



## ΦΥΛΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΜΕΛΙΣΣΑΣ *Apis mellifera*

Πασχάλης Χαριζάνης και Μαρία Μπουγά

Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας  
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55,  
Αθήνα

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελισσοκομία αποτελεί μία γεωργική απασχόληση με σημαντική θέση στην Αγροτική Οικονομία σε παγκόσμιο επίπεδο. Η συμβολή της μέλισσας στην επικονίαση και γονιμοποίηση των καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών είναι μεγάλης οικονομικής και οικολογικής σημασίας. Η μέλισσα συνεισφέρει στη διατήρηση της ποικιλότητας των φυτών σημαντικά κι αυτό διότι ο πληθυσμός των εντόμων μειώνεται, λόγω της χρήσης εντομοκτόνων, με αρνητικές επιπτώσεις στην επικονίαση των φυτών. Από αυτή την άποψη υπάρχει ανάγκη πρόσθετης προστασίας της μέλισσας.

Η μέλισσα *Apis mellifera* (Apidae: Hymenoptera) είναι κοσμοπολίτικο, κοινωνικό έντομο, με μεγάλη οικονομική και οικολογική σημασία και εμφανίζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η ποικιλομορφία ως προς τις φυλές της. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην προσαρμογή σε διαφορετικές οικολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των αιώνων στις περιοχές Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής

Η κατάταξη των μελισσών βασίζεται σε μορφολογικά χαρακτηριστικά και στη μορφή της κοινωνικής ζωής τους. Τα παλαιότερα είδη μελισσών ζουν μοναχικά, όπως αυτά που ανήκουν στα γένη *Adrena* και *Megachile*. Σε ανώτερη βαθμίδα φυλογενετικής εξέλιξης κατατάσσονται οι ημικοινωνικές μορφές όπως αυτές που ανήκουν στο γένος *Bombus*. Τα πιο εξελισμένα είδη μελισσών, ανήκουν στο γένος *Apis*.

Η μέλισσα *A. mellifera* θεωρείται σχετικά νέο είδος και τα πολλά υποείδη της θεωρούνται ότι δημιουργήθηκαν κατά την Πλειστόκαινο. Η ποικιλομορφία εμφανίζεται σε μορφολογικά (το χρώμα, το μέγεθος, το μήκος της γλώσσας κ.α) και φυσιολογικά χαρακτηριστικά καθώς και χαρακτηριστικά που αφορούν τη συμπεριφορά όπως η επιθετικότητα, ο “χορός”, η ανθεκτικότητα σε ασθένειες κ.α. Η ονομασία της μέλισσας “mellifera” δηλώνει τη συνήθεια της μέλισσας να συλλέγει νέκταρ και να παράγει πολύ μεγάλες ποσότητες μελιού.

Η συστηματική κατάταξη της *Apis mellifera*, έχει ως εξής:

Βασίλειο:	Ζώα	(Animalia)
Φύλο:	Αρθρόποδα	(Arthropoda)
Κλάση:	Έντομα	(Insecta)
Τάξη:	Υμενόπτερα	(Hymenoptera)
Οικογένεια:	Μέλισσες	(Apidae)
Γένος:	<i>Apis</i>	
Είδος:	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus)	

Σύμφωνα με σχετικά πρόσφατα στοιχεία (Otis 1991), στο γένος *Apis* ανήκουν 9 είδη: *Apis dorsata*, *Apis laboriosa*, *Apis binghami*, *Apis breviligula*, *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi*, *Apis florea*, *Apis adreniformis*. Επίσης τελευταία εντοπίστηκε και ένα νέο είδος, το "*Apis nuluensis*" (Tingek et al. 1996).

