



ΟΙΚΟΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΓΡΙΠΗΣ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΝΟΣΩΝ ΣΤΟΥΣ ΑΡΓΥΡΟΠΕΛΕΚΑΝΟΥΣ



ΣΥΝΟΨΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Συγγραφείς
Όλγα Αλεξάνδρου
Γιώργος Κατσαδωράκης
Ursula Höfle

Η παρούσα σύνοψη βασίζεται στα ευρήματα της έρευνας με τίτλο «Οικοεπιδημιολογία¹ της γρίπης των πτηνών και άλλων νόσων στους αργυροπελεκάνους». Σε αυτήν παρουσιάζονται σε συνοπτική μορφή τα πιο σημαντικά ευρήματα της έρευνας, με στόχο να γίνουν κατανοητά σε ένα ευρύ φάσμα αναγνωστών. Η έρευνα διεξήχθη σε συνεργασία μεταξύ της Εταιρίας Προστασίας Πρεσπών (ΕΠΠ) -μιας ελληνικής μη κερδοσκοπικής, μη κυβερνητικής οργάνωσης που δουλεύει από το 1991 για την προστασία των λιμνών των Πρεσπών, όπου βρίσκεται η μεγαλύτερη αποικία αργυροπελεκάνων στη Γη- και του ερευνητικού ινστιτούτου IREC/CSIC του Πανεπιστημίου Castilla-La Mancha της Ισπανίας, το οποίο ειδικεύεται στην έρευνα μολυσματικών νόσων των άγριων πουλιών. Και τα δύο μέρη συνέβαλαν σημαντικά στη σύλληψη και το σχεδιασμό της έρευνας. Η καθηγήτρια Ursula Höfle, του Πανεπιστημίου Castilla-La Mancha, ηγήθηκε του σχεδιασμού της έρευνας, των αναλύσεων και της σύνταξης της τελικής αναφοράς. Η ομάδα της ΕΠΠ πραγματοποίησε τις δειγματοληψίες και οι Όλγα Αλεξάνδρου και Γιώργος Κατσαδωράκης έλεγξαν και σχολίασαν αρκετά προσχέδια της αναφοράς.

¹ Οικοεπιδημιολογία είναι η μελέτη του τρόπου με τον οποίο μια νόσος εξαπλώνεται σε έναν πληθυσμό ζώων και των επιπτώσεών της σε αυτόν τον πληθυσμό, σε συνάρτηση με την οικολογία του είδους αλλά και με το παθογόνο που προκαλεί την νόσο.



5

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

8

Η ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑ

14

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

17

Η ΔΟΥΛΕΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

18

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

28

ΤΙ ΜΑΘΑΜΕ ΤΕΛΙΚΑ;

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Την άνοιξη του 2022, οι πληθυσμοί του αργυροπελεκάνου *Pelecanus crispus* (εφεξής AP) στη ΝΑ Ευρώπη υπέστησαν σοβαρό πλήγμα από επιζωοτία του ιού της γρίπης των πτηνών υψηλής παθογονικότητας (HPAI – High Pathogenicity Avian Influenza). Πάνω από το 40% του αναπαραγωγικού πληθυσμού της ΝΑ Ευρώπης χάθηκε, δηλαδή περίπου το 10% του παγκόσμιου πληθυσμού του είδους. Σχεδόν 2.300 AP πέθαναν στην Ελλάδα και άλλοι 190 θάνατοι AP καταγράφηκαν σε Αλβανία, Μαυροβούνιο και Ρουμανία.

Η μεγαλύτερη αναπαραγωγική αποικία του είδους στη Γη, στη λίμνη Μικρή Πρέσπα, υπέστη συντριπτικές απώλειες. Από τον Φεβρουάριο έως τον Απρίλιο του 2022, ο ιός (H5N1, clade 2.3.4.4b) σκότωσε σχεδόν 1.800 ενήλικους AP στην Πρέσπα, δηλαδή περίπου το 60% της αποικίας. Η επιζωοτία αυτή οδήγησε στη χειρότερη καταγεγραμμένη οικολογική καταστροφή για την άγρια ζωή της χώρας. Ωστόσο, δεν επηρεάστηκαν εξίσου όλες οι αναπαραγωγικές αποικίες στην Ελλάδα. Οι δυτικές παράκτιες αποικίες, στον Αμβρακικό κόλπο και στις λιμνοθάλασσες του Μεσολογίου δεν επλήγησαν, ενώ οι τέσσερις ανατολικές αποικίες, στη Μικρή Πρέσπα, τη λίμνη Κερκίνη, τη λίμνη Χειμαδίτιδα και τον ταμιευτήρα Κάρλας υπέστησαν ποικίλες απώλειες, με τις περισσότερες να καταγράφονται στην αποικία της Πρέσπας.

Στον υπόλοιπο κόσμο παρομοίως, τα αποικιακά είδη πουλιών ήταν αυτά που επλήγησαν περισσότερο από τη νόσο. Στην Ευρώπη, οι σούλες *Morus bassanus*, τα χειμνογλάρονα *Thalasseus sandvicensis*, οι ασπρομαγουλόχηνες *Branta leucopsis* και οι αετοληστόγλαροι *Stercorarius skua* υπέστησαν πολύ υψηλές απώλειες. Στο Ισραήλ πέθαναν χιλιάδες γερανοί *Grus grus*, ενώ στη Νότια Αμερική το πλήγμα στον Περουβιανό πελεκάνο *Pelecanus thagus* ήταν συντριπτικό. Η ευαλωτότητα στη νόσο πολλών αποικιακών ειδών πιθανότατα σχετίζεται με την κοινωνική τους συμπεριφορά, καθώς οι μεγάλες συγκεντρώσεις δίνουν στον ιό την ευκαιρία να εξαπλωθεί ταχύτατα.

Ωστόσο, οι ροδοπελεκάνοι *Pelecanus onocrotalus* (εφεξής PO) δεν επηρεάστηκαν σοβαρά από την εκδήλωση της νόσου, παρά το γεγονός ότι

μοιράζονται με τους ΑΡ τους τόπους φωλιάσματος, αλλά και άλλους βιοτόπους στις λίμνες των Πρεσπών, και βεβαίως είναι επίσης αποικιακό είδος. Ελάχιστοι θάνατοι ΡΟ καταγράφηκαν στις αποικίες Κερκίνης και Κάρλας, ενώ στην τελευταία καταγράφηκαν και θάνατοι νεοσσών και από τα δύο είδη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ενωρίτερη έναρξη της αναπαραγωγικής διαδικασίας στην αποικία της Κάρλας με συνέπεια, κατά την έναρξη της επιζωotίας, να έχουν ήδη εκκολαφθεί νεοσσοί εκεί. Ο πολύ μικρότερος αντίκτυπος της επιζωotίας στους ΡΟ οδηγεί στην υπόθεση ότι οι ΑΡ είναι πιο ευάλωτοι στον ιό της γρίπης των πτηνών σε σχέση με το συγγενικό τους είδος.

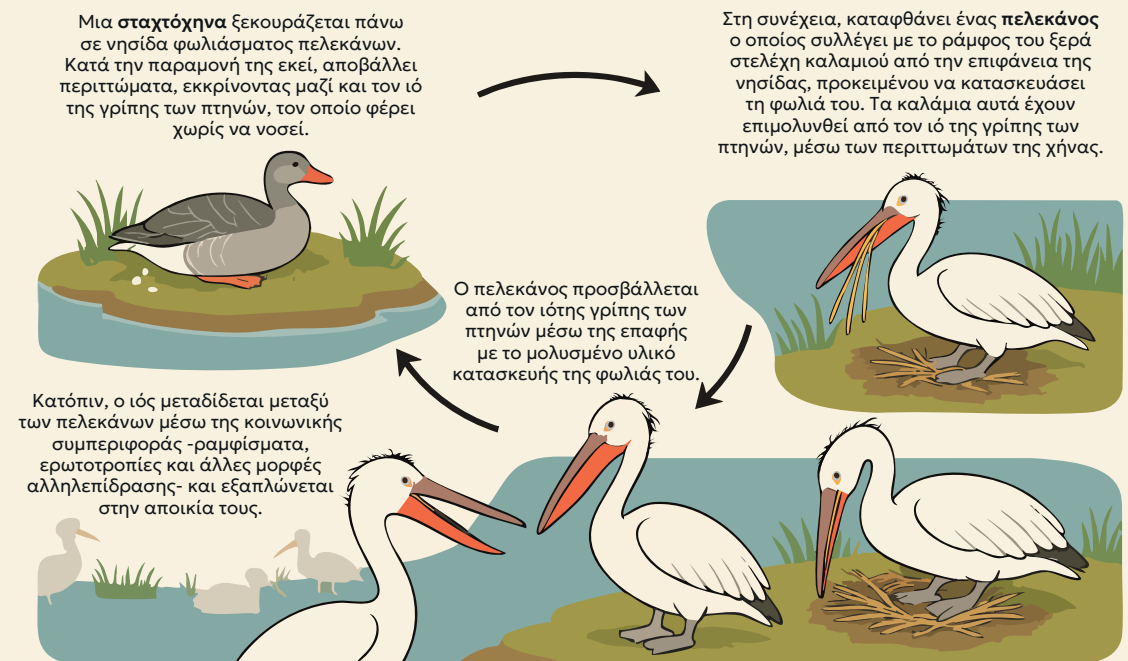
Οι ειδικοί επιστήμονες ανά την υφήλιο συμφωνούν ότι δεν υπάρχει αποτελεσματικός τρόπος προστασίας της άγριας ζωής από τη νόσο και προτείνουν την άμεση απομάκρυνση των νεκρών ζώων, όταν αυτό είναι εφικτό, ώστε να περιοριστεί η εξάπλωσή της. Στη Μικρή Πρέσπα έγινε πολύ σημαντική συλλογική προσπάθεια για την περισυλλογή των νεκρών πουλιών, σε εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες, μέσα από βαλτώδεις περιοχές, και με μικρές βάρκες. Στη διάρκεια επτά ημερών εν μέσω ισχυρού ψύχους επιτεύχθηκε η απομάκρυνση 1.420 πτωμάτων πουλιών από τη λίμνη, συνολικού βάρους 15 τόνων.

