



Η γενετική βελτίωση των ντόπιων μελισσών στην Ελλάδα του 21^{ου} αιώνα

Δρ Φανή Χατζήνα, Βιολόγος, Τακτική Ερευνήτρια
Τμήμα Μελισσοκομίας, Ινστιτούτο Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής

Από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα η μελισσοκομία αποτελεί για την Ελλάδα έναν παραδοσιακό κλάδο της αγροτικής οικονομίας. Η “επιστροφή στη Μάνα γη” αποτελεί μία σημαντική κίνηση των καιρών μας με μεγάλη επιτυχία.

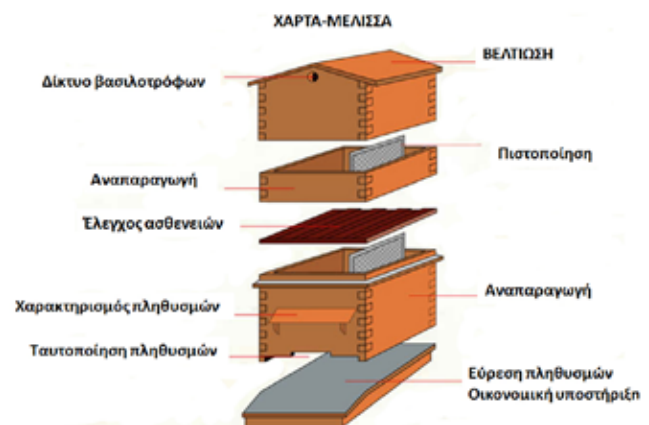
Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν περί τους 20.000 εγγεγραμμένοι μελισσοτρόφοι με περίπου 1.400.000 κυψέλες. Το 39% αυτών είναι επαγγελματίες μελισσοκόμοι με περισσότερα των 200 μελισσιών ο καθένας και σύνολο 700.000 κυψελών. Είναι εκπληκτικό επίσης το γεγονός ότι η Ελλάδα κατέχει και πάλι την πρώτη θέση σε πυκνότητα μελισσιών ανά Km² (11,4 κυψέλες ανά Km²) σύμφωνα με νέα έρευνα. Η συνολική ετήσια παραγωγή μελιού στη χώρα ανέρχεται περί τους 15.000 τόνους, από τους οποίους οι 300 τόνοι εξάγονται, κύρια στην Ευρώπη. Η μέση παραγωγή ανά κυψέλη κυμαίνεται μεταξύ 10 Kg και 20 Kg. Το ύψος της παραγωγής αυτής θεωρείται πολύ μικρή για να καλύψει το οικονομικό κόστος της διατήρησης των μελισσιών αλλά και να εξασφαλίσει τη διαβίωση, όταν η Φινλανδία και Γερμανία έχουν αντίστοιχα τουλάχιστον 30 - 40 Kg ανά κυψέλη.

Οι μελισσοκόμοι, πολλές φορές, επειδή θεωρούν ότι οι μέλισσές τους δεν είναι παραγωγικές ή δεν πληρούν όλες τις απαιτήσεις τους, εισάγουν ξένο γενετικό υλικό μελισσών με γνωστή “υπεροχή” με κύριο στόχο την αύξηση της παραγωγής. Οι ξένες βασίλισσες όμως εισάγονται, ακόμα και εάν είναι γνωστές για το υβριδικό τους σθένος, αιτία του οποίου και οι μεγάλες αποδόσεις, δημιουργούν επιπλέον υβρίδια τα οποία εμφανίζουν αρνητικές επιδράσεις (κυρίως επιθετικότητα και υπερβολική σηπνουργία) και την απώλεια των παραγωγικών πλεονεκτημάτων μετά την πρώτη γενεά.

Αποτέλεσμα του παραπάνω φαινομένου είναι τα αυτόχθονα υποείδη να βρίσκονται στη διαδικασία αντικατάστασης από ξένα υποείδη και συνεπώς να οδηγούνται στον αφανισμό και στη μείωση της βιο-ποικιλότητας.

Για να λύσουν το πρόβλημα της παραγωγικότητας αλλά και να διατηρήσουν τη γενετική ποικιλομορφία πολλά ευρωπαϊκά και μη κράτη οργάνωσαν προγράμματα βελτίωσης και διατήρησης των ντόπιων υποειδών μελισσών τους από τη δεκαετία του '60 ακόμα. Η Ελλάδα, παρόλο που αποτελεί μία πολύ σημαντική χώρα σε σχέση με τη μελισσοκομία, δε διαθέτει ακόμα ένα οργανωμένο σύστημα επιλογής και παραγωγής βασιλισσών μελισσών από τους ντόπιους πληθυσμούς.