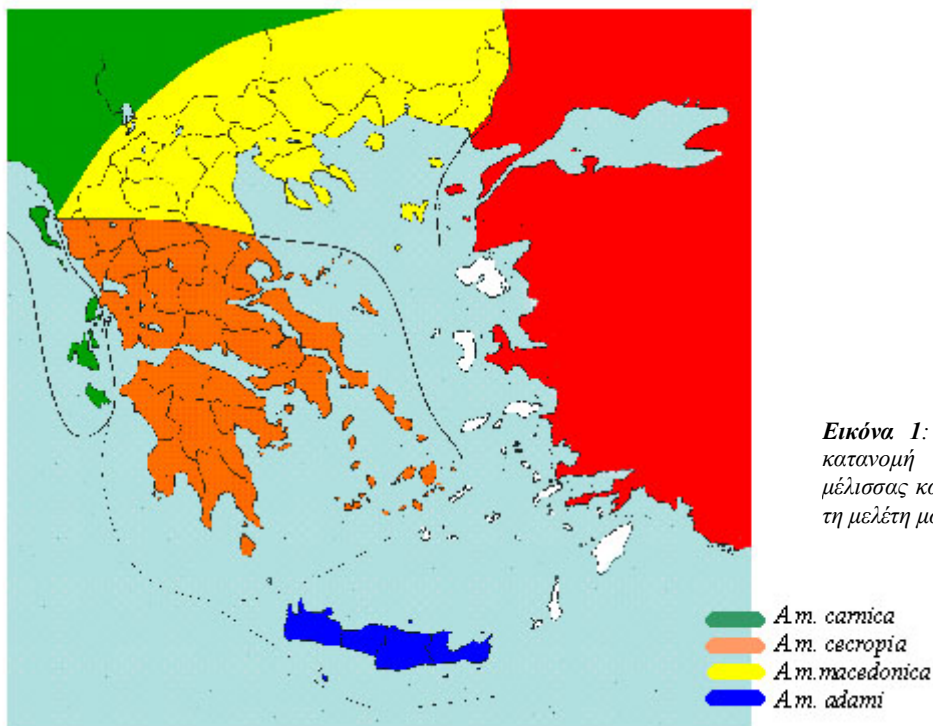
## ΟΙ ΦΥΛΕΣ

Η μελέτη μορφολογικών χαρακτηριστικών ήταν για μεγάλο χρονικό διάστημα ο μοναδικός τρόπος για να περιγραφεί η γενετική ποικιλότητα των μελισσών. Όμως διαπιστώθηκε ότι η μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών από μόνη της δεν την περιγράφει απόλυτα και γι' αυτό αργότερα, με πρώτο τον Mestriner (1969) που εντόπισε βιοχημικούς πολυμορφισμούς, χρησιμοποιήθηκαν βιοχημικές μέθοδοι (αλλοένζυμα-ισοένζυμα) για την περιγραφή της γενετικής ποικιλότητας των μελισσών. Ακολούθησαν αναλύσεις με μοριακούς δείκτες, όπως πυρηνικό, μιτοχονδριακό και μικροδορυφορικό DNA ή και συνδυασμός βιοχημικών-μοριακών δεικτών με μορφολογική ανάλυση. Για τη μελέτη όμως της γενετικής δομής των μελισσών πρέπει να ληφθεί υπ' όψη, αφ' ενός μεν η ιδιαιτερότητα του τρόπου αναπαραγωγής τους, αφ' ετέρου δε οι επιπτώσεις που υπάρχουν λόγω των ανεξέλεγκτων μετακινήσεων και αγοραπωλησιών βασιλισσών και μελισσιών.

Το είδος *A. mellifera* χωρίζεται σε 27 υποείδη (φυλές), σύμφωνα με κριτήρια: μορφολογικά, βιογεωγραφίας και συμπεριφοράς. (Ruttner 1988, 1992, Sheppard *et al.* 1997, 2003). Τα περισσότερα απ' αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν γενετική βάση, άρα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η γενετική ποικιλότητα των φυλών είναι μεγάλη. Ο μεγάλος αριθμός φυλών, οφείλεται ενδεχομένως στην απομόνωση των πληθυσμών σε διαφορετικό περιβάλλον.