Ο ΑΡΓΥΡΟΠΕΛΕΚΑΝΟΣ

Ο αργυροπελεκάνος (ΑΡ) είναι ένα εμβληματικό είδος της Παλαιαρκτικής ζώνης με εξάπλωση από την Ανατολική Ευρώπη ως την Κίνα. Ζει κυρίως σε εσωτερικούς υδροτόπους, λίμνες, ποτάμια, λιμνοθάλασσες, δέλτα και εκβολές ποταμών και τρέφεται σχεδόν αποκλειστικά με ψάρια. Ο ευρωπαϊκός του μετα-πληθυσμός αποτελείται από μεταναστευτικούς πληθυσμούς μικρών αποστάσεων από την Ελλάδα, την Αλβανία, το Μαυροβούνιο, την Βουλγαρία, τη Ρουμανία και την Τουρκία. Στην Ελλάδα, οι ΑΡ των προαναφερθεισών ανατολικών αποικιών διαχειμάζουν κοντά στους τόπους αναπαραγωγής τους, μετακινούμενοι τον χειμώνα σε υδροτόπους της Βόρειας και Βορειοανατολικής Ελλάδας, καθώς και της Δυτικής Τουρκίας. Η Μικρή Πρέσπα φιλοξενεί τη μεγαλύτερη αναπαραγωγική αποικία του είδους στη Γη, όπου οι ΑΡ φωλιάζουν δίπλα-δίπλα με τους ροδοπελεκάνους (ΡΟ), οι οποίοι έχουν παρόμοια διατροφική συμπεριφορά και προτιμήσεις ως προς τα ενδιαιτήματά τους. Ωστόσο, ο ΡΟ είναι μεταναστευτικό είδος μεγάλων αποστάσεων και οι ευρωπαϊκοί πληθυσμοί του χρησιμοποιούν δεκάδες υδροτόπους ως σταθμούς ξεκούρασης και ανεφοδιασμού στην πορεία τους προς την Ανατολική Αφρική, όπου διαχειμάζουν.



Ο κύκλος μετάδοσης της γρίπης των πτηνών



ΙΟΣ ΤΗΣ ΓΡΙΠΗΣ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ

Τα περισσότερα στελέχη του ιού της γρίπης των πτηνών δεν είναι υψηλής παθογονικότητας -τα οποία προκαλούν υψηλή θνησιμότητα στα προσβεβλημένα πουλιά- και προκαλούν μόνο ήπια ή και καθόλου συμπτώματα στα προσβεβλημένα πουλιά. Η γρίπη των πτηνών υψηλής παθογονικότητας αποτελεί μια νέα, αναδυόμενη και απροσδόκητη απειλή για την άγρια ζωή και έχει σοβαρές επιπτώσεις στις οικολογικές διεργασίες, τις οικοσυστημικές υπηρεσίες και τη διατήρηση των απειλούμενων ειδών. Η προέλευσή της εντοπίζεται στις βιομηχανικές πτηνοτροφικές μονάδες, καθώς τα άγρια πουλιά ΔΕΝ αποτελούν τις φυσικές δεξαμενές των στελεχών υψηλής παθογονικότητας.

ΠΩΣ εξαπλώνεται η ασθένεια;

Τα προσβεβλημένα πουλιά αποβάλλουν τον ιό μέσω του σάλιου, των περιττωμάτων και εκκρίσεων από τη ρινική κοιλότητα και τον ουροπυγικό αδένα, στη βάση των φτερών της ουράς. Τα ευπαθή πουλιά προσβάλλονται όταν έρχονται σε επαφή με τον ιό που αποβάλλεται από άλλα ήδη προσβεβλημένα πουλιά. Μπορούν επίσης να προσβληθούν μέσω της επαφής με μολυσμένες επιφάνειες, καθώς ο ιός μπορεί να παραμείνει ενεργός στα περιττώματα για κάποιο χρονικό διάστημα, ειδικά σε συνθήκες υψηλής υγρασίας και χαμηλής θερμοκρασίας.

Η ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑ

Οι συντριπτικές απώλειες στην αποικία της Μικρής Πρέσπας προκάλεσαν μεγάλη ανησυχία για τη διατήρηση του αργυροπελεκάνου και μια σειρά ερωτημάτων.

ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΟΝ ΙΟ

Πώς και πού προσβλήθηκαν οι ΑΡ από τον ιό;

Δύο βασικά σενάρια εξετάστηκαν:

- Οι ΑΡ προσβλήθηκαν από τον ιό της γρίπης των πτηνών στους τόπους διαχείμασης ή στάσης ανεφοδιασμού καθ' οδόν. Έφτασαν στην αναπαραγωγική τους αποικία στη Μικρή Πρέσπα ήδη προσβεβλημένοι. Λίγες μέρες αργότερα αρρώστησαν και πέθαναν.
- Οι ΑΡ έφτασαν στην Πρέσπα υγιείς και προσβλήθηκαν από τον ιό της γρίπης των πτηνών εκεί. Ο ιός κυκλοφορούσε μεταξύ άλλων ειδών υδρόβιων πουλιών που χρησιμοποιούν τα ίδια ενδιαιτήματα με τους πελεκάνους στην περιοχή. Τα άλλα υδρόβια είδη έφεραν τον ιό και τον μετέδιδαν μέσω των εκκρίσεών τους, αλλά ήταν ασυμπτωματικά, χωρίς εμφανή σημάδια της νόσου.

Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΠΕΛΕΚΑΝΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ποιοι είναι οι υποκείμενοι λόγοι για την ευαισθησία των ΑΡ στον ιό της γρίπης των πτηνών;

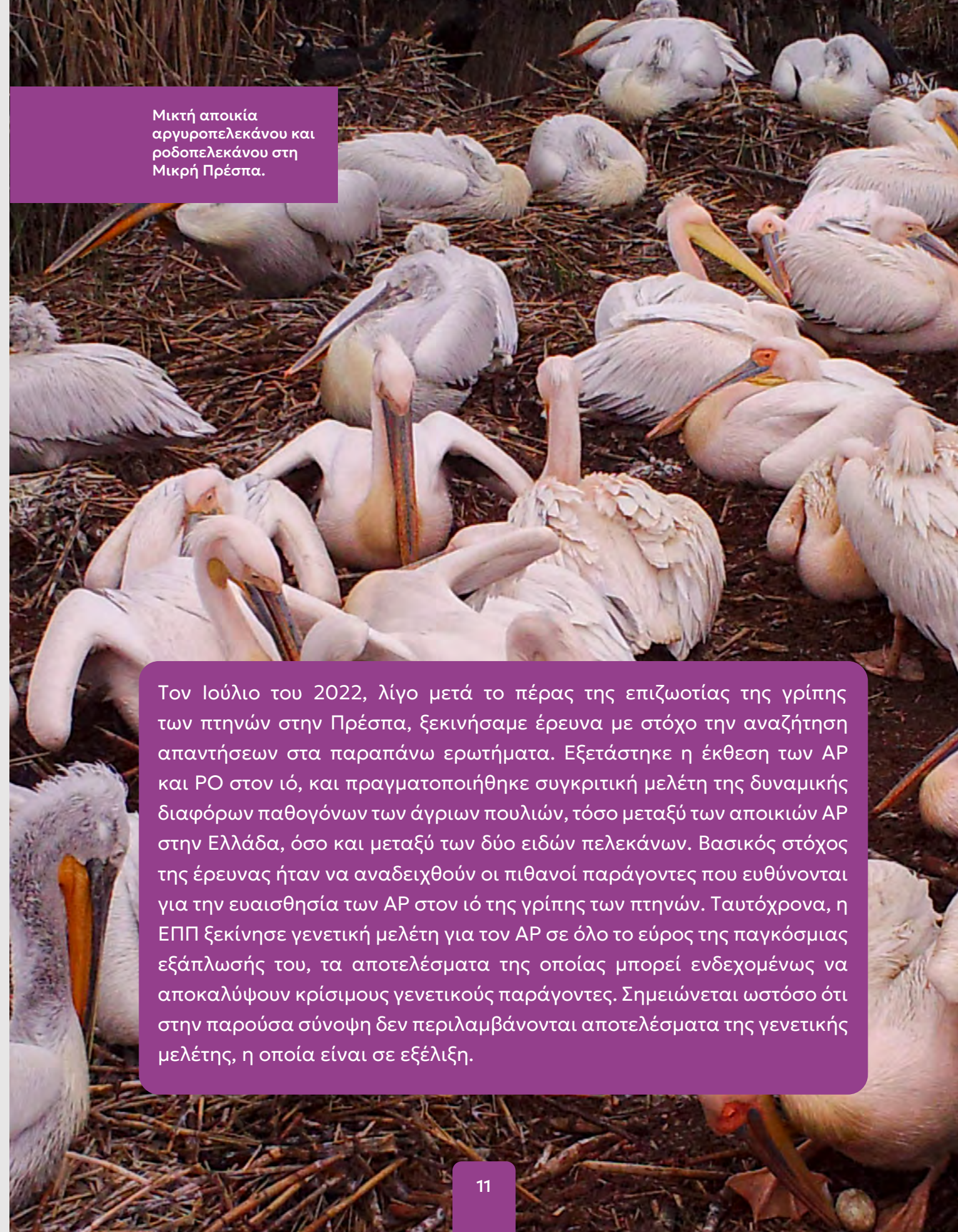
Μπορεί να εξηγηθεί η διαφορά στην ευαισθησία μεταξύ των δύο ειδών πελεκάνων;

Πώς εξηγείται η διαφορά στη σοβαρότητα των επιπτώσεων μεταξύ των διαφορετικών αποικιών ΑΡ;

Η ευαισθησία των ΑΡ στη νόσο μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες:

- **Κοινωνική συμπεριφορά:** Οι πελεκάνοι συνευρίσκονται σε πυκνές ομάδες στους τόπους αναπαραγωγής και κούρνιασματός τους, γεγονός που μπορεί να διευκολύνει την εξάπλωση του ιού. Η έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ τους, μέσω ραμφισμάτων κατά την περίοδο του ζευγαρώματος και ανταλλαγής σάλιου και ρινικών εκκρίσεων, καθώς και η χρήση από διάφορα άτομα δυνητικώς μολυσμένου υλικού για την κατασκευή της φωλιάς τους, μπορεί να υποβοηθήσουν τη μετάδοση. Η πρώιμη έναρξη του αναπαραγωγικού κύκλου μπορεί επίσης να διαδραματίσει κάποιο ρόλο, καθώς οι ΑΡ αρχίζουν να φωλιάζουν τον χειμώνα, όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, ευνοώντας την επιβίωση και μετάδοση του ιού.
- **Γενετικοί παράγοντες:** Η γενετική ποικιλομορφία ενισχύει την ικανότητα των πληθυσμών να αντιστέκονται στις ασθένειες. Η χαμηλή γενετική ποικιλομορφία θα μπορούσε να ενισχύσει σημαντικά το ποσοστό των προσβεβλημένων ατόμων σε έναν πληθυσμό ή/και να συμβάλει στη χαμηλότερη αντίσταση.

