

ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΜΕΛΙΣΣΩΝ

Πασχάλης Χαριζάνης
Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

I. ΓΕΝΙΚΑ

Το είδος και η ποικιλότητα του γενετικού υλικού είναι εξίσου σημαντικά για τους μελισσοκομικούς χειρισμούς γιατί δεν μπορούν να παραχθούν άριστες βασίλισσες μόνο με καλές μεθόδους βασιλοτροφίας.

- **Βελτίωση (Breeding)** είναι η συστηματική σύζευξη επιλεγμένων ατόμων για την παραγωγή απογόνων που να εμπεριέχουν επιθυμητά χαρακτηριστικά. Οι συζεύξεις γίνονται για ένα καθορισμένο σκοπό και οι οποίες συνεχίζονται για αρκετές γενεές. Υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ βελτίωσης (Breeding) και εκτροφής (rearing).
- **Εκτροφή (rearing)** είναι η παραγωγή ατόμων από το αυγό έως το ενήλικο χωρίς να γίνεται επιλογή.
- **Επιλογή (selection)** είναι η αξιολόγηση των ατόμων, που βασίζεται στον καθορισμό και επιλογή των χαρακτηριστικών τους και την ικανότητά τους να μεταβιβάσουν αυτά τα χαρακτηριστικά και τους υπόλοιπους χαρακτήρες (factors) στους απογόνους τους. Η επιλογή είναι ένα σημαντικό τμήμα σε κάθε πρόγραμμα βελτίωσης.
- **Κληρονομικότητα** είναι η μεταβίβαση των γνωρισμάτων από γονείς στους απογόνους.

Η διαδοχική διαδικασία της επιλογής, βελτίωσης και πάλι επιλογής είναι σχεδόν η ίδια όπως για όλους τους οργανισμούς. Όλοι υπόκεινται στους ίδιους βασικούς νόμους και μηχανισμούς κληρονομικότητας και εξέλιξης.

II. ΣΚΟΠΟΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Η συγκέντρωση των επιθυμητών χαρακτήρων σε μια φυλή, η αύξηση της έντασης με την οποία εκφράζονται και ταυτόχρονα ο περιορισμός των ανεπιθύμητων χαρακτήρων.

Με την έναρξη του προγράμματος βελτίωσης, ο βελτιωτής πρέπει να αποφασίσει ποιοι χαρακτήρες είναι οι πιο σημαντικοί και επικεντρώνει την προσπάθειά του σ' αυτούς.

Είναι σχετικά εύκολη η μελέτη και η εγκατάσταση ενός χαρακτήρα σε μια φυλή εάν ο χαρακτήρας αυτός εξαρτάται /ελέγχεται από ένα μόνο ζεύγος γονιδίων. Όμως οι περισσότεροι χαρακτήρες είναι συνδυασμένοι / σύνθετοι, με αποτέλεσμα η όλη διαδικασία να γίνεται πιο σύνθετη. Ο βαθμός δυσκολίας της διαδικασίας αυξάνει όταν οι διάφοροι χαρακτήρες επηρεάζονται / ελέγχονται από πολλά ζεύγη γονιδίων και πολλαπλά αλληλόμορφα.

Οι χαρακτήρες ταξινομούνται σε 2 κατηγορίες:

- Ποιοτικοί χαρακτήρες: εμφανίζονται σε πλήρη ανάπτυξη ή δεν εμφανίζονται καθόλου (π.χ. χρώμα οφθαλμού).
- Ποσοτικοί χαρακτήρες: εμφανίζονται σε διάφορες βαθμίδες έντασης και χρειάζονται κλίμακα για να διακριθούν (π.χ. κίτρινος χρωματισμός κοιλίας). Οι περισσότεροι χαρακτήρες οικονομικής σημασίας πιστεύεται ότι είναι ποσοτικοί.

