

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΗΡΟΤΡΟΦΙΑΣ & ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ

Καταγραφή, αξιολόγηση και βελτίωση ποιοτικών και
ποσοτικών χαρακτήρων ελληνικών πληθυσμών της μέλισσας

Apis mellifera

Μαρία Ν. Τσίπη

Γεωπόνος M.Sc.

Υπότροφος Ι.Κ.Υ.

Διδακτορική Διατριβή

Επιβλέπων Καθηγητής: Πασχάλης Χαριζάνης

ΑΘΗΝΑ 2012

Καταγραφή, αξιολόγηση και βελτίωση ποιοτικών και ποσοτικών
χαρακτήρων ελληνικών πληθυσμών της μέλισσας *Apis mellifera*

Μαρία Ν. Τσίπη

Γεωπόνος M.Sc.

Υπότροφος Ι.Κ.Υ.

Διδακτορική Διατριβή

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Χαριζάνης Πασχάλης, Καθηγητής Γ.Π.Α.

Επιβλέπων Καθηγητής

Θρασυβούλου Ανδρέας, Καθηγητής Α.Π.Θ.

Μέλος

Μπεμπέλη Πηνελόπη, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Μέλος

Εξεταστική Επιτροπή

Καμούτσης Αθανάσιος, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.

Μέλος

Παπαδόπουλος Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Μέλος

Συμιλλίδης Γεράσιμος, Λέκτορας Γ.Π.Α.

Μέλος

Τανανάκη Χρυσούλα, Λέκτορας Α.Π.Θ.

Μέλος

ΑΘΗΝΑ 2012

*Στους γονείς μου,
Νικόλαο και Ελευθερία*

Ευχαριστίες

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με την οικονομική υποστήριξη του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών (Ι.Κ.Υ.) το οποίο και ευχαριστώ πολύ.

Θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές ευχαριστίες και το σεβασμό μου στον πάντα αισιόδοξο επιβλέποντα καθηγητή μου Πασχάλη Χαριζάνη, Καθηγητή, ο οποίος μου μετέδωσε την αγάπη του για τη μέλισσα. Επίσης, τον ευχαριστώ για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της παρούσας διδακτορικής διατριβής καθώς και για την ηθική υποστήριξή του. Η καθοδήγησή του ήταν πολύτιμη σε κάθε στάδιο της διατριβής, τόσο στο σχεδιασμό και την εκτέλεση όσο και στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τα μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής κ. Ανδρέα Θρασυβούλου και κα Πηνελόπη Μπεμπέλη, Καθηγητές, για το χρόνο που διέθεσαν και για τις πολύτιμες υποδείξεις και παρατηρήσεις τους τόσο κατά τη διάρκεια της μελέτης όσο και κατά την απόδοση του τελικού κειμένου. Ιδιαίτερος, ευχαριστώ την κ. Μπεμπέλη για τις αξιόλογες επισημάνσεις της στη διαμόρφωση της παρουσίασης της διατριβής.

Ευχαριστώ πολύ τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Αθανάσιο Καμούτση και τον Λέκτορα Γεράσιμο Συμιλλίδη, για τις καθοριστικές τους παρατηρήσεις στο σχεδιασμό και τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Ολοκληρώνοντας με τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή, και κα Χρύσα Τανανάκη, Λέκτορα, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν για την ανάγνωση, διόρθωση, αξιολόγηση και κρίση αυτής της προσπάθειας.

Καθοριστική ήταν η συμβολή και καθοδήγηση του κ. Χρήστου Αθανασίου, Επίκουρου Καθηγητή, τόσο στο σχεδιασμό των πειραμάτων όσο και στην πραγματοποίηση των στατιστικών αναλύσεων. Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου τόσο για τη βοήθειά του όσο και για την αισιοδοξία που μου μετέδωσε.

Πολύτιμη ήταν η βοήθεια της φίλης και συναδέλφου κ. Ιωάννας Αντωνίου στην τελική παρουσίαση της διατριβής καθώς και του Δρα Αναστασίου Κατσιλέρου στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, τους οποίους και ευχαριστώ πολύ.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό και τους φοιτητές του Εργαστηρίου Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γ.Π.Α. για τη φιλική διάθεση και συνεργασία τους κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διατριβής. Ιδιαίτερα, ευχαριστώ το συνάδελφο κ. Δημήτριο Λαζαράκη, για τις καίριες επισημάνσεις και παρατηρήσεις του σε όλη τη διάρκεια των πειραμάτων μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους μελισσοκόμους Ιω. Αλαμπασύνη, Αντ. Αμαξιά, Γ. Γεωργακόπουλο, Γ. Γκίκα, Δ. Γκλαβά, Ιω. Γκρίτζαλη, Σ. Γούναρη, Γ. Ζαχαρόπουλο, Δ. Θεοχάρη, Δ. Καββαδά, Ε. Καλαντζή, Γ. Καραβά, Ν. Καραγιώργη, Ιω. Κόλλια, Σ. Κουβελάκη, Ελ. Λαζαρίδου, Ιω. Λεπίδα, Ελ. Μαραγκουδάκη, Ν. Μούρτζιο, Γ. Μπουρίκα, Π. Μπαγιάτη, Γ. Ναζίρη, Στ. Πανέτα, Ελ. Παντελάκη, Ν. Παππά, Απ. Παππά, Γ. Πολυκρέτη, Ιω. Πρωτοψάλτη, Ν. Σκουτή, Δ. Ρουμελιώτη, Δ. Σταθάκη, Ευάγ. Στεφανή, Ευάγ. Τσεμπελίκο και Απ. Τσιούνη για τη συνεργασία που είχαμε.

Ευχαριστώ ολόθερμα την οικογένειά μου για την υποστήριξη και ενθάρρυνσή της καθώς και τους φίλους μου που μου συμπαράσταθηκαν σε αυτή μου την προσπάθεια.

Θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω το ζωγράφο Νικόλαο Βαβάτση ο οποίος φιλοτέχνησε το εξώφυλλο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω, από τα βάθη της καρδιάς μου, τον κ. Γεώργιο Χιντζόγλου, Υποψήφιο Διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γ.Π.Α., για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράστασή του όλα αυτά τα χρόνια.

Μαρία Ν. Τσίπη

Γεωπόνος M.Sc.

Υπότροφος I.K.Y.

Περίληψη

Στα πλαίσια της παρούσας διδακτορικής διατριβής διερευνήθηκε η δυνατότητα απόκτησης βελτιωμένων μελισσιών με βασίλισσες φυσικής σύζευξης με καταγραφή και επιλογή των πειραματικών μελισσιών. Λόγω της σημασίας που έχει η ανθεκτικότητα στο άκαρι *Varroa destructor*, προσδιορίστηκε η διάρκεια του σταδίου που ο γόνος της *Apis mellifera macedonica* παραμένει σφραγισμένος και η επίδραση της εποχής του έτους και της θέσης της κηρήθρας μέσα στην κυψέλη στο διάστημα αυτό. Επιπλέον, εξαιτίας της ανάγκης των μελισσών να διατηρούν σταθερές τις συνθήκες ανάπτυξης του γόνου τους, έγινε προσδιορισμός των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών, σε τρεις θέσεις μέσα στην κυψέλη, και σύγκρισή τους με τις αντίστοιχες στο περιβάλλον και σε κυψέλη χωρίς μέλισσες και κηρήθρες. Η σωστή ανάπτυξη του γόνου συνεπάγεται την αύξηση του πληθυσμού και συνεπώς της δυναμικότητάς του.

Για την αξιολόγηση των πειραματικών μελισσιών, οι ποιοτικοί χαρακτήρες που μελετήθηκαν ήταν η ποιότητα του γόνου, η τάση για σμηνουργία, η εξυγιαντική συμπεριφορά και η επιθετικότητα. Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά που καταγράφηκαν ήταν ο πληθυσμός, η ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης, η προσβολή από το άκαρι *V. destructor* και ο αριθμός των σπορίων του μικροσποριδίου *Nosema* sp.. Τα καλύτερα μελίσσια και οι βασίλισσές τους χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση βασιλοτροφίας αλλά και για την παραγωγή κηφώνων. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν τρεις βασιλοτροφίες με γόνο από τις βασίλισσες των μελισσιών με τους αριθμούς “3”, “14” και “21”. Οι απόγονοί τους, στα περισσότερα κριτήρια, ήταν εξίσου καλοί ή ακόμη και καλύτεροι από τις μητέρες τους, γεγονός που καταδεικνύει την αποτελεσματικότητα του προγράμματος βελτίωσης που εφαρμόστηκε. Σε όλες τις περιπτώσεις, επιδιώχθηκε η απόκτηση βελτιωμένων μελισσιών βασισμένη στην αντικατάσταση των βασιλισσών με τα ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά.

Ο πιο σημαντικός εχθρός της μέλισσας παγκοσμίως που προσβάλλει τόσο το γόνο όσο και τις ενήλικες μέλισσες είναι το άκαρι *V. destructor* που αναπαράγεται αποκλειστικά μέσα στο σφραγισμένο κελί. Πιο σύντομη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου, συνεπάγεται μικρότερο αριθμό απογόνων και συνεπώς μικρότερη προσβολή. Στην παρούσα διατριβή, προσδιορίστηκε η διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου της *A. m. macedonica* σε τρεις θέσεις μέσα στη κυψέλη, στις κηρήθρες “3”, “5” και “7”, σε τρεις εποχές του έτους, καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη, και σε τρεις κυψέλες με αδελφές βασίλισσες. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, είναι η πρώτη φορά που

προσδιορίζεται με λεπτομέρεια η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου στο συγκεκριμένο υποείδος. Η μέση διάρκεια που σημειώθηκε ήταν $317,24 \pm 14,81$ h ($13,22 \pm 0,62$ ημέρες) και ήταν περίπου μία ημέρα μεγαλύτερη από τα υπόλοιπα υποείδη *A. mellifera*, εξαιτίας της έκθεσης του γόνου σε χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Όπως διαπιστώθηκε, η διάρκεια ήταν μεγαλύτερη κατά το φθινόπωρο και στο γόνο που αναπτυσσόταν στο κέντρο της γονοφωλιάς. Παράλληλα, προσδιορίστηκε η διάρκεια ανάπτυξης από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού και ήταν $186,66 \pm 11,37$ h ($7,78 \pm 0,47$ ημέρες) καθώς και η συνολική διάρκεια ανάπτυξης που ήταν $503,9 \pm 21,09$ h ($21 \pm 0,88$ ημέρες).

Τέλος, με μετρήσεις αυτόνομων ηλεκτρονικών καταγραφικών οργάνων που τοποθετήθηκαν στις κηρήθρες που υπήρχαν στις θέσεις “1”, “3” και “5” της κυψέλης, διαπιστώθηκε πως όταν υπήρχε γόνος και αρκετός πληθυσμός οι μέλισσες μπορούσαν να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία τους. Όσο αφορά στη σχετική υγρασία, η τιμή της σχετιζόταν κυρίως με την αντίστοιχη του περιβάλλοντος αλλά και με τη δραστηριότητα των μελισσών. Στο κέντρο της γονοφωλιάς η θερμοκρασία ήταν περίπου 34°C ενώ στην περιφέρεια η τιμή της ήταν μικρότερη. Η διαφορά αυτή ήταν μεγαλύτερη όταν ο πληθυσμός ήταν μικρός και η ποσότητα του γόνου περιορισμένη.

Επίσης, διαπιστώθηκε πως η ξύλινη κυψέλη με τη γαλβανισμένη λαμαρίνα στο καπάκι όταν δεν υπήρχαν μέλισσες και κηρήθρες, δημιουργούσε στο εσωτερικό της ένα μικροκλίμα όπου η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, τόσο της θερμοκρασίας όσο και της σχετικής υγρασίας, ήταν αντίστοιχα μικρότερη και μεγαλύτερη σε σχέση με του αέρα. Ωστόσο, η μέση τιμή και των δύο κλιματολογικών παραμέτρων ήταν σχεδόν ίση με του περιβάλλοντος. Επομένως, όταν ένα μελίσι έχει αρκετό πληθυσμό, μπορεί και δημιουργεί ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης του γόνου του.

Συνεπώς, από προγράμματα βελτίωσης στα οποία οι βασίλισσες είναι με φυσική σύζευξη προκύπτουν μελίσια που συγκεντρώνουν αρκετά επιθυμητά χαρακτηριστικά. Η σύζευξη των βασιλισσών με αρκετούς κηφίνες οδηγεί σε μελίσια με γενετική παραλλακτικότητα τα οποία είναι πιο ικανά στη ρύθμιση των συνθηκών ανάπτυξής τους αλλά και στην αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών τους.