- **Άλλοι ιοί ή βακτήρια:** Άλλες ασθένειες μπορεί να επηρεάζουν τους ΑΡ ταυτόχρονα με τον ιό της γρίπης των πτηνών, καταστέλλοντας το ανοσοποιητικό τους σύστημα.
- **Περιβαλλοντικοί παράγοντες:** Η ανθεκτικότητα του ιού στο υδάτινο περιβάλλον και ειδικά σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να αποτέλεσε έναν ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για την αποικία της Μικρής Πρέσπας, η οποία βρίσκεται σε υψόμετρο 850μ., με θερμοκρασίες συχνά κοντά στους 0°C, κατά την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου. Επίσης, το γεγονός ότι οι πελεκάνοι μοιράζονται τα ενδιαιτήματα αναπαραγωγής και τις θέσεις κουρνιάσματος με άλλα είδη υδρόβιων πουλιών μπορεί επίσης να συμβάλλει στην ευαισθησία τους είδους.



Μικτή αποικία αργυροπελεκάνου και ροδοπελεκάνου στη Μικρή Πρέσπα.

Τον Ιούλιο του 2022, λίγο μετά το πέρας της επιζωοτίας της γρίπης των πτηνών στην Πρέσπα, ξεκινήσαμε έρευνα με στόχο την αναζήτηση απαντήσεων στα παραπάνω ερωτήματα. Εξετάστηκε η έκθεση των ΑΡ και ΡΟ στον ιό, και πραγματοποιήθηκε συγκριτική μελέτη της δυναμικής διαφόρων παθογόνων των άγριων πουλιών, τόσο μεταξύ των αποικιών ΑΡ στην Ελλάδα, όσο και μεταξύ των δύο ειδών πελεκάνων. Βασικός στόχος της έρευνας ήταν να αναδειχθούν οι πιθανοί παράγοντες που ευθύνονται για την ευαισθησία των ΑΡ στον ιό της γρίπης των πτηνών. Ταυτόχρονα, η ΕΠΠ ξεκίνησε γενετική μελέτη για τον ΑΡ σε όλο το εύρος της παγκόσμιας εξάπλωσής του, τα αποτελέσματα της οποίας μπορεί ενδεχομένως να αποκαλύψουν κρίσιμους γενετικούς παράγοντες. Σημειώνεται ωστόσο ότι στην παρούσα σύνοψη δεν περιλαμβάνονται αποτελέσματα της γενετικής μελέτης, η οποία είναι σε εξέλιξη.

ΟΙ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΕΣ ΤΗΣ ΕΠΠ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΛΕΚΑΝΩΝ

Οι προσπάθειες διατήρησης των πελεκάνων στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες της Νοτιοανατολικής Ευρώπης ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Περιελάμβαναν έρευνα, παρακολούθηση και πρακτικά διαχειριστικά μέτρα, όπως ο χαρακτηρισμός προστατευόμενων περιοχών, η προστασία των τόπων φωλιάσματος από όχληση και η κατασκευή τεχνητών νησίδων φωλιάσματος. Οι προσπάθειες αυτές έλαβαν χώρα στην Ελλάδα από την Εταιρία Προστασίας Πρεσπών και την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, εν μέσω ευνοϊκών αλλαγών σε διάφορους περιβαλλοντικούς και κοινωνικοπολιτισμικούς παράγοντες. Ως αποτέλεσμα αυτών των δράσεων καταγράφηκε μια εντυπωσιακή αύξηση του αριθμού των ΑΡ, από δυο εκατοντάδες αναπαραγωγικά ζευγάρια στις αρχές της δεκαετίας του 1990 σε πάνω από 2.300 ζευγάρια στις αρχές της δεκαετίας του 2020.

Λίμνη Μικρή Πρέσπα
προσβεβλημένη αποικία

Λίμνη Χειμαδίτιδα
προσβεβλημένη αποικία

Υγρότοποι Αμβρακικού
μη-προσβεβλημένη αποικία

Λιμνοθάλασσες Μεσολογγίου
μη-προσβεβλημένη αποικία

Λίμνη Κερκίνη
προσβεβλημένη αποικία

Ταμιευτήρας Κάρλας
προσβεβλημένη αποικία

Οι πληθυσμοί των αργυροπελεκάνων της Ευρώπης συγκροτούνται σε δύο σχεδόν διακριτές ομάδες, τη δυτική και την ανατολική. Σύμφωνα με την ως τώρα επιστημονική γνώση, μεταξύ των δύο πληθυσμιακών ομάδων υπάρχει σχετικά μικρή αλληλεπίδραση, ωστόσο εντός των ομάδων υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση. Στην Ελλάδα, η ανατολική πληθυσμιακή ομάδα αποτελείται από τις τέσσερις αποικίες που επλήγησαν κατά την επιζωτία του 2022, ενώ οι δύο δυτικές αποικίες δεν επηρεάστηκαν καθόλου.

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

Σχεδιάστηκε πρωτόκολλο δειγματοληψίας με επίκεντρο τη συλλογή δειγμάτων από ζωντανούς πελεκάνους, ενώ σε μικρότερο βαθμό συλλέχθηκαν και περιβαλλοντικά δείγματα.

ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΠΕΛΕΚΑΝΩΝ

Συλλέχθηκαν δείγματα αίματος, επιχρίσματα χοάνης και αμάρας, καθώς και δείγματα φτερών. Τα επιχρίσματα χοάνης ελήφθησαν από τη χοάνη, μια μικρή σχισμή της άνω γνάθου που συνδέεται με τη ρινική κοιλότητα. Τα επιχρίσματα αμάρας ελήφθησαν από την αμάρα, το κατώτατο άκρο στο οποίο καταλήγουν από κοινού το αναπαραγωγικό, πεπτικό και ουροποιητικό σύστημα των πουλιών.

Δείγματα ελήφθησαν από:

1. Νεοσσούς AP και PO στην αποικία Μικρής Πρέσπας κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2022.
2. Νεοσσούς AP και PO σε όλες τις άλλες αποικίες πελεκάνων στην Ελλάδα, πλην μίας, κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2023.
3. Ενήλικους και ανώριμους AP πριν από την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου του 2023.
4. Ενήλικους και ανώριμους AP πριν από την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου του 2024.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Η εκτενής δειγματοληψία των AP που πέθαναν κατά τη διάρκεια της επιζωοτίας του 2022 δυστυχώς δεν επιτράπηκε και περιορίστηκε σε αυτήν που έγινε από τις κτηνιατρικές αρχές. Η ύπαρξη ενός εκτεταμένου αριθμού δειγμάτων θα επέτρεπε τη σύγκριση των ευρημάτων μεταξύ νεκρών/ προσβεβλημένων και ζωντανών πελεκάνων. Με άλλα λόγια, είναι πιθανό να υπήρχαν εμφανείς διαφορές στο μικροβίωμα του ανώτερου αναπνευστικού και του εντερικού σωλήνα που θα μπορούσαν να εξηγήσουν την ευαισθησία των AP στον ιό. Επιπλέον, ένα τέτοιο υλικό θα συνέβαλλε σημαντικά στην απόκτηση μιας λεπτομερούς εικόνας της προέλευσης της νόσου και των οδών μετάδοσης του ιού. Η απουσία τέτοιων δειγμάτων υπήρξε βασική αδυναμία αυτής της έρευνας.

Δειγματοληψία νεοσσών στην αποικία της Μικρής Πρέσπας τον Ιούλιο του 2022, λίγο μετά την καταστροφική επιζωοτία της γρίπης των πτηνών.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ

Στα τέλη του 2022, λίγο πριν από την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου του 2023, συλλέχθηκαν προληπτικά δύο διαφορετικοί τύποι περιβαλλοντικών δειγμάτων, τα οποία ελέγχθηκαν για τον ιό της γρίπης των πτηνών:

1. Περιττώματα πελεκάνων και άλλων ειδών υδρόβιων πουλιών που χρησιμοποιούν τις ίδιες περιοχές, όπως κορμοράνοι, σταχτόχηνες και βουβόκυκνοι. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στη Μικρή Πρέσπα και στη γειτονική λίμνη της Καστοριάς, η οποία χρησιμοποιείται από τους πελεκάνους ως τόπος διατροφής και ξεκούρασης.
2. Ξερά στελέχη καλαμιών από τις νησίδες φωλιάσματος στη Μικρή Πρέσπα -υλικό που χρησιμοποιείται από τους πελεκάνους για την κατασκευή της φωλιάς τους και το οποίο είναι συνήθως αναμεμειγμένο με περιττώματα διαφόρων ειδών πουλιών, φτερά και άλλα φυτικά υπολείμματα.

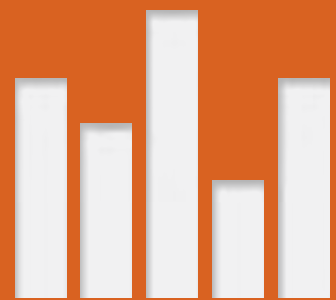


Τα περιβαλλοντικά δείγματα αναλύθηκαν προκειμένου να εξεταστεί η υπόθεση ότι άλλα είδη υδρόβιων πουλιών που χρησιμοποιούν τις νησίδες των πελεκάνων μπορεί να μετέφεραν εκεί τον ιό, καθώς και να διερευνηθεί η πιθανή παρουσία και ανθεκτικότητα του ιού στο υλικό φωλιάσματος ή στα περιττώματα των πουλιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι έχει τεκμηριωθεί ευρέως ότι πουλιά όπως η πρασινοκέφαλη πάπια *Anas platyrhynchos* και το κικίρι *Anas crecca* προσβάλλονται από τη γρίπη των πτηνών χωρίς όμως να εκδηλώνουν κλινικά συμπτώματα.

Η ΔΟΥΛΕΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Όλα τα δείγματα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία προκειμένου να συγκεντρωθεί και να απομονωθεί το γενετικό υλικό που περιείχαν, το οποίο στη συνέχεια εξετάστηκε ειδικά για τον ιό της γρίπης των πτηνών. Τα επιχρίσματα χοάνης και αμάρας από ενήλικους και νεοσσούς πελεκάνους χρησιμοποιήθηκαν επίσης σε βακτηριακές καλλιέργειες, για τον έλεγχο της ποικιλομορφίας των βακτηριακών ειδών που υπάρχουν στην ανώτερη αναπνευστική οδό, τόσο των ΑΡ όσο και των ΡΟ, καθώς και για την ανίχνευση πιθανών βακτηριακών παθογόνων στην αμάρα. Τέλος, τα δείγματα ορού αναλύθηκαν για την παρουσία αντισωμάτων κατά του ιού της γρίπης των πτηνών και του ιού του Δυτικού Νείλου.