Μέσω της μελέτης των μορφολογικών χαρακτηριστικών (Ruttner *et al.* 1978) έχει γίνει κατηγοριοποίηση σε τρεις εξελικτικές σειρές (κλάδοι) με τις οποίες ομαδοποιούνται οι φυλές της *A. mellifera*: ο κλάδος *A* που συμπεριλαμβάνει υποείδη της Νότιας και Κεντρικής Αφρικής, ο κλάδος *M* που συμπεριλαμβάνει υποείδη της Βόρειας Ευρώπης, Ισπανίας, Πορτογαλίας και Βόρειας Αφρικής και ο κλάδος *C* που συμπεριλαμβάνει τα υποείδη της Ανατολικής Ευρώπης, Βόρειας Μεσογείου και της Μέσης Ανατολής. Αργότερα ο Ruttner (1988, 1992) διεχώρισε τον τελευταίο κλάδο, σε δύο: τον κλάδο *C* που συμπεριλαμβάνει τα υποείδη της Ιταλίας, Αυστρίας, Γιουγκοσλαβίας, Νότιας Ελλάδας και Σικελίας και τον κλάδο *O* που είναι η βασική ομάδα των ειδών και συμπεριλαμβάνει τα υποείδη από την οροσειρά του Καυκάσου, το Ιράν, το Ιράκ, τη Συρία, τη Τουρκία τη Κύπρο και την Κρήτη.

Στην Ελλάδα υπάρχουν οι φυλές *A.m.adami* (Κρήτη-Ν.Αιγαίο), *A.m.carnica* (Επτάνησα), *A.m.macedonica* (Μακεδονία-Θράκη), *A.m.cecropia* (Κεντρική και Ν. Ελλάδα) και στην Κύπρο η *A.m.cypria*, βάσει της μορφολογικής μελέτης του Ruttner (1988) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Χάρτης της Ελλάδος με την κατανομή των φυλών της ελληνικής μέλισσας κατά Ruttner (1988) σύμφωνα με τη μελέτη μορφολογικών χαρακτηριστικών

## Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΛΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

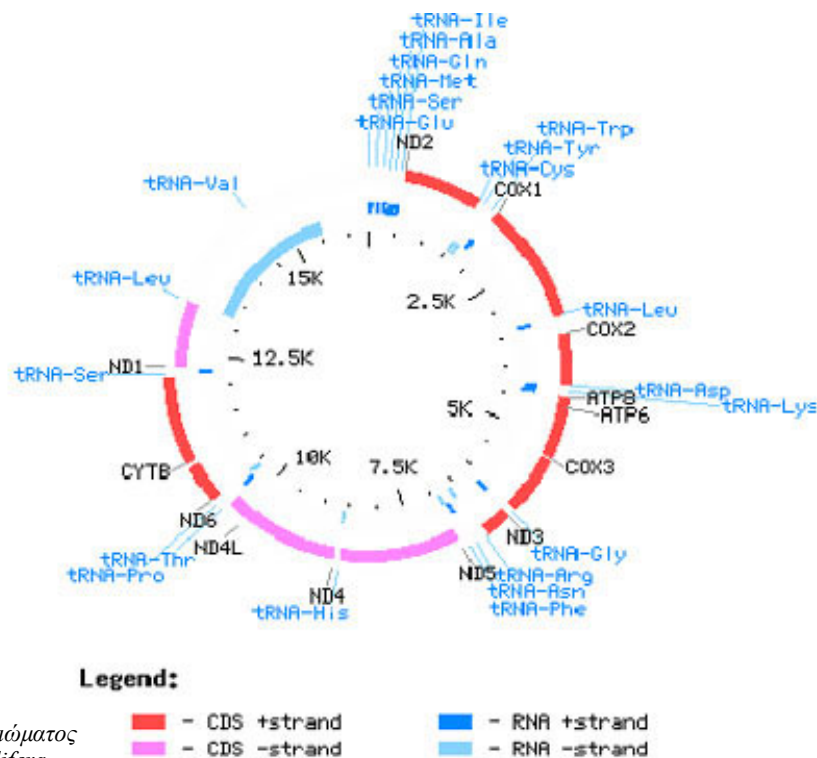
Για την ελληνική μέλισσα έχει γίνει μελέτη των μορφολογικών χαρακτηρισμών των εργατριών μελισσών της Ηπειρωτικής Ελλάδας (Ifantidis 1979), με την οποία δεν είχαν διαπιστωθεί τότε ακόμη φαινόμενα ανάμειξης πληθυσμών (υβριδισμός) καθώς και της αλλοενζυμικής ποικιλότητας (Badino *et al.* 1988), με την οποία πληθυσμοί από περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας εμφανίζονταν διαφοροποιημένοι σε σχέση με τους πληθυσμούς των υπολοίπων περιοχών.