Λέξεις κλειδιά: επιλογή μελισσών, βελτίωση μελισσών, *Apis mellifera macedonica*, *Varroa destructor*, διάρκεια σφραγισμένου γόνου, θερμοκρασία κυψέλης, σχετική υγρασία κυψέλης

Summary

“Recording, evaluation and improvement of qualitative and quantitative characteristics of Greek populations of Apis mellifera.”

The aim of this work was to investigate the ability to obtain honeybee colonies headed with queens of natural mating with improved characteristics. Apart from this, field trials were carried out to evaluate the influence of the position of worker brood in the hive, on the duration of the postcapping stage during three seasons in three colonies. Finally, air temperature and humidity sensors with data loggers were located in three positions inside the hive and at the same time another one was located inside an empty hive and served as control. Air temperature and humidity data were monitored simultaneously every 15 minutes by the aforementioned sensors. Also, the respective meteorological data concerning the environment, were provided by the Automatic Meteorological Station of the Laboratory of General and Agricultural Meteorology which is situated at the campus of the Agricultural University of Athens.

The qualitative characteristics of the assessment of the experimental honeybee colonies were brood quality, swarming tendency, hygienic behavior and aggressiveness. The quantitative characteristics were hive population, brood quantity, honey and pollen production, *Varroa destructor* infestation and number of spores of *Nosema* sp.. The superior colonies were chosen in order to produce selected queens and selected drones. During the experiment, we have produced queens from the selected queens of the hives numbered “3”, “14” and “21” and their offspring were equal or even better than their mothers, as far as the above characteristics are concerned. In all situations, we aimed to acquire improved colonies by replacing the queens with the undesirable characteristics.

The mite *V. destructor* has become the most serious threat for the beekeeping worldwide as it parasitizes both brood and adult honey bees and reproduces only in the sealed brood. If the postcapping stage of the honeybee is shorter, the female mite will produce fewer descendants resulting in a decrease in *Varroa* infestation. In this work, we measured the duration of postcapping stage of workers *A. m. macedonica* in three hive positions of combs “3”, “5” and “7”, during three seasons of the year, summer, autumn and spring, in three colonies headed by sister queens. To our knowledge, this is the first detailed study dealing with the duration of the postcapping stage of *A. m. macedonica* worker under certain seasons of the year. The mean duration was $317,24 \pm 14,81$ h ($13,22 \pm 0,62$ days) which is about one day longer than other *A. mellifera*

subspecies, due to exposure to lower temperatures during experiments. The duration of the postcapping stage was longer in autumn in comparison with the other two seasons and also was longer in brood reared in the center of the colony. Moreover, we measured the duration of the period from oviposition till capping and the mean value was $186,66 \pm 11,37$ h ($7,78 \pm 0,47$ days), while the duration of the total development of the worker was $503,9 \pm 21,09$ h ($21 \pm 0,88$ days).

The measurements of the data loggers adjusted in combs in the hive positions “1”, “3” and “5”, testified that colonies with brood and large population were able to thermoregulate. As far as the hygrometric conditions are concerned, relative humidity in the hive was in an extent similar to the environment and also was affected by the honeybees activity. In the center of the broodnest, the temperature was $34,0^{\circ}\text{C}$ while in the periphery was lower. This difference was greater in cases of small population and limited quantity of brood.

The minimum and the maximum values of the aforementioned parameters (temperature and relative humidity) inside a wooden hive, covered by wooden cover with a metal sheet, without honeybees and combs were lower and higher, respectively, in comparison with those of the ambient. Therefore, a colony with many honeybees is able to create ideal conditions for its brood development.

In conclusion, honeybee breeding programs with natural mated queens can result in colonies with many desirable characteristics. The polyandry of honeybee queens results in genetic diversity. The honeybees of these colonies can sufficiently regulate their development conditions and confront their enemies and diseases.

Keywords: honeybee selection, honeybee breeding, *Apis mellifera macedonica*, *Varroa destructor*, duration of postcapping stage, hive temperature, hive relative humidity

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	i
Περίληψη	iii
Summary	v
Περιεχόμενα.....	vii
Εισαγωγή	1
1 Γενικά	3
1.1 Επιλογή και βελτίωση.....	3
1.1.1 Πρόγραμμα βελτίωσης	6
1.1.1.1 Η υγεία των μελισσών	8
1.1.1.1.1 <i>Varroa destructor</i> Anderson and Trueman (2000).....	9
1.1.1.1.2 <i>Nosema apis</i> και <i>Nosema ceranae</i>	10
1.2 Αμυντικοί μηχανισμοί της μέλισσας	11
1.2.1 Χρονική διάρκεια σφραγισμένου γόνου.....	12
1.2.2 Εξυγιαντική συμπεριφορά	16
1.3 Οικονομικό όφελος μελισσοκόμου	20
1.4 Η διευκόλυνση των μελισσοκομικών χειρισμών.....	20
1.4.1 Επιθετικότητα	21
1.4.2 Σμηουργία	22
1.5 Συνθήκες στο εσωτερικό της κυψέλης	23
1.5.1 Θερμοκρασία	23
1.5.2 Σχετική υγρασία.....	25
1.6 Μιτοχονδριακό DNA.....	25
1.7 Σκοπός και πρωτοτυπία της παρούσας διατριβής	28
Υλικά και Μέθοδοι	31
2 Υλικά και μέθοδοι	33

2.2	Καταγραφή των μελισσιών.....	33
2.2.1	Προσβολή από το άκαρι <i>Varroa destructor</i>	36
2.2.2	Προσβολή από το μικροσπορίδιο <i>Nosema</i> sp.....	38
2.2.2.1	Αιματοκυττόμετρο	40
2.2.3	Προσδιορισμός επιθετικότητας	44
2.2.4	Προσδιορισμός εξυγιαντικής συμπεριφοράς.....	46
2.3	Επιλογή και βελτίωση βασιλισσών	49
2.3.1	Παραγωγή βασιλισσών.....	57
2.3.2	Παραγωγή κηφήνων	60
2.4	Μιτοχονδριακό DNA.....	62
2.4.1	Τεχνική PCR-RFLPs	62
2.4.2	Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης μιτοχονδριακού DNA.....	63
2.5	Προσδιορισμός διάρκειας σφραγισμένου εργατικού γόνου	69
2.6	Παρακολούθηση συνθηκών που επικρατούν στην κυψέλη	78
	Αποτελέσματα.....	87
3	Καταγραφή, αξιολόγηση και βελτίωση μελισσιών	89
3.1	Καταγραφή μελισσιών.....	89
3.2	Αξιολόγηση και επιλογή μελισσιών	101
3.2.1	Μοριακή προσέγγιση βασιλισσών.....	101
3.3	Βελτίωση μελισσών.....	103
3.4	Διάρκεια διαφόρων σταδίων ανάπτυξης της μέλισσας <i>Apis mellifera macedonica</i>	108
3.4.1	Αυγά.....	110
3.4.2	Διάρκεια ανάπτυξης του γόνου από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού	111
3.4.3.1	Διάρκεια σφραγισμένου γόνου	118
3.4.3.2	Η επίδραση της πλαισιοθήκης στις συνθήκες της κηρήθρας	130

3.5.3.3	Η επίδραση της παρουσίας γόνου στις συνθήκες της κυψέλης.....	133
3.4.3.4	Διάρκεια σφραγισμένου γόνου και <i>Varroa destructor</i>	136
3.4.4	Συνολική διάρκεια ανάπτυξης ανήλικης εργάτριας	136
3.5	Παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούν στην κυψέλη	143
3.5.1	Θερμοκρασία	144
3.5.2	Σχετική Υγρασία.....	157
	Συζήτηση - Συμπεράσματα.....	169
4.1.1	Καταγραφή μελισσιών.....	171
4.1.2	Αξιολόγηση, επιλογή και βελτίωση βασιλισσών	173
4.2	Διάρκεια διαφόρων σταδίων ανάπτυξης της μέλισσας	174
4.2.1	Αυγά.....	175
4.2.2	Διάρκεια ανάπτυξης του γόνου από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού	176
4.2.3	Διάρκεια σφραγισμένου γόνου	178
4.2.4	Συνολική διάρκεια ανάπτυξης ανήλικης μέλισσας.....	184
4.3	Θερμοϋγρομετρικές συνθήκες κυψέλης	185
4.3.1	Θερμοκρασία	186
4.3.2	Σχετική υγρασία.....	190
4.4	Γενικά συμπεράσματα	193
	Βιβλιογραφία	195
	Ξενόγλωσση βιβλιογραφία	197
	Ελληνική βιβλιογραφία.....	216
	Ηλεκτρονικές πηγές	216
	Παράρτημα.....	217
	Παράρτημα Α.....	219
	Παράρτημα Β.....	257

Παράρτημα Γ	280
Παράρτημα Διαγραμμάτων	314
Παράρτημα Εικόνων.....	323
Παράρτημα Πινάκων	326
Βιογραφικό σημείωμα Μαρίας Ν. Τσίπη	334

Εισαγωγή

1 Γενικά

Η μέλισσα, *Apis mellifera*, έχει το ρόλο του ρυθμιστή της οικολογικής ισορροπίας στη φύση καθώς αποτελεί το βασικό επικονιαστή του μεγαλύτερου αριθμού τόσο καλλιεργούμενων όσο και αυτοφυών φυτών. Η αξία της μέλισσας λοιπόν, δεν εντοπίζεται μόνο στην παραγωγή των πολύτιμων προϊόντων της, μέλι, κερί, γύρη, βασιλικός πολτός, πρόπολη και δηλητήριο, αλλά κυρίως στα οφέλη που προσφέρει στη φύση μέσω της επικονίασης των φυτών που επιτυγχάνει κατά τις πτήσεις για τη συλλογή γύρης και νέκταρος.

Η μελισσοκομία στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς κλάδους της πρωτογενούς παραγωγής. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2010), ο κλάδος απασχολεί 15.083 μελισσοκόμους, οι οποίοι έχουν στην κατοχή τους 1.504.582 μελίσσια. Από αυτούς, 3.568 μελισσοκόμοι κατέχουν περισσότερα από 150 μελίσσια και θεωρούνται επαγγελματίες. Γενικά όμως, είτε ως αποκλειστική είτε ως δευτερεύουσα απασχόληση, η μελισσοκομία είναι ένας κλάδος της αγροτικής οικονομίας που συμβάλλει σημαντικά στο εισόδημα των γεωργικών και μη οικογενειών (<http://www.minagric.gr>).

1.1 Επιλογή και βελτίωση

Η φυσική επιλογή είναι η διαδικασία εξέλιξης των ειδών μέσω της οποίας οι οργανισμοί που είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον παράγουν περισσότερους απογόνους από εκείνους που είναι λιγότερο προσαρμοσμένοι. Στην περίπτωση της μέλισσας και του ακάρεως *Varroa destructor* το φαινόμενο της φυσικής επιλογής πραγματοποιείται με αργό ρυθμό. Με τον τρόπο αυτόν, ενδεχομένως να υπάρξει μια ισορροπία μεταξύ τους, η οποία ίσως να είναι πιο ισχυρή σε σχέση με την επίδραση της ανθρώπινης επιλογής (Le Conte et al., 2007).

Εκτός όμως από τη φυσική υπάρχει και η τεχνητή επιλογή. Προκειμένου ο άνθρωπος να αξιοποιήσει τα προϊόντα και τις υπηρεσίες της μέλισσας στο μέγιστο βαθμό, αποφάσισε να προχωρήσει στην επιλογή μελισσών που διέθεταν τα καλύτερα χαρακτηριστικά και επεδίωξε τη βελτίωσή τους. Η διαδικασία όμως επιλογής του κατάλληλου αρχικού υλικού για τη βελτίωση είναι αρκετά πολύπλοκη και δύσκολη.

Η ανάπτυξη ενός μελισσιού εξαρτάται όχι μόνο από τις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και από τις αλληλεπιδράσεις των εργατριών του, οι οποίες ανήκουν σε διαφορετικές υποοικογένειες (Arathi and Spivak, 2001, Jones et al., 2004, Mattila and Seeley, 2007). Αυτό σημαίνει ότι το γενετικό του υλικό εξαρτάται όχι μόνο από τη γενετική προέλευση της βασίλισσας-μητέρας αλλά και του κηφήνα-πατέρα. Άρα, η συμπεριφορά των μελισσών πρέπει να τροποποιείται κάθε φορά και πολλές φορές να προσαρμόζεται προκειμένου να ανταπεξέρχονται στις δύσκολες εξωτερικές συνθήκες αλλά και στις διαθέσιμες πηγές τροφής και νερού.

Η αξιοποίηση των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών της μέλισσας πραγματοποιείται με την επιλογή και τη βελτίωσή τους. *Επιλογή (selection)*, είναι η αξιολόγηση των ατόμων βάσει συγκεκριμένων επιθυμητών χαρακτηριστικών και η ικανότητα μεταβίβασης αυτών στους απογόνους τους· αφορά μόνο σε χαρακτηριστικά τα οποία κληρονομούνται. *Βελτίωση (breeding)*, είναι η συστηματική σύζευξη επιλεγμένων ατόμων για την παραγωγή απογόνων με επιθυμητά χαρακτηριστικά· οι συζεύξεις αυτές επαναλαμβάνονται για αρκετές γενεές.