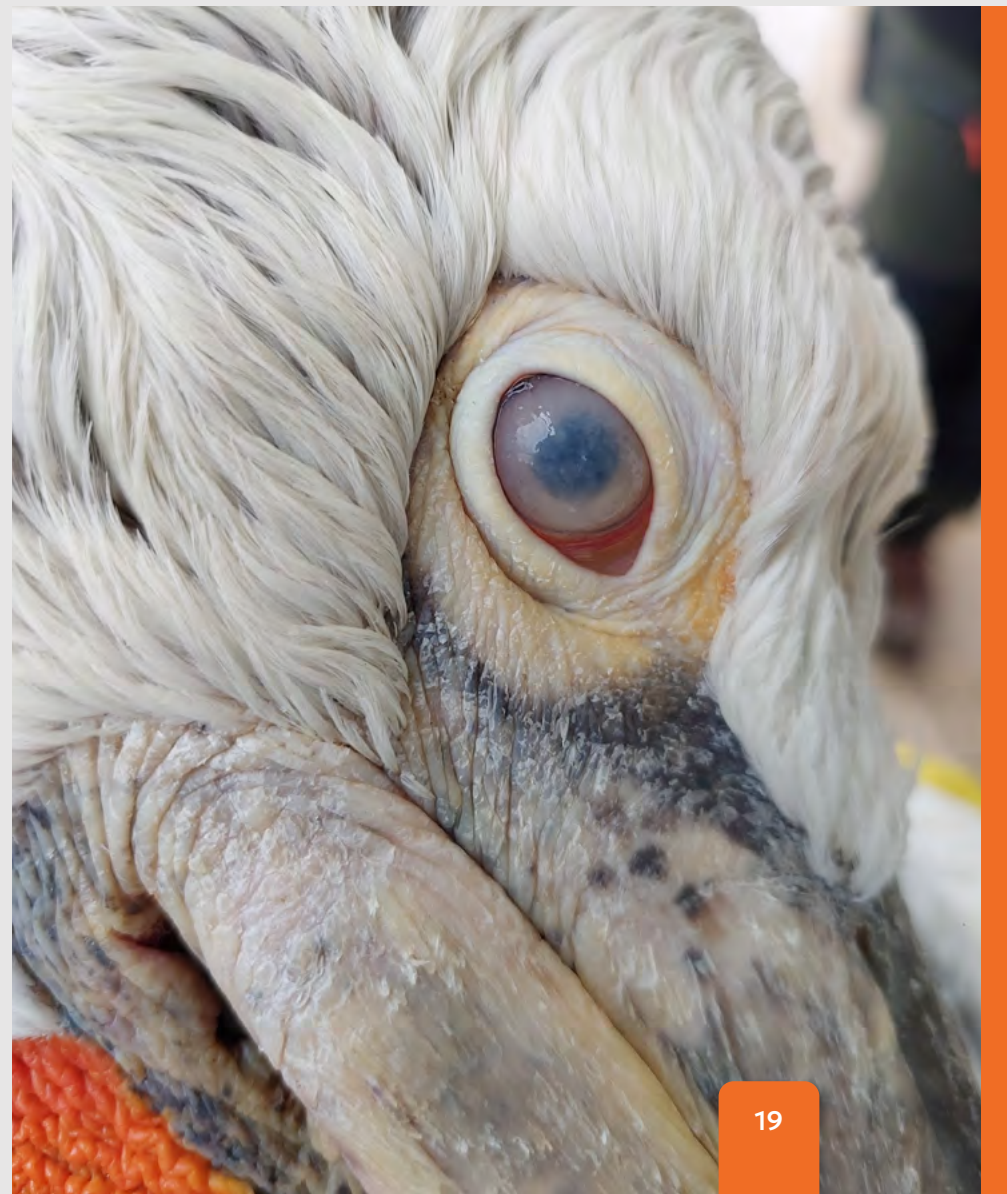
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΙΟΙ ΓΡΙΠΗΣ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ

Ο ιός της γρίπης των πτηνών δεν ανιχνεύθηκε σε κανέναν από τους νεοσσούς AP και PO στη Μικρή Πρέσπα το 2022, και σε καμία αποικία το 2023. Στην περίπτωση των νεοσσών AP της Πρέσπας το 2022, αξίζει να σημειωθεί ότι αυτοί ήταν απόγονοι επιζώντων ή μη προσβεβλημένων πελεκάνων της επιζωοτίας. Καθώς η μόλυνση με H5N1 επέφερε τον σχεδόν άμεσο θάνατο των περισσότερων AP, η απουσία του ιού σε εμφανώς υγιή πουλιά ήταν μάλλον αναμενόμενη. Επιπλέον, ο ιός γρίπης των πτηνών δεν ανιχνεύθηκε σε κανέναν από τους ενήλικους και ανώριμους AP που παγιδεύτηκαν στις αρχές του 2023 και του 2024.

Αντισώματα για υποτύπους του ιού, άλλους από τον H5, ανιχνεύθηκαν στο 10% των νεοσσών AP που εκκολάφθηκαν μετά το τέλος της επιζωοτίας του 2022 στην αποικία της Πρέσπας, αλλά σε κανένα από τους νεοσσούς PO. Τα αντισώματα του ιού μπορούν να μεταφερθούν από τα θηλυκά άτομα στους νεοσσούς τους μέσω της λεκίθου του αυγού. Δεν υπάρχουν διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα σχετικά με τη διάρκεια της παρουσίας αντισωμάτων του ιού στους πελεκάνους, ωστόσο πειραματικά δεδομένα από γλάρους υποδηλώνουν μια σύντομη διάρκεια ζωής των μητρικών αντισωμάτων, από δύο έως τρεις εβδομάδες μετά την εκκόλαψη. Δεδομένου ότι η δειγματοληψία των νεοσσών έγινε όταν αυτοί είχαν ηλικία άνω των έξι εβδομάδων, τα αντισώματα

που βρέθηκαν είναι πιθανό να σχετίζονται με περιβαλλοντική έκθεση στον ιό και όχι με μητρικά αντισώματα. Η περιβαλλοντική έκθεση θα μπορούσε να προκύψει από την εγγύτητα σε μολυσμένους AP ή PO, ή σε άλλα είδη που μπορεί να επισκέπτονται τις νησίδες φωλιάσματος, ή ακόμη και σε μολυσμένο νερό ή επιφάνειες κοντά στη φωλιά. Διάφοροι υποτύποι γρίπης των πτηνών μπορούν να συνυπάρχουν και να κυκλοφορούν στα άγρια πουλιά και τα αντισώματα που βρέθηκαν σε νεοσσούς AP πιθανότατα υποδηλώνουν την έκθεση σε έναν μη παθογόνο (μη νοσογόνο) ιό της γρίπης των πτηνών. Ωστόσο, ανάλογα με τον υπότυπο, τα αντισώματα που παράγονται από μια τέτοια έκθεση θα μπορούσαν να προσδώσουν κάποια ανοσία έναντι του H5.



Ενήλικος αργυροπελεκάνος στις αρχές του 2023 με θολό κερατοειδή χιτώνα, ένα εύρημα που συνάδει με αλλοιώσεις που περιγράφονται σε υδρόβια πουλιά που έχουν επιβιώσει από προσβολή με τον ιό της γρίπης των πτηνών. Το άτομο αυτό ήταν μεταξύ εκείνων στα οποία βρέθηκαν αντισώματα έναντι του ιού.

Δεν ανιχνεύθηκαν αντισώματα ιού γρίπης των πτηνών υψηλής παθογονικότητας σε κανένα νεοσσό από καμία αποικία κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2023. Αυτό πιθανώς σημαίνει ότι το 2023 δεν κυκλοφορούσαν ιοί υψηλής παθογονικότητας στις αποικίες των πελεκάνων, κάτι που επιβεβαιώνεται από την απουσία μαζικών θανάτων εκείνο το έτος.

Αντισώματα έναντι του στελέχους H5 ανιχνεύθηκαν στο 24% των δειγμάτων ενήλικων και ανώριμων AP στις αρχές του 2023. Δύο από τα άτομα που έφεραν αντισώματα είχαν θολούς κερατοειδείς χιτώνες, ένα εύρημα που συνάδει με τις αλλοιώσεις που περιγράφονται σε υδρόβια πουλιά που έχουν επιβιώσει από μόλυνση με H5N1. Δεν ανιχνεύθηκαν αντισώματα στα ενήλικα ή ανώριμα άτομα που παγιδεύθηκαν στις αρχές του 2024.

Η παρουσία αντισωμάτων H5 σε άτομα που παγιδεύθηκαν στις αρχές του 2023 επιβεβαιώνει την έκθεση σε ιό γρίπης των πτηνών υποτύπου H5. Το εύρημα αυτό, σε συνδυασμό με εκείνο του θολού κερατοειδή σε δύο άτομα, μπορεί να υποδηλώνει έκθεση στον H5N1 και επιβίωση. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για τη διάρκεια ανίχνευσης αντισωμάτων στο αίμα των πελεκάνων μετά την προσβολή, η έκθεση στον ιό θα μπορούσε να έχει συμβεί είτε κατά τη διάρκεια της επιζωοτίας του 2022 είτε αργότερα, κατά τη φθινοπωρινή μετανάστευση. Σε κάθε περίπτωση, αυτό θα ήταν ένα ενθαρρυντικό εύρημα, καθώς δείχνει ότι οι AP μπορούν πιθανώς να επιβιώσουν από την προσβολή με H5N1 και να αναπτύξουν ανοσία. Ωστόσο, αυτό το εύρημα θα μπορούσε επίσης να προκύψει από την πρόσφατη έκθεση των εν λόγω πελεκάνων σε οποιονδήποτε ιό υποτύπου H5, είτε χαμηλής,



είτε υψηλής παθογονικότητας. Με άλλα λόγια, από την έκθεση σε έναν ιό της γρίπης των πτηνών που δεν σχετίζεται με την επιζωοτία του 2022 και την παγκόσμια εξάπλωση του H5N1, κλάδου 2.3.4.4.b. Ακόμη κι έτσι όμως, σε περίπτωση έκθεσης σε διαφορετικό στέλεχος H5, αυτό θα μπορούσε να προσφέρει κάποια ανοσία έναντι μιας νέας λοίμωξης με τον εξαιρετικά παθογόνο H5N1.

ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΙΟΥ ΤΗΣ ΓΡΙΠΗΣ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Όλα τα δείγματα περιττωμάτων και υλικού φωλιάσματος που συλλέχθηκαν τον Δεκέμβριο του 2022 βρέθηκαν αρνητικά για τον ιό της γρίπης των πτηνών, αποτελώντας σοβαρή ένδειξη ότι ο ιός δεν κυκλοφορούσε πλέον στην αποικία της Μικρής Πρέσπας. Αυτά τα δείγματα συλλέχθηκαν ως προληπτικό μέτρο πριν από την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου που ακολούθησε την επιζωοτία και τα ευρήματα ήταν ενθαρρυντικά. Καθώς δεν υπήρχαν ενδείξεις εξάπλωσης του ιού στην Ελλάδα το 2023, η δειγματοληψία δεν επαναλήφθηκε.

