

**Βιοποικιλότητα στο Εθνικό Πάρκο  
Δάσους Δαδιάς - Λευκίμης - Σουφλίου:  
Μαθήματα Διατήρησης για Προστατευόμενες Περιοχές**

Πρακτικά Συνεδρίου  
Δαδιά, 14-15 Νοεμβρίου 2015

Επιμέλεια Έκδοσης  
**Δημήτριος Ε. Μπακαλούδης**

# Τοξικές ενώσεις στα πουλιά στη Δαδιά και στο Νομό Έβρου

**Βασίλης Γκούτνερ**

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Ζωολογίας, Πανεπιστημιούπολη, 541 24 - Θεσσαλονίκη, E-mail:vgoutner@bio.auth.gr

## Περίληψη

Τοξικές ενώσεις όπως τα οργανοχλωρίδια και τα βαρέα μέταλλα απαντούν στους ζωικούς οργανισμούς επειδή βιοσυσσωρεύονται μέσα από τις τροφικές αλυσίδες. Έρευνες κατά τα τελευταία 15 χρόνια στην Ελλάδα που περιέλαβαν και την περιοχή του Νομού Έβρου έδειξαν την παρουσία πολυχλωριωμένων διφαινυλίων (PCBs) και οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων (OCs) καθώς και ορισμένων βαρέων μετάλλων (Cd, Pb, Hg) σε αβγά και ιστούς άγριων πουλιών όπως οι γύπες (Δαδιά) και ορισμένα υδρόβια και παρυδάτια (Δέλτα Έβρου). Οι συγκεντρώσεις αυτών των ενώσεων στους μαυρόγυπες και όρνια βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις πολύ χαμηλές και ήταν μεγαλύτερες σε ενήλικα ή σχεδόν ενήλικα άτομα παρά σε νεοσσούς. Τα PCBs και OCs από αβγά πουλιών υδρόβιων προερχόμενα από το Δέλτα του Έβρου είχαν μέσες τιμές μικρότερες των 500 ng/g(ppb) αλλά οι ανώτατες τιμές σε μερικές περιπτώσεις υπερβίαιναν τα 5000 ng/g. Οι μέσες τιμές Hg σε φτερά μαυροκέφαλων γλάρων και πελαργών ήταν μικρότερες των 1.500 ng/g. Όλες οι προαναφερθείσες τοξικές ενώσεις βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις που δεν έχουν άμεσες επιπτώσεις στη βιωσιμότητα των πληθυσμών των πουλιών αυτών. Το ήπαρ κορμοράνων που διαχειμάζουν στο Δέλτα περιείχε μέτριες συγκεντρώσεις PCBs και OCs και πολύ υψηλές Hg αλλά η πρόλευσή τους ήταν εκτός Ελλάδας.

## Εισαγωγή

Με την ανάπτυξη της χημείας και φυσικοχημείας και εφαρμογές τους σε όλους τους τομείς αλλά και εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, πολυάριθμες χημικές ενώσεις οι οποίες δεν απαντούν στη φύση βρήκαν το δρόμο στους μέσα στις τροφικές αλυσίδες. Τα πουλιά και ιδιαίτερα ομάδες όπως τα αρπακτικά, τα υγρόβια και τα υδροβατικά, τα οποία συνήθως αποτελούν κορυφαίους κρίκους των τροφικών πυραμίδων, συγκεντρώνουν στα αβγά και τους ιστούς του σώματός τους πολλές από αυτές τις ενώσεις σε ποσότητες που μπορεί να απειλήσουν την επιβίωσή τους. Αυτό έγινε γνωστό ιδιαίτερα κατά τις δεκαετίες 1960 και 1970 με αποτέλεσμα η χρήση πολλών από αυτά, όπως π.χ. του DDT, να απαγορευτεί. Μεταξύ αυτών των ενώσεων πολλή σχετική έρευνα έχει γίνει γύρω από τα πολυχλωριωμένα διφαινυλίου (παρακάτω θα αναφέρονται ως PCBs) και τα οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα (OCs). Αυτές οι ενώσεις παραμένουν για δεκαετίες στο περιβάλλον και ανιχνεύονται σε πολλούς οργανισμούς και στον άνθρωπο (Tanabe *et al.* 1987). Στην Ελλάδα, κατά τις πρόσφατες δεκαετίες έχουν γίνει εκτεταμένες έρευνες και οι τοξικές αυτές ενώσεις έχουν βρεθεί σε όλα τα είδη των πουλιών τα οποία μελετήθηκαν. Επίσης, άλλες τοξικές ουσίες όπως ο υδράργυρος (Hg) και ορισμένα ακόμη βαρέα μέταλλα όπως το κάδμιο (Cd) και ο μόλυβδος (Pb) έχουν ανιχνευτεί σε μερικά είδη. Τέτοιες μελέτες περιέλαβαν είδη των οποίων η επιβίωση απειλείται λιγότερο ή περισσότερο σε σημαντικές για την ορνιθοπανίδα περιοχές όπως η Δαδιά και το Δέλτα του Έβρου.

