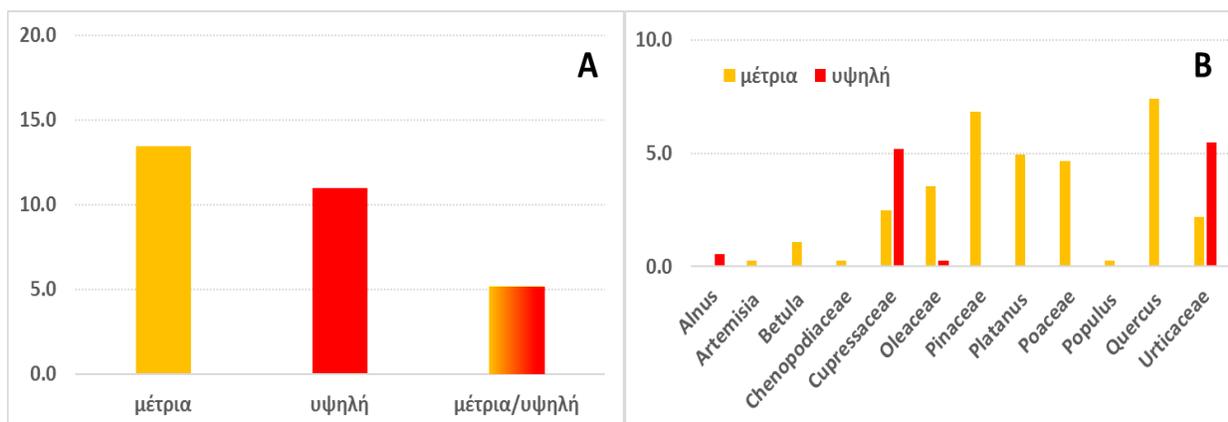
Συγκεντρώσεις υψηλής στάθμης καταγράφηκαν μόνο για τέσσερα (4) taxa γύρης, τα *Alnus*, Cupressaceae, *Oleaceae*, *Urticaceae* (Εικόνα 3), σε αντίθεση με το 2016 που είχαν υπάρξει τέτοιες συγκεντρώσεις για 5 taxa. Στο Παράρτημα 2, δίνονται 16 (9 το 2016) εβδομαδιαία δελτία συγκεντρώσεων. Σε αυτά υπάρχει, σε μία τουλάχιστον ημέρα και για ένα τουλάχιστον taxon, συγκέντρωση που αντιστοιχεί σε υψηλή στάθμη (κόκκινο χρώμα). Συνολικά, 40 (42 το 2016) ήταν οι ημέρες τέτοιων καταγραφών. Η χρονική περίοδος κατά την οποία παρατηρούνται τέτοια συμβάντα είναι οι μήνες Φεβρουάριος, Μάρτιος, Απρίλιος και Μάιος. Αντίστοιχα, σε επτά (7) από τα 16 δελτία, παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις σε σπόρια μυκήτων και πιο συγκεκριμένα σε αυτά του γένους *Leptosphaeria*. Οι ημέρες τέτοιων συμβάντων ανέρχονται στις εννιά (9) και διασπείρονται στην περίοδο τέλος Αυγούστου με αρχές Νοεμβρίου και μέσα Απριλίου με αρχές Ιουνίου. Καθώς το 2016 γινόταν παρακολούθηση μόνο των σπορίων *Cladosporium* και *Alternaria* δεν παρατηρήθηκαν μέρες με υψηλές συγκεντρώσεις.

Στην Εικόνα 4, δίνονται διαγράμματα συχνότητας που αφορούν στις ημέρες κατά τις οποίες παρατηρούνται υψηλές και μέτριες στάθμες συγκέντρωσης γύρης ή σπορίων (α) για τουλάχιστον ένα taxon και (β) ανά ξεχωριστό taxon. Στην περίπτωση της γύρης, “μέτριας” στάθμης συγκεντρώσεις καταγράφηκαν σε 13% των ημερών του έτους και “υψηλής” στάθμης σε περίπου 11% των ημερών. Αλληλεπικάλυψη παρατηρείται σε περίπου 5% αυτών των ημερών (Εικόνα 4.A). Στο επίπεδο του κάθε taxon ξεχωριστά (Εικόνα 4.B), 11 στα 18 taxa εμφάνισαν “μέτριας” στάθμης

