

## Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 53, No 3 (2002)



### Population dynamics of bee colonies located in airborne contaminated regions

V. LIAKOS (Β. ΛΙΑΚΟΣ), Z. POLIZOPOULOU (Ζ. ΠΟΛΥΖΟΠΟΥΛΟΥ), N. ROUBIES (Ν. ΡΟΥΜΠΙΕΣ)

doi: [10.12681/jhvms.15376](https://doi.org/10.12681/jhvms.15376)

Copyright © 2018, V LIAKOS, Z POLIZOPOULOU, N ROUBIES



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

### To cite this article:

LIAKOS (Β. ΛΙΑΚΟΣ) V., POLIZOPOULOU (Ζ. ΠΟΛΥΖΟΠΟΥΛΟΥ) Z., & ROUBIES (Ν. ΡΟΥΜΠΙΕΣ) N. (2018). Population dynamics of bee colonies located in airborne contaminated regions. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 53(3), 219–227. <https://doi.org/10.12681/jhvms.15376>

## Δυναμική του πληθυσμού σε μελίσσια εγκατεστημένα σε περιοχές με αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση

Β. Λιάκος<sup>1</sup>, Ζ. Πολυζοπούλου<sup>2</sup>, Ν. Ρουμπιές<sup>2</sup>

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ.** Ερευνήθηκαν οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ιδιαίτερα του μολύβδου (Pb) στη ζωή των μελισσιών. Δεν διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά στη δυναμική του πληθυσμού, την έκταση του γόνου και στις προμήθειες, μεταξύ μελισσιών που ήταν εγκατεστημένα στο κέντρο αστικής περιοχής με αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση και σε αγροτική περιοχή με μικρή κατά τεκμήριο ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι τιμές των αερίων ρύπων στο κέντρο της πόλης ήταν υψηλές, αλλά χαμηλότερες από τα ανώτατα επιτρεπτά όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι τιμές μολύβδου που μετρήθηκαν στους ιστούς των μελισσιών, στο μέλι και τη γύρη, διέφεραν σημαντικά μεταξύ των μελισσιών των διαφορετικών ομάδων και ήταν ευθέως ανάλογες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν επίσης, στη συγκέντρωση του μολύβδου στους ιστούς των μελισσιών μεταξύ των συλλεκτριών των οικιακών μελισσιών και του γόνου του ίδιου μελισσιού. Στην αστική περιοχή η περιεκτικότητα των ιστών των μελισσιών σε μολύβδο ήταν στις προνύμφες 6ης ημέρας 4,05 mg/1kg στις νεοεκκολαπτόμενες μέλισσες 5,9 στις παραμάνες 8,8 και στις μέλισσες του μελιτοθαλάμου 6,8. Σε μελίσσια μάρτυρες που ήταν εγκατεστημένα σε αγροτική περιοχή με περιορισμένη ατμοσφαιρική ρύπανση ήταν στις προνύμφες 6ης ημέρας 1 ppm, στις νεοεκκολαπτόμενες μέλισσες 1,9, στις παραμάνες 1,9 και στις μέλισσες του μελιτοθαλάμου 0,7.

**Λέξεις ευρετηρίασης:** Ατμοσφαιρική ρύπανση, Μόλυβδος (Pb), Μέλισσες, Δυναμική πληθυσμού.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα χημικά κατάλοιπα των βιομηχανιών και ιδιαίτερα αυτών της καύσης των αυτοκινήτων έχουν αυξήσει σημαντικά τα τελευταία χρόνια την παρουσία ρύπων στον ατμοσφαιρικό αέρα των μεγαλουπόλεων, γύρω από δρόμους ταχείας κυκλοφορίας, αλλά και στον ευρύτερο χώρο των πυκνοκατοικημένων βιομηχανικών πόλεων. Αέρια όπως CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> αλλά και βαρέα μέταλλα όπως ο μολύβδος (Pb) συγκεντρώνονται κάτω από ορισμένες συν-

## Population dynamics of bee colonies located in airborne contaminated regions

Liakos V<sup>1</sup>, Polyzoopoulou Z<sup>2</sup>, Roumpies N<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** Effects of airborne contaminating (polluting) agents particularly Pb, on the population dynamics and brood rearing of bee colonies, were investigated. No significant differences were noted in the population dynamics and foraging habits of bees, between bee colonies located in urban areas with high levels of environmental pollutants and those situated in rural unburdened areas. Aerial pollutants at the City center had high values, but they were lower than the upper accepted limits of the European Union. The lead (Pb) content of bee tissues, honey and pollen were found to be proportional to the location of the bee colonies, with significantly higher values recorded in urban areas. The same significant differences were noted in the Pb tissue content among foragers, domesticated bees, and larvae within the same colony. In urban areas the Pb tissue content was 4,05 ppm in 6-day old larvae, 5,90 in newly emerged bees, 8,80 in nurse bees and 6,80 in worker bees. On the contrary, the comparing values in rural areas were 1 ppm in 6-day old larvae, 1,90 in newly emerged bees, 1,90 in nurse bees and 0,70 in worker bees.

**Key words:** Environmental pollution, Lead (Pb), Honey bees, Population dynamics.

### INTRODUCTION

Industrial by-products especially those produced by combustion engines, have significantly increased the air content of pollutants in areas close to metropolitan centers, and heavily trafficked highways. When conditions are favorable, noxious gases like CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> as well as heavy metals as lead (Pb) accumulate in toxic or even life-threatening levels (Harrison 1990; Boubel et al. 1994).

<sup>1</sup> Εργαστήριο Μελισσοκομίας - Μελισσοπαθολογίας

<sup>2</sup> Εργαστήριο Κλινικής Διαγνωστικής και Προπαιδευτικής Παθολογίας Τμήμα Κτηνιατρικής Α.Π.Θ.