Σκοπός της ανακοίνωσης αυτή είναι να συνοψίσει μελέτες που αφορούν τοξικές ενώσεις και βρέθηκαν σε πουλιά στο νομό Έβρου και τις πιθανές τους επιπτώσεις.

## Μέθοδοι και υλικά

Για την ανίχνευση PCBs και OCs χρησιμοποιήθηκαν κυρίως αβγά άγριων πουλιών ενώ και σε μία περίπτωση ήπαρ και σε άλλη αίμα (Πίν. 1). Οι συγκεντρώσεις οκτώ PCBs (IUPAC 8, 20, 28, 52, 101, 118, 138 and 180) and 13 οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων (α-HCH, β-HCH, Lindane, Heptachlor, Heptachlorepoxyde, Aldrin, Dieldrin, Endrin, 2,4'-DDT, 2,4'-DDD, 4,4'-DDT 4,4'-DDD και 4,4'-DDE) μετρήθηκαν στα δείγματα. Στην έρευνα με υλικό το ήπαρ των κορμοράνων μετρήθηκαν 62 PCBs. Οι ενώσεις αυτές είναι λιπόφιλες και βιοσυσσωρεύονται και βιομεγνύονται στο σώμα των πουλιών μέσα από την τροφική αλυσίδα (Sakeladides et al. 2006). Ο υδράργυρος αποβάλλεται από το σώμα των πουλιών και συνδέεται στα φτερά με μορφή οργανικού Hg (μεθυλική ένωση). Για την ανίχνευση υδραργύρου (Hg) χρησιμοποιήθηκαν φερά νεοσσών πουλιών, σε μία μελέτη ήπαρ και σε μία άλλη για ανίχνευση καδμίου (Cd) και μολύβδου (Pb) αβγά πουλιών. Τα υλικά αυτά προήλθαν από εκτεταταμένη έρευνα στη φύση και συλλέχθηκαν με διεθνείς προδιαγραφές οι οποίες προβλέπουν την προστασία των ειδών που μελετήθηκαν.

Είδη στα οποία διερευνήθηκαν οι τοξικές ενώσεις είναι ο μαυρόγυπα (Aegyptus monachus) και το όρνιο (Gyps fulvus) (Δαδιά), ο κορμοράνος (Phalacrocorax carbo) η αβοκέτα (Recurvirostra avosetta) ο ασπρόγλαρος (Larus michahellis), ο μαυροκέφαλος γλάρος (Larus melanocephalus) (Δέλτα Έβρου) και ο πελαργός (Ciconia ciconia) (σε νεοσσούς στο χωριό Πόρος). Οι διαδικασίες απόσπασης των τοξικών ενώσεων περιέλαβε περίπλοκες φυσικοχημικές διαδικασίες και η ταυτοποίηση των χημικών ενώσεων χρήση ειδικών φασματοφωτόμετρων. Οι μεθοδολογίες παρουσιάζονται εκτενώς στις δημοσιευμένες σχετικές μελέτες που δίνονται στη βιβλιογραφία (π.χ. Konstantinou et al. 2000, Goutner et al. 2011b). Η ανίχνευση των προαναφερθέντων τοξικών ενώσεων έγινε σε εξειδικευμένα εργαστήρια: στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, στο Institute of Biodiversity, Animal Health and Comparative Medicine του Πανεπιστημίου της Γλασκώβης και στο Institute of Avian Research in the ICBM-Terramare στο Wilhelmshaven της Γερμανίας.