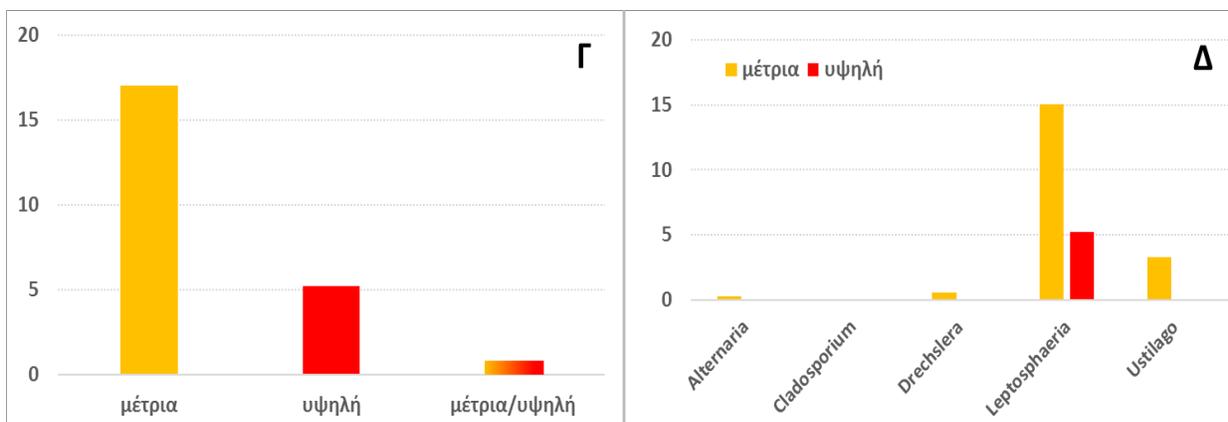
συγκεντρώσεις. Τέτοιες συγκεντρώσεις ξεπερνούν το 5% των ημερών στην περίπτωση των Pinaceae (πεύκα) και *Quercus* (βελανιδιά), ενώ στα άλλα εννιά παραμένουν χαμηλότερες. Για τα taxa που παρουσίασαν “υψηλής” στάθμης συγκεντρώσεις, αυτές εμφανίζονται μεγαλύτερες για τα Cupressaceae (Κυπαρισσοειδή) και Urticaceae (Κνιδοειδή), κατά τι περισσότερο από το 5% της συνολικής διάρκειας του έτους.

Στην περίπτωση των σπορίων μυκήτων, καταγράφηκαν συγκεντρώσεις “υψηλής” στάθμης μόνο για το *Leptosphaeria*, σε ποσοστό κοντά στο 5% των ημερών (Εικόνα 4.Γ και 4.Δ). Συγκεντρώσεις “μέτριας” στάθμης καταγράφηκαν σε όλα τα taxa εκτός του *Cladosporium*. Για όλα τα taxa μαζί, οι ημέρες “μέτριας” στάθμης ήταν >15% του έτους, με συχνότερες αυτές του γένους *Leptosphaeria* (15%).

ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ



ΣΠΟΡΙΑ ΜΥΚΗΤΩΝ



Εικόνα 4. Εκατοστιαίο ποσοστό ημερών με “μέτρια” ή “υψηλή” στάθμη συγκέντρωσης γυρεοκόκκων ή σπορίων: α) για τουλάχιστον ένα φυτικό ταxon, β) ανά φυτικό ταxon, γ) για τουλάχιστον ένα ταxon μυκήτων, Δ) ανά ταxon μυκήτων.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- British Aerobiology Federation (1995). Airborne pollens and spores. A guide to trapping and counting. National Pollen and Hayfever Bureau, Rotherham, UK.
- Cariñanos P., Emberlin J., Galán C., Dominguez Vilches E. (2000). Comparison of two pollen counting methods of slides from a Hirst type volumetric trap. *Aerobiologia* 16: 339–346.
- Damialis A., Halley J.M., Gioulekas D., Vokou D. (2007). Long-term trends in atmospheric pollen levels in the city of Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Environment* 41: 7011–7021.
- Damialis A., Vokou D., Gioulekas D., Halley J.M. (2015). Long-term trends in airborne fungal-spore concentrations: a comparison with pollen. *Fungal Ecology* 13: 150–156.
- Δ.Θ. & Α.Π.Θ. (2016). Ίδρυση και λειτουργία σταθμού καταγραφής αεροαλλεργιογόνων στο Δήμο Θεσσαλονίκης. Τεχνική Έκθεση, Θεσσαλονίκη.
- Galán Soldevilla C., Cariñanos González P., Alcázar Teno P., Eugenio Domínguez Vilches (2007). Spanish Aerobiology Network (REA): Management and quality manual. Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba.
- Hirst, J. M. (1952). An automatic volumetric spore trap. *Annals of Applied Biology* 39: 257–265.
- Hollins, P.D., Kettlewell P.S., Atkinson M.D., Stephenson D.B., Corden J.M., Millington W.M., Mullins J. (2004). Relationships between airborne fungal spore concentration of *Cladosporium* and the summer climate at two sites in Britain. *International Journal of Biometeorology* 48: 137-141.
- Kasprzyk I., Rodinkova V., Šaulienė I., Ritenberga O., Grinn-Gofron A., Nowak M., Sulborska A., Kaczmarek J., Weryszko-Chmielewska E., Bilous E., Jedryczka M. (2015). Air pollution by allergenic spores of the genus *Alternaria* in the air of central and eastern Europe. *Environmental Science and Pollution Research* 22: 9260–9274.
- Thibaudon M. (2003). Allergy risk associated with pollens in France. *European Annals of Allergy and Clinical Immunology* 35: 170–172.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά τη διεξαγωγή του έργου, προέκυψαν τα ακόλουθα:

- Κατά την περίοδο 2018-2019, καταγράφηκαν γυρεόκοκκοι από 39 taxa με τα 2/3 αυτών να έχουν ξυλώδεις εκπροσώπους. Για έξι από τα 39 taxa, η ετήσια συγκέντρωσή τους ανέρχεται σε χιλιάδες γυρεοκόκκους ανά κυβικό μέτρο αέρα. Από τα taxa που καταγράφηκαν, παρακολουθήσαμε 18 με βάση την αφθονία και την αλλεργιογόνο δράση τους.
- *Cupressaceae*, *Urticaceae* και *Quercus* είναι τα taxa με τη μεγαλύτερη συμμετοχή στο συνολικό φορτίο γυρεοκόκκων της πόλης, συμμετέχοντας με 38%, 20% και 13%, αντίστοιχα.
- Από τα σπόρια μυκήτων, από τα 30 taxa που καταγράφηκαν, παρακολουθήσαμε τα πέντε (5) πιο άφθονα και με αλλεργιογόνο δράση.
- Τα σπόρια του γένους *Cladosporium* αντιστοιχούν σε 82% του συνόλου των σπορίων μυκήτων που κυκλοφορούν στην ατμόσφαιρα της πόλης, ενώ αυτά των *Alternaria* και *Leptosphaeria* σε 4% για καθένα, καθιστώντας τα τα πιο άφθονα στην ατμόσφαιρα της πόλης.
- Για τους γυρεοκόκκους, η περίοδος κατά την οποία παρατηρούνται οι περισσότερες εξάρσεις συγκεντρώσεων για μεγάλο αριθμό taxa είναι από τέλη Φεβρουαρίου έως τέλη Μαΐου. Για τα σπόρια μυκήτων, αντίστοιχες εξάρσεις παρατηρούνται την καλοκαιρινή και φθινοπωρινή περίοδο.
- Οι συγκεντρώσεις των μελετώμενων taxa μεταβάλλονται σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες (ημέρα, εποχή, έτος κ.ά.), συνεπώς, είναι πολύ σημαντική η συνέχιση της παρακολούθησής τους τουλάχιστον σε βάθος πενταετίας ώστε να εντοπιστούν οι κύριες τάσεις και τα αίτια αυτής της μεταβλητότητας. Ενδεικτικά, παρατηρείται μείωση σε σχέση με τα δεδομένα της προηγούμενης Π.Σ. (2016), περίπου κατά 1/3 για το σύνολο της γύρης και κατά 2/3 για το σύνολο των σπορίων μυκήτων.
- Συγκριτικά με το ατμοσφαιρικό περιβάλλον άλλων πόλεων της Ευρώπης ως προς τη γύρη και τα σπόρια μυκήτων, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η Θεσσαλονίκη παραμένει μια σχετικά ασφαλής πόλη κατά το μεγαλύτερο διάστημα του έτους.

6. ΔΙΑΧΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η διάχυση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας γίνεται πρωτίστως μέσω της ιστοσελίδας του Δήμου Θεσσαλονίκης:

[<https://thessaloniki.gr> > θέλω από τον δήμο > ο δήμος > γενικές διευθύνσεις > γενική διεύθυνση τεχνικών υπηρεσιών > διεύθυνση διαχείρισης αστικού περιβάλλοντος > δελτία ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας γύρης και σπορίων μυκήτων]

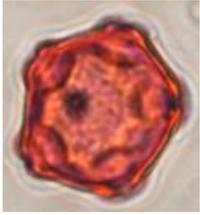
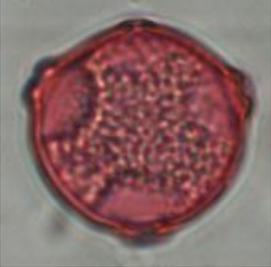
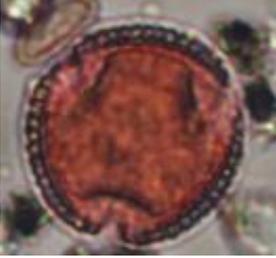
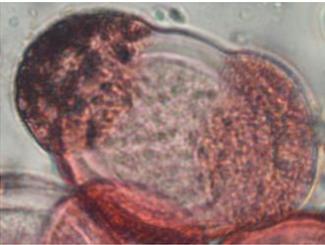
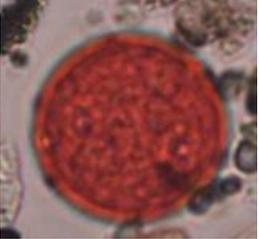
Επιπλέον έγιναν και προβλέπεται να γίνουν τα ακόλουθα:

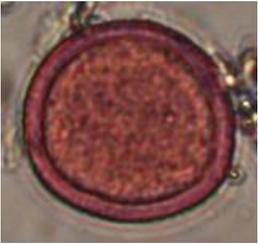
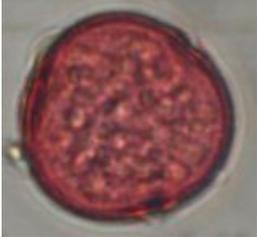
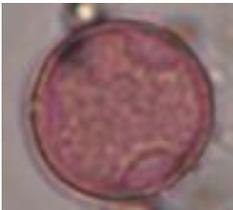
- Παρουσίαση αποτελεσμάτων σχετικών με το έργο, στο 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οικολογίας, 04-07 Οκτωβρίου 2018 στο Ηράκλειο Κρήτης.
- Παρουσίαση αποτελεσμάτων σε μία επιστημονική εργασία σε επιστημονικό περιοδικό με δείκτη απήχησης (υπό προετοιμασία).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

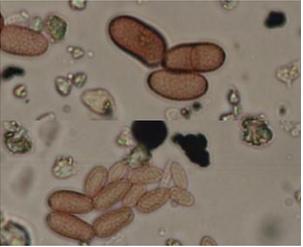
*Γυρέοκοκκοι και σπόρια μυκήτων στην ατμόσφαιρα της
Θεσσαλονίκης*

ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ

<i>Alnus</i> spp.		<i>Ambrosia</i> spp.	
<i>Artemisia</i> spp.		<i>Carpinus</i> spp.	
Chenopodiaceae		<i>Corylus</i> spp.	
Cupressaceae		<i>Olea</i> spp.	
Pinaceae		<i>Plantago</i> spp.	