Υπάρχουν τρεις τρόποι επιλογής (Hazel and Lush, 1942, Young, 1961):

1. Η διαδοχική επιλογή (*tandem selection*), όπου κάθε φορά επιλέγεται μόνο ένα χαρακτηριστικό μέχρι αυτό να προκύψει εντελώς καθαρό, ύστερα επιλέγεται το δεύτερο χαρακτηριστικό, ύστερα το τρίτο, κτλ.. Τελικά, κάθε χαρακτηριστικό θα έχει βελτιωθεί στον επιθυμητό βαθμό.

2. Η επιλογή που πραγματοποιείται ταυτόχρονα για όλα τα χαρακτηριστικά με τη χρησιμοποίηση ορισμένων δεικτών για κάθε μέλισσα (*total score method*). Οι δείκτες αυτοί, προκύπτουν από το άθροισμα των επιθυμητών και μη χαρακτηριστικών σύμφωνα με την ανωτερότητα και την κατωτερότητα του καθενός.

3. Η επιλογή που είναι βασισμένη στην εκλεκτική απομάκρυνση χαρακτηριστικών (*independent culling levels*), όπου όλα τα άτομα που επιλέγονται πρέπει να έχουν το ελάχιστο επίπεδο όλων των επιθυμητών χαρακτηριστικών, αδιαφορώντας για την ανωτερότητα ή κατωτερότητα των υπόλοιπων χαρακτηριστικών.

Καθώς τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την παραγωγικότητα των μελισσών έχουν υψηλή κληρονομικότητα (Bienefeld, 1986, Bienefeld and Pirchner, 1990, Bienefeld et al., 2007), η ελεγχόμενη αναπαραγωγή είναι δυνατό να επιτρέψει την επιτυχή βελτίωσή τους. Παρόλα αυτά, συχνά παρατηρείται αρνητική γενετική συσχέτιση των χαρακτηριστικών αυτών μεταξύ της βασίλισσας και των απογόνων

της. Ως αποτέλεσμα είναι γονίδια που επηρεάζουν θετικά κάποια χαρακτηριστικά της βασίλισσας να επηρεάζουν αρνητικά κάποια χαρακτηριστικά της εργάτριας και αντίστροφα. Ανάλογα με την αξία της συσχέτισης αυτής, η επιλογή μπορεί να ταυτοποιήσει χαρακτηριστικά αλλάζοντας σε αντίθετη κατεύθυνση από εκείνη που αρχικά σχεδιαζόταν (Bienefeld et al., 2007). Η παραλλακτικότητα η οποία παρατηρείται στα χαρακτηριστικά της μέλισσας μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο βελτίωσης, μέσω επιλεκτικής βελτίωσης, μόνο εφόσον η επιλογή και η σύζευξη πραγματοποιηθούν προσεκτικά.

Ωστόσο, οι ελεγχόμενες συζεύξεις παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα. Η βασίλισσα συζεύγνυται με περισσότερους από έναν κηφήνες και η σύζευξη πραγματοποιείται στις περιοχές σύζευξης, οι οποίες μπορεί να εντοπίζονται ακόμη και σε απόσταση 5 km μακριά από την κυψέλη της (Ruttner and Ruttner, 1972). Συνεπώς, στην περίπτωση αυτή, ο προσδιορισμός της προέλευσης των κηφήνων είναι δύσκολος, ιδιαίτερος όταν υπάρχουν γειτνιάζοντα μελισσοκομεία.

Ο απόλυτος έλεγχος της σύζευξης μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με την εφαρμογή της τεχνητής σπερματέγχυσης (Laidlaw and Page, 1986) είτε με φυσική σύζευξη σε απομονωμένες περιοχές. Έχει παρατηρηθεί ότι η διαδικασία της τεχνητής σπερματέγχυσης απαιτεί εξειδικευμένη εκπαίδευση, ακριβό εξοπλισμό και άφθονο χρόνο προκειμένου να προκύψουν γονιμοποιημένες βασίλισσες με ομαλή ανάπτυξη, εξέλιξη και ωοτοκία.

Στην περίπτωση της φυσικής σύζευξης, για να είναι εφικτή η ελεγχόμενη σύζευξη απαιτείται απομόνωση των πληθυσμών και αυτό επιτυγχάνεται μόνο σε περιοχές όπου υπάρχει αποκλειστικά και μόνο το επιλεγμένο γενετικό υλικό. Υπάρχει μία σειρά αποδεδειγμένων μελισσοκομικών χειρισμών ώστε να περιοριστεί στο ελάχιστο η μεταφορά γενετικού υλικού μεταξύ των φυλών και να επιτευχθεί απομόνωση από γειτνιάζοντες πληθυσμούς.

Σε πειράματα επιλογής και βελτίωσης, οι ελεγχόμενες συζεύξεις θα πρέπει να πραγματοποιούνται:

1. σε νησιά, τα οποία βρίσκονται 5-10 km μακριά από την ξηρά και στα οποία επικρατούν ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης,
2. σε βουνά, όπου υπάρχουν φυσικά όρια απομόνωσης και στα οποία η πρόσβαση είναι πιο εύκολη σε σχέση με τα νησιά και
3. σε περιοχές όπου και οι γειτονικοί πληθυσμοί έχουν το ίδιο γενετικό υλικό.

Σε όλα όμως τα πειράματα που πραγματοποιούνται θα πρέπει να αποτρέπονται τα φαινόμενα αιμομιξίας μεταξύ συγγενικών βασιλισσών και κηφήνων. Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας σύζευξης είναι η παραγωγή διπλοειδών κηφήνων ($2n$). Οι εργάτριες καννιβαλίζουν τις προνύμφες των κηφήνων αυτών εντός 6 h από τη στιγμή που εκκολάπτονται από το αυγό, με αποτέλεσμα να προκύπτει η χαρακτηριστική μωσαϊκή εμφάνιση του γόνου όπου άδεια κελιά υπάρχουν ανάμεσα σε κελιά με γόνο (Ruttner, 1988).

Ένα ακόμη μειονέκτημα στα πειράματα επιλογής και βελτίωσης της μέλισσας είναι το γεγονός ότι οι βασίλισσες και οι κηφήνες δεν εκδηλώνουν χαρακτηριστικά συμπεριφοράς ή φυσιολογίας τα οποία να σχετίζονται με την παραγωγή του μελισσιού, την εξυγιαντική του συμπεριφορά, την ανθεκτικότητα σε ασθένειες και τα οποία επηρεάζουν μόνο τις εργάτριες (Rinderer, 1977).

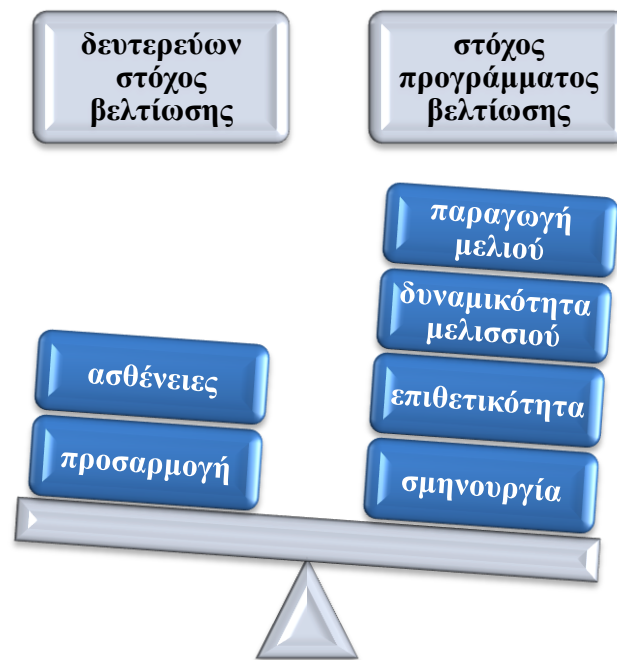
Η γενετική βελτίωση αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, ωστόσο δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις κατά τις οποίες το προϊόν ενός προγράμματος βελτίωσης είναι χειρότερο από τους γονείς του. Το πιο κοινό παράδειγμα των αρνητικών επιπτώσεων των φυλετικών υβριδίων στη μελισσοκομία αποτελούν οι «Αφρικανοποιημένες» μέλισσες (Spivak et al., 1991). Συγκεκριμένα, στα πλαίσια ενός προγράμματος βελτίωσης με στόχο μέλισσες που θα ήταν καλύτερα προσαρμοσμένες σε τροπικά κλίματα, το 1956 εισήχθη στη Βραζιλία ένα αφρικανικό υποείδος η *A. m. scutellata* (Kerr, 1967). Αποτέλεσμα του προγράμματος αυτού, ήταν η διασταύρωση του αφρικανικού υποείδους με προϋπάρχοντες Ευρωπαϊκούς πληθυσμούς και τελικά η δημιουργία των «Αφρικανοποιημένων» μελισσών. Από τότε, οι μέλισσες αυτές, έχουν εξαπλωθεί ταχύτατα στη Νότια και Κεντρική Αμερική (Guzmán-Novoa and Page, 1994). Πρόκειται για μέλισσες μικρότερες και πολύ πιο επιθετικές σε σχέση με την Ευρωπαϊκή μέλισσα.

Στην Ευρώπη πραγματοποιούνται προγράμματα βελτίωσης με στόχο είτε τη διατήρηση επιλεγμένων τοπικών πληθυσμών είτε τη διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας μεταξύ των πληθυσμών (BABE, 2005).

1.1.1 Πρόγραμμα βελτίωσης

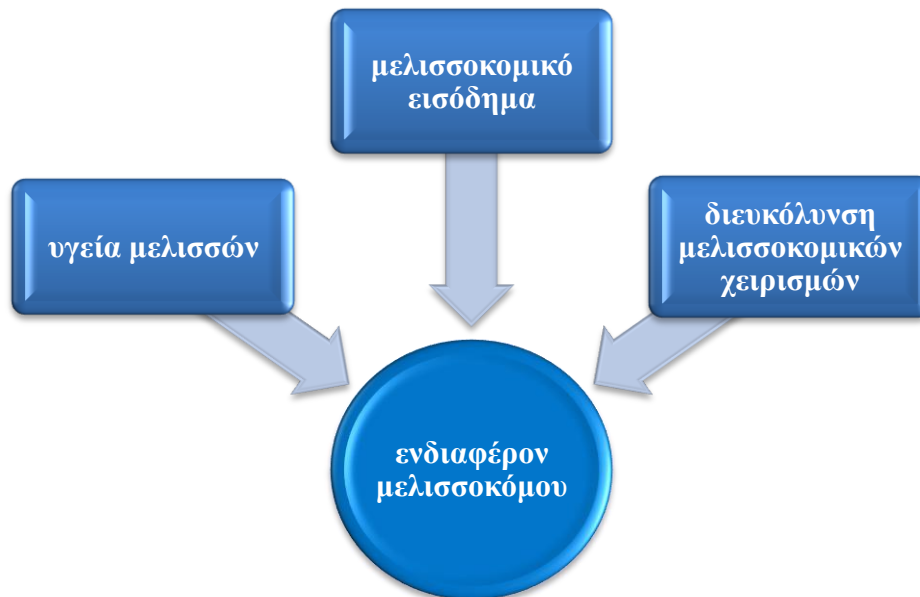
Υπάρχουν προγράμματα επιλογής και βελτίωσης ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτήρων των μελισσών, που έχουν ως πρωτεύοντα στόχο χαρακτηριστικά όπως

είναι η αυξημένη παραγωγή μελιού, η δυναμικότητα του μελισσιού, η μειωμένη επιθετικότητα καθώς και η μειωμένη τάση σμηνοουργίας. Παράλληλα, χαρακτηριστικά όπως είναι η ανθεκτικότητα σε ασθένειες και η προσαρμογή σε τοπικές συνθήκες θεωρείται πως αρκεί να κατέχουν ένα ικανοποιητικό επίπεδο, αφού η ανεπάρκειά τους μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά με τη χρήση βιολογικών και χημικών σκευασμάτων, την τροφοδότηση και την πραγματοποίηση συγκεκριμένων μελισσοκομικών χειρισμών. Το ισοζύγιο ενός τέτοιου προγράμματος διαμορφώνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1: Στόχος προγράμματος βελτίωσης.

Ωστόσο, υπάρχουν και προγράμματα βελτίωσης που αποσκοπούν στην παραγωγή απογόνων ανθεκτικότερων σε κάποια ασθένεια ή σε κάποιον εχθρό, οπότε το προηγούμενο ισοζύγιο διαμορφώνεται ακριβώς αντίθετα. Έχει διαπιστωθεί πως με τα προγράμματα βελτίωσης ο μελισσοκόμος αποκτά υγιή μελίτσια, αυξάνει το εισόδημά του και διευκολύνεται στους μελισσοκομικούς του χειρισμούς (Εικ. 2).