## Αποτελέσματα – Συζήτηση

### Τοξικές ενώσεις στους γύπες στη Δαδιά

Οι συγκεντρώσεις των PCBs και OCs στο αίμα των γυπών στη Δαδιά ήταν πολύ χαμηλές (Πίν. 1) και υψηλότερες στα όρνια απ' ό,τι σε μαυρόγυπες. Οι συγκεντρώσεις αυτές αντικατοπτρίζουν εκείνες στην τροφή των πουλιών σε φάση χρονικά κοντική με εκείνη των δειγματοληψιών. Οι συγκεντρώσεις των PCBs και DDE ήταν συγκρίσιμες με εκείνες σε πληθυσμούς γυπών της Ισπανίας ενώ των DDT χαμηλότερες στη Δαδιά (Gómarra et al. 2004) αλλά γενικά οι συγκεντρώσεις των περισσότερων τοξικών ενώσεων ήταν χαμηλότερες από εκείνες σε γύπες σε άλλα μέρη του κόσμου (Goutner et al. 2011a). Σε ορισμένα PCB βρέθηκε στατιστικά σημαντική σχέση με την ηλικία των γυπών: στα PCB 28, 52 και 118 η διαφορά εντοπίστηκε μεταξύ νεοσσών και ενήλικων ενώ στο PCB 101 μεταξύ νεοσσών και ανώριμων ατόμων (Σχ. 1). Για τα άλλα PCBs δεν εντοπίστηκε σαφής διαφορά σε σχέση με την ηλικία κάτι που μπορεί να οφείλεται και στα μικρά δείγματα που αναλύθηκαν. Παρόμοιες ηλικιακές διαφορές που αφορούν συγκεντρώσεις μερικών φυτοφαρμάκων και έχουν βρεθεί στο μαυρόγυπα (Heptachlor, p,p'-DDD, p,p'-DDE) και στο όρνιο (β-HCH, Heptachlorepoxyde, p,p'-DDT, lindane, dieldrin), δεν είναι πολύ σαφείς μεταξύ των ηλικιακών κλάσεων πιθανώς εξαιτίας της διάλυσης των τοξικών στη μόλυνση του σώματος που αυξάνει ηλικιακά.

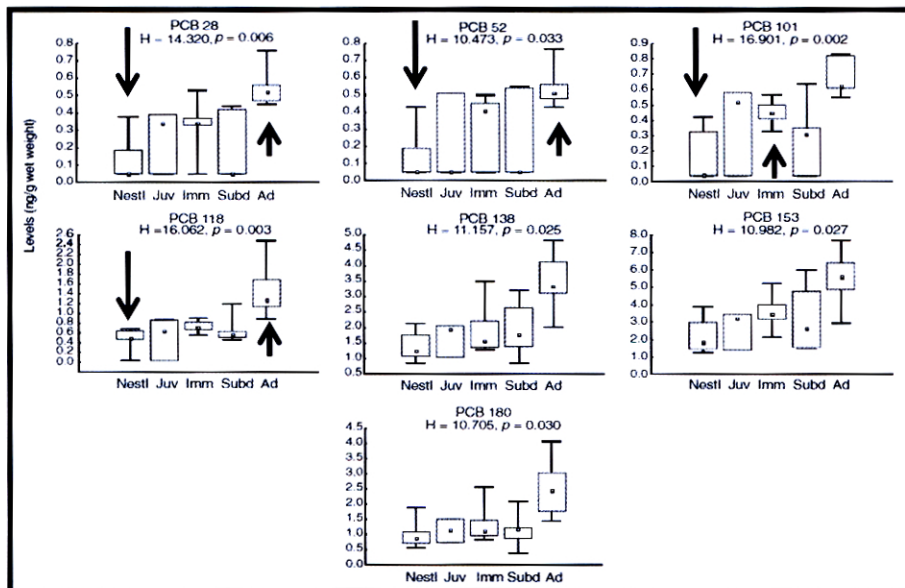
**Πίνακας 1.** Συγκεντρώσεις τοξικών ενώσεων που ανιχνεύθηκαν σε ιατούς και αβγά άγριων πουλιών στο Νομό Έβρου (σε ng/g  $\epsilon\pi\tau\iota$  υγρού βάρους δείγματος, με εξαίρεση στον πελαργό, όπου δίνονται  $\epsilon\pi\tau\iota$  ξηρού βάρους δείγματος)