ΑΛΛΑ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΙΟΣ ΔΥΤΙΚΟΥ ΝΕΙΛΟΥ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΦΛΑΒΟΪΟΙ

Όλα τα δείγματα ελέγχθηκαν επίσης για τον ιό του Δυτικού Νείλου (West Nile Virus - WNV), έναν φλαβοϊό που μεταδίδεται στα άγρια πουλιά από κουνούπια, καθώς και για άλλους φλαβοϊούς, όπως ο ιός Usutu, ο οποίος είναι γνωστό ότι κυκλοφορεί στην Ελλάδα. Αυτοί οι ιοί μπορούν να προσβάλλουν τα άγρια πουλιά και, αν και συχνά δεν προκαλούν εμφανή νόσο, μπορούν να καταστέλλουν το ανοσοποιητικό σύστημα, επιτρέποντας την εμφάνιση δευτερογενών λοιμώξεων. Η επιδημιολογία των φλαβοϊών συνδέεται στενά με τη δυναμική των πληθυσμών κουνουπιών, οι οποίοι ποικίλλουν ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, ιδιαίτερα τη θερμοκρασία και την υγρασία.

Κανένα από τα δείγματα που συλλέχθηκαν το 2022 από τους νεοσσούς της Πρέσπας δεν βρέθηκε θετικό για αντισώματα έναντι του WNV ή

άλλων φλαβοϊών. Αντιθέτως, το 48% των ενήλικων AP, από τους οποίους ελήφθησαν δείγματα στις αρχές του 2023, είχαν αντισώματα έναντι του WNV ή άλλων φλαβοϊών, ενώ μεταξύ των νεοσσών της Πρέσπας, από τους οποίους ελήφθησαν δείγματα το 2023, σημαντικά περισσότεροι ΡΟ (31%) από ότι AP (2,2%) είχαν αντισώματα. Ως εκ τούτου, τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με την έκθεση στον WNV δεν υποδηλώνουν ότι η λοίμωξη από τον ιό του Δυτικού Νείλου σχετίζεται με ευαισθησία στον ιό της γρίπης των πτηνών.

Μακροπρόθεσμες μελέτες για την επιδημιολογία του WNV έχουν δείξει ότι οι ζεστοί χειμώνες σχετίζονται με πιο έντονη κυκλοφορία του ιού. Ο χειμώνας του 2022-2023 ήταν σημαντικά θερμότερος από αυτόν του 2021-2022, τουλάχιστον στην Πρέσπα, γεγονός που θα μπορούσε να εξηγεί τις διαφορές στην παρουσία του ιού μεταξύ των δύο ετών της δειγματοληψίας. Η υψηλότερη παρουσία του WNV στους ΡΟ πιθανώς να σχετίζεται με το χρώμα των πτίλων των νεοσσών που είναι σκούρα καφέ, σε αντίθεση με τα λευκά πτίλα των νεοσσών AP, καθώς μελέτες έχουν δείξει ότι τα πιο σκούρα χρώματα προσελκύουν περισσότερα κουνούπια, επειδή απορροφούν και παγιδεύουν τη θερμότητα περισσότερο από τα ανοιχτότερα χρώματα.

Νεοσσοί αργυροπελεκάνου



Νεοσσοί ροδοπελεκάνου



ΑΛΛΑ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΠΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΤΗΚΑΝ ΣΤΗ ΧΟΑΝΗ

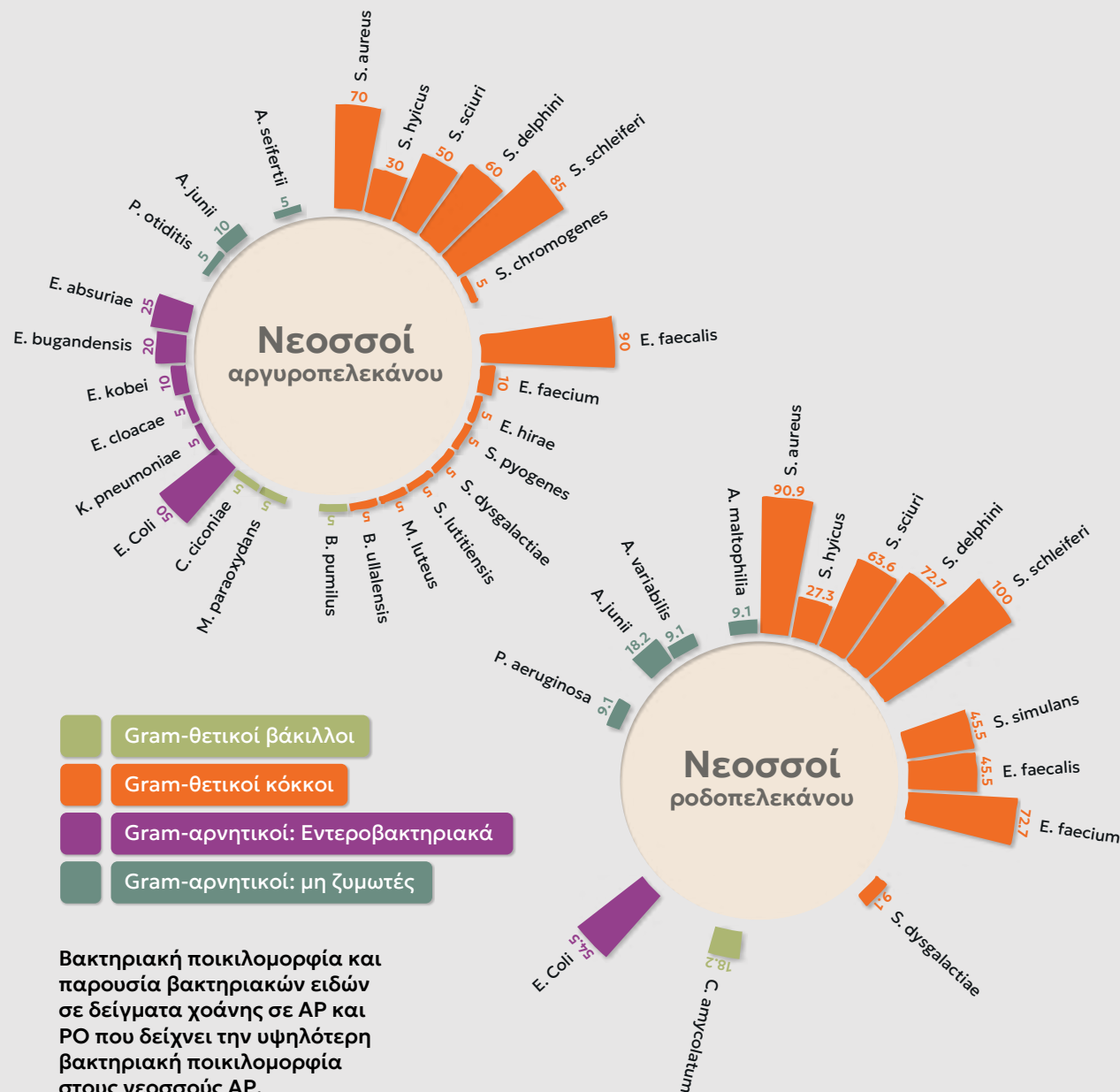
Όπως αναμενόταν, βάσει μελετών σχετικών με βακτήρια της αναπνευστικής οδού που έχουν γίνει σε άλλα είδη, ανιχνεύθηκε σημαντική ποικιλομορφία βακτηρίων στη χοάνη των πελεκάνων. Συνολικά βρέθηκαν 39 διαφορετικά είδη, ωστόσο η σύνθεση των ειδών προκάλεσε έκπληξη στους ερευνητές. Σημαντικά περισσότερα είδη βακτηρίων βρέθηκαν στους νεοσσούς σε σχέση με τους ενήλικους, ενώ οι νεοσσοί AP βρέθηκαν να φιλοξενούν μεγαλύτερο αριθμό διαφορετικών ειδών σε σχέση με τους νεοσσούς ΡΟ.

Μεταξύ των βακτηρίων που ελήφθησαν από ενήλικες, ο χρυσίζων σταφυλόκοκκος *Staphylococcus aureus* είχε την πιο συχνή παρουσία και ανιχνεύθηκε στο 86% των ενήλικων. Ανιχνεύθηκαν επίσης και άλλα είδη σταφυλόκοκκων σε μικρούς αριθμούς. Επίσης ανιχνεύθηκαν άλλα βακτήρια σε χαμηλότερες πυκνότητες, όπως είδη από τα γένη *Enterococcus*, *Streptococcus* και *Butianxella*, καθώς και το είδος *Escherichia coli* (*E. coli*).

Στην περίπτωση των νεοσσών, το γένος *Staphylococcus* ήταν επίσης το πιο συχνά εμφανιζόμενο και ακολουθούσε το γένος *Enterococcus*, ενώ το *E. coli* ανιχνεύθηκε επίσης με μεγάλη συχνότητα.

Ο μεγάλος αριθμός σταφυλόκοκκων που βρέθηκαν στους πελεκάνους δεν μπορεί εύκολα να εξηγηθεί και θα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω. Οι σταφυλόκοκκοι συχνά αποικίζουν το δέρμα και την ανώτερη αναπνευστική οδό ανθρώπων και ζώων και γενικά υπάρχουν σε συμβιωτική σχέση, κατά την οποία ο ένας οργανισμός ωφελείται και ο άλλος δεν αποκομίζει ούτε όφελος ούτε βλάβη. Ωστόσο, κάποια είδη μπορούν επίσης να προκαλέσουν σοβαρές λοιμώξεις, ειδικά ο *Staphylococcus aureus*. Σημαντικό εύρημα της έρευνας ήταν ότι, σε σύγκριση με οικόσιτα είδη ή άλλα άγρια πουλιά, όπως οι πελαργοί και οι κουκουβάγιες, η παρουσία σταφυλόκοκκου στους πελεκάνους ήταν πολύ υψηλή. Επομένως, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε εάν πρόκειται για συμβιωτική σχέση, χαρακτηριστική των πελεκάνων, ή εάν ενέχει κάποιο κίνδυνο για αυτούς. Ο μεγάλος αριθμός *S. aureus* σε άγρια πουλιά, όπως οι πελαργοί, έχει συσχετιστεί με την

έκθεσή τους σε απόβλητα κατά την αναζήτηση τροφής σε χωματερές. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι τα κτηνοτροφικά ζώα, ιδιαίτερα οι οικόσιτοι χοίροι, αποτελούν σημαντική πηγή σταφυλόκοκκων. Η ανάπτυξη μικροβιακής αντοχής από τους σταφυλόκοκκους μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο, τόσο για την υγεία των ανθρώπων όσο και των ζώων, και είναι συχνή τόσο στο ανθρώπινο περιβάλλον όσο και στην κτηνοτροφία.