Εικόνα 2: Αντικείμενα ενδιαφέροντος μελισσοκόμου.

1.1.1.1 Η υγεία των μελισσών

Οι μέλισσες, όπως όλοι οι οργανισμοί, προσβάλλονται από παράσιτα και παθογόνα που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πιθανόν ακόμη και να τις αποδεκατίσουν. Η αντιμετώπισή τους με τη χρήση σκευασμάτων, εκτός από την αυξημένη εργασία, το αυξημένο κόστος και ενδεχομένως το αβέβαιο αποτέλεσμα, ενέχει κινδύνους για την ίδια τη μέλισσα, υπάρχει ο κίνδυνος ανάπτυξης ανθεκτικότητας, ενώ υπάρχει και η πιθανότητα ύπαρξης υπολειμμάτων τους στα προϊόντα της κυψέλης.

Το κυριότερο παράσιτο των μελισσών στην Ελλάδα είναι:

- το άκαρι *Varroa destructor* Anderson and Trueman (2000).

Οι κυριότερες ασθένειες είναι:

- η Νοσεμίαση, που οφείλεται στα μικροσπορίδια *Nosema apis* και *Nosema ceranae*,
- η Ασκοσφαίρωση ή Κιμωλίαση, η οποία προκαλείται από τον ασκομύκητα *Ascospaera apis* (Maassen ex Claussen) Olive and Spiltoir και
- η Αμερικανική Σηψιγονία, παθογόνο αίτιο της οποίας είναι το βακτήριο *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* Heyndrickx et al. (1996).

1.1.1.1 *Varroa destructor* Anderson and Trueman (2000)

Το άκαρι *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) αποτελεί φυσικό εχθρό της ασιατικής μέλισσας, *Apis cerana*, και αρχικά εντοπίστηκε στην Ασία (De Jong et al., 1982). Η εισαγωγή της *Apis mellifera* στην Ασία είχε ως αποτέλεσμα το άκαρι να αλλάξει ξενιστή και με τον τρόπο αυτόν να εξαπλωθεί σε όλο τον κόσμο. Στην Ελλάδα εντοπίστηκε για πρώτη φορά το 1978 στη Βόρεια Ελλάδα (Πελεκάσης κ.ά., 1978) και πλέον έχει εξαπλωθεί σε όλη τη χώρα.

Τα ακάρεα *V. jacobsoni* και *V. destructor* αναπαράγονται μέσα στο κελί που αναπτύσσεται η ανήλικη μέλισσα. Παρόλο που μοιάζουν σωματικώς μεταξύ τους, το *V. jacobsoni* έχει ως ξενιστή μόνο την *A. cerana* ενώ το *V. destructor* την *A. cerana* και την *A. mellifera* (Rosenkranz et al., 2010). Το *V. jacobsoni* έχει σχετικά λιγότερες αρνητικές επιπτώσεις στα μελίσινα του φυσικού του ξενιστή καθώς, τουλάχιστον εν μέρει, μπορεί να αναπαραχθεί μόνο στον κηφηνογόνο. Αντίθετα, το *V. destructor* μπορεί να αναπαραχθεί τόσο στον εργατικό όσο και στον κηφηνογόνο της *A. mellifera* με συνέπεια να επιτυγχάνει μια μεγαλύτερη αναπαραγωγική περίοδο και κατά συνέπεια να δημιουργεί μεγαλύτερους πληθυσμούς. Όσο μεγαλύτερος είναι ο πληθυσμός του στα μελίσινα, τόσο μεγαλύτερο είναι και το ποσοστό των ενήλικων και ανήλικων μελισσών που είναι παρασιτισμένο. Χωρίς εφαρμογή ακαρεοκτόνου, ένα μελίσι *A. mellifera* προσβεβλημένο από *V. destructor* θα πεθάνει ύστερα από 1-3 έτη (Korpela et al., 1992, Fries et al., 2006) ενώ μελίσινα *A. cerana* μπορούν να επιβιώσουν από προσβολή από το άκαρι χωρίς να υπάρχει κάποια εμφανής ζημιά (Dietemann, 2012).

Θεωρείται ο πιο επικίνδυνος εχθρός της μέλισσας ενώ πρόκειται για ένα εκτοπαρασιτικό άκαρι που τρέφεται με την αιμολέμφο της μέλισσας. Τα ενήλικα άτομα φέρονται στο σώμα των μελισσών ενώ η αναπαραγωγή τους πραγματοποιείται αποκλειστικά και μόνο μέσα στο σφραγισμένο κελί (Calatayud and Verdu, 1993). Τα ενήλικα άτομα βρίσκονται κυρίως επάνω στις παραμάνες εργάτριες προκειμένου να είναι κοντά στο γόνο και να έχουν άμεση πρόσβαση σε αυτόν λίγο πριν σφραγιστεί.

Παρόλο που το *Varroa* δεν είναι η μοναδική αιτία θανάτου των μελισσιών που παρατηρείται παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια, η πλειοψηφία θεωρεί πως αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα (Neumann and Carreck, 2010). Για το λόγο αυτόν,

πολλοί είναι οι επιστήμονες που πραγματοποιούν εκτεταμένες έρευνες με στόχο την ανθεκτικότητα στο συγκεκριμένο άκαρι (Büchler et al., 2010).

1.1.1.1.2 *Nosema apis* και *Nosema ceranae*

Τα μικροσπορίδια *Nosema apis* (Zander) και *Nosema ceranae* (Microsporidia: Nosematidae) είναι υπεύθυνα για την ασθένεια νοσεμίαση που είναι ίσως η πιο διαδεδομένη και σοβαρή ασθένεια των ενήλικων μελισσών στον κόσμο (Bailey, 1981, Nixon, 1982, Matheson, 1993, Fries, 2010, Heintz et al., 2011).

Το *N. apis* προσβάλλει τα επιθηλιακά κύτταρα του στομάχου και του μέσου εντέρου των ενήλικων μελισσών προκαλώντας διαταραχές στο πεπτικό σύστημα και περιορίζοντας τη διάρκεια ζωής των μελισσών με αποτέλεσμα τη μείωση του πληθυσμού του μελισσιού, κυρίως μετά το χειμώνα (Hornitzky, 2005).

Παλαιότερα, θεωρούνταν ότι η ασθένεια οφειλόταν αποκλειστικά στο *N. apis*. Ωστόσο, σήμερα έχει βρεθεί μια νέα μορφή νοσεμίας που οφείλεται στο *N. ceranae* το οποίο έχει αναφερθεί ότι προσβάλλει τη μέλισσα *A. cerana* (Fries et al., 1996). Το *N. ceranae*, εντοπίστηκε για πρώτη φορά στην Ευρώπη, και συγκεκριμένα στην Ισπανία, το 2004 (Higes et al., 2006) ενώ στην Ελλάδα το 2006 (<http://beelab.agro.auth.gr>).

Η νέα μορφή νοσεμίας εμφανίζεται όλο το έτος, περιορίζει κατά πολύ τη διάρκεια ζωής των μελισσών και δεν εμφανίζει τα κοινά συμπτώματα της παλαιότερης μορφής όπως είναι περιττώματα στην κυψέλη, πολλές νεκρές μέλισσες στην είσοδο της κυψέλης, μέλισσες με πρησμένη κοιλιά και ασύνδετα φτερά μπροστά στην είσοδο. Επίσης έχει διαπιστωθεί ότι στο μικροσκόπιο, τα σπόρια του *N. ceranae* είναι μικρότερα σε μέγεθος από τα σπόρια του *N. apis* (Fries et al., 1996).

Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί μια έξαρση της νοσεμίας και για την καλύτερη διάγνωση της ασθένειας χρησιμοποιούνται συγκεκριμένοι μοριακοί δείκτες. Συγκεκριμένα, μελετάται το τμήμα του γονιδίου που ελέγχει τη σύνθεση της μικρής υπομονάδας του ριβοσωμικού RNA, 16S rRNA (Higes et al., 2006).

Σε έρευνες που έχουν γίνει στη Νότια Αυστραλία (Doull, 1961), αποδείχτηκε πως σε όλες τις κυψέλες, έστω για κάποιο χρονικό διάστημα, υπάρχουν είτε σπόρια είτε μολυσμένες μέλισσες από το *N. apis*. Συγκεκριμένα, η μέλισσα μολύνεται από το νερό και την τροφή, καθώς και μέσω της τροφάλλαξης ή των εργασιών καθαρισμού των μολυσμένων κρηθρών. Από τον πρόλοβο, τα σπόρια μετακινούνται γρήγορα

στο στομάχι ενώ ακόμη και ένα σπόριο είναι αρκετό για να προκαλέσει μόλυνση. Η μέση μολυσματική δόση αναφέρεται ότι είναι 20-90 σπόρια ανά μέλισσα ενώ είναι ευαίσθητη τόσο η βασίλισσα όσο και η εργάτρια και ο κηφήνας (Hornitzky, 2005).

Έχει παρατηρηθεί ότι το *N. apis* δε μολύνει τις προνύμφες καθώς οι μολυσμένες βασίλισσες δε μολύνουν τα αυγά τους (Hassanein, 1951). Στις μέλισσες που μόλις εξήλθαν από το κελί τους δεν παρατηρείται μόλυνση και είναι ευαίσθητες όπως οι μεγαλύτερης ηλικίας μέλισσες (Bailey and Ball, 1991). Για το λόγο αυτόν, κατά τη δειγματοληψία απαιτείται προσοχή ώστε το δείγμα που λαμβάνεται να αποτελείται από μέλισσες με ηλικία μεγαλύτερη των 8 ημερών.

1.2 Αμυντικοί μηχανισμοί της μέλισσας

Η μέλισσα, προκειμένου να συμβιώσει αρμονικά με τους παραπάνω οργανισμούς και να υπερασπιστεί τον εαυτό της, έχει αναπτύξει τους εξής αμυντικούς μηχανισμούς:

- 1) Διάφορες ανατομικές κατασκευές και φυσιολογικές λειτουργίες όπως είναι:
 - i. το χιτινώδες της περίβλημα που προστατεύει τα όργανά της,
 - ii. η μικροχλωρίδα του εντέρου της που την προστατεύει από διάφορες ασθένειες,
 - iii. οι διάφοροι κυτταρικοί αμυντικοί μηχανισμοί και οι διάφοροι ενζυμικοί και αντιμικροβιακοί παράγοντες που συνεισφέρουν στην ανθεκτικότητά της έναντι των παθογόνων και
 - iv. ο πρόλοβός της, που της δίνει τη δυνατότητα να διηθεί τα σπόρια που καταπίνει (Boecking and Spivak, 1999).
- 2) Μηχανισμούς που σχετίζονται με συγκεκριμένη συμπεριφορά της όπως είναι:
 - i. η σύντομη διάρκεια του σταδίου που το κελί είναι σφραγισμένο,
 - ii. η εξυγιαντική συμπεριφορά και
 - iii. ο αυτοκαθαρισμός.

Όταν το πρόβλημα δεν είναι πολύ έντονο και το μέλισσι είναι δυνατό, τότε είναι ικανό να ανταπεξέλθει, αν όμως πρόκειται για ένα όχι και τόσο δυνατό μέλισσι, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη παρέμβασης του μελισσοκόμου, είτε με τους κατάλληλους μελισσοκομικούς χειρισμούς, είτε με την εφαρμογή του σωστού σκευάσματος. Όσο αφορά στην ανθεκτικότητα στις ασθένειες, έχει παρατηρηθεί πως η αυξημένη γενετική παραλλακτικότητα μελισσιών με βασίλισσες που έχουν

συζευχθεί με φυσική σύζευξη με μεγάλο αριθμό κηφήνων, δε σχετίζεται σημαντικά με μηχανισμούς της φυσιολογίας του αμυντικού συστήματος των μελισσών (Wilson-Rich et al., 2012).

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με το ότι οι μέλισσες έχουν σύντομη διάρκεια ζωής και γρήγορη αντικατάσταση με καινούργιες-υγιείς μέλισσες, συμβάλλουν στη μείωση της εξάπλωσης των παθογόνων μεταξύ των μελισσών μιας κυψέλης.