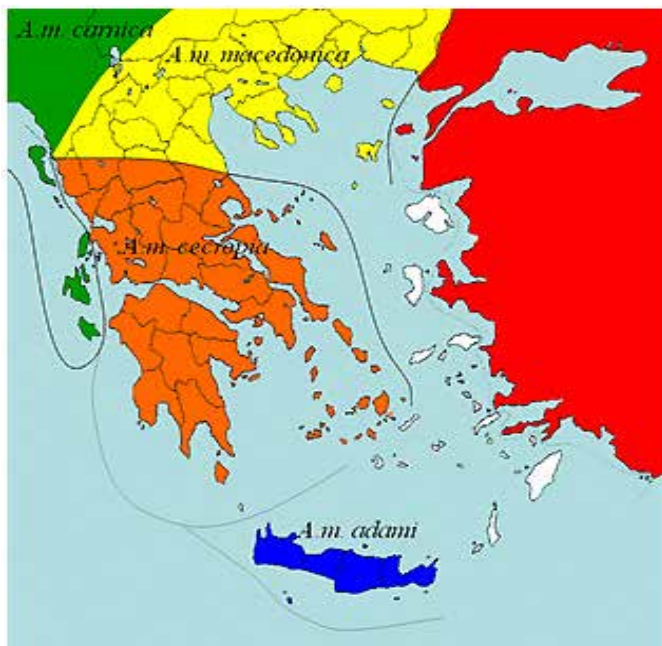
Μία πρώτη προσπάθεια για τη διατήρηση και επιλογή των ντόπιων υποειδών μελισσών αποτελεί το ερευνητικό πρόγραμμα, μέρος του οποίου έχει αναλάβει να εκτελέσει το Τμήμα Μελισσοκομίας (στο πλαίσιο του ΚΑΝ 1234/07 της ΕΚ.) με το ακρωνύμιο “ΧΑΡΤΑ ΜΕΛΙΣΣΑ”.



Γραφική περιγραφή του προγράμματος “ΧΑΡΤΑ ΜΕΛΙΣΣΑ”.

Οι ντόπιοι πληθυσμοί μελισσών

Σύμφωνα με τον Ruttner (1988), στην Ελλάδα υπήρχαν οι εξής φυλές μελισσών: *A. m. carnica* (στα νησιά του Ιονίου), *A. m. macedonica* (στη Μακεδονία και Θράκη), *A. m. cecropia* (στην Κεντρική και Νότια Ελλάδα), *A. m. adami* (στην Κρήτη και στα νησιά του Αιγαίου). Σήμερα λόγω των πολλών μετακινήσεων, και αγοραπωλησιών, η Ελλάδα, είναι μία χώρα μεγάλου υβριδισμού, με κυρίαρχη τη μακεδονική μέλισσα. Σε πολύ λίγες μόνο περιοχές (κάποια νησιά του Αιγαίου και στη Λάρισα –Κεντρική Ελλάδα) έχουν βρεθεί κάποιοι πληθυσμοί διαφορετικοί από τη μακεδονική μέλισσα.



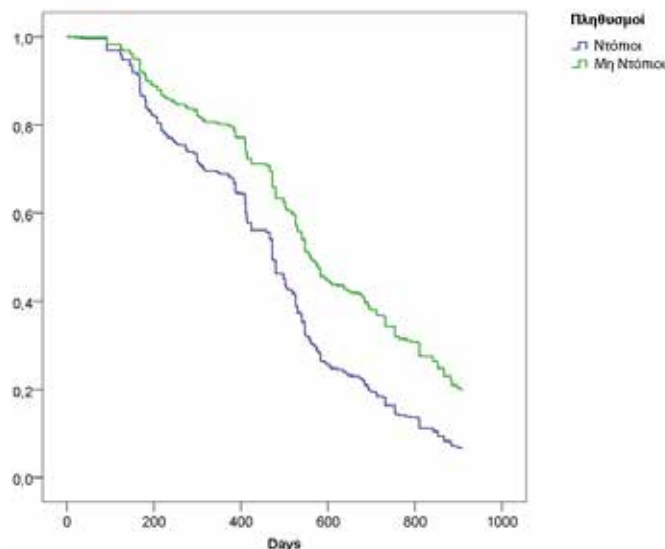
Η κατάταξη των ελληνικών μελισσών από τον Ruttner (1988).