Πρέπει να είμαστε ρεαλιστές όσον αφορά τις προσδοκίες μας από το πρόγραμμα βελτίωσης. Δεν πρέπει να αναμένουμε την εξάλειψη των ασθενειών ή την υπερβολική αύξηση της παραγωγής. Απεναντίας, αναμενόμενα αποτελέσματα είναι η μείωση της συχνότητας των ασθενειών (που συνεπάγεται και τη μείωση της χρήσης χημικών στην κυψέλη) ή μια μέτρια αύξηση της παραγωγής. Συχνά βελτιώσεις στους μελισσοκομικούς χειρισμούς ασκούν μεγαλύτερη επίδραση από ότι η επιλεκτική βελτίωση για οικονομικά σημαντικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα επεμβάσεις καλής υγιεινής από τους μελισσοκόμους μειώνουν τη διάδοση της Αμερικανικής σηψιγονίας. Η κανονική αντικατάσταση των βασιλισσών συχνά επιδρά σημαντικά στην απόδοση της αποικίας και στην παραγωγή μελιού.

Η βελτίωση είναι μια αναγκαία συνεχής διαδικασία ώστε να αποκτηθεί αλλά και να διατηρηθεί βελτιωμένο γενετικό υλικό. Δεν είναι ρεαλιστικό να περιμένουμε να διατηρήσουμε το γενετικό υλικό με επιλεγμένα χαρακτηριστικά χωρίς συνεχή επιλογή. Η πρόοδος της βελτίωσης αρχίζει να φθίνει μόλις η επιλογή «χαλαρώσει» στον βελτιωμένο πληθυσμό.

III. ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (Genetic variability)

Η Μέλισσα, *Apis mellifera*, ποικίλλει πάρα πολύ στην εμφάνιση και συμπεριφορά σε όλο το φυσικό εύρος ύπαρξής της στην Ευρώπη, Ασία και Αφρική (Ruttner, 1988). Αυτές οι γεωγραφικές διαφορές είναι το αποτέλεσμα μακρόχρονης φυσικής επιλογής και έτσι δημιουργήθηκαν τα χαρακτηριστικά των τοπικών πληθυσμών μελισσών, όπως επηρεάστηκαν από τις τοπικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Υπάρχει επίσης παραλλακτικότητα και μέσα στους ίδιους τους τοπικούς πληθυσμούς. Αν και αυτή η παραλλακτικότητα μέσα στον πληθυσμό παρατηρείται μεταξύ μακρινών γεωγραφικών πληθυσμών ή φυλών, εντούτοις αυτή η φυσική παραλλακτικότητα βοηθάει στη φυσική επιλογή και είναι η βάση όπου στηρίζονται οι γενετιστές για το σχεδιασμό προγράμματος επιλογής αρίστου γενετικού υλικού.

Δεν υπάρχει απλή συνταγή για τη βελτίωση της μέλισσας, η οποία να δουλεύει πάντοτε και να απαιτεί μικρή προσπάθεια από την πλευρά του μελισσοκόμου.

Ο βελτιωτής πρέπει να κάνει προσεκτικές παρατηρήσεις σε κάθε μελίσι που μελετά και να παρέχει (εφοδιάζει) πολλούς επιλεγμένους κηφήνες ώστε να βεβαιώνεται ότι ένα μεγάλο μέρος των βασιλισσών του συζεύγνυται με τους επιθυμητούς κηφήνες.

IV. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΟΨΗ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΜΕΛΙΣΣΩΝ

A. Ο ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΣΣΙΟΥ

Το δυνατό μελίσσι έχει δυνατότητες για μεγάλη παραγωγή μελιού και μπορεί να αντιμετωπίζει πιο εύκολα τους εχθρούς, τις ασθένειες και τις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος.

B. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕΛΙΟΥ

Ο Πληθυσμός του μελισσιού συνδέεται άμεσα με την παραγωγή μελιού. Όσες πιο πολλές μέλισσες έχει ένα μελίσσι, τόσο πιο μεγάλη είναι η συλλογή νέκταρος. Όμως σε κάθε μελισσοκομείο πάντοτε ξεχωρίζουν μερικά μελίσσια που αποθηκεύουν περισσότερο μέλι από άλλα μελίσσια που έχουν ίσο αριθμό μελισσών. Τα παραγωγικά αυτά μελίσσια τα επισημαίνουμε και μελετούμε και τα άλλα χαρακτηριστικά τους.

Γ. Η ΕΠΙΘΕΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΕΛΙΣΣΩΝ (TEMPER)

Όσον αφορά τη συμπεριφορά αυτή των μελισσών υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα. Ο Stort (1974, 1975α, 1975β, 1975γ) έδειξε ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στο χρόνο που χρειάζεται ένα μελίσσι να αντιδράσει σε μια ενόχληση, στον αριθμό εργατριών που τσιμπούν έναν κινούμενο στόχο και στην απόσταση μέχρι την οποία οι εργάτριες κυνηγούν κάποιον που τις ενοχλεί. Με διάφορα προγράμματα επιλογής είναι δυνατή η παραγωγή μελισσιών, που να έχουν λιγότερη τάση για τσίμπημα.