Οι φυλές της ελληνικής μέλισσας μελετώνται τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, χρησιμοποιώντας μορφολογικά χαρακτηριστικά, ενζυμικούς πολυμορφισμούς και πολυμορφισμούς του μιτοχονδριακού DNA. (Bouga *et al.* 2005, Τσίπη 2004, Μπουγά 2002, Πορίχη 2002, Τσίπη 2002, Γκαραγκάνη 2001, Σούλα 2001). Έχει ξεκινήσει επίσης μελέτη της γενετικής δομής των μελισσών μέσω της γεωμετρικής μορφομετρίας που βασίζεται στη διαφοροποίηση της νεύρωσης των πτερύγων της μέλισσας (Hatjina *et al.* 2004, 2002).

Για την κλασική μορφομετρική ανάλυση τα γνωρίσματα που χρησιμοποιούνται είναι: το μήκος πρόσθιου φτερού, το πλάτος πρόσθιου φτερού, το μήκος του κερκιδικού κυττάρου, το μήκος του δισκοειδούς κυττάρου του φτερού, το μήκος οπίσθιου φτερού, το πλάτος οπίσθιου φτερού, ο αριθμός αγκίστρων, το μήκος μηρού, το μήκος κνήμης, το μήκος βασιταρσού, το πλάτος βασιταρσού, το μήκος προβοσκίδας και το χρώμα της μέλισσας

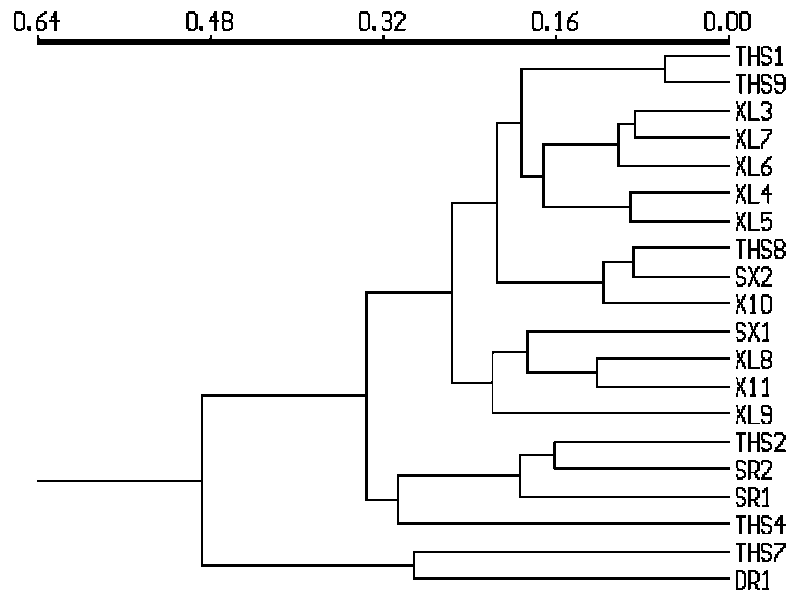
Η ενζυμική προσέγγιση γίνεται με τη χρήση δέκα ενζυμικών συστημάτων, που αντιστοιχούν σε 12 υποθετικούς γενετικούς τύπους, με τη τεχνική της ηλεκτροφόρησης αμύλου. Η παραπάνω μελέτη, βασίζεται σε συλλογή δειγμάτων 100 περίπου ενηλίκων εργατριών από κάθε πληθυσμό, που προέρχονται όμως από διαφορετικές βασιλίσσες.