1.2.1 Χρονική διάρκεια σφραγισμένου γόνου

Η διάρκεια του σταδίου που ο εργατικός γόνος βρίσκεται μέσα στο σφραγισμένο κελί, σχετίζεται άμεσα με την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου του εκτοπαρασιτικού ακάρεως *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) που αποτελεί τη μεγαλύτερη απειλή για την παγκόσμια μελισσοκομία. Το *Varroa* παρασιτεί με μεγάλη ευκολία και το γόνο και τις ενήλικες μέλισσες, εργάτριες, κηφήνες και βασίλισσα. Ωστόσο, επιδεικνύει μεγαλύτερη προτίμηση στον κηφηνογόνο, σε σχέση με τον εργατικό γόνο, μεταξύ άλλων παραγόντων και λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας του σταδίου που το κηφηνοκελί παραμένει σφραγισμένο (Schulz, 1984, Fuchs, 1990). Σχετικά με το χαρακτηριστικό αυτό, αρκετές έρευνες αναφέρουν ότι στον κηφηνογόνο εισέρχονται 7-8 φορές περισσότερα ακάρεα σε σχέση με τον εργατικό γόνο (Issa and Goncalves, 1984, Issa et al., 1986, Fuchs, 1990, Fries et al., 1994).

Στην περίπτωση της *A. mellifera*, το θηλυκό *Varroa* τρέφεται με την αιμολέμφο του γόνου και των ενήλικων μελισσών αλλά αναπαράγεται μόνο στο σφραγισμένο γόνο εντός συγκεκριμένων χρονικών διαστημάτων (Ifantidis, 1983, Schulz, 1984). Η απομύζηση της αιμολέμφου έχει ως αποτέλεσμα τη μετάδοση δευτερογενών ασθενειών, ιών και βακτηρίων, που μειώνουν τη διάρκεια ζωής των παρασιτισμένων μελισσών (Ball and Allen, 1988, Yang and Cox-Foster, 2007, Dainat et al., 2012). Ένα γονιμοποιημένο θηλυκό, εισέρχεται στο κελί λίγο πριν αυτό σφραγιστεί και δε μπορεί να εξέλθει αν το κελί δεν ξεσφραγιστεί. Από το πρώτο αυγό που γεννά προκύπτει αρσενικό άτομο ενώ απαιτούνται 240 h (10 ημέρες) μέσα στο κελί μέχρι να παραχθεί ένα ώριμο θηλυκό. Επιπλέον θηλυκά ακάρεα παράγονται ανά χρονικά διαστήματα διάρκειας 30 h το καθένα (Rehm and Ritter, 1989).

Μόλις η ενήλικη μέλισσα εξέλθει από το κελί, η μητέρα και τα γονιμοποιημένα θηλυκά άτομα απελευθερώνονται ώστε να προσβάλλουν άλλες ενήλικες μέλισσες ή να εισέλθουν σε κελιά τα οποία είναι έτοιμα να σφραγιστούν· το αρσενικό άτομο παραμένει στο κελί και πεθαίνει. Εφόσον η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου είναι 300 h, παράγονται τρία καινούργια θηλυκά ακάρεα ενώ σε λιγότερες από 240 h δεν παράγεται κανένα άκαρι. Προφανώς, εάν η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου είναι πιο σύντομη, η μητέρα θα αποκτήσει λιγότερους απογόνους (Moritz and Hänel, 1984, Moritz, 1985, Büchler and Drescher, 1990, Moritz and Mautz, 1990).

Ο Martin (1994), παρατήρησε ότι η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου θα πρέπει να είναι μικρότερη από 222 h (9,25 ημέρες) προκειμένου να μην προλάβει κάποιο θηλυκό *Varroa* να ωριμάσει. Συνεπώς, η μητέρα έχει τη δυνατότητα να παράγει μεγαλύτερο αριθμό ώριμων απογόνων μόνο εφόσον το κελί είναι σφραγισμένο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτόν, μπορεί να παράγει έως και τέσσερα γονιμοποιημένα θηλυκά άτομα στα κελιά των κηφήνων των οποίων η χρονική διάρκεια του σφραγισμένου γόνου είναι 14 ημέρες (336 h) (Schulz, 1984, Rehm and Ritter, 1989).

Είναι γνωστό ότι από τον αριθμό των ακάρεων σε ένα μελίσι, προκύπτει το ποσοστό προσβολής. Σε πειράματα των Büchler and Drescher (1990) που διήρκεσαν επτά μήνες, είχε διαπιστωθεί πως εάν το στάδιο κατά το οποίο ο γόνος είναι σφραγισμένος διαρκέσει μία ώρα λιγότερο, σημειώνεται μείωση κατά 8,7% στην τελική προσβολή από το άκαρι. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η περίοδος αυτή ήταν συντομότερη την άνοιξη παρά προς το τέλος του καλοκαιριού.

Επομένως, η αύξηση του πληθυσμού του *Varroa* εξαρτάται απολύτως από τη διαθεσιμότητα του σφραγισμένου γόνου της μέλισσας. Έχει παρατηρηθεί ότι μείωση της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου κατά 10% περίπου, μπορεί να μειώσει την ανάπτυξη του πληθυσμού του ακάρεως κατά περίπου 30% (Büchler and Drescher, 1990).

Η διάρκεια ανάπτυξης της μέλισσας βελτιστοποιείται με τη διαδικασία της φυσικής επιλογής. Ενδεχομένως όμως, μια πιο σύντομη ανάπτυξη να παρεμπόδιζε την εκδήλωση άλλων χαρακτηριστικών. Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν με *Drosophila* παρατηρήθηκε μία ανεπιθύμητη σχέση μεταξύ ταχύτητας ανάπτυξης και ποσοτικών χαρακτηριστικών του ενήλικου ατόμου (Lints and Lints, 1971). Ωστόσο, ο Bienefeld (1993) δεν παρατήρησε να απαντάται αξιόλογη σχέση μεταξύ κάποιων

μορφολογικών χαρακτηριστικών και της ταχύτητας ανάπτυξης σε βασίλισσες που προήλθαν από φυσική σύζευξη.

Οι Le Conte και Cornuet (1988), παρατήρησαν μία αξιόλογη γενετική παραλλακτικότητα στη διάρκεια αυτή στον εργατικό γόνο μεταξύ Ευρωπαϊκών μελισσών που ζουν σε εύκρατα κλίματα. Σε Αφρικανικά είδη, νότια από τον Ισημερινό, το στάδιο αυτό είναι ιδιαίτερα σύντομο (Fletcher, 1978) με μια μέση διάρκεια μικρότερη των 10 ημερών (240 h) στην *A. m. capensis* (Moritz and Hänel, 1984).

Έχει επισημανθεί από πολλούς επιστήμονες πως η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου έχει υψηλή κληρονομικότητα (Moritz, 1985, Büchler and Drescher, 1990, Moritz and Jordan, 1992, Le Conte et al., 1994). Ο Bienefeld (1996) παρατήρησε ότι ο συντελεστής παραλλακτικότητας της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου (4,4%) είναι σχεδόν διπλάσιος σε σχέση με εκείνον του σταδίου πριν από το σφράγισμα (2,7%) ή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας (2,7%). Η διάρκεια όλων των σταδίων ανάπτυξης επηρεάζεται σημαντικά όχι μόνο από το γονότυπο του εργατικού γόνου αλλά και από τον πληθυσμό του μελισσιού μέσα στο οποίο ο γόνος αυτός αναπτύσσεται και δέχεται την περιποίηση από τις παραμάνες εργάτριες (Rosenkranz and Engels, 1994).

Οι Le Conte et al. (1994) διαπίστωσαν ότι η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου στην εργάτρια σχετίζεται θετικά με την αντίστοιχη περίοδο της βασίλισσας-μητέρας προτείνοντας έτσι ότι η επιλογή της βασίλισσας θα μπορούσε να είναι αποτελεσματική στην απόκτηση εργατριών με σύντομη διάρκεια σφραγισμένου γόνου.

Οι Moritz and Jordan (1992), αναφέρουν ότι η ποσοτική γενετική ανάλυση προβλέπει ότι το 76% της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας που παρατηρείται στους κηφήνες μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα βελτίωσης για την επιλογή σύντομης διάρκειας του σφραγισμένου γόνου στις εργάτριες. Η επιλογή σε επίπεδο βασίλισσας, δεν είναι και τόσο ενθαρρυντική καθώς υπάρχει μικρή φαινοτυπική παραλλακτικότητα. Επιπροσθέτως, οι παραμάνες περιποιούνται όσο περισσότερο γίνεται το βασιλικό γόνο προκειμένου η ανάπτυξή του να είναι η συντομότερη, ενώ γνωρίζουν πως η σύντομη ανάπτυξη μπορεί να οδηγήσει σε βασίλισσα κακής ποιότητας. Επομένως, παρατηρείται μεγάλη δυσκολία στην επιλογή για το χαρακτηριστικό αυτό.

Αρκετοί επιστήμονες παρατήρησαν πως τα υβρίδια είχαν συνήθως πιο σύντομη διάρκεια σφραγισμένου γόνου σε σχέση με τους γονείς τους, γεγονός που υποδηλώνει πως το χαρακτηριστικό αυτό κληρονομείται στους απογόνους. Επιβεβαιώνεται λοιπόν η σχετική άποψη του Moritz (1985), ο οποίος παρατήρησε πως ο χαρακτήρας αυτός κληρονομείται από τη μητέρα. Ως παράδειγμα μπορούν να αναφερθούν οι Le Conte and Cornuet (1988) οι οποίοι παρατήρησαν πως τα υβρίδια (*A. m. ligustica* x *A. m. caucasica*) x *A. m. mellifera* ενηλικιώθηκαν σε 284,16±7,92 h (11,84±0,33 ημέρες), δηλαδή σε λιγότερο χρόνο σε σχέση με τους γονείς τους. Επίσης, σε ένα υβρίδιο *A. m. carnica* x *A. m. capensis* η ενηλικίωση συνέβη σε 267-278 h (11,13-11,58 ημέρες) ενώ η μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου ήταν 275 h (11,46 ημέρες) (Rosenkranz and Engels, 1994).

Σε ένα πρόγραμμα βελτίωσης, με *A. m. capensis* και *A. m. carnica*, ο Schmidt (1994) επέλεξε βασίλισσες υβρίδια των οποίων οι εργάτριες είχαν διάρκεια σφραγισμένου γόνου 275 h (11,46 ημέρες). Τα αποτελέσματα του πειράματος απέδειξαν πως τα μελίτσια που προέρχονταν από τις βασίλισσες αυτές είχαν: α) μικρότερη προσβολή από *Varroa*, β) περισσότερο γόνο και γ) μεγαλύτερο πληθυσμό σε σχέση με τα μελίτσια που προέρχονταν από βασίλισσες *A. m. carnica*.

Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας οδήγησε στο συμπέρασμα πως αρκετοί επιστήμονες έχουν ασχοληθεί με τον προσδιορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου. Οι Rosenkranz and Engels (1994) διαπίστωσαν πως η έξοδος της ενήλικης μέλισσας *A. cerana* συνέβαινε 270 h (11,25 ημέρες) από το σφράγισμα των κελιών ενώ η *A. m. ligustica* σε 285 h (11,88 ημέρες) ενώ παρατήρησαν πως η *A. m. carnica* ενηλικιωνόταν σε 284 h (11,83 ημέρες) και η *A. m. capensis* σε 269 h (11,21 ημέρες).

Οι εργάτριες του υποείδους *A. m. carnica* χρειάζονταν 280,8-300 h (11,7-12,5 ημέρες) από το σφράγισμα του κελιού (Moritz, 1985, Schousboe, 1986) και επομένως το θηλυκό άκαρι είχε τη δυνατότητα να παράγει ένα ή δύο αναπαραγωγικά ώριμα θηλυκά άτομα (Ifantidis, 1984). Η *A. m. capensis* είχε διάρκεια 230,4±1,68 h (9,6±0,07 ημέρες) και συνεπώς κανένα άκαρι δεν προλάβαινε να παραχθεί (Moritz and Hänel, 1984). Η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου στις Ευρωπαϊκές μέλισσες έχει μετρηθεί στις 288 h (12 ημέρες) οπότε τρία ακάρεα προλαβαίνουν να ενηλικιωθούν (Martin, 1994). Οι Le Conte and Cornuet (1988), σε πειράματα που

πραγματοποίησαν παρατήρησαν πως η *A. m. mellifera* ξεσφραγίστηκε σε $285,84 \pm 7,2$ h ($11,91 \pm 0,3$ ημέρες) και η *A. m. ligustica* σε $294,24 \pm 12$ h ($12,26 \pm 0,5$ ημέρες).

Οι Rosenkranz and Engels (1994) διαπίστωσαν πως στην Ινδία η έξοδος της ενήλικης μέλισσας *A. cerana* συνέβαινε μεταξύ 260-279 h ($10,83$ - $11,63$ ημέρες) από το σφράγισμα των κελιών με μέση διάρκεια 270 h ($11,25$ ημέρες), ενώ η *A. m. ligustica*, χρειάζονταν μεταξύ 280-289 h ($11,67$ - $12,04$ ημέρες) μετά το σφράγισμα με μέση διάρκεια 285 h ($11,88$ ημέρες). Οι παραπάνω επιστήμονες στη Γερμανία, παρατήρησαν πως η *A. m. carnica* είχε διάρκεια σφραγισμένου γόνου 279-290 h ($11,63$ - $12,08$ ημέρες) με μια μέση διάρκεια 284 h ($11,83$ ημέρες) ενώ η *A. m. capensis* χρειαζόταν 267-272 h ($11,13$ - $11,33$ ημέρες) μετά το σφράγισμα του κελιού, με μέση διάρκεια 269 h ($11,21$ ημέρες). Σύμφωνα με τον Bienefeld (1996), η *A. m. carnica* είχε διάρκεια σφραγισμένου γόνου $291,5 \pm 12,8$ h ($12,15 \pm 0,53$ ημέρες).