| ΔΑΔΙΑ<br>(αίμα)              | ΜΑΥΡΟΥΓΥΠΙΑΣ <sup>α</sup>     |         | ΟΡΝΙΟ <sup>α</sup>                        |         |                            |       |                                  |       |
|------------------------------|-------------------------------|---------|---|---------|----------------------------|-------|----------------------------------|-------|
|                              | Μέσος όρος                    | Max n   | Μέσος όρος                                | Max n   |                            |       |                                  |       |
| ΣPCBs (8 PCBs)               | 9                             | 21 30   | 11  | 20 15   |                            |       |                                  |       |
| ΣOcs (16 φωτοφάρμακα)        | 1.5                           | 28 30   | 20  | 45 15   |                            |       |                                  |       |
| <b>ΔΕΛΤΑ ΕΒΡΟΥ</b><br>(ήπαρ) | <b>ΚΟΡΜΟΡΑΝΟΣ<sup>β</sup></b> |         | <b>ΜΑΥΡΟΣ ΕΦΑΛΛΟΣ Γ'ΛΑΡΟΣ<sup>δ</sup></b> |         |                            |       |                                  |       |
|                              | Μέσος όρος                    | Max n   | Μέσος όρος                                | Max n   |                            |       |                                  |       |
| ΣPCBs (62 PCBs)              | 1019                          | 1577 28 | 57  | 152 15  |                            |       |                                  |       |
| ΣDDTs                        | 4573                          | 6010 28 | 416                                       | 5016 15 |                            |       |                                  |       |
| ΣDDTs/ΣPCBs <sup>*</sup>     | 2.9                           |         | 8   | 33      |                            |       |                                  |       |
| (αβγά)                       | <b>ΚΟΡΜΟΡΑΝΟΣ<sup>γ</sup></b> |         | <b>ΜΑΥΡΟΣ ΕΦΑΛΛΟΣ Γ'ΛΑΡΟΣ<sup>δ</sup></b> |         | <b>ΑΒΟΚΕΤΑ<sup>ε</sup></b> |       | <b>ΑΣΗΜΟΓΓΑΛΑΡΟΣ<sup>ε</sup></b> |       |
|                              | Μέσος όρος                    | Max n   | Μέσος όρος                                | Max n   | Μέσος όρος                 | Max n | Μέσος όρος                       | Max n |
| ΣPCBs (8PCBs)                | 16                            | 109 38  | 26  | 54      | 41                         | 74    | 7                                |       |
| ΣOcs (16 φωτοφάρμακα)        | 207                           | 3813 38 | 416                                       | 2376    | 323                        | 1086  | 7                                |       |
| ΣOcs/ΣPCBs <sup>δ</sup>      | 12.75                         | 34.98   | 16  | 44      | 7.87                       | 14.68 |                                  |       |
| (αβγά)                       | <b>ΠΕΛΑΡΓΟΣ<sup>ζ</sup></b>   |         | <b>ΜΑΥΡΟΣ ΕΦΑΛΛΟΣ Γ'ΛΑΡΟΣ<sup>η</sup></b> |         | <b>ΑΒΟΚΕΤΑ<sup>θ</sup></b> |       | <b>ΑΣΗΜΟΓΓΑΛΑΡΟΣ<sup>θ</sup></b> |       |
|                              | Μέσος όρος                    | Max n   | Μέσος όρος                                | Max n   | Μέσος όρος                 | Max n | Μέσος όρος                       | Max n |
| Cd <sup>δ</sup>              | 3                             | 6 38    | 3   | 5 15    | 6                          | 9     | 5                                | 8 7   |
| Pb <sup>δ</sup>              | 8                             | 22 38   | 20  | 100 15  | 70                         | 372   | 68                               | 177 7 |
| (ορετά)                      | <b>ΠΕΛΑΡΓΟΣ<sup>ζ</sup></b>   |         | <b>ΜΑΥΡΟΣ ΕΦΑΛΛΟΣ Γ'ΛΑΡΟΣ<sup>η</sup></b> |         | <b>ΑΒΟΚΕΤΑ<sup>θ</sup></b> |       | <b>ΑΣΗΜΟΓΓΑΛΑΡΟΣ<sup>θ</sup></b> |       |
|                              | Μέσος όρος                    | Max n   | Μέσος όρος                                | Max n   | Μέσος όρος                 | Max n | Μέσος όρος                       | Max n |
| Hg                           | 1487                          | 1957 47 | 1264                                      | 2845 73 |                            |       |                                  |       |