Η μελέτη του μιτοχονδριακού DNA (Εικόνα 2) γίνεται με ανάλυση τριών γονιδίων με τη τεχνική των RFLP's. Η μελέτη αυτή απαιτεί δείγματα τουλάχιστον 15 περίπου ενηλίκων εργατριών, από διαφορετικούς πληθυσμούς και από τις οποίες απομονώνεται «ολικό» DNA. Στη συνέχεια τμήματα των προαναφερόμενων γονιδίων του μιτοχονδριακού DNA πολλαπλασιάζονται με την αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR) και στη συνέχεια εντοπίζονται θέσεις αναγνώρισης με τη χρήση ενζύμων περιορισμού.



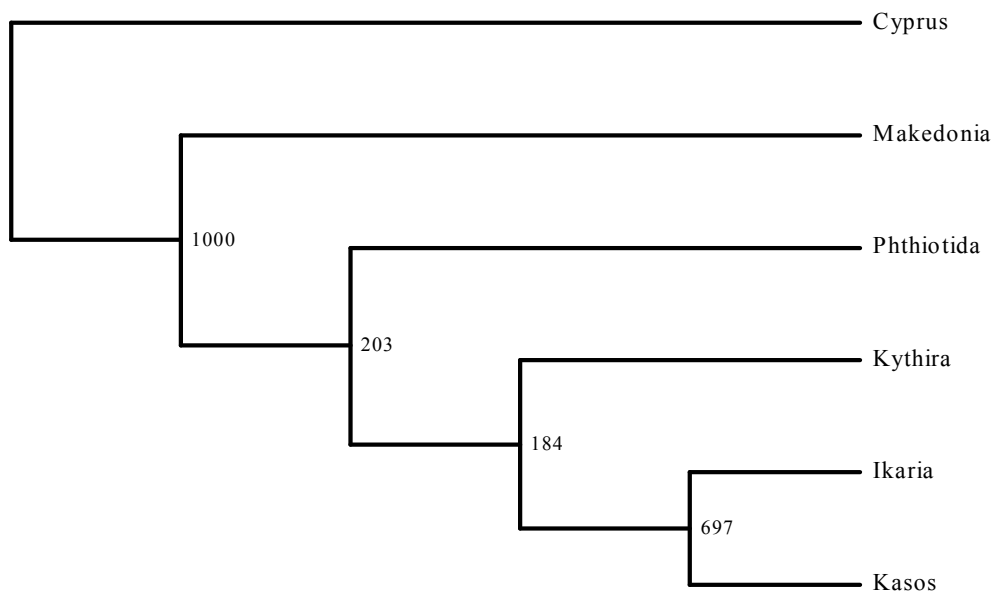
**Εικόνα 2:** Χαρτογράφηση γονιδιώματος των μιτοχονδρίων της *Apis mellifera* (Crozier and Crozier 1993)

Ενδεικτικά από τη μορφομετρική ανάλυση παρουσιάζεται το φυλογενετικό δένδρο της Εικόνας 3 με βάση τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά 20 δειγμάτων από περιοχές της Μακεδονίας, όπου δεν εμφανίζονται ομαδοποιημένοι οι υποπληθυσμοί από την ίδια περιοχή, αλλά είναι αναμειγμένοι. Ανάλογη εικόνα παρουσιάζουν και οι συγκρίσεις πληθυσμών με άλλες περιοχές.



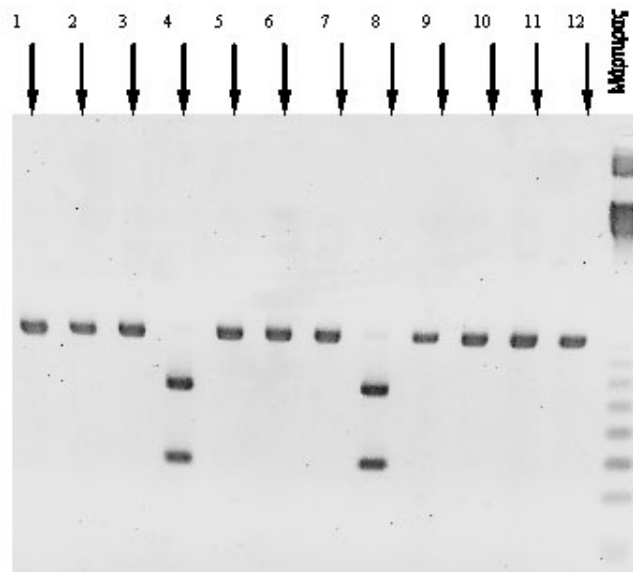
**Εικόνα 3:** Φυλογενετικό δένδρο βάση τη μορφομετρική ανάλυση