Δ. Η ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΓΟΝΟΥ

Είναι ο αριθμός πλαισίων με γόνο. Πολύς γόνος σημαίνει μεγάλος αριθμός μελισσών μελλοντικά.

Ε. Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΟΥ

Με τον όρο εμφάνιση του γόνου εννοούμε αν ο σφραγισμένος γόνος είναι συμπαγής ή έχει πολλά άδεια κελιά. Το μεγάλο ποσοστό άδειων κελιών μπορεί να προέρχεται είτε από το θάνατο των προνυμφών εξαιτίας κάποιας αρρώστιας είτε από τον κανιβαλισμό των προνυμφών από τις εργάτριες. Το φαινόμενο στη δεύτερη περίπτωση συμβαίνει, όταν η βασίλισσα του μελισσιού προκύπτει από κλειστή συγγενική αναπαραγωγή. Η βασίλισσα παράγει γόνο διπλοειδών κηφήνων, (αλληλόμορφα γονίδια φύλου σε ομοζύγωτη κατάσταση), που δεν προλαβαίνει να σφραγισθεί, γιατί τον κανιβαλίζουν (αναρροφούν) οι εργάτριες (Εικ. 1).



Εικόνα 1. Μωσαϊκή εμφάνιση του γόνου που προήλθε από συγγενική αναπαραγωγή.

ΣΤ. Η ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΙΣ ΑΡΡΩΣΤΙΕΣ

Η ανθεκτικότητα στις αρρώστιες μπορεί να είναι αποτέλεσμα κάποιου μηχανισμού συμπεριφοράς ή κάποιου μηχανισμού συμπεριφοράς ή κάποιου

φυσιολογικού μηχανισμού. Σαν παράδειγμα μηχανισμού συμπεριφοράς έχουμε την ανθεκτικότητα μελισσιών στην αμερικανική σηπιγονία που μελέτησε ο Rothenbuhler (1964α, 1964β). Μελίσσια ανθεκτικά στην αρρώστια ήταν εκείνα που οι εργάτριες τους κατάφεραν να ανοίγουν και να καθαρίζουν τα κελιά που περιείχαν γόνο πεθαμένο από αμερικανική σηπιγονία. Ο παραπάνω μηχανισμός μπορεί να είναι αποτελεσματικός και στην περίπτωση της ασκοσφαίρωσης (Gilliam και συνεργάτες, 1983). Όμως οι προνύμφες μόνες τους μπορεί να έχουν κάποιο φυσιολογικό μηχανισμό και έτσι να είναι πιο ανθεκτικές σε κάποια ή κάποιες αρρώστιες. Ανθεκτικότητα μπορεί να παρατηρηθεί και στις ενήλικες μέλισσες, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της τραχειακής ακαρίασης (Gary και Page, 1987).

Z. Η ΣΜΗΝΟΥΡΓΙΑ

Η συχνή σμηνουργία θεωρείται μειονέκτημα. Σε ένα πρόγραμμα βελτίωσης προσπαθούμε να επιλέξουμε μελίσσια που να μη σμηνουργούν.

H. Η ΣΥΛΛΟΓΗ ΓΥΡΗΣ

Υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ μελισσιών, όσον αφορά τη συλλογή γύρης. Με ειδικό πρόγραμμα επιλογής ο Hellmich και συνεργάτες (1985) κατάφεραν μετά από 4 γενιές να παράγουν μελίσσια που να αποθηκεύουν στις κηρήθρες πάνω από 4 φορές περισσότερη γύρη από άλλα μελίσσια. Όμως ο Calderone (1988) έδειξε ότι μελίσσια που αποθηκεύουν λίγη γύρη συλλέγουν περισσότερο νέκταρ, ενώ μελίσσια που αποθηκεύουν πολλή γύρη συλλέγουν λιγότερο νέκταρ. Επομένως φαίνεται ότι οι χαρακτήρες αυτοί διαφέρουν γενετικά και σε ένα πρόγραμμα επιλογής ο ένας περιορίζει τον άλλον.