<sup>1</sup> Laboratory of Apiculture and Bee Diseases.

<sup>2</sup> Laboratory of Clinical Diagnosis and Clinical Pathology Faculty of Veterinary Medicine Aristotle University of Thessaloniki

θήκες σε επίπεδα που προκαλούν νοσηρές καταστάσεις σε ανθρώπους και ζώα και κάτω από εξαιρετικές συνθήκες ακόμη και το θάνατο κατοίκων μεγαλουπόλεων (Harrison 1990; Boubel και συν.1994).

Η παρουσία μελισσιών στις παρυφές μεγαλουπόλεων ή μέσα σ' αυτές καθώς και στις παρυφές δρόμων μεγάλης κυκλοφορίας, είναι πολύ συχνή στην Ελλάδα. Η πολύωρη καθημερινή απευθείας έκθεση των συλλεκτριών μελισσών στην επιβαρημένη με ρύπους ατμόσφαιρα των μεγαλουπόλεων και η αυξημένη παρουσία μολύβδου στη διατροφική αλυσίδα της μέλισσας (Pratt and Sicorski 1982; Liakos και συν. 2002). εξ αιτίας της έκθεσης των λουλουδιών στη ρυπασμένη με μόλυβδο ατμόσφαιρα, δημιουργούν πιθανούς κινδύνους στη ζωή του μελισσιού. Η βιβλιογραφία η σχετική με τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη βιολογία του μελισσιού είναι πολύ φτωχή (Bromenshenk και συν. 1991· Leita και συν. 1996) .

Με στόχο τη διερεύνηση των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των μεγαλουπόλεων και ιδιαίτερα του μολύβδου στη ζωή των μελισσών και του μελισσιού, ερευνήθηκε η δυναμική του πληθυσμού, σε ομάδες μελισσιών που εγκαταστάθηκαν σε περιοχές με διαφορετικό επίπεδο ατμοσφαιρικής ρύπανσης, καθώς και η παρουσία μολύβδου στις μέλισσες και στα προϊόντα της κυψέλης.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### I. Εξέλιξη του πληθυσμού και της έκτασης του σφραγισμένου γόνου σε ομάδες μελισσιών εγκαταστημένες σε περιοχές με διαφορετικό επίπεδο ρύπανσης.

Στις 2-4-1992 σχηματίστηκαν 10 ομοιόμορφες κατά το δυνατό παραφυάδες των πέντε πλαισίων, στις οποίες δόθηκε νεαρή συζευγμένη βασίλισσα φυλής *Apis mellifera macedonica*, Ruttner. Μετά από δεκαπέντε ημέρες, οι παραφυάδες ελέγχθηκαν ως προς τη δυναμικότητα του πληθυσμού και την έκταση του γόνου και χωρίστηκαν σε δύο ομάδες Α και Β των πέντε μελισσιών, κατά το δυνατό ομοιόμορφες. Τα μελίσσια της ομάδας Α εγκαταστάθηκαν στο χώρο των κλινικών της Κτηνιατρικής Σχολής σε απόσταση 500 μέτρων από την πλατεία Δημοκρατίας, όπου βρίσκεται εγκατεστημένος σταθμός ελέγχου αέριας ρύπανσης. Ο χώρος εγκατάστασης του σταθμού δεν ανταποκρίνεται απόλυτα μ' αυτόν που ήταν εγκατεστημένα τα μελίσσια, ανταποκρίνεται όμως απόλυτα στο χώρο συλλογής τροφών των μελισσών.

Τα μελίσσια της ομάδας Β, που χρησίμευσαν ως μαρτυρες, εγκαταστάθηκαν σε αγροτική περιοχή του όρους Χορτιάτης σε υψόμετρο 800 μ και σε απόσταση 25 περίπου χιλιομέτρων από το κέντρο της Θεσσαλονίκης. Η περιοχή είναι απόλυτα απαλλαγμένη από βιομηχανίες και κατοικίες και η διέλευση τροχοφόρων ελάχιστη. Η ατμοσφαιρική ρύπανση κατά τεκμήριο είναι πολύ μικρή

Από τις 15 - 4 - 1992 μέχρι τις 15 - 9 -1992, κατά διαστήματα 30 ημερών υπολογιζόταν ο πληθυσμός των ενήλικων μελισσών και μετρούνταν η έκταση του γόνου των μελισσιών. Ο πληθυσμός των μελισσών, υπολογιζόταν με

In Greece, keeping bee colonies at the outskirts of large cities, or busy highways is a common practice. Thus, continuous daily exposure of foraging bees to polluted air combined with the increased Pb intake due to the airborne contamination of flowers endanger the overall health status of bee colonies (Pratt and Sicorski 1982; Liakos et al. 2002). Surprisingly, very few references concerning the effects of atmospheric pollution in bees can be retrieved from the literature (Bromenshenk et al. 1991; Leita et al. 1996) .

The aim of this study was to investigate the effects of airborne contaminating agents particularly Pb, on bees life and population dynamics in bee colonies located in areas with variable atmospheric pollution did this. The Pb content of bees and hive products was also determined.

## MATERIAL AND METHODS

### I. Evaluation of the adult bee population and sealed brood area of bee colonies located in areas with varying airborne Pb pollution.

On April 2nd 1992 ten nuclei, similar in terms of adult bee population strength, brood area and food stores were prepared. All nuclei were provided with young queens belonging to *Apis mellifera macedonica* race. After 15 days nuclei were evaluated in terms of adult bee population strength and brood area. Subsequently were divided in 2 more or less uniform groups, A and B, each consisting of 5 nuclei.