1.2.2 Εξυγιαντική συμπεριφορά

Ένας άλλος αμυντικός μηχανισμός των μελισσών είναι η εξυγιαντική συμπεριφορά η οποία αφορά στην ανίχνευση προσβεβλημένου ή παρασιτισμένου γόνου και στην εκλεκτική απομάκρυνσή του από τα κελιά του. Οι μέλισσες είναι τα μοναδικά κοινωνικά έντομα που εκδηλώνουν τη συμπεριφορά αυτή και ενδεχομένως πρόκειται για ένα είδος προσαρμογής τους. Μετά την εκκόλαψη του γόνου, τα κελιά τους επαναχρησιμοποιούνται και δε χτίζονται καινούργια, αντίθετα με άλλα κοινωνικά έντομα, όπως είναι οι βομβίνοι και οι μέλισσες χωρίς κεντρί (Michener, 1974). Ορισμένα άλλα κοινωνικά έντομα, είναι γνωστά για την αποτελεσματική τους στρατηγική να εγκαταλείπουν τον άρρωστο γόνο «θαμμένο» μέσα στο σφραγισμένο του κελί (Spivak and Gilliam, 1993) ενώ επίσης έχουν την τάση να καλύπτουν με πρόπολη ξένα αντικείμενα και εισβολείς, όπως είναι το μικρό σκαθάρι της κυψέλης (Neumann et al., 2001).

Η εξυγιαντική συμπεριφορά λοιπόν, είναι η ικανότητα που έχουν οι μέλισσες να ανιχνεύουν νεκρές, προσβεβλημένες ή παρασιτισμένες, προνύμφες ή νύμφες, να ξεσφραγίζουν το κελί που τις περιέχει και να απομακρύνουν το περιεχόμενό του πριν ο οργανισμός που ευθύνεται για το θάνατό τους αποκτήσει ικανότητα μόλυνσης (Woodrow and Hoist, 1942, Rothenbuhler, 1964a, Brødsgaard et al., 2000). Η

συμπεριφορά αυτή έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του μολυσματικού φορτίου του μελισσιού.

Μεγάλος αριθμός επιστημόνων έχει ερευνήσει αυτή την αντίδραση των εργατριών σε ενδεχόμενη προσβολή (Spivak and Gilliam, 1993, 1998a, 1998b, Harbo and Harris, 1999, Invernizzi, 2001, Spivak and Reuter, 2001a, 2001b). Στην *A. mellifera*, παρατηρήθηκε για πρώτη φορά πως αποτελεί σημαντικό αμυντικό μηχανισμό κατά της Αμερικανικής Σηψιγονίας (Park et al., 1937, Woodrow and Hoist, 1942, Rothenbuhler, 1964a, Wilkes and Oldroyd, 2002) καθώς και της Ασκοσφαίρωσης (Gilliam et al. 1983, 1988). Επίσης, έχει αναφερθεί πως και η *A. cerana* αντιμετωπίζει αποτελεσματικά την περίπτωση σφραγισμένου γόνου προσβεβλημένου από *V. jacobsoni* (Peng et al., 1987a, Rath and Drescher, 1990) και η *A. mellifera*, αλλά η δεύτερη σε μικρότερο βαθμό (Peng et al., 1987b, Boecking and Drescher, 1991, 1992, Spivak, 1996).

Σε ένα μελίσσι, η εξυγιαντική συμπεριφορά αποτελεί χαρακτηριστικό μόνο ενός μικρού ποσοστού των μελισσών του (10-20%), το οποίο αντιστοιχεί στο ποσοστό του πληθυσμού που έχει ηλικία 15-21 ημερών, καθώς έχει αποδειχθεί ότι έχουν και πιο ευαίσθητη την αίσθηση της όσφρησης (Arathi et al., 2000, Gramacho and Spivak, 2003). Ωστόσο, το μικρό αυτό ποσοστό, πραγματοποιεί και τα δύο χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς, δηλαδή και το ξεσφράγισμα και την απομάκρυνση του νεκρού γόνου, χωρίς να υπάρχει ιδιαίτερη προτίμηση είτε για το ένα είτε για το άλλο χαρακτηριστικό (Spivak and Gilliam, 1993, Oldroyd, 1996, Arathi et al., 2000, Arathi and Spivak, 2001).

Σε ένα μελίσσι, όλες οι εργάτριες του εκδηλώνουν εξυγιαντική συμπεριφορά (Wilson-Rich et al., 2009), μόνο όμως σε μελίσσια τα οποία έχουν επιλεγεί για το χαρακτηριστικό αυτό οι εργάτριες διεγείρονται επαρκώς για να ξεκινήσουν την εκδήλωση της συμπεριφοράς αυτής (Oxley et al., 2010).

Σε μελίσσια που δεν εκδηλώνουν την εξυγιαντική συμπεριφορά, ο νεκρός γόνος επίσης ξεσφραγίζεται και απομακρύνεται με βραδύτερο όμως ρυθμό με αποτέλεσμα το παθογόνο που προκάλεσε το θάνατο να έχει ήδη γίνει μολυσματικό και οι καθαρίστριες να συμβάλλουν στην ταχύτερη μετάδοσή του (Woodrow and Hoist, 1942). Επίσης, μελίσσια των οποίων οι μέλισσες προέρχονται από διαφορετικό γενετικό υλικό, το οποίο δεν ελέγχει τη συμπεριφορά αυτή, ποτέ δε θα αποκτήσουν

επίπεδο εκδήλωσης ίσο με 100% καθώς ο αριθμός των μελισσών τους που το εκδηλώνει είναι μικρός (Arathi et al., 2006).

Όλες οι μέλισσες μπορούν να ξεσφραγίσουν και να απομακρύνουν από το κελί τους νεκρό, παρασιτισμένο ή προσβεβλημένο γόνο, αλλά με διαφορετικούς ρυθμούς. Τα προγράμματα βελτίωσης, προβάλλουν τις διαφορές στο ρυθμό της έκφρασης της συμπεριφοράς αυτής καθώς μέλισσες που φέρουν το χαρακτηριστικό, ξεκινούν το ξεσφράγισμα και την απομάκρυνση πολύ πιο γρήγορα σε σχέση με μέλισσες που δεν το φέρουν (Gramacho and Spivak, 2003).

Η έκφρασή της επηρεάζεται έντονα από περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία, υγρασία, κατάσταση κηρήθρας, νεκταροέκκριση, κ.ά.), χημικούς παράγοντες (φερομόνες, μυρωδιά νεκρού γόνου, μυρωδιά ακάρεων, κ.ά.), φυσικούς παράγοντες (κινήσεις, δονήσεις, φως, κ.ά.) καθώς και από την αλληλεπίδραση όλων αυτών των παραγόντων (Gramacho et al., 1998).

Έρευνες απέδειξαν ότι η εξυγιαντική συμπεριφορά μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας τεχνητώς θανατωμένο γόνο, χωρίς να απαιτείται η μόλυνση του μελισσιού με κάποιον παράγοντα (Rothenbuhler and Thompson, 1956). Με μέτρηση δηλαδή της ταχύτητας απομάκρυνσης του γόνου, ο οποίος έχει σκοπίμως θανατωθεί είτε με βελόνα (Spivak and Downey, 1998) είτε με πάγωμα (Spivak and Reuter, 1998a), είναι δυνατό να εκτιμηθεί η αντίδραση του μελισσιού σε ενδεχόμενη προσβολή και το επίπεδο της εξυγιαντικής του συμπεριφοράς. Μελίσσια που απομακρύνουν ποσοστό μεγαλύτερο από το 95% του τεχνητώς θανατωμένου γόνου εντός 48 h, θεωρείται ότι εκδηλώνουν τη συμπεριφορά αυτή (Spivak and Downey, 1998).

Σε πειράματα που έχουν γίνει, τόσο τα μελίσσια που εκδήλωναν την εξυγιαντική συμπεριφορά όσο και εκείνα που δεν την εκδήλωναν, απομάκρυναν σημαντικά περισσότερο γόνο που έφερε αιμοδέμο προερχόμενη από νεκρό παρά από ζωντανό γόνο, υποδηλώνοντας ότι το στοιχείο που διεγείρει την απομάκρυνση του γόνου είναι πιο ισχυρό στο νεκρό γόνο (Spivak and Downey, 1998). Επίσης, οι ίδιοι ερευνητές διαπίστωσαν πως στην εξυγιαντική συμπεριφορά δεν παίζει ρόλο η ηλικία που έχει ο νεκρός γόνος.

Η εξυγιαντική συμπεριφορά εικάζεται ότι οφείλεται σε μιτοχονδριακή κληρονομικότητα και επειδή στη μέλισσα τα μιτοχόνδρια κληρονομούνται από τη μητέρα θεωρείται ότι είναι μητρικής προέλευσης (Behura, 2006, Unger and Guzmán-

Novoa, 2010). Η πρόταση όμως αυτή δεν έχει επιβεβαιωθεί απολύτως και απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

Οι Ibrahim et al. (2007) απέδειξαν ότι το χαρακτηριστικό αυτό, είναι πιθανό να διατηρηθεί ακόμη και με τη φυσική σύζευξη της βασίλισσας. Η βασίλισσα είναι πολυγαμική και συζεύγνυται με 10-20 κηφήνες (Estoup et al., 1994). Παλαιότερες μελέτες έχουν δείξει πως ένα μέλισσι εκδηλώνει τη συμπεριφορά, εάν τουλάχιστον το 50% του πληθυσμού των εργατριών του εκφράζουν το χαρακτηριστικό (Trump et al., 1967, Arathi and Spivak, 2001). Γι αυτό, τουλάχιστον το 50% των κηφήνων που γονιμοποιούν τη βασίλισσα θα πρέπει να φέρουν τα γονίδια στα οποία οφείλεται η εξυγιαντική συμπεριφορά.

Σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, έχει παρατηρηθεί ότι η εξυγιαντική συμπεριφορά παρουσιάζει υψηλή κληρονομικότητα (Wilkes and Oldroyd, 2002). Με βάση πειράματα που αφορούν στην κληρονομικότητά της, έχει αποδειχθεί ότι οι υψηλές τιμές της ερμηνεύουν την υψηλή ανθεκτικότητα σε ασθένειες που έχουν μέλισσες που διακρίνονται γι αυτό το χαρακτηριστικό (Milne, 1985, Harbo and Harris, 1999, Boecking et al., 2000, Lapidge et al., 2002).

Στην περίπτωση όμως του *V. destructor*, η Spivak (1996) έχει επισημάνει πως η έκφραση της εξυγιαντικής συμπεριφοράς ίσως ήταν λιγότερο έντονη σε σχέση με παγωμένο νεκρό γόνο ή με γόνο που είχε φυσικά προσβληθεί από Αμερικανική Σηπιγονία. Επίσης, οι Vandame et al. (2002) παρατήρησαν ότι ο βαθμός προσβολής θα πρέπει να φτάσει κάποιο κρίσιμο σημείο προκειμένου να εκδηλωθεί από τις μέλισσες εξυγιαντική συμπεριφορά. Οι Harris et al. (2010) διαπίστωσαν ότι ούτε η ωοτοκία του ακάρεως ούτε οι απόγονοί του αποτελούν ερέθισμα ενώ επιπλέον, το ξεσφράγισμα του κελιού για τον καθαρισμό του, παρεμποδίζει και διακόπτει την αναπαραγωγή του ακάρεως. Έχει αναφερθεί πως μέλισσες που επιλέγονται για την εξυγιαντική συμπεριφορά τους, περιορίζουν το ποσοστό προσβολής τους από το άκαρι σε σχέση με μη επιλεγμένα μέλισσες (Spivak and Reuter, 1998a, 2001b, Ibrahim et al., 2007). Ωστόσο, έχει διαπιστωθεί πως οι μέλισσες επιλέγουν να απομακρύνουν πιο γρήγορα γόνο που είναι προσβεβλημένος από *Varroa* που φέρει το μολυσματικό ιό των παραμορφωμένων πτερύγων σχετικά με γόνο στον οποίο το άκαρι δε φέρει τον ιό αυτόν ή ο ιός είναι λιγότερο μολυσματικός: το γόνο αυτόν τον αφήνουν να ενηλικιωθεί (Schöning, 2012).