Θ. Η ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΡΟΠΟΛΗΣ

Όταν δεν κάνουμε παραγωγή πρόπολης για το εμπόριο, τότε η πρόπολη θεωρείται μειονέκτημα για δύο λόγους: Πρώτον δυσκολεύει τις εργασίες του μελισσοκόμου και δεύτερον οι μέλισσες απασχολούνται άσκοπα στη συλλογή της, ενώ θα μπορούσαν να απασχοληθούν στη συλλογή νέκταρος.

V. ΒΑΣΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η βελτίωση με επιλογή απαιτεί 4 απλά βήματα:

1. Αξιολογούνται μελίσσια ή ατομικές εργάτριες, κηφήνες ή βασίλισσες από κάποιο βασικό πληθυσμό από τον οποίο επιλέγεται το γενετικό υλικό.
2. Επιλέγονται βασίλισσες από μελίσσια που έχουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά σαν μητέρες για την επόμενη γενεά.
3. Ελέγχονται οι συζεύξεις μεταξύ βασιλισσών και κηφήνων που έχουν προέρχονται από επιλεγμένες μητέρες.
4. Αξιολογούνται οι απόγονοι των νέων βασιλισσών είτε ως άτομα είτε ως μελίσσι. Οι απόγονοι θα μοιάζουν με τους γονείς τους και η επιλεκτική βελτίωση θα έχει επιτευχθεί εάν ένα επαρκές ποσοστό της παρατηρούμενης διαφοροποίησης των χαρακτηριστικών στον πατρικό πληθυσμό οφείλεται σε γενετικές διαφορές.

Η επιλεκτική βελτίωση είναι μια διαδικασία μέτρησης και πειράματος και λάθους.

Η επιλογή κηφήνων είναι η πιο δυναμική μέθοδος επιλογής και είναι χρήσιμη, όταν επιδιώκουμε να βελτιώσουμε χαρακτηριστικά των κηφήνων που είναι κοινά με

εκείνα των εργατριών, όπως το χρώμα και πιθανόν η μακροβιότητα και η ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα.

Η φυσική επιλογή μπορεί επίσης να δημιουργήσει πληθυσμούς μελισσών ανθεκτικούς στις ασθένειες. Πληθυσμοί που έχουν εκτεθεί σε σοβαρές ασθένειες για μεγάλα χρονικά διαστήματα μπορεί να γίνουν ανθεκτικά σε σχέση με πληθυσμούς που δεν έχουν ποτέ εκτεθεί. Για παράδειγμα η Ασιατική μέλισσα *Apis cerana* είχε εκτεθεί στο *V. jacobsoni* για μεγάλα χρονικά διαστήματα στην Ασία και είναι σχετικά ανθεκτική σε σοβαρές προσβολές του παράσιτου.

VI. ΠΗΓΕΣ ΜΕΛΙΣΣΩΝ

Υπάρχουν 4 πιθανές πηγές μελισσών για πειράματα γενετικής βελτίωσης.