Group A bee colonies were located at the Veterinary Faculty campus, which lies 500 m from an official air pollution control unit. Group B colonies, served as negative controls, were situated in a rural area of the mount Hortiatias at 800 m altitude and at a distance of 25 Km from the city center. This region is totally free from industrial activities and with a very low vehicle load.

Adult bee population and brood area were determined from 15-4-1992 to 15-9-1992 in monthly intervals. The former was evaluated by measuring the area covered by adult bees on the frames. It is estimated that each side of an 8 dm<sup>2</sup> frame totally covered by bees, has approximately a 1500 bee count. In frames partially covered by bees the extent of covered area was calculated using a transparent film of Plexiglas sized at 26x45 cm and scored at 0.25 dm<sup>2</sup> subunits.

Brood area was determined using a similar piece of Plexiglas scored at 16 cm<sup>2</sup> subunits. Each subunit includes approximately 64 cells of worker brood.

The film was spread over brood bearing frames and the area covered by it was calculated and recorded.

An overall evaluation of the colonies adequacy or inadequacy in supplies, such as honey and pollen was also done.

Every time there was an increase in recorded airborne pollutants, a thorough inspection of the colonies was done in order to detect evidences of disease or increased

βάση την έκταση που καταλαμβάνουν οι μέλισσες επάνω στα πλαίσια. Σε κάθε πλευρά πλαισίου έκτασης 8 dm<sup>2</sup>, που καλύπτεται απόλυτα από μέλισσες υπολογίζεται ότι υπάρχουν περίπου 1100 μέλισσες. Στα πλαίσια που δεν καλύπτονταν εξ ολοκλήρου από μέλισσες υπολογιζόταν η έκταση της καλυμμένης κηρήθρας με τη βοήθεια διάφανης ζελατίνας που έφερε υποδιαιρέσεις των 0,25 dm<sup>2</sup>.

Η έκταση του γόνου μετρούνταν με τη βοήθεια φύλλου διάφανης ζελατίνας διαστάσεων 26x45 cm, η οποία έφερε υποδιαιρέσεις των 16 cm<sup>2</sup>. Σε κάθε υποδιαίρεση περιέχονται περίπου 64 κελιά εργατικού γόνου. Το φύλλο τοποθετούνταν επάνω από τα πλαίσια με το γόνο, μετρούνταν και καταγραφόταν η έκταση του γόνου.

Παρατηρούνταν επίσης και καταγράφονταν η επάρκεια ή ανεπάρκεια προμηθειών σε μέλι και γύρη.

Κάθε φορά που στο σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων διαπιστώνονταν αυξημένοι ρύποι, ο υπεύθυνος για τις μετρήσεις υπάλληλος μας ενημέρωνε και εξετάζονταν τα μελίσσια για πιθανή παρουσία μελισσών με συμπτώματα παράλυσης ή αδυναμία πτήσης, καθώς και η πιθανή παρουσία θανάτων στις ενήλικες μέλισσες και το γόνο. Τέτοιες εξετάσεις έγιναν στις παρακάτω ημερομηνίες 7, 8, 15 και 28 Απριλίου, 4-9 Μαΐου, 4 και 11 Ιουνίου, 5 και 28 Ιουλίου και 4, 8 και 9 Αυγούστου.

## II. Δεδομένα ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Τα επίπεδα των ατμοσφαιρικών ρύπων, κατά την περίοδο του πειραματισμού ελήφθησαν από το σταθμό μέτρησης αέριας ρύπανσης, του τμήματος Προστασίας Περιβάλλοντος του Υπουργείου Μακεδονίας - Θράκης που ήταν εγκατεστημένο στην Πλατεία Δημοκρατίας (Touloumi 1992).

Οι μετρήσεις για τους αέριους ρύπους SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, γίνονταν με αυτόματα ηλεκτρονικά όργανα συνεχούς λειτουργίας, που κατέγραφαν συνεχώς τις τιμές και έδιναν καθημερινά ωριαίους και 24ώρους μέσους όρους.

Για τον καπνό και τα ολικά αιωρούμενα σωματίδια (TSP) οι μετρήσεις γίνονταν με ημιαυτόματα όργανα σε 24ωρη βάση. Οι μετρήσεις για τον καπνό γίνονταν καθημερινά, ενώ για τα TSP δύο ή τρεις φορές την εβδομάδα.

Ο μόλυβδος προσδιοριζόταν με ατομική απορρόφηση από τα συλλεγόμενα TSP.

## III. Μετρήσεις μολύβδου στις μέλισσες, το γόνο και τις προμήθειες των υπό παρατήρηση μελισσιών

### α) Μεθοδολογία λήψης δειγμάτων

Ελήφθησαν από τα μελίσσια της κάθε ομάδας τα παρακάτω δείγματα από τον πληθυσμό, το γόνο και τις προμήθειες:

Μέλισσες από το μελιτοθάλαμο. Συλλέκτριες και οικιακές μέλισσες ηλικίας μεγαλύτερης των 12 ημερών.

Μέλισσες από το γονοθάλαμο. Μέλισσες τροφοί ηλικίας 4-12 ημερών.

Γόνος ηλικίας 9 ημερών. Προνούμφες 6ης ημέρας μετά το σφράγισμα των κελιών.

mortality rates among adult bees and brood. Such inspections were performed on April 7, 8, 15, 28, May 4, 9, June 4 and 11, July 28 and August 4, 8 and 9.

## II. Area pollution data

Data on airborne contaminants during the trial period were retrieved from the locally government control station situated at the city center (Touloumi 1992).

Contaminants such as CO<sub>2</sub>, CO, NO, were constantly monitored electronically and their average values were recorded in a 1 hour and 24 hours basis.