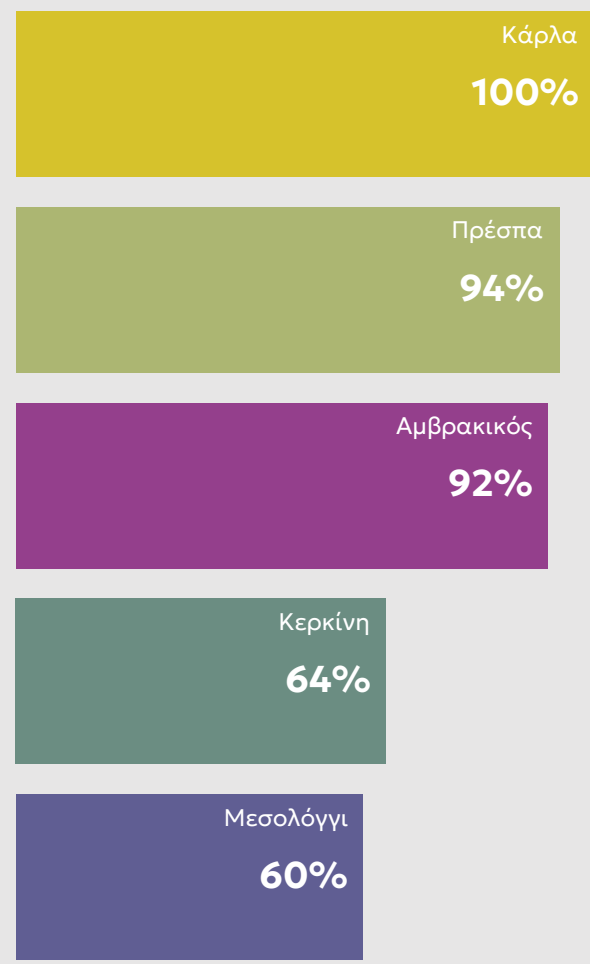
ΑΛΛΑ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΕΝΤΕΡΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΠΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΤΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΑΜΑΡΑ

Η σύνθεση των βακτηρίων στην αμάρα ήταν πολύ υψηλή, όπως αναμενόταν. Συνολικά αναγνωρίστηκαν 88 διαφορετικά στελέχη εντερικών βακτηρίων. Τα εντερικά βακτήρια είναι αυτά που τυπικά διαβιούν στον εντερικό σωλήνα ζώων και ανθρώπων.

Στους ενήλικους πελεκάνους, το *E. coli* ήταν το εντερικό βακτήριο με τη μεγαλύτερη συχνότητα. Το *E. coli* βρίσκεται φυσιολογικά στον εντερικό σωλήνα ανθρώπων και ζώων, όπου διαβιεί σε συμβιωτική σχέση. Το εντερικό βακτήριο με τη δεύτερη μεγαλύτερη συχνότητα ανήκε στο γένος *Enterococcus*.

Όσον αφορά τους νεοσσοί, το *E. coli* ανιχνεύθηκε στα 2/3 των δειγμάτων, και συχνότερα στους PO από ότι στους AP, αν και οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Ωστόσο, το γένος εντερικών βακτηρίων με τη μεγαλύτερη συχνότητα παρουσίας στους νεοσσοί ήταν το *Enterococcus*. Το *E. coli* είχε σημαντικά μικρότερη παρουσία στις αποικίες Μεσολογγίου και Κερκίνης σε σχέση με τις αποικίες Αμβρακικού, Πρέσπας και Κάρλας. Αυτές οι διαφορές μεταξύ των αποικιών πιθανώς αντικατοπτρίζουν τη συνολική οικολογική κατάσταση των εν λόγω υγροτόπων. Για παράδειγμα, η λίμνη Κερκίνη, όπου η παρουσία του *E. coli* βρέθηκε χαμηλή, δέχεται μεγάλες ποσότητες νερού από τον ποταμό Στρυμόνα. Η συνεχής ανανέωση των υδάτων της

Παρουσία *E. coli* σε νεοσσοί αργυροπελεκάνου από πέντε αποικίες της Ελλάδας.



πιθανώς αποτρέπει την εγκατάσταση μόνιμων ευτροφικών συνθηκών που μπορούν να αυξήσουν την εμφάνιση βακτηριακών παθογόνων. Αντίθετα, ο ταμειυτήρας της Κάρλας, όπου βρέθηκε υψηλή συγκέντρωση *E. coli*, υποφέρει από σοβαρό ευτροφισμό με συχνές ανθήσεις βλαβερών κυανοβακτηρίων.

ΑΛΛΑ ΑΞΙΟΣΗΜΕΙΩΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μικροβιακή αντοχή

Η μικροβιακή αντοχή (ΜΑ) είναι η ικανότητα μικροοργανισμών (όπως βακτήρια και ιοί) να αντιστέκονται στη δράση αντιμικροβιακών φαρμάκων, καθιστώντας τα λιγότερο ή και καθόλου αποτελεσματικά. Ως αποτέλεσμα, εμφανίζονται μολύνσεις που θεραπεύονται δύσκολα και αυξάνεται η πιθανότητα μετάδοσης της νόσου, σοβαρής νόσησης και θανάτου. Συνεπώς, η ΜΑ αποτελεί μείζον πρόβλημα για τη δημόσια υγεία διεθνώς. Η ΜΑ συνδέεται με την υπέρμετρη συνταγογράφηση αντιβιοτικών και την υπερβολική χρήση τους στον άνθρωπο και σε οικόσιτα ζώα, συντροφιάς ή παραγωγικά ζώα. Τα άγρια ζώα σπανίως δέχονται θεραπείες με αντιβιοτικά, όμως κάποια ζώα και ειδικά τα άγρια πουλιά που διαβιούν κοντά σε κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις ή μπορεί να τραφούν κοντά σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων ή σε χωματερές, μπορούν να γίνουν εμμέσως δέκτες ανθεκτικών στα αντιβιοτικά βακτηρίων.

Είναι ενδιαφέρον ότι αρκετά βακτήρια από τα δείγματα των πελεκάνων έδειξαν κάποιον βαθμό ΜΑ. Συγκεκριμένα, το εύρημα στελέχους *E. coli* που έφερε ένζυμο 'Ευρέως φάσματος β-λακταμάση' (ESBL) -βλέπε και χρωματιστό πλαίσιο δεξιά- υποδηλώνει ότι οι πελεκάνοι μπορεί να έχουν αποκτήσει αυτά τα βακτήρια ως αποτέλεσμα της έκθεσής τους σε κάποια ανθρωπογενή πηγή. Επιπλέον, στους νεοσσούς ΡΟ βρέθηκε μεγαλύτερη παρουσία ανθεκτικών στα αντιβιοτικά σταφυλόκοκκων σε σχέση με τους ΑΡ, γεγονός που δείχνει μεγαλύτερη έκθεση των ΡΟ σε τέτοια βακτήρια. Το εύρημα αυτό εγείρει ανησυχία σχετικά με τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στους πελεκάνους από τις αλλαγές στο εντερικό τους μικροβίωμα, εξαιτίας της έκθεσής τους σε αυτά τα βακτήρια.

ΕΝΤΕΡΟΠΑΘΟΓΟΝΟ *E. coli*: ΕΝΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

Η ανίχνευση στελέχους '*E. coli* - φορέας ενζύμου ESBL' σε 3 ενήλικες ΑΡ είναι ένα ιδιαίτερα ανησυχητικό εύρημα. Οι λοιμώξεις από μικρόβια που φέρουν ευρέως φάσματος β-λακταμάσες (ESBL) αποτελούν ένα μείζον ζήτημα δημόσιας υγείας παγκοσμίως, καθώς τα μικρόβια αυτά είναι ανθεκτικά στα κοινά αντιβιοτικά και για την αντιμετώπισή τους μπορεί να απαιτηθούν πολύπλοκες θεραπείες, ενώ το συγκεκριμένο στέλεχος αναγνωρίζεται ως ευρέως εξαπλωμένο. Έρευνες έχουν δείξει ότι το '*E. coli* - φορέας ενζύμου ESBL' μπορεί να επιβιώνει κατά την επεξεργασία των λυμάτων και ότι τα νοσοκομειακά λύματα μπορούν να συμβάλλουν στην εξάπλωση αυτών των βακτηρίων στο υδάτινο περιβάλλον.

Τα τελευταία χρόνια έχουν καταγραφεί περιπτώσεις άγριων πουλιών που φέρουν ESBL βακτήρια, συμπεριλαμβανομένων άλλων ειδών πελεκάνου, γεγονός που αναδεικνύει το ρόλο των μεταναστευτικών πουλιών και τον πιθανό ρόλο τους στην εξάπλωση αυτών των βακτηρίων, εξαιτίας της δυνατότητάς τους να συνδέουν διαφορετικά οικοσυστήματα και απομακρυσμένους τόπους. Συνεπώς, αυτό το εύρημα απαιτεί παρακολούθηση και εντοπισμό της πιθανής πηγής προέλευσης. Επιπλέον, επισημαίνεται ότι οι ΑΡ μπορεί να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο ως δείκτες για την παρουσία μικροοργανισμών μικροβιακής αντοχής στο υδάτινο περιβάλλον, καθώς επισκέπτονται πολλούς διαφορετικούς υγροτόπους κατά τη διάρκεια του έτους. Τα είδη-δείκτες είναι αυτά που μπορούν να λειτουργήσουν ως προειδοποίηση για κάποια δυσλειτουργία ή ανισορροπία στο περιβάλλον, και μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό απειλών για τη δημόσια υγεία. Από την άποψη της προστασίας και διατήρησης της άγριας ζωής, πρέπει να επισημανθεί ότι η μικροβιακή αντοχή μπορεί να προκαλέσει σοβαρές νόσους στα άγρια ζώα. Επομένως, η αύξηση της μικροβιακής αντοχής μπορεί να θέσει σε υψηλότερο κίνδυνο τους πελεκάνους που φέρουν αυτά τα βακτήρια.