Από τη συγκριτική ενζυμική ανάλυση πληθυσμών της Ελλάδας με πληθυσμούς της Κύπρου, προκύπτει ότι οι κυπριακές μέλισσες είναι γενετικά πιό απομακρυσμένες. Ενδεικτικά παρουσιάζεται στην Εικόνα 4 φυλογενετικό δένδρο, όπου συγκρίνονται κάποιοι ελλαδικοί πληθυσμοί μελισσών με τον πληθυσμό της Κύπρου.



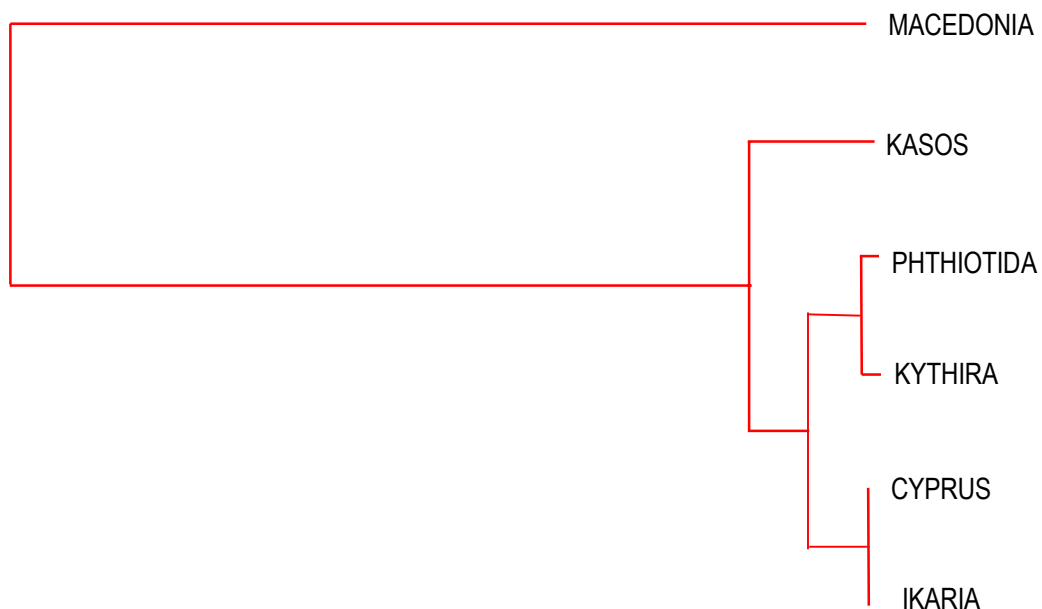
**Εικόνα 4:** Φυλογενετικό δένδρο που προέκυψε από την ενζυμική ανάλυση.

Από την ανάλυση του μιτοχονδριακού DNA βρέθηκαν διαγνωστικά ένζυμα που διακρίνουν τους πληθυσμούς μελισσών της Μακεδονίας από τους υπόλοιπους. Στην Εικόνα 5 εμφανίζεται το διαφορετικό διαγνωστικό πρότυπο που υπάρχει με το ένζυμο περιορισμού *Nco* I για το γονιδιακό τμήμα COI στον πληθυσμό της Μακεδονίας.