Smoke and total suspended particles (TSP) were recorded semi automatically throughout the day.

Average values were issued every day for smoke and 2-3 times per week for TSP's. The Pb content of TSP's was determined by atomic absorption spectrophotometry.

## III. Pb determination in adult bees, brood and bee colony supplies

### a. Sample collection

The following samples were collected from each colony of both trial groups:

Adult bees from the honey chamber. Foragers and domestic honeybees 12 or more days old.

Adult bees from the brood chamber. Nurse bees 4 to 12 -days old.

Brood 9- days old. Larvae- 6 days old, immediately after cells capping.

Brood 21- days old. Newly immersed bees, at the time of cell opening.

Honey. Sealed honey.

Pollen. Comb stored pollen.

### b. Pb determination

Honey and pollen was analyzed without any prior processing. Bees and larvae were dried overnight at 85 °C and subsequently pulverized. A portion of 5g from each honey and pollen and 1,5 g from each bees and larvae sample was weighted and were wet – digested in 15 ml of a mixture containing nitric, perchloric and sulfuric acid at 2:2:1 proportions. Pb was subsequently determined by flame atomic absorption spectrophotometry, using a Perkin-Elmer A Analyst spectrophotometer model 100<sup>®</sup>, according to a procedure recommended by the European Community (Direction General de L' Agriculture, 1667/VI /82). Accuracy of the analytical procedure was checked on a weekly basis, using laboratory aqueous working standard solutions containing 0, 1, 2, 5, and 10 mg/LPb, respectively.

## Statistical analysis

Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Duncans test, according to standard procedures (SPSS, version 8) to determine significance of difference between groups means using a 5% probability. The homogeneity of variance was tested according to Bartlett's criterion. In order to compare lead concentration's between groups t test was used.

**Πίνακας 1.** Εξέλιξη του πληθυσμού των μελισσών από 15-4 μέχρι 15-9-1992**Table 1.** Evolution of adult bees population

α/α Μελισσιού No of colonies	Πληθυσμός μελισσιών σε χιλιάδες μελισσών / Average population in thousands of bees											
	15-4-92		15-5-92		17-6-92		17-7-92		15-8-92		15-9-92	
	Ομάδα Group		Ομάδα Group		Ομάδα Group		Ομάδα Group		Ομάδα Group		Ομάδα Group	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	8,6	9,5	18,0	22,0	30,2	32,4	32,7	33,6	20,7	17,5	22,4	17,6
2	10,2	10,7	19,5	23,0	28,7	33,2	31,5	32,8	21,2	16,4	23,2	16,2
3	11,0	8,8	21,3	18,7	29,5	29,8	32,6	30,4	19,4	18,8	21,8	17,8
4	9,3	11,2	19,3	22,3	31,6	34,0	34,3	35,2	23,2	18,1	25,2	18,7
5	11,4	10,3	21,2	19,2	30,5	31,3	33,8	34,5	22,3	16,4	24,7	16,7
X	10,1±1,2	10,1±0,9	19,8±1,4	21,0±1,9	30,1±1,0	32,1±1,0	33,0±1,0	33,3±1,8	21,3±1,4	17,4±1,0	23,4±1,4	17,4±0,9

Γόνος ηλικίας 21 ημερών. Νεοεκκολαπτόμενες μέλισσες στο στάδιο της διάνοιξης του κελιού.

Μέλι σφραγισμένο.

Γύρη αποθηκευμένη σε κηρήθρες.

β) Μεθοδολογία ανάλυσης δειγμάτων

Τα δείγματα μελιού και γύρης αναλύονταν χωρίς καμιά προηγούμενη επεξεργασία. Τα δείγματα των μελισσών και των προνυμφών ξηραίνονταν σε κλίβανο (85 °C) και ακολουθούσε η κονιοποίηση τους. Από κάθε δείγμα μελιού και γύρης λαμβανόταν ποσότητα 5 g και από κάθε δείγμα μελισσών και γόνου 1,5 g, που υποβαλλόταν σε υγρή πέψη με 15 ml μίγματος οξέων νιτρικού, υπερχλωρικού και θεικού, με αναλογία 2:2:1. Στη συνέχεια κάθε δείγμα υποβαλλόταν σε ειδική κατεργασία, για να ακολουθήσει ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του μόλυβδου με τη βοήθεια φασματοφωτόμετρου ατομικής απορρόφησης (Perkin Elmer mod 430), σύμφωνα με τη μέθοδο που ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Direction General de l' Agriculture, 1667/VI/82). Η ακρίβεια της αναλυτικής μεθόδου ελεγχόταν με τη χρήση σταθερών εργαστηριακών διαλυμάτων που περιείχαν 0, 1, 2, 5 και 10 mg/L Pb αντίστοιχα.

#### Στατιστική ανάλυση

Για την εκτίμηση των διαφορών μεταξύ των ομάδων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ανάλυσης των διακυμάνσεων (ANOVA) και ή ο έλεγχος Duncan, σύμφωνα με σταθερή μεθοδολογία (SPSS, έκδοση 8), σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Για τον έλεγχο της ομοιογένειας των διακυμάνσεων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο του Bartlett. Για τη σύγκριση των συγκεντρώσεων του μόλυβδου μεταξύ των ομάδων χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος της t κατανομής (t-test).

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η εξέλιξη του πληθυσμού και της έκτασης του γόνου μέχρι το μήνα Ιούνιο ήταν φυσιολογική και στις δύο ομάδες των μελισσιών. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές δια-

#### RESULTS

Adult bee's population and brood's area growth until June was normal, and no significant changes were observed among trial groups or individual bee colonies of the same group (tables 1 and 2). Brood's area and adult bee's population growth, as well as pollen supplies were greater in group B colonies during June. No significant differences were noted among groups in July. A decrease in both adult bees' population and brood's area was noted in August, being particularly marked in group B (tables 1 and 2).