- 1) Από τοπικούς μελισσοκόμους. Το διαθέσιμο γενετικό υλικό από τους τοπικούς μελισσοκόμους πιθανόν να έχει παραλλακτικότητα για περισσότερα χαρακτηριστικά με πρακτικό ενδιαφέρον. Οι μέλισσες αυτές συνήθως είναι καλύτερα προσαρμοσμένες στις συνθήκες της περιοχής από ότι οι μέλισσες άλλων περιοχών.
- 2) Από μέλισσα προσβεβλημένων περιοχών. Μελίσσια από περιοχές που σχετίζονται με μια συγκεκριμένη ασθένεια μπορεί να αποτελέσουν το βασικό πληθυσμό για την επιλογή ανθεκτικότητας. Αυτές οι μέλισσες ίσως ήδη να έχουν εκτεθεί σε τεχνητή ή φυσική επιλογή και να εμφανίζουν κάποια ανθεκτικότητα ή ανοχή, βασιζόμενη σε γενετικούς παράγοντες.
- 3) Από συγκεκριμένη φυλή μελισσών. Συγκεκριμένες φυλές μελισσών μπορεί να εισαχθούν και να ελεγχθούν για σημαντικά εμπορικά χαρακτηριστικά. Πιθανόν να έχουν καλή εκτροφή γόνου ή παραγωγή μελιού, χαρακτηριστικά τα οποία ενδιαφέρουν τον βελτιωτή ή πιθανόν να έχουν μακροχρόνια συσχέτιση με μια συγκεκριμένη ασθένεια και να έχουν ήδη αποκτήσει φυσική ανθεκτικότητα. Για παράδειγμα η Αφρικανοποιημένη μέλισσα θεωρείται ανθεκτική στο βαρρόα. Όμως μπορεί οι εισαγόμενες μέλισσες να μην είναι καλύτερες από τις μέλισσες της περιοχής αλλά αν διασταυρωθούν με μέλισσες της περιοχής οι απόγονοι παρουσιάζουν χαρακτηριστικά υβριδίου με αποτέλεσμα αυξημένη παραγωγή μελιού ή μειωμένα συμπτώματα ασθένειας. Όμως οι μελισσοκόμοι πρέπει να είναι προσεχτικοί για να μην εισάγουν και μη-επιθυμητά χαρακτηριστικά μαζί με τα επιθυμητά.
- 4) Μέλισσες από φυσικές φυλές. Οι μέλισσες από φυσικές φωλιές μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν δεξαμενή γενετικής παραλλακτικότητας και μπορεί να έχουν καλά χαρακτηριστικά που απέκτησαν μέσω φυσικής επιλογής. Για παράδειγμα στην Καλιφόρνια οι μέλισσες από φυσικές φωλιές που παρουσιάζουν τοπική γενετική διαφοροποίηση για το ένζυμο *malate dehydrogenase* που υποδεικνύει ότι έχουν προσαρμοστεί στις τοπικές αντίξοες συνθήκες και πιθανόν να διαφοροποιούνται γενετικά από τις μέλισσες των μελισσοκομείων. Επίσης στην Καλιφόρνια οι μέλισσες από φυσικές φωλιές διαφέρουν στο μέγεθος ανάλογα με τη γεωγραφική κατανομή. Ακόμη κατά το διάστημα 1990-1994 πάνω από το 85% των μελισσών από φυσικές φωλιές σε περιοχές τις Καλιφόρνια οπότε είναι πιθανόν η ισχυρή φυσική επιλογή σε συνδυασμό με τη γενετική απομόνωση από τις μέλισσες των μελισσοκομείων να έχει σαν αποτέλεσμα κάποιο βαθμό ανθεκτικότητας στις ασθένειες.

VII. Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Ένα μελίσσι αποτελείται από δύο γενεές, τη **βασίλισσα** που είναι η μητέρα όλου του μελισσιού και τις **εργάτριες** που είναι οι απόγονοί της. Για να κρίνουμε ένα μελίσσι θα πρέπει να αξιολογήσουμε και τις δύο γενεές. Η βασίλισσα κρίνεται για την ποσότητα και ποιότητα του γόνου που παράγει. Μία καλή βασίλισσα ωτοκεύει 1.200 ή και περισσότερα αυγά το **24ωρο** κατά την εποχή έντονης παραγωγής γόνου. Οι καλές κηρήθρες δεν θα πρέπει να έχουν περισσότερα από 3-5 άδεια κελιά για κάθε 100 κελιά σφραγισμένου γόνου. (Εικ.2).



Εικόνα 2. Μία καλή κηρήθρα με γόνο. Τα κελιά είναι σφραγισμένα από τη μια άκρη της κηρήθρας μέχρι την άλλη.

Ο ρυθμός ωτοκίας συνεχίζεται αμείωτος καθώς οι εργάτριες ταΐζουν τη βασίλισσα και εκτρέφουν το γόνο μέχρι που η ωτοκία περιορίζεται λόγω έλλειψης χώρου, ή λόγω αλλαγής της διατροφής της από τις μέλισσες.

Η καθαρότητα της φυλής αλλά όχι απαραίτητα η ποιότητα, φαίνεται από την ομοιομορφία των χρωμάτων των κηφήνων καθώς και από την εμφάνιση της βασίλισσας.

Η επιλογή των βασιλισσών του βελτιωτή (breeder queens) από κάθε γενεά είναι κρίσιμο τμήμα του προγράμματος βελτίωσης. Οποιαδήποτε πρόοδος που γίνεται στη βελτίωση του γενετικού υλικού εξαρτάται κατά μέγα μέρος από αυτή την επιλογή.