**Εικόνα 5:** Περιοριστικά πρότυπα που παρατηρήθηκαν μετά την πέψη με το ένζυμο περιορισμού *Nco* I για το γονιδιακό τμήμα COI. Τα άτομα 4 και 8 που εμφανίζουν διαφορετικό πρότυπο προέρχονται από τον πληθυσμό της Μακεδονίας

Η διαφοροποίηση αυτή, και με τη μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων, όπως ενδεικτικά εμφανίζεται στην Εικόνα 6, δείχνει ότι ο πληθυσμός μελισσών της Μακεδονίας είναι γενετικά ο πιο απομακρυσμένος σε σχέση με τους υπόλοιπους ελλαδικούς πληθυσμούς..



**Εικόνα 6.** Φυλογενετικό δένδρο με με βάση την ανάλυση του μιτοχονδριακού DNA

Η παραπάνω μελέτη έχει αρχίσει να επεκτείνεται και σε πληθυσμούς μελισσών που εισάγονται στην Ελλάδα, όπως είναι η ιταλική μέλισσα *A.m. ligustica*, η οποία όμως αποδείχθηκε ότι διακρίνεται με με διαγνωστικά περιοριστικά πρότυπα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ένα γενικό συμπέρασμα από τη μελέτη της γενετικής δομής των πληθυσμών της μέλισσας (*A. mellifera*) στον ευρύτερο ελλαδικό χώρο μέσω όλων των αναλύσεων που προαναφέρθηκαν, κατ' αρχή δείχνει ότι περιοχές όπως της Κεντρικής Ελλάδας και της Πελοποννήσου εμφανίζονται ως ζώνες υβριδισμού.

Οι πληθυσμοί μελισσών ορισμένων απομονωμένων νησιών διατηρούν αρκετά αμιγή χαρακτηριστικά, οι δε μέλισσες της Κύπρου εμφανίζονται σαφώς διαφοροποιημένες έναντι των υπολοίπων ελλαδικών πληθυσμών, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενζυμικής έρευνας, που αιτιολογείται από το γεγονός της ύπαρξης διαφορετικής φυλής σε μία γεωγραφική περιοχή απομακρυσμένη από τις υπόλοιπες.

Ο πληθυσμός των μελισσών της Μακεδονίας, διακρίνεται από τους υπόλοιπους, σύμφωνα με τα αποτελέσματα από την έρευνα πολυμορφισμών του μιτοχονδριακού DNA. Το συμπέρασμα αυτό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο των μελισσών, επειδή προτιμάται από τους μελισσοκόμους λόγω του ότι η Μακεδονική μέλισσα εμφανίζει ανθεκτικότητα σε ασθένειες (Hatjina *et al.* 2004) και είναι πιο παραγωγική και ήρεμη.

Διαπιστώνεται ότι η γενετική δομή των πληθυσμών μελισσών στον ευρύτερο ελλαδικό χώρο έχει μεταβληθεί και δε συμπίπτει με τη καταγραφή του Ruttner (1988), γεγονός που μπορεί να ερμηνευθεί στη βάση των μετακινήσεων και των ανεξέλεγκτων αγοραπωλησιών μελισσιών που γίνονται τα τελευταία χρόνια.