<i>Platanus</i> spp.		Poaceae	
<i>Populus</i> spp.		<i>Quercus</i> spp.	
<i>Rumex</i> spp.		<i>Ulmex</i> spp.	
Urticaceae			

ΣΠΟΡΙΑ ΜΥΚΗΤΩΝ

<p><i>Alternaria</i> spp.</p>		<p><i>Cladosporium</i> spp.</p>	
<p><i>Drechslera</i> (type)</p>		<p><i>Leptosphaeria</i> spp.</p>	
<p><i>Ustilago</i> spp.</p>			

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Δελτία συγκεντρώσεων γυρεοκόκκων και σπορίων μυκήτων

[περιλαμβάνουν τουλάχιστον μία ημέρα με υψηλή στάθμη συγκέντρωσης
σωματιδίων για τουλάχιστον ένα taxon]

ΔΗΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ

Πληροφορίες:

ΔΗΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ τηλ. 2313318356, -78

Α.Π.Θ. τηλ. 2310998323

Προγραμματική Σύμβαση

μεταξύ Δήμου Θεσσαλονίκης και Α.Π.Θ. / Τμήμα Βιολογίας - Τομέας Οικολογίας
Συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος της πόλης μας
ως προς τα φυσικά αεροαλλεργιογόνα που προέρχονται από γύρη και σπόρια μυκήτων.

Δελτίο Ατμοσφαιρικής Κυκλοφορίας Σωματιδίων Βιολογικής Προέλευσης

		Εβδομάδα: 01 - 07 Απριλίου 2019						
		1-Απρ	2-Απρ	3-Απρ	4-Απρ	5-Απρ	6-Απρ	7-Απρ
Φυτά		Στάθμη ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης γυρεοκόκκων (*)						
Επιστημονική ονομασία	Κοινή ονομασία							
<i>Alnus</i> spp.	σκήθρο							
<i>Ambrosia</i> spp.	αμβροσία							
<i>Artemisia</i> spp.	αρτεμισία							
<i>Betula</i> spp.	σημύδα							
<i>Carpinus</i> spp.	γαύρος							
Chenopodiaceae	Χηνοπόδια							
<i>Corylus</i> spp.	φουντουκιά							
Cupressaceae	Κυπαρισσοειδή							
Oleaceae	ελιά & άλλα Ελαιοειδή							
Pinaceae	πεύκα & έλατα							
<i>Plantago</i> spp.	πεντάνευρο							
<i>Platanus</i> spp.	πλατάνι							
Roaceae	Αγρωστώδη							
<i>Populus</i> spp.	λεύκη							
<i>Quercus</i> spp.	βελανιδιά							
<i>Rumex</i> spp.	λάπαθο							
<i>Ulmus</i> spp.	φτελιά							
Urticaceae	Κνιδοειδή (περδικάκι κ.ά.)							
Μύκητες		Στάθμη ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης σπορίων μυκήτων (*)						
Επιστημονική ονομασία								
<i>Alternaria</i> spp.								
<i>Cladosporium</i> spp.								
<i>Drechslera</i> spp. (type)								
<i>Leptosphaeria</i> spp.								
<i>Ustilago</i> spp.								
		Μηδενική - Χαμηλή		Μέτρια			Υψηλή	

(*) Προκειμένου να χαρακτηριστεί ως "χαμηλή", "μέτρια" ή "υψηλή" η ατμοσφαιρική συγκέντρωση γυρεοκόκκων των επιμέρους φυτών και των σπορίων μυκήτων, λήφθηκαν υπόψη ιστορικά δεδομένα της κυκλοφορίας τους στη Θεσσαλονίκη, καθώς επίσης συγκεντρώσεις τους και όρια που έχουν τεθεί σε άλλες Ευρωπαϊκές και Μεσογειακές χώρες. Τα όρια που χρησιμοποιήθηκαν για τη μετάβαση από τη μία στάθμη στην άλλη, με κανένα τρόπο δεν ισοδυναμούν με αντίστοιχα όρια κινδύνου εκδήλωσης συμπτωμάτων. Είναι μόνον ενδεικτικά της σχετικής αφθονίας γυρεοκόκκων και σπορίων μυκήτων στην ατμόσφαιρα και, κατ' επέκταση, της έκθεσης των ανθρώπων σε αυτούς.