Κληρονομικότητα (γενετική σύσταση) είναι πολύ σημαντικός παράγοντας. Θέλουμε οι γονείς της βασίλισσας να προέρχονται από παραγωγικά μελίσσια με όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (μεγάλη παραγωγικότητα, μειωμένη επιθετικότητα, μικρή τάση για σημιουργία, μικρή προδιάθεση σε ασθένειες κ.α.) γιατί τα χαρακτηριστικά αυτά θα τα αποκτήσει και η καινούργια βασίλισσα.

Για κάθε εξεταζόμενο μελίσσι πρέπει να τηρούνται αρχεία που να συμπεριλαμβάνουν παρατηρήσεις για την ποσότητα του αποθηκευμένου μελιού την τάση σημιουργίας την επιθετικότητα του μελισσιού, την ηρεμία των μελισσών στα πλαίσια, την εμφάνιση του γόνου, την ανθεκτικότητα στις ασθένειες και την ταχύτητα με την οποία χτίζουν φύλλο κηρήθρας.

Η ομοιομορφία του χρώματος της κοιλιάς δεν είναι πολύ σημαντική αρχικά, αλλά ένα πρότυπο μπορεί να καθιερωθεί με βάση το οποίο θα εργασθούμε, επίσης είναι ένα μέτρο καθαρότητας της φυλής. Τα καλύτερα μελίσσια των οποίων το χρώμα είναι πιο κοντά στο χρώμα της φυλής πρέπει να προτιμούνται ως μελίσσια για αναπαραγωγή. Μετά από προσεκτική επιλογή αρκετών γενεών ο χρωματισμός των βασιλισσών, εργατριών και κηφήνων πρέπει να είναι αρκετά ομοιόμορφος.

Κατά τη διάρκεια επιλογής του καλύτερου γενετικού υλικού μπορεί να προκύψουν λάθη τα οποία πρέπει να αποφεύγονται. Η **παραπλάνηση** των εργατριών

είναι ένα από τα σοβαρότερα λάθη. Τα εξεταζόμενα μελίσσια πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε η παραπλάνηση να είναι η ελάχιστη. Να αποφεύγεται η τοποθέτηση των κυψελών σε ευθείες πυκνές γραμμές καθώς και να τοποθετούνται σε μεγάλη σχετικά απόσταση μεταξύ τους και με φυσικά ορόσημα για κάθε μελίσι.

Διαφορές στον αρχικό πληθυσμό και διαφορετικός χειρισμός των μελισσιών μπορεί να εισαγάγει λάθη. Όλα τα εξεταζόμενα μελίσσια να τοποθετούνται σε ένα μελισσοκομείο ή αντιπροσωπευτικά μελίσσια από κάθε στέλεχος πρέπει να μοιράζονται στα πειραματικά μελισσοκομεία. Οι τοποθεσίες διαφέρουν ακόμη και σε μικρές αποστάσεις, επομένως οι διαφορές στην τοποθεσία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη αξιολόγηση του γενετικού υλικού.

VIII. ΕΝΑ ΑΠΛΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΓΙΑ ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΟΥΣ

Οι περισσότεροι μελισσοκόμοι δεν έχουν της πηγές πληροφοριών και τις γνώσεις για να εφαρμόσουν ένα πρόγραμμα βελτίωσης των μελισσών. Όμως μπορούν να βελτιώσουν το γενετικό τους υλικό εάν απομακρύνουν εκείνες τις βασίλισσες από τα μελίσσια που έχουν ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά, όπως ασθένειες του γόνου, μεγάλη επιθετικότητα, χαμηλή παραγωγικότητα κ.ά. και να τις αντικαταστήσουν με βασίλισσες που θα προέλθουν από καλά μελίσσια. Ακόμη σε όλα τα μελίσσια οι βασίλισσες να αντικαθίστανται κάθε 1,5 ή 2 χρόνια, για να παράγονται καλής ποιότητας κηφήνες που θα ζευγαρώνουν με τις νέες βασίλισσες οι οποίες θα εκτρέφονται όλες τις εποχές. Με το χρόνο η ποιότητα όλων των μελισσιών θα πρέπει να βελτιωθεί, όμως όχι με το ρυθμό που επιτελείται ένα εντατικό πρόγραμμα βελτίωσης.