ΒΑΚΤΗΡΙΟΣΙΝΕΣ: ΟΙ ΠΕΛΕΚΑΝΟΙ ΩΣ ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΛΥΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΞΑΡΣΗ ΤΩΝ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΣΤΑΦΥΛΟΚΟΚΚΟΥ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Η υψηλή παρουσία σταφυλόκοκκων στους πελεκάνους, και ειδικά το ευρύ φάσμα βακτηριοσινών που βρέθηκε, αποτέλεσε το έναυσμα για μια επιπρόσθετη έρευνα. Οι βακτηριοσίνες είναι πρωτεϊνικές τοξίνες που δρουν εναντίον στελεχών διαφορετικών βακτηριακών ειδών, εμποδίζοντας την ανάπτυξή τους και παράγονται από ορισμένα βακτήρια για να σκοτώσουν ανταγωνιστικά μικρόβια. Ως εκ τούτου, αποτελούν μια ελπιδοφόρα λύση στις βακτηριακές λοιμώξεις του ανθρώπου, ιδιαίτερα σήμερα με την ανάδυση της απειλής της μικροβιακής αντοχής. Αυτό το εύρημα υπογραμμίζει τη σημαντική συμβολή της βιοποικιλότητας στα πιεστικά ζητήματα της Ενιαίας Υγείας (One Health), όπως η αυξανόμενη εμφάνιση πολυανθεκτικών βακτηρίων. Η Ενιαία Υγεία αποτελεί μια στρατηγική του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας με σκοπό την προώθηση της διεπιστημονικής συνεργασίας και επικοινωνίας μεταξύ όλων των τομέων της υγείας ανθρώπων, ζώων και περιβάλλοντος, αναγνωρίζοντας τη στενή σύνδεση και αλληλεξάρτηση της υγείας των οικοσυστημάτων, του ανθρώπου, των οικόσιτων και άγριων ζώων και των φυτών. Οι διατομεακές και διεπιστημονικές συνεργασίες συμβάλλουν στην αντιμετώπιση προκλήσεων της δημόσιας υγείας, όπως η ανάδυση μολυσματικών νόσων, η μικροβιακή αντοχή και η ασφάλεια τροφίμων, και στην προώθηση της υγείας των οικοσυστημάτων.

ΤΙ ΜΑΘΑΜΕ ΤΕΛΙΚΑ;

Τα τελευταία χρόνια, η γρίπη των πτηνών υψηλής παθογονικότητας προσβάλλει πολλά διαφορετικά είδη της άγριας ζωής και εξαπλώνεται με πρωτόγνωρους ρυθμούς, αποτελώντας μια υπαρξιακή απειλή για την παγκόσμια βιοποικιλότητα και απειλώντας μακροχρόνιες προσπάθειες προστασίας και διατήρησης των ειδών. Η διαρκώς εξελισσόμενη κατάσταση της νόσου σε παγκόσμιο επίπεδο επιβεβαιώνει τη σημασία σχετικών ερευνητικών πρωτοβουλιών, όπως αυτή για τους πελεκάνους. Είναι κρίσιμο να βελτιωθεί η κατανόηση των παραγόντων που συμβάλλουν στην εξάπλωση και εξέλιξη του ιού της γρίπης των πτηνών, ώστε να υποστηριχθεί η διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη διαχείριση, πρόληψη και αντιμετώπιση σοβαρών επιζωοτιών στο μέλλον.

ΕΚΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΡΓΥΡΟΠΕΛΕΚΑΝΩΝ ΣΤΟΝ ΙΟ ΤΗΣ ΓΡΙΠΗΣ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ

Η παρουσία αντισωμάτων έναντι του ιού της γρίπης των πτηνών υψηλής παθογονικότητας σε 1 στους 4 ενήλικους αργυροπελεκάνους που εξετάστηκαν μετά την επιζωοτία, αποτελεί σοβαρή ένδειξη ότι κάποιοι από τους προσβληθέντες ΑΡ επιβίωσαν. Παρά τις μεγάλες απώλειες στην αποικία της Μικρής Πρέσπας, η αναπαραγωγική περίοδος του 2022 δεν υπήρξε εντελώς αποτυχημένη. Περίπου 150 φωλιές που δημιουργήθηκαν κατά τα τελευταία στάδια της επιζωοτίας ανέθρεψαν επιτυχώς νεοσσούς. Δεν γνωρίζουμε αν πρόκειται για ζευγάρια που επιβίωσαν της νόσου ή για ζευγάρια που έφτασαν στην περιοχή σε μεταγενέστερο χρόνο, ωστόσο, σύμφωνα με την έρευνά μας, δεν μπορεί να αποκλειστεί το πρώτο ενδεχόμενο.

Καθώς δεν υπήρχε διαθέσιμο γενετικό υλικό του ιού από ΑΡ ή/και ΡΟ που προσβλήθηκαν από τον ιό το 2022, δεν υπήρχε και δυνατότητα συγκριτικής ανάλυσης του στελέχους της επιζωοτίας και άλλων στελεχών Η5Ν1 που κυκλοφορούσαν εκείνη την περίοδο σε Ευρώπη και Ασία. Όμως, κατά τα τελευταία στάδια της έρευνάς μας, τα γονιδιωματικά δεδομένα των ιών της γρίπης των πτηνών που έγιναν διαθέσιμα από την Παγκόσμια Πρωτοβουλία Για την Κοινή Χρήση Όλων των Δεδομένων Γρίπης **GISAID (Global Initiative on Sharing All Influenza Data)**, έδειξαν έντονη εξάπλωση του ιού από τη Βόρεια Κεντρική και Βορειοδυτική Ευρώπη προς τη Νότια Ευρώπη, περιλαμβανομένης της Ελλάδας.

Οι πληροφορίες για ύπαρξη μεγάλης επιζωοτίας Η5Ν1 σε ΑΡ στα Ουράλια και τη Δυτική Σιβηρία το 2021, εγείρουν το ερώτημα της πιθανής σύνδεσής της με αυτήν του 2022 στην Πρέσπα. Αν και, απ' όσο γνωρίζουμε ως σήμερα, οι πληθυσμοί πελεκάνων από αυτές τις δυο περιοχές δεν συνδέονται απευθείας, είναι γνωστό ότι άλλα είδη, όπως το σφυριχτάρι (*Mareca penelope*, είδος πάπιας), μπορεί να τις συνδέουν. Έρευνες από πρόσφατες επιζωοτίες γρίπης των πτηνών σε θαλασσοπούλια έχουν δείξει ότι ακόμη και ένα μοναδικό συμβάν εισαγωγής του ιού σε μια περιοχή, μπορεί να προκαλέσει ταχεία

εξάπλωσή του και να οδηγήσει σε σοβαρή εκδήλωση της νόσου. Οι έρευνες αυτές έχουν επίσης δείξει ότι αυτές οι επιζωοτίες μπορούν να πυροδοτήσουν μεγάλες μετακινήσεις των επιζώντων πουλιών, συμβάλλοντας έτσι στην ευρεία εξάπλωση.

Συνεπώς, δεν κατέστη δυνατό να επαληθευτεί κάποιο από τα δύο αρχικά σενάρια σχετικά με την έκθεση στον ιό των ΑΡ της Πρέσπας. Παρόλο που δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την πιθανότητα οι πελεκάνοι να προσβλήθηκαν από τον ιό στους τόπους διαχείμασης ή στους ενδιαμέσους σταθμούς κατά τη μετανάστευση, ερχόμενοι σε επαφή με άλλους ΑΡ, προσβεβλημένους και επιζήσαντες, ή με άλλα υδρόβια πουλιά, αυτό είναι μάλλον ένα αδύναμο σενάριο και θα εξηγήσουμε το γιατί: Γνωρίζουμε ότι οι ΑΡ δεν ταξιδεύουν απευθείας από τους τόπους διαχείμασης προς την αποικία της Μικρής Πρέσπας, αλλά χρησιμοποιούν διάφορους υγροτόπους ως ενδιαμέσους σταθμούς, όπου παραμένουν από μερικές μέρες έως εβδομάδες πριν φτάσουν στον τελικό προορισμό τους στην Πρέσπα. Συγχρόνως, γνωρίζουμε ότι η Μικρή Πρέσπα ήταν ο πρώτος υγρότοπος στον οποίο καταγράφηκαν μαζικοί θάνατοι ΑΡ, στις 17 Φεβρουαρίου του 2022. Οι μαζικοί θάνατοι στους υγροτόπους/ενδιάμεσους σταθμούς συντελέστηκε με καθυστέρηση άνω των δύο εβδομάδων, και συγκεκριμένα στις 8 Μαρτίου, στη λίμνη Κερκίνη. Τέλος, γνωρίζουμε ότι η περίοδος επώασης του Η5Ν1 κυμαίνεται από 2 ως 5 ημέρες κατά μέσο όρο και μέχρι 17 ημέρες (πηγή: ΠΟΥ). Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, καταλήγουμε ότι το σενάριο σύμφωνα με το οποίο, ένας προσβεβλημένος ΑΡ έφτασε στην αποικία της Μικρής Πρέσπας και μετέδωσε τη νόσο, φαίνεται απίθανο.

Το πιο πιθανό σενάριο φαίνεται να είναι το εξής: οι ΑΡ προσβλήθηκαν στην αποικία της Μικρής Πρέσπας μέσω της επαφής τους με απεκκρίσεις άλλων προσβεβλημένων, αλλά ασυμπτωματικών ατόμων από άλλα είδη πουλιών. Αξίζει να σημειωθεί, ότι ακριβώς πριν την εκδήλωση της νόσου, κατά τη διάρκεια των ετήσιων μεσοχειμωνιάτικων

μετρήσεων υδρόβιων πουλιών, στη Μικρή Πρέσπα καταγράφηκε τριπλάσιος αριθμός διαχειμαζόντων υδρόβιων πουλιών, σε σύγκριση με τα προηγούμενα χρόνια. Πολλά από αυτά τα είδη χρησιμοποιούν τις νησίδες φωλιάσματος των πελεκάνων ως θέσεις κουρνιάσματος και ξεκούρασης. Κατά την περίοδο των μεσοχειμωνιάτικων μετρήσεων, οι περισσότεροι ΑΡ δεν έχουν ακόμη αφιχθεί στην Πρέσπα, κι έτσι πάπιες, χήνες, κύκνοι και άλλα πουλιά κάνουν ευρεία χρήση αυτών των ασφαλών καταφυγίων, απεκκρίνοντας μεγάλο αριθμό περιττωμάτων, μέσω των οποίων πιθανώς μολύνθηκαν στη συνέχεια οι ΑΡ με τον ιό της γρίπης των πτηνών.



ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΙΟΥ ΤΗΣ ΓΡΙΠΗΣ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ ΣΤΟΥΣ ΠΕΛΕΚΑΝΟΥΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

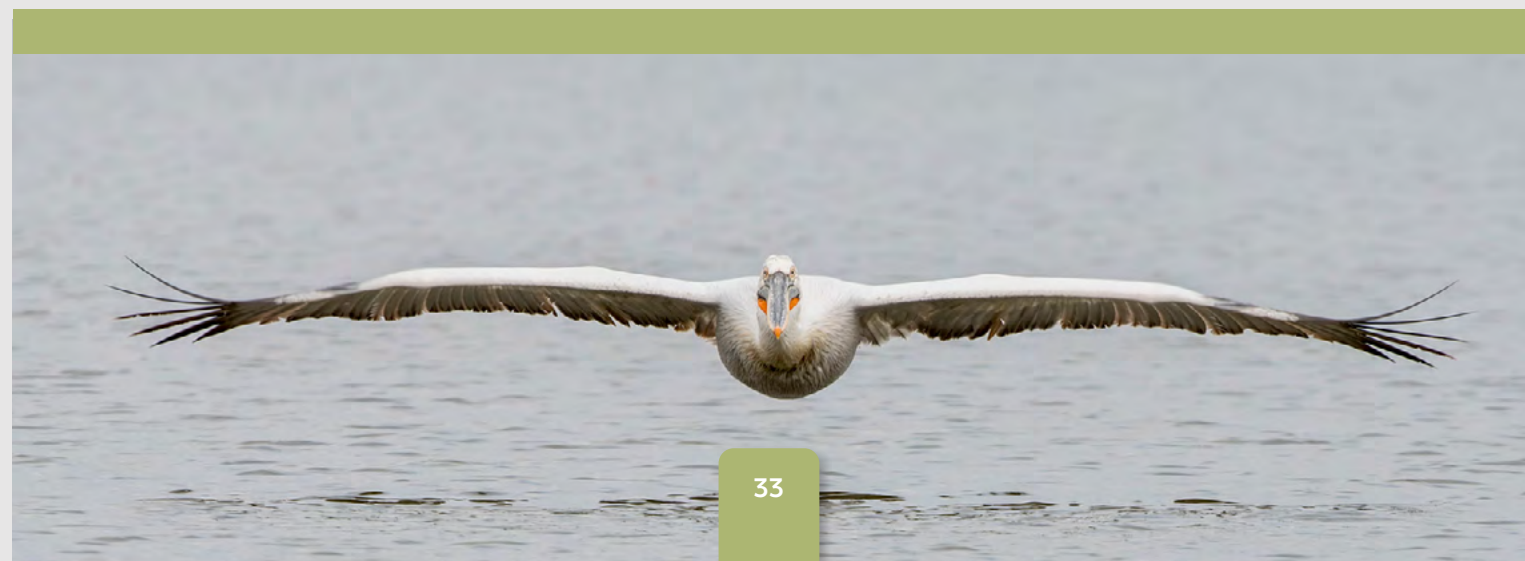
Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την έρευνα αυτή φαίνεται να αποκλείουν την πιθανότητα διατήρησης του ιού μακροπρόθεσμα, καθώς κανένας από τους οροθετικούς ΑΡ (δηλαδή τους ΑΡ με αντισώματα έναντι του ιού) δεν διαγνώστηκε με μολυσματικές απεκκρίσεις. Αυτό το εύρημα είναι σύμφωνο με άλλη παρόμοια μελέτη που αφορούσε το όρνιο *Gyps fulvus* στην Ισπανία, σύμφωνα με την οποία οι νεοσσοί των όρνιων δεν είχαν μολυσματικές απεκκρίσεις, παρά τα υψηλά επίπεδα αντισωμάτων έναντι του ιού στο αίμα τους. Επιπλέον, στην παρούσα έρευνα, δεν εντοπίστηκαν ενδείξεις παρουσίας του ιού στο περιβάλλον (κυρίως δείγματα από περιττώματα υδρόβιων πουλιών) οκτώ μήνες μετά το τέλος της επιζωοτίας. Ωστόσο, η ανθεκτικότητα και διατήρηση του ιού στο υδάτινο περιβάλλον εξακολουθεί να αποτελεί ένα ζήτημα που ακόμη διερευνάται.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΑΠΟΙΚΙΩΝ ΑΡΓΥΡΟΠΕΛΕΚΑΝΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΞΥ ΑΡΓΥΡΟΠΕΛΕΚΑΝΩΝ ΚΑΙ ΡΟΔΟΠΕΛΕΚΑΝΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΟΝ ΙΟ ΤΗΣ ΓΡΙΠΗΣ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ

Κανένα από τα αποτελέσματα δεν παρείχε σαφείς αποδείξεις για σχετιζόμενες νόσους που θα μπορούσαν να εξηγήσουν την υψηλότερη ευαισθησία των ΑΡ στον ιό Η5Ν1 σε σύγκριση με τους ΡΟ. Το μικροβίωμα της χοάνης φαίνεται να είναι πιο ποικιλόμορφο στους νεοσσούς ΑΡ σε σχέση με τους νεοσσούς ΡΟ, ενώ οι διαφορές στο μικροβίωμα της αμάρας μεταξύ ΑΡ και ΡΟ περιορίζονταν σε συγκεκριμένα είδη. Στην πραγματικότητα, ένα πιο ποικιλόμορφο μικροβίωμα φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικό, τόσο στον έλεγχο όσο και στην πρόληψη της μόλυνσης από ιούς της γρίπης των πτηνών υψηλής παθογονικότητας, όπως έχει αποδειχθεί στις πρασινοκέφαλες πάπιες. Αν και η έρευνά μας διαπίστωσε σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποικιών σε ορισμένα σημαντικά βακτήρια, όπως το *E. coli*, αυτές δεν εξηγούν την ευαισθησία των ΑΡ της Μικρής Πρέσπας στον ιό. Στις δύο ελληνικές παράκτιες αποικίες, η απουσία θανάτων ΑΡ κατά τη

διάρκεια της επιζωοτίας του 2022 θα μπορούσε να αποδοθεί στις ειδικές βιοχημικές διεργασίες και τη γεωγραφική θέση αυτών των υγροτόπων. Γενικώς, η βιωσιμότητα του ιού της γρίπης των πτηνών σε φυσικά ύδατα μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας και η μολυσματικότητα είναι δυνητικά μεγαλύτερη σε ψυχρότερα ενδιαιτήματα γλυκού νερού.

Η έκθεση των πελεκάνων σε βακτήρια με μικροβιακή αντοχή είναι ένα ανησυχητικό εύρημα και η περαιτέρω διερεύνησή του θα βελτιώσει την κατανόηση των πιθανών επιπτώσεών τους στην υγεία των πελεκάνων. Οι πελεκάνοι χρησιμοποιούν κυρίως υγροτόπους γλυκού νερού, όπου έχουν βρεθεί αρκετά βακτήρια με ΜΑ στην Ελλάδα. Τα βακτήρια με ΜΑ μπορούν να εισέρχονται σε ποτάμια και λίμνες μέσω μονάδων επεξεργασίας λυμάτων, καθώς και μέσω έκπλυσης από κοντινά αγροκτήματα. Τα κτηνοτροφικά ζώα μπορούν να αποτελέσουν μια σημαντική οδό εισροής για βακτήρια με ΜΑ και επίσης θεωρούνται κρίσιμη δεξαμενή εντεροβακτηρίων απειλητικών για τη ζωή (ESBL). Διαρροές μολυσμένων υδάτων από αγροκτήματα κοντά σε υγροτόπους ή λίμνες μπορούν να καταλήξουν να μολύνουν αυτά τα οικοσυστήματα. Επιπλέον, τα βοοειδή συχνά χρησιμοποιούν θέσεις κοντά σε υγροτόπους για να βόσκουν και να πίνουν νερό και με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαν να συμβάλουν στη μόλυνση του υδάτινου περιβάλλοντος. Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτεταμένη βόσκηση βοοειδών λαμβάνει χώρα στην παραλίμνια ζώνη ή ακόμα και εντός των υγροτόπων στις ανατολικές αποικίες του ΑΡ που μελετήθηκαν, δηλαδή τη λίμνη Κερκίνη, τη λίμνη Μικρή Πρέσπα και τον ταμιευτήρα Κάρλας.



Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς θα ήθελαν να ευχαριστήσουν τον Δρα. Παναγιώτη Αζμάνη, κτηνίατρο ειδικό στη Ζωολογία (Πτηνολογία), ο οποίος συνέβαλε στη σύλληψη και τον σχεδιασμό της μελέτης. Ιδιαίτερες ευχαριστίες αρμόζουν στην κτηνίατρο Χριστιάνα Μαυρίδου που βοήθησε σημαντικά στη συλλογή των δειγμάτων, καθώς και στις Teresa Cardona-Cabrera και Sara Minayo που συμμετείχαν στην εργαστηριακή ανάλυση και παρείχαν τα γραφήματα και τις φωτογραφίες από το εργαστήριο. Επίσης, ευχαριστούμε την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία και τον Οργανισμό Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής για την συμβολή τους στο πεδίο, κατά τις δειγματοληψίες στις αποικίες πελεκάνων της χώρας. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν μετά από σχετικές άδειες ερευνών που χορηγήθηκαν στην Εταιρία Προστασίας Πρεσπών από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ/ΔΔΔ/74506/2354, 20-7-2022, ΥΠΕΝ/ΔΔΔ/123240/4001, 6-12-2022, ΥΠΕΝ/ΔΔΔ/9270/324, 28-1-2024).

Ομάδα εργασίας ΕΠΠ στο πεδίο:

Όλγα Αλεξάνδρου, Γιώργος Κατσαδωράκης, Μυρσίνη Μαλακού, Κυριακή Μπαϊρακταρίδου, Λάζαρος Νικολάου, Χάρης Νικολάου.

Προτεινόμενη βιβλιογραφική αναφορά:

Αλεξάνδρου, Ο., Κατσαδωράκης, Γ. & U. Höfle. 2025. Οικοεπιδημιολογία της γρίπης των πτηνών και άλλων νόσων στους αργυροπελεκάνους - Σύνοψη Έρευνας. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, Ελλάδα / SaBio Τμήμα Υγείας και Βιοτεχνολογίας, Ινστιτούτο Θηραμάτων και Έρευνας Άγριας Ζωής (UCLM-CSIC-JCCM), Ισπανία. σελ.36.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17670946>

Φωτογραφικό υλικό:

©Αρχείο ΕΠΠ / Γ. Κατσαδωράκης (σ.3, 22)

©Αρχείο ΕΠΠ (σ.8, σ.10-11)

©Αρχείο ΕΠΠ / Ο. Αλεξάνδρου (σ.16, 19)

©Αρχείο ΕΠΠ / Τ. Cardona-Cabrera (σ.17)

©Αρχείο ΕΠΠ / Λ. Νικολάου (σ.15)

©Αρχείο ΕΠΠ / Francisco Márquez/ The Living Med (σ.6, 20, 31, 33)

Envato Elements: License Code Z83FXD47G9 (Εξώφυλλο)

Γραφιστικός Σχεδιασμός:

Productive Land - www.p-l.gr