Τελικά, τα αποτελέσματα όλων των σχετικών αναλύσεων μπορούν να αξιοποιηθούν για τον έλεγχο των εισαγωγών, αγοραπωλησιών και μετακινήσεων μελισσιών καθώς και για τη γενετική τους βελτίωση, όσον αφορά την παραγωγικότητα και ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Badino G., G. Celebrano, A. Manino and M.D. Ifantidis. (1988). Allozyme variability in Greek Honeybees (*Apis Mellifera* L.). *Apidologie* 19 (4): 377-386.
- Bouga M., P. Harizanis, G. Kiliass and S. Alahiotis (2005). Genetic divergence and phylogenetic relationships of Honey Bee *A. mellifera* (Hymenoptera: Apidae) populations from Greece and Cyprus using PCR - RFLP analysis of three mtDNA Segments. *Apidologie* 36 (3): 344-353.
- Bouga M., G. Kiliass, P. Harizanis and S.N. Alahiotis (2005). Allozyme variability and phylogenetic relationships in honey bee *A. mellifera* (Hymenoptera: Apidae) populations from Greece and Cyprus. *Biochemical Genetics* Vol. 43 (in press).
- Crozier R.H. and Y.C. Crozier (1993). The mitochondrial genome of the honeybee *Apis mellifera*: complete sequence and genome organization. *Genetics* 133: 97-117.
- Hatjina F., M. Baylac, L. Haristos, L. Garnery, G. Arnold and D. Tselios (2002). Wing differentiation among Greek populations of honey bee (*Apis mellifera*): a geometric morphometrics analysis. Congress abstracts, VIIth European Congress of Entomology, October 7-13 2002, Thessaloniki, Greece.
- Hatjina F., A. Gregorc, C. Papaefthimiou, N. Pappas, S. Zacharioudakis, A. Thrasyvoulou, and G. Theophilidis (2004). Differences in the morphology of prothoracic and propodeal spiracles in three strains of *Apis mellifera* L. Possible relation to resistance against *Acarapis woodi* R. J. of Apic. Res. (in press).
- Hatjina F., L. Haristos, and M. Bouga (2004). Geometric morphometrics analysis of honey bee populations from Greek mainland, Ionian islands and Crete island. Poster in Proceedings of the First European Conference of Apidology, Udine, 19-23 September, 2004 (p. 44).
- Ifantidis M.D. (1979). Morphological characters of the Greek Bee *Apis Mellifica Cecropia*. XXVII Congr. Int. Apic. Athens, 271-277.
- Mestriner M.A. (1969). Biochemical polymorphisms in bees (*Apis mellifera ligustica*). *Nature* 223: 188-189.
- Otis G.W. (1991). A Review of the Diversity of Species Within *Apis*. In: Diversity in the Genus *Apis* by D.R. Smith (Ed.), Westview Press, Inc. Boulder Colorado, pp. 29-49.
- Ruttner F. (1988.) Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Springer – Verlag: Berlin.
- Ruttner F. (1992). "Naturgeschichte der Honigbienen". Ehrenwirth Verlag, München, Germany.
- Ruttner F., L. Tassencourt and J. Louveaux. (1978). Biometrical-Statistical Analysis of the Geographic Variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie* 9: (4) 363-381.
- Sheppard W.S., M.C. Arias, A. Greech, and M.D. Meixner (1997). *Apis mellifera ruttneri*, a new honey bee subspecies from Malta. *Apidologie* 28: 287 - 293.
- Sheppard W.S. and M.D. Meixner (2003). *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from Central Asia. *Apidologie* 34: 367 - 375.
- Tingek S., N. Koeniger, and G. Koeniger (1996). Description of a new cavity dwelling species of *Apis* (*Apis nulensis*) from Sabah, Borneo with notes on its occurrence and reproductive biology (Hymenoptera, Apoidea, Apini) *Senckenbergiana Bio.* 76: 115-119.
- Γκαραγκάνη Π. (2001). Μορφομετρικά χαρακτηριστικά της μακεδονικής μέλισσας *Apis mellifera macedonica*. Πτυχιακή Μελέτη. Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μπουγά Μ. (2002). Μελέτη της γενετικής δομής πληθυσμών της μέλισσας *Apis mellifera*. Διδακτορική διατριβή. Εργαστήριο Γενετικής, Τομέας Γενετικής, Βιολογίας Κυττάρου & Ανάπτυξης, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Πορίχη Α.-Ε. (2002). Συγκριτική Μελέτη της Γενετικής Δομής Πληθυσμών Μελισσών Ηπειρωτικής και Νησιωτικής Ελλάδας: Μοριακή και Μορφομετρική Προσέγγιση. Μεταπτυχιακή Μελέτη. Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Σούλα Ο. (2001). Μορφομετρικά χαρακτηριστικά της κρητικής μέλισσας *Apis mellifera adami*. Πτυχιακή Μελέτη. Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Τσίπη Μ. (2002). Μορφομετρικά χαρακτηριστικά της μέλισσας της Πελοποννήσου. Πτυχιακή Μελέτη. Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Τσίπη Μ. (2004). Οι μοριακοί και μορφομετρικοί δείκτες στη διαπίστωση υβριδικών πληθυσμών μελισσών στην Ελλάδα. Μεταπτυχιακή Μελέτη. Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.