Η πανευρωπαϊκή συνεργασία με τη Διεθνή Ομάδα Εργασίας COLOSS, στην οποία συμμετείχαμε (2009- 2012), έλεγξε τις αλληλο-επιδράσεις μεταξύ της γενετικής προέλευσης διαφορετικών πληθυσμών μελισσών και του περιβάλλοντος διατήρησής τους. Στο πείραμα αυτό συγκρίναμε 16 διαφορετικούς πληθυσμούς σε 21 διαφορετικές περιοχές με διαφορετικό περιβάλλον, για 2,5 χρόνια. Συγκρίναμε χαρακτηριστικά όπως η βιωσιμότητα, παραγωγή μελιού, ανάπτυξη, συμπεριφορά υγιεινής, επιθετικότητα, σμηνουργία και ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Τα πειραματικά μελισσοκομεία ήταν διασκορπισμένα σε όλη την Ευρώπη, από τη Φινλανδία στο Βορρά μέχρι τη Σικελία και την Ελλάδα στο Νότο, και από τη Γαλλία στη Δύση μέχρι την Πολωνία στην Ανατολή. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι παρατηρήσαμε μια σημαντική διαφορά στο χρόνο επιβίωσης μεταξύ των ντόπιων και των ξένων πληθυσμών. Ενώ σε κάθε δεδομένη περιοχή, τα ξένα μελίσσια επέζησαν κατά μέσο όρο 470 ημέρες, ο μέσος χρόνος επιβίωσης των ντόπιων μελισσιών ήταν 553 ημέρες. Ειδικότερα για τον πειραματισμό στην Ελλάδα αναφέρουμε ότι τα ντόπια μελίσσια διατήρησαν μεγαλύτερους πληθυσμούς και παράγαγαν περισσότερο.

Τα βασικά συμπεράσματα αυτού του μεγάλου πειράματος ήταν τα παρακάτω:

- δεν υπάρχει γενετική ανωτερότητα αλλά καλή προσαρμοστικότητα
- κάθε γενότυπος μπορεί να ανταποκριθεί με διαφορετικό τρόπο σε διαφορετικά περιβάλλοντα
- οι ντόπιοι πληθυσμοί μελισσών έχουν αναπτύξει μηχανισμούς που τους καθιστούν “άνωτερους” από τους “ξένους” πληθυσμούς στην επιβίωση, ανάπτυξη και μερικές φορές και παραγωγικότητα στο συγκεκριμένο περιβάλλον

● πρέπει να βελτιώσουμε και να αναπτύξουμε τους ντόπιους πληθυσμούς σε επιθυμητές κατευθύνσεις, όπως η παραγωγικότητα και η ανθεκτικότητα στις ασθένειες, παρά να εξαρτούμαστε από το εισαγόμενο γενετικό υλικό.



Ημέρες διαβίωσης των ντόπιων και των μη ντόπιων πληθυσμών, χωρίς θεραπευτικές επεμβάσεις.

Η επιλογή και η βελτίωση των πληθυσμών Το μοντέλο BLUP

Αναφέραμε παραπάνω ότι το πρόγραμμα διατήρησης ενός πληθυσμού γίνεται σε συνδυασμό με τη βελτίωσή του ως προς συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, κύρια την παραγωγή μελιού. Έτσι έχει προκύψει η αυξημένη παραγωγή ανά κυψέλη σε κάποιες χώρες κι όχι μόνο λόγω των άριστων καιρικών συνθηκών. Δύο είναι οι βασικές επιδιώξεις μιας επιτυχημένης μελισσοκομικής επιχείρησης, η μείωση των μολυσματικών παραγόντων και η απομάκρυνση των ασθενικών μελισσιών και η αύξηση των αποδόσεων σε βαθμό μεγαλύτερο από το μέσο όρο του πληθυσμού.



Η μέση παραγωγή των μελισσιών και η επιθυμητή αύξηση πάνω από το μέσο όρο του πληθυσμού.