α: Goumer *et al.*, 2011a, β: Goumer *et al.*, 2011b, γ: Konstantinou *et al.*, 2000, δ: Goumer *et al.*, 2005, ε: Albanis *et al.*, 2003, ζ: Goumer *et al.*, 2011c, Πόρος Έβρου  
 λ.: Goumer *et al.*, 2001, μ: Goumer *et al.*, 2013, κ: Ο λόγος αυτός όταν είναι > 1 δηλώνει αγροχημική ρύπανση, ξ: μέγιστα τριετείς μελέτης

## Τοξικές ενώσεις σε πουλιά του Δέλτα του Έβρου

Αντίστοιχα δεδομένα για τα PCBs και OCs από αβγά πουλιών υδρόβιων προερχόμενα από το Δέλτα του Έβρου δείχνουν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, με μέσες τιμές που είναι μικρότερες των 500 ng/g παρόλο που μερικές ανώτατες τιμές που βρέθηκαν υπερβαίνουν τα 5000 ng/g (Πίν. 1). Οι υψηλότερες τιμές βρέθηκαν μάλλον απρόσμενα στο μαυροκέφαλο γλάρο και οι χαμηλότερες στον κορμοράνο παρόλο που το δεύτερο είδος τείνει να συσσωρεύει τις ενλόγω τοξικές ενώσεις επειδή δεν έχει ενζυμικό σύστημα για την αποικοδόμησή τους.



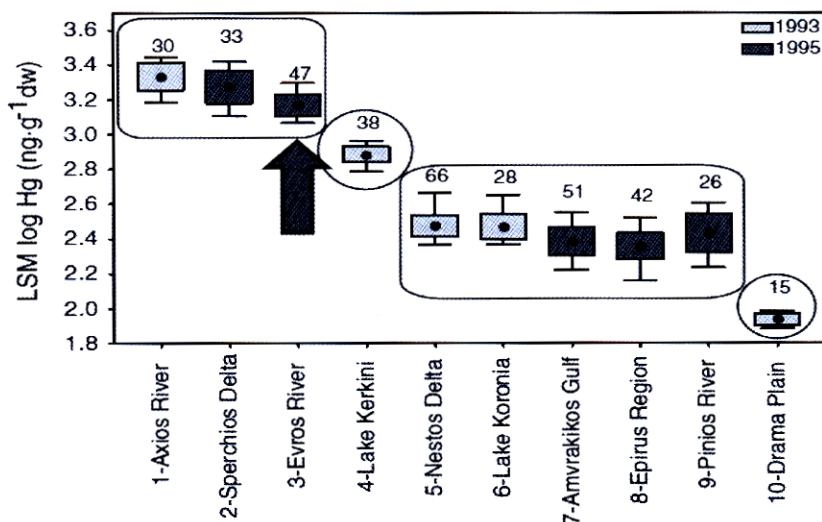
**Σχήμα 1.** Συγκεντρώσεις PCBs στο αίμα μαυρογόπων στη Δαδιά (ng/g επί υγρού βάρους) σε σχέση με την ηλικία των πουλιών (Nestl: νεοσσός, Juv: νεαρό, Imm: ανώριμο, Subd: όχι ακόμη ενήλικο, Ad: ενήλικο (από Goutner et al. 2011a). Τα βέλη δείχνουν σε ποιές ηλικίες εντοπίζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Μάλιστα, σε σχετικές έρευνες που έγιναν στη λίμνη Κερκίνη, βρέθηκε ότι μεταξύ διαφορετικών ειδών υδρόβιων πουλιών που φωλιάζουν εκεί, ο κορμοράνος ήταν ο καλύτερος βιοδείκτης και για τις δύο ομάδες τοξικών ενώσεων επειδή παρουσίαζε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις και τη μεγαλύτερη σχετική βιοσυσσώρευση για τις περισσότερες από τις ενώσεις αυτές (Αντονιαδου et al. 2007, Goutner et al. 2012). Η αναζήτηση ειδών τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για βιοπαρακολούθηση είναι σημαντικό θέμα αλλά για την περιοχή του Έβρου είδη όπως ο κορμοράνος και ο ασμόγλαρος δεν φαίνεται να αποτελούν κατάλληλους βιοδείκτες των οργανοχλωριδίων (Albanis et al. 2003) μάλλον επειδή οι διατροφικές τους συνθήκες δεν αποτελούν σημαντικούς δρόμους βιοσυσσώρευσης των ρυπαντών αυτών.