All group A bee colonies had adequate supplies throughout the study period. Group B colonies were oversupplied in pollen during May and June due to the blooming of chestnut trees of a nearby forest. The same group was depleted in supplies (initially honey and subsequently pollen) because of a complete absence of blooming in the region at that time.

According to the criteria used for their evaluation aerial contaminants at the city center had the following fluctuations.

a. Smoke concentrations were lower than the upper accepted limits of the European Union.

b. SO<sub>2</sub> had much bigger values although they were within normal limits.

c. Στο NO<sub>2</sub> παρατηρήθηκε οριακή υπέρβαση (2,37%) του 98ου εκατοστημορίου των ωριαίων τιμών του έτους ενώ τα άλλα κριτήρια ήταν χαμηλότερα των ορίων.

d. CO values were significantly lower than the upper normal limits issued by PERPA.

e. TSP concentrations were significantly higher than those recommended by the European Union.

f. Pb concentrations were acceptable, with only one instance of excess being recorded (table 3).

Sings of toxicity or any other abnormalities were not seen in any group A bee colonies, even during the periods of increased airborne contaminants.

**Πίνακας 2.** Εξέλιξη της έκτασης του σφραγισμένου γόνου από 15-4 μέχρι 15-9-1992**Table 2.** Evolution of sealed brood area

a/a Μελισσιού No of colonies	Έκταση σφραγισμένου γόνου σε dm <sup>2</sup> / Brood area in dm <sup>2</sup>											
	15-4-92		15-5-92		17-6-92		17-7-92		15-8-92		15-9-92	
	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group	Ομάδα Group
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	26,7	29,8	53,7	59,5	49,2	55,5	30,6	26,8	32,8	23,5	35,5	28,0
2	32,3	31,5	60,2	63,4	53,5	59,4	33,0	30,8	35,7	24,5	39,3	30,3
3	34,0	32,4	64,3	62,7	58,0	56,3	31,4	27,5	32,2	22,0	32,8	27,5
4	30,8	31,0	60,4	68,6	52,5	63,6	37,8	36,5	38,6	26,0	43,2	33,5
5	31,4	28,3	59,5	60,2	53,8	57,8	32,4	28,7	35,8	24,3	39,5	28,3
X	31,4±0,9	30,6±1,5	59,6±3,8	62,9±3,6	53,4±3,1	58,5±3,2	33,0±2,8	30,0±3,9	35,0±2,5	24,0±1,4	30,0±4	29,5±2,4

φορές ούτε μεταξύ των ομάδων ούτε μεταξύ των μελισσιών της ίδιας ομάδας (πίνακας 1). Τον Ιούνιο στα μελίσσια της ομάδας B παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ανάπτυξη της έκτασης του γόνου και του πληθυσμού, καθώς και μεγαλύτερη ποσότητα αποθηκευμένης γύρης. Στη μέτρηση που έγινε τον Ιούλιο δεν διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. Τον Αύγουστο διαπιστώθηκε μείωση του πληθυσμού και του γόνου, η οποία ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα B (πίνακες 1 και 2).

Στα μελίσσια της ομάδας A υπήρχε σ' όλη τη διάρκεια του πειραματισμού επάρκεια σε μέλι και γύρη. Στα μελίσσια της ομάδας B, στις εξετάσεις που έγιναν το Μάιο και τον Ιούνιο υπήρχε υπεραφθονία γύρης λόγω της ανθοφορίας του παρακείμενου δάσους από καστανιές. Αντίθετα, στην ίδια ομάδα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο παρατηρήθηκε έλλειψη αρχικά σε μέλι και στη συνέχεια σε γύρη εξ αιτίας της παντελούς έλλειψης ανθοφορίας στην περιοχή.

Οι τιμές των αέριων ρύπων, στην Πλατεία Δημοκρατίας, σύμφωνα με τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγησή τους, παρουσίασαν την παρακάτω εικόνα:

α) Ο καπνός κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα συγκριτικά με τις οριακές τιμές της Ε.Ε.

β) Το SO<sub>2</sub> αν και δεν ξεπέρασε τις οριακές τιμές της Ε.Ε., κυμάνθηκε γενικά σε υψηλά επίπεδα.

γ) Στο NO<sub>2</sub> παρατηρήθηκε οριακή υπέρβαση (2,37%) του 98ου εκατοστημορίου των ωριαίων τιμών του έτους, ενώ τα άλλα κριτήρια ήταν χαμηλότερα των ορίων.

δ) Στο CO οι τιμές ήταν σημαντικά χαμηλότερες των οριακών τιμών που έθεσε το ΠΕΡΠΙΑ.

ε) Στα ολικά αιωρούμενα σωματίδια οι τιμές ήταν σημαντικά υψηλότερες από τις οριακές τιμές της Ε.Ε.

στ) Οι τιμές του Pb ήταν σχετικά χαμηλές και μία μόνο ημέρα σ' όλο το χρόνο παρατηρήθηκε υπέρβαση του ο-

The Pb content of adult bees and brood was significantly different between the two groups and proportional to the level of contamination in the relevant regions (table 4).

Among the samples of the same group there were considerable differences between brood and adult bees, as well as between forager and nurse bees samples.

Both group A and B bees of brood chamber had the higher Pb content. On the contrary, the lowest Pb values were seen in group A 6 day-old larvae and in group B foragers. Samples collected on different dates also had variable Pb content.