Ο τρόπος για να το επιτύχουμε αυτό είναι η ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ η οποία γίνεται μόνο μέσα από την ΕΠΙΛΟΓΗ του γενετικού υλικού και τη ΒΕΛΤΙΩΣΗ των χαρακτηριστικών του. Επιδιώκουμε δηλαδή να πετύχουμε γενετική υπεροχή που να εκφράζεται στα βασικότερα χαρακτηριστικά συγκρότησης με τη διατήρηση των γενετικών πόρων για τις επόμενες γενεές. Έτσι η γενετική βελτίωση του γενετικού υλικού βασίζεται στους τύπους και στις συχνότητες των γονιδίων και των γονοτύπων που τους αντιπροσωπεύουν καθώς επίσης και στους μηχανισμούς (φυσική επιλογή, γενετική μετάλλαξη, γενετική παρέκκλιση, γονιδιακή ροή), οι οποίοι μεταβάλλουν τη γενετική δομή των πληθυσμών, δημιουργεί πληθυσμούς που υπερέχουν στα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Υπάρχουν τρεις γενικοί διακριτοί τρόποι επιλογής:

✓ Η επιλογή της μάζας κατά την οποία κάθε φορά επιλέγουμε για "γονείς" τις καλύτερες βασίλισσες με βάση τις επιδόσεις τους. Τρόπος εύκολος και δυναμικά εφαρμόσιμος από κάθε μελισσοτρόφο.

✓ Η επιλογή των γενεαλογικών σειρών κατά την οποία δημιουργούμε αδελφές βασίλισσες κι αυτές στη συνέχεια ξεκινούν τις γενεαλογικές μας σειρές οι οποίες αξιολογούνται. Τρόπος δύσκολος που εφαρμόζεται από ειδικά κέντρα αναπαραγωγής.

✓ Η επιλογή των γονιδίων κατά την οποία επιλέγουμε για "γονείς" της επόμενης γενεάς εκείνους που έχουν τα επιθυμητά γονίδια. Τρόπος δύσκολος που εφαρμόζεται από εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό.

Στις μέλισσες, κάθε πρόγραμμα γενετικής επιλογής εκτός από παράγοντες, όπως η καθαρότητα των γονέων και η γενετική τους καταγωγή, η μελισσοκομική πρακτική, οι καιρικές συνθήκες/ περιβαλλοντικοί παράγοντες, πρέπει να βασιστεί και στο συνδυαστικό αποτέλεσμα που έχουν η έκφραση των χαρακτηριστικών των βασιλισσών και των εργατριών, σε αυτό που ονομάζουμε "επίδοση του μελισσιού". Στην ουσία θα πρέπει να είναι ένας συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων. Το μοντέλο που διατίθενται σήμερα για την αξιολόγηση της αναπαραγωγικής αξίας σε άλλα ζώα, είναι η Καλύτερη Γραμμική Αμερόληπτη Πρόβλεψη (Best Linear Unbiased Prediction - BLUP) η οποία και έχει προσαρμοστεί στις ιδιαιτερότητες του αναπαραγωγικού συστήματος της μέλισσας. Η χρήση του ζωικού μοντέλου BLUP αναφέρεται ως "Γενετική αξιολόγηση" και τα αποτελέσματά του είναι οι "Δείκτες Αναπαραγωγής" οι οποίοι εκφράζουν την πιθανότητα ότι οι απόγονοι των επιλεγμένων ατόμων θα είναι πάνω ή κάτω από το μέσο όρο του πληθυσμού για ένα ορισμένο χαρακτηριστικό (παραγωγή μελιού, ανεκτικότητα στο βαρρόα κ.λπ.). Το μοντέλο BLUP υπολογίζει τους Δείκτες Αναπαραγωγής των "μπτέρων" βασιλισσών βασιζόμενο σε συνδυασμό: της βαρύτητας των επιθυμητών χαρακτηριστικών, του ρυθμού κληρονομικότητάς τους, της γενετικής συγγένειας και των δεικτών των προηγούμενων γενεών. Δίνει ταυτόχρονα βάρος στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και στη γενετική αξία των κηφήνων.



Κύρια ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά για τη γενετική αξιολόγηση των βασιλισσών με τυχαία αποτύπωση της βαρύτητάς τους.