Στην περίπτωση της διερεύνησης τοξικών σε ήπαρ κορμοράνων, βρέθηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις PCBs και μέτριες OCs (Πίν. 1). Πάντως η περιεκτικότητα τοξικών ενώσεων στο ήπαρ κορμοράνων αντικατοπτρίζει κυρίως βιοσυσσώρευση σε περιοχές εκτός Ελλάδας από όπου προήλθαν (Goutner et al. 2011b) συνεπώς το ήπαρ διαχειμαζόντων κορμοράνων δεν είναι χρήσιμο ως βιοδείκτης Hg στο περιβάλλον των ελληνικών υγροτόπων.

## Βαρέα μέταλλα

Αναλύσεις αβγών σε ορισμένα υδρόβια πουλιά έδειξε πολύ χαμηλά ποσά Cd και Pb (Πίν. 1) και στην περίπτωση αυτή φαίνεται πως τα αβγά των ειδών αυτών δεν είναι κατάλληλοι βιοδείκτες για τον έλεγχο του περιβάλλοντος για τα δύο αυτά μέταλλα. Σε ότι αφορά στον Hg, οι συγκεντρώσεις στα φτερά των νεοσσών πελαργών από τον Πόρο ήταν χαμηλές και δεν ξεπερνούσαν τα 2000 ng/g. Σημειώτερον όμως ότι τα πουλιά από τον Έβρο μαζί με τον Σπερχειό και τον Αξιό είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις (Σχ. 2) γεγονός που τουλάχιστον για τον Έβρο και Αξιό αποδίδεται σε διασυστορική ρύπανση. Τα φτερά των πελαργών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες της γεωγραφικής ποικιλότητας στη ρύπανση από Hg (Goutner & Furness 1998, Goutner et al. 2011b). Στο Δέλτα, ενώ οι συγκεντρώσεις Hg ήταν υψηλές στο ήπαρ των διαχειμαζόντων κορμοράνων (μέσος όρος 7.370ng/γενί ξηρού βάρους και μέγιστο 11.279 ng/g) ενώ σχετικά χαμηλές σε φτερά μαυροκέφαλων γλάρων (Πίν. 1).



**Σχήμα 2.** Συγκεντρώσεις υδραργύρου (Hg, ng/γενίξηρού βάρους) σε φτερά νεοσσών πελαργών από διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Ο Έβρος (δείχνεται με βέλος) βρίσκεται στην ομάδα με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις (από Goutner et al. 2011c).

## Συμπεράσματα

Η ανάλυση βιολογικού υλικού προερχόμενου από πουλιά του Νομού Έβρου έδειξε χαμηλές συγκεντρώσεις τοξικών ενώσεων όπως τα οργανοχλωρίδια (PCBs, OCs) και ορισμένα βαρέα μέταλλα (Hg, Cd, Pb). Με βάση τις διεθνείς προδιαγραφές αυτές οι συγκεντρώσεις είναι χαμηλές για να απειλήσουν άμεσα την επιβίωση των ειδών αυτών. Παρόλ' αυτά, όλες οι σχετικές μελέτες επιβεβαίωσαν το γεγονός ότι αρκετές δεκαετίες μετά την απαγόρευση της χρήσης τους πολλές επικίνδυνες χημικές ουσίες απαντώνται ακόμη στο περιβάλλον και συνεπώς περνούν και στον άνθρωπο μέσα από την τροφή του ιδιαίτερα εκείνες που είναι πλουσιότερες σε λίπος. Το γεγονός αυτό κάνει αναγκαία την συστηματική παρακολούθηση τέτοιων επιλεγμένων ενώσεων με χρήση κατάλληλου βιοδείκτη. Αυτός ο δείκτης δεν έχει βρεθεί ακόμη για την περιοχή του Έβρου.