The Pb concentration of honey and pollen samples was also proportional to the level of airborne contamination in the relevant sampling areas (table 5).

## DISCUSSION

The uniform growth of all bee colonies, regardless of their location means that the recorded concentrations of airborne contaminants had not effects on their life. Values of the latter were generally within the recommended by the European Union reference range. In addition, absence of toxicity signs in group A bee colonies; even during periods of increased airborne pollution (i.e. 2,06 µg /m<sup>3</sup> Pb) is an indication that bees are generally resistant in these situations.

The differences in adult bee population and brood area growth rates that were seen in group B bee colonies during the summer months should be attributed to the initial period of flower abundance which was followed by their depletion later on.

Pb concentrations in all groups A samples were very higher than the relevant of group B, a fact undoubtedly caused by airborne contamination. Despite this overall bee colony health status remained unaffected.

Similar relations ship between air contamination Pb

**Πίνακας 3.** Τιμές συγκέντρωσης αέριων ρύπων σε  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  στο κέντρο της πόλης κατά το έτος 1992.

Είδος ρύπου	Κριτήρια αξιολόγησης	Τιμές που μετρήθηκαν	Οριακές τιμές Ε.Ε.
Καπνός	Διάμεσος έτους	49	80
	Διάμεσος χειμώνα	43	130
	98οεκατοστημόριο ημερησίων τιμών έτους	138	250
$\text{SO}_2$	Διάμεσος έτους	58	80
	Διάμεσος χειμώνα	72	180
	98οεκατοστημόριο ημερησίων τιμών έτους	185	350
$\text{NO}_2$	98οεκατοστημόριο ημερησίων τιμών έτους	209	200
	Ολικά αιωρούμενα σωματίδια	Αριθμητικός μέσος ημερησίων τιμών έτους	262
CO	98οεκατοστημόριο ημερησίων τιμών έτους	480	300
	Αριθμητικός μέσος κυλιόμενων 8/ώρων	3,3	15**
Pb	Αριθμητικός μέσος ημερησίων τιμών έτους	0,79	2

\*\* Τιμές ΠΕΡΠΙΑ

**Table 3.** Concentration values of aerial pollutants in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  at the city center

Kind of pollutant	Evaluation criteria	Recorded values	Limiting values of European Union
Smoke	Median annual value	49	80
	Median winter value	43	130
	98th percentage of daily annual values	138	250
$\text{SO}_2$	Median annual value	58	80
	Median winter value	72	180
	98th percentage of daily annual values	185	350
$\text{NO}_2$	98th percentage of daily annual values	209	200
	TSP	Arithmetic mean of daily annual values	262
CO	98th percentage of daily annual values	480	300
	Arithmetic mean of successive 8-h time intervals	3,3	15
Pb	Arithmetic mean of daily annual values	0,79	2

ρίου των  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (πίνακας 3).

Σε κανένα από τα μελίσσια της ομάδας Α δεν παρατηρήθηκαν νεκρές μέλισσες ή μέλισσες με συμπτώματα παραλύσης, αδυναμία πτήσης ή άλλα συμπτώματα που να υποδηλώνουν τοξίκωση, στις παρατηρήσεις που έγιναν τις ημέρες που καταγράφηκαν από το σταθμό σχετικά υψηλοί ρύποι.

Οι τιμές συγκέντρωσης μολύβδου στους ιστούς των ενήλικων μελισσών και του γόνου διέφεραν σημαντικά μεταξύ των δειγμάτων των δύο ομάδων και ήταν ευθέως ανάλογες με την ατμοσφαιρική επιβάρυνση της κάθε περιοχής (πίνακας 4).

Στα δείγματα της ίδιας ομάδας παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των δειγμάτων του γόνου και των ενήλικων μελισσών, καθώς και μεταξύ των διαφορετικής κατηγορίας μελισσών. Οι υψηλότερες τιμές μολύβδου μετρήθηκαν και στις δύο ομάδες στις μέλισσες της γονοφωλιάς. Οι χαμηλότερες στην ομάδα Α στις προνύμφες ηλικίας 6 ημερών, ενώ στην ομάδα Β στις συλλέκτριες.

values in bee and honey samples was recorded in another study conducted throughout Greece (Liakos et al. 2002). In their studies Pratt and Sikorski (1982) mention that bees foraging roadside flowers, nearby a highway, were found to contain Pb concentrations twenty times higher than those in bees from a hive sited 850 m from the road.

Increasing airborne contamination leads to a similar and proportional change to bee tissues. To them introduction of Pb is accomplished via the alimentary tract (contaminated food) and through their body surface by direct exposure to atmospheric pollutions. The high Pb concentrations found in 6-day old larvae and newly emerged bees of group A bee colonies, which protected from external harmful substances, should be attributed to the ingestion of contaminated food. Detected Pb concentrations concerned their tissues only, and not their alimentary tract content. In these bee evolutionary stages the alimentary tract is empty due to the connection between the middle and the caudal intestinal sections and the expulsion of their contents. Another observation in favor of this speculation is the

**Πίνακας 4.** Αποτελέσματα μετρήσεων μολύβδου σε μέλισσες και γόνο από περιοχές με διαφορετικό επίπεδο ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Περιοχή εγκατάστασης των μελισσιών	Ημερομηνία δειγματοληψίας	Ποσότητα μολύβδου σε mg/Kg που διαπιστώθηκε σε δείγματα			
		Προνημφών 6ης ημέρας	Ενήλικων μελισσών διαφορετικής ηλικίας		
			Νεοεκκολαπτόμενες μέλισσες	Παραμάνες από τη γονοφωλιά	Συλλέκτριες από το μελιτοθάλαμο
Κλινικές	10-7-92	2,8	5,3	11	7,2
Κτηνιατρικής	9-9-92	4,05	5,9	8,8	6,8
Σχολής	23-9-92	2,9	3,9	11	9,0
Περιοχή Χορτιάτη	10-7-92	0,9	1,7	1,8	0,7
	9-9-92	1,1	1,9	2,0	0,9
	23-9-92	1,0	1,9	1,9	0,6