Ο αριθμός των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών που αξιολογούνται καθώς και η βαρύτητά τους δύναται να διαφοροποιείται από πρόγραμμα σε πρόγραμμα και χώρα με χώρα. Το Μοντέλο BLUP χρησιμοποιείται στη Γερμανία από το 1994 για την εκτίμηση των Δεικτών Αναπαραγωγής των μελισσών και από τότε υπάρχει αύξηση κατά 0,54% ετησίως στην παραγωγή μελιού σε σχέση με την 0,04% που πραγματοποιούνταν με την απλή μέθοδο της επιλογής της μάζας. Επίσης, η εκδήλωση του χαρακτηριστικού για την εξυγιαντι-

κή συμπεριφορά αυξήθηκε από 0,03% στο 0,62% ανά έτος. Το Μοντέλο BLUP αντιπροσωπεύει μια καινοτόμα και εκλεπτυσμένη μεθοδολογία (state-of-the-art) για τη γενετική αξιολόγηση όλων των ζωικών ειδών.

Η ακρίβεια πάντα της γενετικής αξιολόγησης εξαρτάται από την ποιότητα των πληροφοριών που συλλέγονται σε σχέση με τις επιδόσεις του μελισσιού, την αξιολόγησή τους και στη συνέχεια τη στατιστική ανάλυση για να γίνει δυνατή η διάκριση του γενετικής αξιολόγησης από τη συνολική φαινοτυπική διακύμανση. Το μοντέλο BLUP χρησιμοποιεί έναν πολύπλοκο αλγόριθμο, όλα τα δεδομένα καταγράφονται σε ενιαία βάση δεδομένων και δημοσιεύονται κάθε χρόνο. Βεβαίως και για να τηρηθεί η δομή στο σύστημα ο κάθε Μελισσοκομικός Σύλλογος ή κάθε Μελισσοτρόφος έχει ένα μοναδικό κωδικό, όπως επίσης και η κάθε παραγόμενη βασίλισσα, με τον οποίο κωδικό αναγνωρίζεται και καταγράφεται στην επόμενη γενεά. Έτσι κάθε παραγωγός μελισσιών ή βασιλισσών γνωρίζει τους Δείκτες αναπαραγωγής των συμμετεχόντων στο πρόγραμμα βελτίωσης. Η απαίτηση βέβαια ενός προγράμματος βελτίωσης είναι ο συνεχής έλεγχος, η αξιολόγηση, η ελεγχόμενη αναπαραγωγή και η δημιουργία συγκεκριμένων γενεαλογικών σειρών και κ.ο.κ. πάλι από την αρχή, έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.



Γραφική απεικόνιση της διαδικασίας γενετικής αξιολόγησης.

Το αποτέλεσμα του μοντέλου BLUP στις μέλισσες είναι ότι τα χαρακτηριστικά επίδοσης ενός μελισσιού μετά από διαδοχικές γενεές εμφανίζουν ουσιαστικά έναν μεγάλο συνδυασμό των χαρακτηριστικών των προηγούμενων γενεών και δεν αποτελούν απλά μία γραμμική συνέχεια των γενεών. Φυσικά ο έλεγχος των γενετικών ιδιοτήτων των απογόνων, όπως και των μητρικών σειρών είναι συνεχής και βασίζεται κύρια σε γενετικούς και όχι τόσο σε μορφομετρικούς δείκτες, η ανάλυση όμως των μεθόδων αυτών δεν αποτελεί μέρος του άρθρου αυτού και θα αναλυθούν σε επόμενη ευκαιρία.



Γραφική απεικόνιση των γενεαλογικών σειρών και των "γονέων" στο μοντέλο BLUP (από Kaspar Bienefeld).

Κανένα πρόγραμμα βελτίωσης όμως δεν επιτυγχάνεται χωρίς τον αυστηρό έλεγχο των συζεύξεων. Με δεδομένο το γεγονός

Τα διαφορετικά συστήματα σύζευξης των βασιλισσών μελισσών:



Απομακρυσμένο νησί



Τεχνητή σπερματέγχυση (οι Δρ Λεωνίδα Χαριστός και Δρ Φανή Χατζίνα σε εκπαίδευση για την τεχνητή σπερματέγχυση από τη Δρ Malgorziata Bienkowska, στο Τμήμα Μελισσοκομίας- 2011)



Άποψη από το "Τραϊνάκι των Παρθένων Βασιλισσών", όπως είναι εγκατεστημένο στο Τμήμα Μελισσοκομίας στα Νέα Μουδανιά Χαλκιδικής.