Όσο αφορά στο μικροσπορίδιο *Nosema*, μελίτσια των οποίων η βασίλισσα έχει επιλεγεί για την εξυγιαντική της συμπεριφορά εμφανίζουν μικρότερη προσβολή ενώ μελίτσια που έχουν βασίλισσες οι οποίες διαχείμασαν και είναι μεγάλης ηλικίας, έχουν περισσότερα σπόρια σε σχέση με μελίτσια με νεαρή βασίλισσα (Findlay, 2010).

Όπως διαπιστώνεται, το χαρακτηριστικό αυτό είναι πολύ σημαντικό για την υγεία του μελισσιού ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί πως ύστερα από πειράματα διαπιστώθηκε πως σειρές μελισσών που έχουν επιλεγεί για την εκδήλωση της εξυγιαντικής συμπεριφοράς δεν απολαμβάνουν αποδοχής μεταξύ των μελισσοκόμων (Carreck, 2011, Delaplane, 2011).

1.3 Οικονομικό όφελος μελισσοκόμου

Το οικονομικό όφελος ενός μελισσοκόμου είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την υγεία των μελισσών του και σχετίζεται με την αυξημένη παραγωγή των προϊόντων της κυψέλης και τη μέγιστη αξιοποίηση των υπηρεσιών της μέλισσας.

Προκειμένου τα μελίτσια να είναι ικανοποιητικά παραγωγικά θα πρέπει να έχουν αυξημένο πληθυσμό και συνεπώς εργάτριες κάθε ηλικίας. Με τον τρόπο αυτόν, υπάρχουν διαθέσιμες περισσότερες συλλέκτριες που μεταφέρουν νέκταρ, γύρη, νερό και πρόπολη στην κυψέλη. Επιπλέον, περισσότερες παραμάνες περιποιούνται το γόνο και συνεπώς και τα βασιλικά κελιά σε περίπτωση βασιλοτροφίας ή παραγωγής βασιλικού πολτού.

Οι βασίλισσες θα πρέπει να είναι υγιείς και με σωστή φωτοκία ώστε ο πληθυσμός των μελισσιών τους να ανανεώνεται τακτικά. Η σωστή ανάπτυξη του μελισσιού και ο συγχρονισμός των μελισσοκομικών χειρισμών, διευκολύνουν το μελισσοκόμο και περιορίζουν στο ελάχιστο τις απαιτούμενες εργασίες.

1.4 Η διευκόλυνση των μελισσοκομικών χειρισμών

Καθώς ο μελισσοκόμος εργάζεται με τις μέλισσες, επιθυμεί όχι μόνο να είναι παραγωγικές αλλά επιπλέον να είναι ήρεμες και να μη σμηουργούν.

1.4.1 Επιθετικότητα

Η μεταχείριση ήρεμων μελισσών έχει ως συνέπεια τον περιορισμό των νεκρών μελισσών κατά τη διάρκεια των μελισσοκομικών χειρισμών και τη διευκόλυνση αυτών καθώς ο μελισσοκόμος δε δέχεται μεγάλο αριθμό κεντρισμάτων.

Η προστασία της κυψέλης από τις μέλισσες αποτελεί χαρακτηριστικό της κοινωνικής τους συμπεριφοράς και είναι το αποτέλεσμα της φρούρησης και της αντίδρασής τους (Hunt et al., 1998). Οι εργάτριες-φρουροί στέκονται στην είσοδο της κυψέλης με τις κεραίες τους προτεταμένες στις εισερχόμενες εργάτριες και αναγνωρίζουν και απομακρύνουν βιαίως ξένες εργάτριες (Ribbands, 1954). Μόλις μία εργάτρια κεντρίσει πεθαίνει, ενώ παράλληλα απελευθερώνεται φερομόνη συναγερμού που αποτελεί ερέθισμα στις υπόλοιπες εργάτριες να κεντρίσουν. Σε πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκαν βορειοαμερικανικές μέλισσες που προέρχονταν από ευρωπαϊκά υποείδη, διαπιστώθηκε ότι οι συμπεριφορές φρούρησης και κεντρίσματος αποτελούν κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό που ερμηνεύεται με τις διαφορετικές υποοικογένειες που συνυπάρχουν μέσα σε μία κυψέλη (Breed et al., 1990, 1992).

Η επιθετική συμπεριφορά των μελισσών καθορίζεται τόσο από γενετικούς όσο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι Guzmán-Novoa et al. (2005) θεωρούν πως ίσως πρόκειται για χαρακτηριστικό με πατρική προέλευση καθώς η κληρονομικότητά του οφείλεται σε επιγενετικούς παράγοντες. Από την άλλη, οι καιρικές συνθήκες όπως είναι η ηλιοφάνεια, η ταχύτητα του ανέμου, η ώρα της ημέρας, η νεκταροέκκριση αλλά και το ποσοστό του πληθυσμού που απουσιάζει για εξωτερικές εργασίες επηρεάζουν, με τον τρόπο τους, τη συμπεριφορά αυτή (Southwick and Moritz, 1987). Η επιθετικότητα αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας (Collins, 1981) καθώς και όταν μεγάλος αριθμός μελισσών απουσιάζει από την κυψέλη (Collins and Rinderer, 1985) ενώ μειώνεται με τη αύξηση της νεκταροέκκρισης (Woyke, 1992).

Συγκεκριμένα, στην περίπτωση της νεκταροέκκρισης, οι μέλισσες είναι λιγότερο επιθετικές καθώς είναι απασχολημένες με τη συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση των προμηθειών τους. Λιγότερες μέλισσες φρουρούν την είσοδο της κυψέλης και το εξωτερικό ερέθισμα θα πρέπει να είναι πολύ έντονο για να προκαλέσει την αντίδρασή τους. Σε περιορισμένη νεκταροέκκριση, η προστασία της

κυψέλης αυξάνεται σημαντικά καθώς οι μέλισσες προστατεύουν τις προμήθειές τους και ο χρόνος αντίδρασής τους είναι πιο σύντομος ακόμη και εάν το ερέθισμα δεν είναι και τόσο έντονο (Woyke, 1992).

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορεί να μετρηθεί η επιθετική συμπεριφορά των μελισσών και οι οποίοι είναι οι εξής (Hunt et al., 1998):

1. η πιθανότητα να κεντρίσουν,
2. ο χρόνος μέχρι να ανταποκριθούν σε ένα ερέθισμα,
3. ο αριθμός των εργατριών που θα στρατολογηθούν να κεντρίσουν έναν στόχο
4. η απόσταση στην οποία μπορούν να φτάσουν καταδιώκοντας έναν στόχο.

Περαιτέρω παρατηρήσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν είναι οι εξής:

- η τάση των εργατριών να κεντρίζουν στα χέρια το μελισσοκόμο κατά τη διάρκεια των μελισσοκομικών χειρισμών αλλά και να χτυπούν επάνω στη μελισσοκομική του μάσκα,
- η τάση τους να τρέχουν επάνω στις κηρήθρες, το οποίο αποτελεί ένδειξη νευρικότητας και
- η τάση τους να πετούν, δηλαδή να «ανεμίζουν», κατά τη διάρκεια των μελισσοκομικών χειρισμών.

1.4.2 Σμηνουργία

Σμηνουργία είναι ο φυσικός τρόπος πολλαπλασιασμού του μελισσιού σε δύο μέρη και συμβαίνει με την οριστική αποχώρηση ενός μέρους του μελισσιού με την παλιά βασίλισσα και την εγκατάστασή του σε άλλη θέση (Χαριζάνης, 1996). Είναι πιθανό να συμβούν και περισσότεροι αφεσμοί, μεθεσμοί, το οποίο και αποτελεί ένδειξη αυξημένης αδιαφορίας από το μελισσοκόμο.

Είναι ανεπιθύμητο φαινόμενο και αποτελεί αμέλεια του μελισσοκόμου. Με τον τρόπο αυτόν, ενδεχομένως να αποχωρήσουν βασίλισσες που προέρχονται από επιλεγμένο γενετικό υλικό και να προκύψει βασίλισσα με όχι καλά χαρακτηριστικά και η οποία θα έχει και πάλι την τάση να σμηνουργήσει όμοια με τη μητέρα της. Εξαιτίας αυτού, ο μελισσοκόμος θα πρέπει να προλαμβάνει τη σμηνουργία και να κάνει ό,τι είναι δυνατό για να την αποτρέψει ή να την καταστείλει.

1.5 Συνθήκες στο εσωτερικό της κυψέλης

Η αποτελεσματική ρύθμιση από τις μέλισσες των βιοφυσικών παραμέτρων μέσα στην κυψέλη πραγματοποιείται σύμφωνα με τις ανάγκες όλου του μελισσιού. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας, σε αντίθεση με την υγρασία, έχει μελετηθεί περισσότερο από όλες τις συνθήκες οι οποίες συμβάλλουν στην ομοιόσταση της κυψέλης (Human et al., 2006).

Η μέλισσα μπορεί να ελέγχει τις συνθήκες που επικρατούν στο εσωτερικό της κυψέλης προκειμένου να επιβιώνει σε έντονες περιβαλλοντικές αλλαγές. Παράμετροι όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η συγκέντρωση CO₂ και ο αερισμός, ρυθμίζονται ικανοποιητικά σύμφωνα με τις ανάγκες όλου του μελισσιού. Οι Jones et al. (2004) θεωρούν ότι ένα μελίσι με γενετική παραλλακτικότητα μπορεί να αντιδράσει πιο αποτελεσματικά στις περισσότερες περιβαλλοντικές διαταραχές χωρίς υπερβολικές αντιδράσεις. Το όφελος που προσφέρει η γενετική παραλλακτικότητα που παρατηρείται σε μία κυψέλη σχετίζεται με την καλύτερη ρύθμιση των έντονων διακυμάνσεων της θερμοκρασίας (Jones et al., 2004, Graham et al., 2006) αλλά και με την αποτελεσματική εκδήλωση της εξυγιαντικής συμπεριφοράς (Arathi and Spivak, 2001).

1.5.1 Θερμοκρασία

Η σταθερή θερμοκρασία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη φυσιολογική ανάπτυξη και εξέλιξη των ανήλικων σταδίων της μέλισσας (Degrandi-Hoffman et al., 1993). Οι μέλισσες προκειμένου να μειώσουν τη θερμοκρασία της κυψέλης τους, δημιουργούν ρεύματα αέρα με κίνηση των πτερύγων ενώ όταν απαιτείται αύξηση της θερμοκρασίας της συστέλλουν ισομετρικά τους μύες των πτερύγων τους (Heinrich, 1980, 1985).

Η ικανότητά τους να διατηρούν σταθερή τη θερμοκρασία της κυψέλης, επιτρέπει στο μελίσι να εκτρέφει γόνο όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υπερβολικά χαμηλή ή υψηλή (Seeley, 1985, 1995) ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες για την αποφυγή προσβολών του γόνου (Deans, 1940, Bailey, 1967). Ο χρόνος που απαιτείται για την ανάπτυξη της εργάτριας από το στάδιο του αυγού μέχρι την έξοδό της από το σφραγισμένο κελί είναι συνήθως 21 ημέρες. Εάν όμως η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 35°C, η ανάπτυξη μπορεί

να καθυστερήσει (Kleinhenz et al., 2001). Συνεπώς, η διατήρηση της θερμοκρασίας της κυψέλης σε επιτρεπτά όρια είναι ζωτικής σημασίας για την επιβίωση του μελισσιού.

Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι μέλισσες σχηματίζουν τη μελισσόσφαιρα με στόχο την αποφυγή της απώλειας θερμότητας, ενώ με κίνηση των μυών που χρησιμοποιούν κατά το πέταγμα κατορθώνουν να διατηρούν σταθερή τη θερμοκρασία (Esch et al., 1991, Heinrich and Esch, 1994, Stabentheiner et al., 2003). Ωστόσο, είναι δύσκολο να παρατηρηθεί η παραγωγή θερμότητας καθώς δεν είναι ορατή η κίνηση των μελισσών ή των πτερύγων τους. Μεταξύ των θερμοκρασιών που επικρατούν στο εσωτερικό της μελισσόσφαιρας και στο εξωτερικό περιβάλλον έχει μετρηθεί ακόμη και διαφορά 59°C (Gates, 1914).

Αντίθετα, κατά το καλοκαίρι, όταν η θερμοκρασία υπερβαίνει τα φυσιολογικά επίπεδα, οι εργάτριες συλλέγουν νερό, το σκορπίζουν σε σταγόνες επάνω στις κηρήθρες και με κίνηση των πτερύγων τους προκαλούν εξάτμισή του με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να μειώνεται σε φυσιολογικά επίπεδα (Lindauer, 1953).