## Βιβλιογραφία

- Albanis, T.A., Goutner, V., Konstantinou, I.K. & Frigis, K. (2003) Organochlorine contaminants in eggs of the yellow-legged gull (*Larus cachinnans michahellis*) in the north eastern Mediterranean: is this gull a suitable biomonitor for the region? *Environmental Pollution*, **126**, 245–255.
- Antoniadou, V., Konstantinou, I. K., Goutner, V., Sakellarides, T.M., Albanis, T.A. & Bintoudi, E. (2007) PCB levels and accumulation patterns in waterbird eggs and in their prey at Lake Kerkini, a north-eastern Mediterranean wetland of international importance. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **53**, 249–260.
- Gómar, B., Ramos, L., Gangoso, L., Donázar, J.A., & González, M.J. (2004) Levels of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in serum samples of Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) from Spain. *Chemosphere*, **55**, 577–583.
- Goutner, V., Papagiannis, I. & Kalfakakou, V. (2001) Lead and cadmium in eggs of colonially nesting waterbirds of different position in the food chain of Greek wetlands of international importance. *The Science of the Total Environment*, **267**, 169–176.
- Goutner, V., Albanis, T. & Konstantinou, I. (2005) PCBs and organochlorine pesticide residues in eggs of threatened colonial charadriiform species (Aves, Charadriiformes) from wetlands of international importance in northeastern Greece. *Belgian Journal of Zoology*, **135**, 157–163.
- Goutner, V., Skartsi, T., Konstantinou, I.K., Sakellarides, T.M. & Albanis, T.A. Vasilakis, D., Elorriaga, J. & Poirazidis, K. (2011a) Organochlorine residues in blood of cinereous vultures and Eurasian griffon vultures in a northeastern Mediterranean area of nature conservation. *Environmental Monitoring and Assessment*, **183**, 259–271.
- Goutner, V., Becker, P.H., & Liordos, V. (2011b) Organochlorines and mercury in livers of great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) wintering in northeastern Mediterranean wetlands in relation to area, bird age, and gender. *Science of the Total Environment*, **409**, 710–718.
- Goutner, V., Becker, P.H., Liordos, V & Tsachalidis, E.P. (2011c) Mercury in white stork (*Ciconia ciconia*) chick feathers from northeastern Mediterranean areas in relation to age, brood size, and hatching order. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **61**, 327–336.
- Goutner, V., Frigis, K., Konstantinou, I.K., Sakellarides, T.M. & Albanis, T.A. (2012) Organochlorine pesticide residue concentrations and accumulation patterns in waterbirds and in their prey at Lake Kerkini, a Ramsar wetland, Greece. *Journal of Biological Research*, **17**, 154–168.
- Goutner, V., Becker, P.H. & Liordos, V. (2013) Low mercury contamination in Mediterranean gull *Larus melanocephalus* chicks in Greece. *Chemistry and Ecology*, **29**, 1–10.
- Konstantinou, I.K., Goutner, V. & Albanis, T.A. (2000) The incidence of polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in the eggs of the cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*): an evaluation of the situation in four Greek wetlands of international importance. *The Science of the Total Environment*, **257**, 61–79.
- Sakellarides, T.M., Konstantinou, I.K., Hela, D.G, Lambropoulou, D., Dimou, A. & Albanis, T.A. (2006) Accumulation profiles of persistent organochlorines in liver and fat tissues of various waterbird species from Greece. *Chemosphere*, **63**, 1392–1409.
- Tanabe S., Kannan, N., Subramanian, A., Watanabe, S. & Tatsukawa, R. (1987) Highly toxic coplanar PCBs: occurrence, source, persistency and toxic implications to wildlife and humans. *Environmental Pollution*, **47**, 147–163.