ότι οι βασίλισσες μέλισσες ζευγαρώνουν ελεύθερα, στον αέρα, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, ο έλεγχος των συζεύξεων αποτελεί ένα επιπλέον πρόβλημα. Σε γενικές γραμμές οι απομονωμένες περιοχές ή τα μικρά νησιά αποτελούν ιδανικούς χώρους σύζευξης αλλά δεν υπάρχουν σε χώρες με μεγάλη πυκνότητα μελισσιών, όπως η Ελλάδα. Πιθανά ο πολύ μεγάλος συνωστισμός των μελισσιών που παράγουν κηφίνες να δίνει κάποια λύση αλλά δεν εξασφαλίζει τον απόλυτο έλεγχο. Η τεχνητή σπερματέγχυση από την άλλη πλευρά έχει λύσει το πρόβλημα αυτό και χρησιμοποιείται ευρέως όχι μόνο από Κέντρα γενετικής βελτίωσης αλλά και μεγάλους παραγωγούς βασιλισσών. Αποτελεί όμως έναν τρόπο που απαιτεί πολύ χρόνο και πολύ μεγάλη εξειδίκευση προσωπικού.

Ένας σχετικά νέος τρόπος ελέγχου των συζεύξεων αποτελεί το σύστημα που υιοθετήθηκε από το Τμήμα Μελισσοκομίας του ΕΛΓΟ και το ονομάζουμε "Τραϊνάκι των Παρθένων Βασιλισσών". Με το σύστημα αυτό μπορούμε να επιτύχουμε ελεγχόμενη αλλά ελεύθερη, στον αέρα, σύζευξη με συγκεκριμένους χειρισμούς των μελισσιών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των κηφίνων και των παρθένων βασιλισσών.

Βεβαίως θα πρέπει να γίνει μία επιλογή των βασιλισσών που θα ξεκινήσουν ένα πρόγραμμα βελτίωσης που αφορά τον πληθυσμό από τον οποίο θα προέρχονται και τον αριθμό τους, και αυτό σχετίζεται με τον στόχο του κάθε προγράμματος. Στην περίπτωση αυτή διακρίνουμε δύο γενικότερα σχέδια βελτίωσης. Τον κλειστό αναπαραγωγικά πληθυσμό, στον οποίο δεν υπάρχει καμία εισαγωγή πληθυσμών και γενετικού υλικού από τον αρχικό πληθυσμό και τον ανοιχτό αναπαραγωγικά πληθυσμό, στον οποίο επιτρέπεται η ελεγχόμενη εισαγωγή γενετικού υλικού μέσα στον αρχικό πληθυσμό, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο της αιμομιξίας και συγγενής αναπαραγωγής.

Από τα παραπάνω είναι σίγουρο ότι, κανένα σύστημα ή μοντέλο δεν είναι απόλυτο ή πάντα αποτελεσματικό. Απαιτείται συνεχιζόμενη προσπάθεια εξειδικευμένων κέντρων επί σειρά ετών για να γίνει φανερό το όποιο αποτέλεσμα και να αποφευχθούν λάθη και πιασμοί. Είναι όμως φανερό ότι χωρίς ένα Εθνικό Πρόγραμμα Επιλογής και Βελτίωσης των ντόπιων μελισσών μας δε θα μπορούσαμε ποτέ να αυξήσουμε το οικονομικό μας όφελος διατηρώντας πάντα το γενετικό μας υλικό. Στην προσπάθεια αυτή είναι απολύτως απαραίτητοι όχι μόνο οι επιστήμονες αλλά και οι μελισσοτρόφοι. Η άριστη συνεργασία Κράτους (για οικονομική ενίσχυση), Επιστημονικών Κέντρων (για επιστημονική επίβλεψη, έλεγχο, αξιολόγηση, καταγραφή, ελεγχόμενη αναπαραγωγή) και Παραγωγών (έλεγχοι, συλλογή δεδομένων, σύγκριση, αναπαραγωγή) θα δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα, που είναι η οικονομική ανάπτυξη του κλάδου της Μελισσοκομίας.



Πληροφορίες: Τμήμα Μελισσοκομίας, Ινστιτούτο Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής 632 00 Νέα Μουδανιά- Χαλκιδική, **Τηλ.:** 23730 91297, **e-mail:** fhatjina@instmelissocomias.gr