**Table 4.** Pb detected in adult bees and brood samples from regions with different air pollution

Region of bee colonies location	Date of samples collection	Pb in mg/Kg detected in samples of			
		Larvae 6-days old	Adult bees		
			Newly emerged bees	Nurses from brood chamber	Foragers from honey Chamber
Veterinary faculty campus	10-7-92	2,8	5,3	11	7,2
	9-9-92	4,05	5,9	8,8	6,8
	23-9-92	2,9	3,9	11	9,0
Mount Hortiatis	10-7-92	0,9	1,7	1,8	0,7
	9-9-92	1,1	1,9	2,0	0,9
	23-9-92	1,0	1,9	1,9	0,6

**Πίνακας 5.** Ποσότητα μολύβδου σε mg/Kg που διαπιστώθηκε σε δείγματα μελιού και γύρης περιοχών με διαφορετική ατμοσφαιρική ρύπανση.

Αριθμός Μελισσιού	Κλινικές Κτηνιατρικής Σχολής		Περιοχή Χορτιάτη		
	Pb σε mg/Kg που διαπιστώθηκε σε		Αριθμός μελισσιού	Pb σε mg/Kg που διαπιστώθηκε σε	
	Μέλι	Γύρη		Μέλι	Γύρη
1	1,32	0,39	1	0,73	0,12
2	1,29	0,37	2	0,68	0,9
3	1,28	0,36	3	0,70	0,9
4	1,33	0,39	4	0,69	0,9
5	1,28	0,35	5	0,72	0,11
X	1,30±0,02	0,372±0,02		0,70±0,02	0,10±0,01

Διαφορές παρατηρήθηκαν επίσης και μεταξύ των δειγμάτων που συλλέχθηκαν σε διαφορετικές ημερομηνίες.

Οι ποσότητες του μολύβδου που μετρήθηκαν στα δείγματα μελιού και γύρης διέφεραν επίσης σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων και ήταν ευθέως ανάλογες με την ατμοσφαιρική επιβάρυνση της κάθε περιοχής, από την οποία πάρθηκαν τα δείγματα (πίνακας 5).

increased Pb content of nurse bees which stay inside the hive consuming large quantities of food to produce royal jelly, unlike forager bees which are exposed to environmental pollution but ingest smaller quantities of food.

In group B forager bees had a lower Pb content than this of 6-day old larvae and nurse bees, this showing that a significant part of ingested Pb is subsequently excreted from

**Table 5.** Pb detected in samples of honey and pollen from regions with different air pollution.

Veterinary Faculty campus			Mound Hortiatis		
No of colonies	Pb in mg/Kg detected in samples of		No of colonies	Pb in mg/Kg detected in samples of	
	Honey	Pollen		Honey	Pollen
1	1,32	0,39	1	0,73	0,12
2	1,29	0,37	2	0,68	0,9
3	1,28	0,36	3	0,70	0,9
4	1,33	0,39	4	0,69	0,9
5	1,28	0,35	5	0,72	0,11
	1,30	0,37		0,72	0,10

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ομοιόμορφη περίπου ανάπτυξη όλων των μελισσιών, ανεξάρτητα από την περιοχή εγκατάστασής τους, φανερώνει ότι η παρουσία ρύπων στην ατμόσφαιρα, στις τιμές που μετρήθηκαν κατά την περίοδο του πειραματισμού, δεν επηρεάζει τη ζωή του μελισσιού. Οι τιμές των ρύπων ήταν, για τους περισσότερους από αυτούς, χαμηλότερες της οριακής τιμής που ορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.). Η απουσία όμως οποιασδήποτε ανωμαλίας στα μελίσσια της ομάδας Α, στις ημέρες που μετρήθηκαν υψηλότερες τιμές ρύπων, όπως τα 2,06 mg/m<sup>3</sup> μολύβδου, φανερώνει ότι οι μέλισσες πιθανότατα αντέχουν σε επιβαρύνσεις μεγαλύτερες των ορίων που ορίστηκαν από την Ε.Ε. Οι διαφορές στην ανάπτυξη του πληθυσμού και του γόνου που παρατηρήθηκαν στα μελίσσια της ομάδας Β, στο διάστημα Ιουνίου - Αυγούστου, πρέπει να αποδοθούν στην ανθοφορία της καστανιάς του δάσους του Χορτιάτη τον Ιούνιο και στην παντελή έλλειψη ανθοφοριών στην περιοχή στη συνέχεια.

Οι κατά πολύ υψηλότερες τιμές μολύβδου, που διαπιστώθηκαν σε όλα τα δείγματα των μελισσών και του γόνου της ομάδας Α σε σχέση με αυτών της ομάδας Β, οφείλονται αναμφίβολα στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Στις τιμές όμως που διαπιστώθηκε ο μολύβδος, φαίνεται ότι δεν έχει καμιά επίπτωση ούτε στην εξέλιξη του γόνου ούτε στην υγεία των μελισσών.

Συγκεντρώσεις μολύβδου στο σώμα των μελισσών και στο μέλι σε τιμές ευθέως ανάλογες με αυτές της ατμόσφαιρας διαπιστώθηκαν και σε προηγούμενη έρευνά μας (Liakos και συν. 2002) σε πανελλήνια κλίμακα. Ομοίως οι Pratt και Sikorski (1982) αναφέρουν ότι μέλισσες που συνέλεξαν από λουλούδια δίπλα στον αυτοκινητόδρομο, περιείχαν μολύβδο σε τιμές είκοσι φορές υψηλότερες από αυτές από τις μέλισσες κυψέλης που ήταν εγκατεστημένη 850 μέτρα μακριά από το δρόμο.

Η αύξηση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας οδηγεί σε ανάλογη αύξηση του μολύβδου στους ιστούς των μελισσών. Η είσοδος του μολύβδου στο σώμα των μελισσών γίνεται από την πεπτική οδό με την κατανάλωση ρυπασμένων τροφών, πιθανόν και από την επιφάνεια του σώματος με την

their bodies.

The findings of this study suggest that Pb is capable of accumulating in bee tissues via their food chain. Similar observations were made Leita and coworkers (1996), who found increased Pb concentrations in bee tissues but not their body surface. A further speculation in agreement with this is made by Garcia – Fernandez and coworkers (1995) that found significantly greater Pb values in the tissues of birds feeding on insects than those consuming other kinds of food. □

απευθείας έκθεση στους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Η παρουσία υψηλών τιμών μολύβδου στις προνύμφες 7ης ημέρας και στις νεοεκκολαπτόμενες μέλισσες της ομάδας Α, που δεν εκτίθενται απευθείας στην ατμοσφαιρική ρύπανση, πρέπει να αποδοθεί στην κατανάλωση ρυπασμένης τροφής. Η ποσότητα μάλιστα του μολύβδου που διαπιστώθηκε σ' αυτές, αφορούσε μόνο τους ιστούς και όχι το εντερικό περιεχόμενο. Στις προνύμφες 7ης ημέρας, όπως και στις νεοεκκολαπτόμενες μέλισσες, ο πεπτικός σωλήνας είναι κενός επειδή στην ηλικία αυτή έχει αποκαταθεί ή σύνδεση του μέσου εντέρου με το οπίσθιο και έχει αποβληθεί όλο το περιεχόμενο του πεπτικού σωλήνα. Η παρουσία επίσης σημαντικά υψηλότερων τιμών μολύβδου στις παραμάνες μέλισσες, οι οποίες δεν εξέρχονται από την κυψέλη, καταναλώνουν όμως μεγάλες ποσότητες τροφής για την παραγωγή βασιλικού πολτού, από ό,τι στις συλλέκτριες, που είναι εκτεθειμένες στην ατμοσφαιρική ρύπανση αλλά καταναλώνουν πολύ μικρότερες ποσότητες τροφής, επιβεβαιώνει αυτή την άποψη.

Η παρουσία μολύβδου στις συλλέκτριες μέλισσες, της ομάδας των μαρτύρων, σε τιμές μικρότερες αυτών των προνυμφών 7ης ημέρας και υποδιπλάσιες αυτών που διαπιστώθηκαν στις παραμάνες, φανερώνει ότι σημαντική ποσότητα του εισερχόμενου μέσω της τροφικής αλυσίδας μολύβδου, στη συνέχεια αποβάλλεται.

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις γίνεται φανερό ότι ο μολύβδος δια της τροφικής αλυσίδας εισέρχεται και συσσωρεύεται στους ιστούς των μελισσών. Με την άποψη αυτή συμφωνούν τα ευρήματα της Leita και συν. (1996), οι οποίοι διαπίστωσαν σημαντικές ποσότητες μολύβδου στους ιστούς μελισσών, όχι όμως και στην επιφάνεια του σώματός τους. Την άποψη αυτή στηρίζουν έμμεσα και τα ευρήματα του Garcia-Fernandez και συν. (1995), οι οποίοι διαπίστωσαν σημαντικά μεγαλύτερες ποσότητες μολύβδου στους παρεγχυματικούς ιστούς εντομοφάγων πουλιών από ό,τι σε μη εντομοφάγα. □

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

- Boubel R, Fox D, Turner B, Stern A (1994) Fundamentals of Air Pollution. Academic Press, U.S.A. pp121-126.
- Bromenshenk J J, Gudatis J L, Carlson S R, Thimas J M, Simsons M A (1991) Population dynamics of honey bee nucleus colonies exposed to industrial pollutants. *Apidologie*, 22:359-369.
- Commission des Communautes Europeennes, Direction General de L' Agriculture. Project de directive du conseil du : relative au controle portant sur la presence de residus chez les animaux et dans les aliments d' origine animale. 1667/VI /82- Fr. Rev. 2 Orig: En Cl. No 67.
- Garcia-Fernandez A J, Sanchez-Garcia J A, Jimenez-Montalban P, Luna A (1995) Lead and Cadmium in wild birds in Southeastern Spain. *Environ. Environ. toxicol-chem. Pensacola. Fla. SETAC Press. De 1955 v. 14 (12) 2049-2058.*
- Harrison R M (1990). Pollution: Causes, Effects, and Control. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Leita L, Muhlachova G, Cesco S, Barbattini R, Mondini C (1996) Investigation of the use of honey bees and honey bee products to assess heavy metals contamination. *Environmental Monitoring & Assessment*, 43(1):1-9.
- Liakos V, Polyzopoulou Z, Poubies N (2002) The concentration of lead on honey and bees from various regions of Greece. *Journal of trace Elements, in Medicine and Biology* (accepted for publication).
- Pratt C R, Sicorski R S (1982) Lead content of wildflowers and honey bees (*Apis mellifera*) along a roadway: possible contamination of a simple food chain. *Proc. Pa. Acad. Sci.*, 45:151-152.
- Touloumi E (1992). Airborne pollution at Thessaloniki area in 1992. Ministry of Macedonia- Thrace. Department of environment protection.