Έχει διαπιστωθεί ότι οι εργάτριες μπορούν να επιβιώσουν σε θερμοκρασίες πάνω από 50°C (Coelho, 1991). Ωστόσο, θερμοκρασία υψηλότερη από 36°C, για αρκετό χρόνο, είναι επιβλαβής για το γόνο και μπορεί να καταλήξει σε μη φυσιολογική ανάπτυξη ή ακόμη και σε θάνατό του (Winston, 1987).

Είναι ευρέως γνωστό πως οι εργάτριες μπορούν να μονώσουν το μελίσι τους όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα (Winston, 1987). Ωστόσο, οι Starks and Gilley (1999), με πειράματα που πραγματοποίησαν με κυψέλες παρατήρησης και πηγές θερμότητας, παρατήρησαν ότι οι μέλισσες μπορούν να παρέχουν μόνωση και από τις υψηλές θερμοκρασίες. Συγκεκριμένα, παρατήρησαν πως η προστασία από τη ζέστη αποτελεί συμπεριφορά προσαρμογής που εκδηλώνεται από μεμονωμένες μέλισσες οι οποίες, ενδεχομένως, προηγουμένως να ήταν «άνεργες».

Η θερμοκρασία της γονοφωλιάς πρέπει να διατηρείται σταθερή μεταξύ 32-36°C με ιδανική θερμοκρασία τους 35°C έτσι ώστε να αναπτύσσεται φυσιολογικά ο γόνος (Seeley and Heinrich, 1981). Έχει παρατηρηθεί πως η θερμοκρασία της γονοφωλιάς, σε μελίσι στα οποία υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα, τείνει να είναι πιο σταθερή σε σχέση με μελίσι τα οποία προέρχονται μόνο από έναν κηφήνα. Ένας λόγος για τον οποίο ισχύει αυτή η αυξημένη σταθερότητα είναι το ότι

η γενετική παραλλακτικότητα των εργατριών όσο αφορά στα όρια της θερμοκρασίας, διαμορφώνει τη συμπεριφορά της καθεμίας στον αερισμό της κυψέλης, αποφεύγοντας υπερβολικές αντιδράσεις του μελισσιού στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (Jones et al., 2004).

Τα μελίσσια που δεν έχουν γόνου, μπορούν να αντέξουν σε ένα μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος εντός της κυψέλης, χωρίς όμως η θερμοκρασία να πέφτει κάτω από τους 18°C στο κέντρο και τους 10°C στην περιφέρεια της μελισσόσφαιρας. Οι δύο αυτές τιμές της θερμοκρασίας αποτελούν κρίσιμα ελάχιστα για τις ενήλικες μέλισσες. Εάν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 18°C τότε δε μπορούν να παράγουν την κίνηση που απαιτείται για την ενεργοποίηση των μυών του πετάγματος ενώ θερμοκρασίες κάτω από 10°C ακινητοποιούν τις μέλισσες (Seeley, 1985).

1.5.2 Σχετική υγρασία

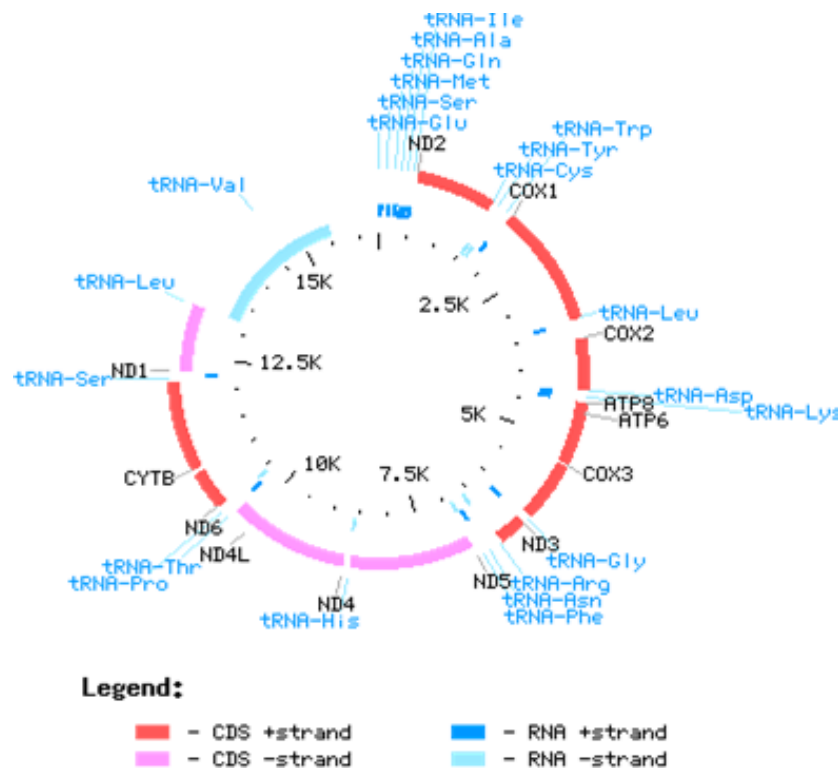
Στην περίπτωση των αρθροπόδων, η μεγάλη επιφάνειά τους αναλογικά με τον όγκο τους, ερμηνεύει την ευαισθησία τους στην απώλεια υγρασίας μέσω της επιδερμικής και της τραχειακής αναπνοής (Hadley, 1994).

Η υγρασία αποτελεί σημαντική μικροκλιματική μεταβλητή για τις μέλισσες καθώς τα αυγά τους απαιτούν σχετική υγρασία 55% για την επιτυχή τους εκκόλαψη με μέγιστη επιβίωση σε σχετική υγρασία μεταξύ 90-95% (Doull, 1976). Η υψηλή υγρασία επίσης ωφελεί έμμεσα την ανάπτυξη του γόνου καθώς μόλις αυξάνεται η υγρασία παρατηρείται μείωση της αναπαραγωγικής ικανότητας του ακάρεως *Varroa* (Kraus and Velthuis, 1997). Ωστόσο, η επιβίωση των ενήλικων μελισσών μειώνεται υπό αυξημένη υγρασία (Woodrow, 1935) ενώ παρατηρήθηκε ότι η θνησιμότητα του γόνου από το μύκητα *Ascosphaera apis* αυξήθηκε κατά 7% όταν η σχετική υγρασία αυξήθηκε από 68 σε 87% (Flores et al., 1996).

1.6 Μιτοχονδριακό DNA

Το μιτοχονδριακό DNA (mtDNA) αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο στις εξελικτικές μελέτες καθώς έχει χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της δομής των πληθυσμών και τη ροή των γονιδίων, τον υβριδισμό και τις φυλογενετικές σχέσεις (Avise et al., 1987). Στην περίπτωση της μέλισσας η ανάλυση της ποικιλοτήτάς του υποδεικνύει τη διαπίστωση υβριδικών πληθυσμών.

Οι Crozier and Crozier (1993) προσδιόρισαν το μιτοχondριακό γονιδίωμα της μέλισσας *Apis mellifera ligustica* και παρατήρησαν πως το μήκος του mtDNA είναι 16.343 bp (Εικ. 3).



Εικόνα 3: Το μιτοχondριακό γονιδίωμα της *Apis mellifera ligustica* (Crozier and Crozier, 1993).

Τα πλεονεκτήματα του mtDNA που το καθιστούν αξιόλογο εργαλείο έρευνας (Hoy, 1994) είναι τα εξής:

- Είναι μητρικής προέλευσης σε πολλούς οργανισμούς (μέλισσα) και κληρονομείται χωρίς ανασυνδυασμούς. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι μέλισσες μιας κυψέλης προέρχονται από κοινή μητέρα, έχουν όλες κοινό mtDNA.
- Κάθε μιτοχόνδριο περιέχει πολλά αντίγραφα του γονιδιώματός του και κάθε κύτταρο περιέχει από ένα έως εκατοντάδες μιτοχόνδρια. Επομένως, το mtDNA σε αντίθεση με το πυρηνικό DNA (στα διπλοειδή κύτταρα βρίσκεται σε ένα μόνο αντίγραφο), επιτρέπει την απομόνωση ποσότητας αρκετής για πολλές αναλύσεις.
- Έχει μικρό μέγεθος, δηλαδή ολόκληρο το γονιδίωμα μπορεί να μελετηθεί ως μια μονάδα (απλότυπος).
- Είναι γενετικά συντηρητικό, όσο αφορά στη διάταξη και το είδος των γονιδίων.

- Έχει υψηλό εξελικτικό ρυθμό (Moritz et al., 1987) με συνέπεια να μπορούν να προσδιορίζονται εύκολα οι γενετικές αλλαγές.

1.7 Σκοπός και πρωτοτυπία της παρούσας διατριβής

Όπως κάθε παραγωγικό ζώο, έτσι και η μέλισσα αποτελεί αντικείμενο εκμετάλλευσης από τον άνθρωπο τόσο για τα προϊόντα που παράγει, όσο και για τις υπηρεσίες που προσφέρει. Επιδιώκεται λοιπόν η αύξηση της απόδοσής της αλλά και η μέγιστη αξιοποίησή της, ώστε να αυξηθεί το οικονομικό όφελος του μελισσοκόμου. Στην κατεύθυνση αυτή, έχουν σχεδιαστεί διάφορα προγράμματα επιλογής και βελτίωσης των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών της μέλισσας. Ανάλογα με την κατεύθυνση του κάθε προγράμματος βελτίωσης, επιλέγονται κάποιο ή κάποια χαρακτηριστικά και στόχος είναι η εκδήλωσή τους και στις επόμενες γενεές.

Οι στόχοι της διατριβής ήταν οι εξής:

1. Η απόκτηση βελτιωμένων μελισσιών σε επίπεδο μελισσοκόμου.
2. Ο ακριβής προσδιορισμός της χρονικής διάρκειας του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας *A. m. macedonica*, λόγω της άμεσης σχέσης που έχει με την προσβολή από το άκαρι *Varroa*.
3. Η μελέτη της ρύθμισης από τις μέλισσες των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών στην κυψέλη, λόγω της σχέσης τους με την ανάπτυξη του γόνου και του πληθυσμού.

Πολλές προσπάθειες έχουν πραγματοποιηθεί από τους Έλληνες μελισσοκόμους για τη βελτίωση των μελισσών. Ωστόσο, για πρώτη φορά πραγματοποιήθηκε μία ολοκληρωμένη αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των μελισσών με στόχο τη βελτίωσή τους. Πρωτοτυπία επίσης της μελέτης αποτελεί ο ακριβής προσδιορισμός της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου της *A. m. macedonica* σε συνδυασμό με την επίδραση της εποχής του έτους και της θέσης της κηρήθρας στην οποία αναπτυσσόταν ο γόνος μέσα στην κυψέλη. Τέλος, για πρώτη φορά στην Ελλάδα έγινε καταγραφή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας σε διάφορες θέσεις μέσα στην κυψέλη, παρουσία και απουσία γόνου, καθώς και σε ξύλινη κυψέλη που δεν περιείχε μέλισσες και κηρήθρες.

Πιο αναλυτικά, κατά τη διάρκεια της διατριβής, έτη 2008, 2009 και 2010, στα μελίσσια του πειραματικού μελισσοκομείου, γινόταν καταγραφή της κατάστασής τους και αξιολόγησή τους βάσει συγκεκριμένων ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια, επιλεγόταν εκείνο που συγκέντρωνε τα περισσότερα επιθυμητά χαρακτηριστικά και από τη βασίλισσά του γινόταν βασιλοτροφία. Από

άλλες βασίλισσες, οι οποίες είχαν επίσης ικανοποιητικά χαρακτηριστικά, γινόταν παραγωγή κηφήνων για τη γονιμοποίηση των νεαρών βασιλισσών.

Στη διάρκεια των τριών ετών πραγματοποιήθηκαν τέσσερις βασιλοτροφίες και επιδιώχθηκε η παραγωγή βασιλισσών με τα καλύτερα χαρακτηριστικά. Κατά την τελευταία βασιλοτροφία, οι βασίλισσες αναπτύχθηκαν σε μελίτσια που βρίσκονταν σε απομονωμένη τοποθεσία, όπου υπήρχαν επίσης επιλεγμένοι κηφήνες για τη γονιμοποίησή τους, προκειμένου να πραγματοποιηθεί ελεγχόμενη φυσική σύζευξη. Τα μελίτσια με τις βασίλισσες αυτές, επεστράφησαν στο μελισσοκομείο όπου και έγινε εκ νέου καταγραφή και αξιολόγησή τους. Στη μελέτη αναφέρονται τα αποτελέσματα ενός πρακτικού προγράμματος βελτίωσης με αντικείμενο μέλισσες πιο παραγωγικές και πιο εύκολες στη μεταχείριση.

Ακολούθως, επιδιώχθηκε ο ακριβής προσδιορισμός της χρονικής διάρκειας κατά την οποία ο εργατικός γόνος της μέλισσας *A. m. macedonica* παρέμενε σφραγισμένος καθώς και η επίδραση της εποχής και της θέσης ανάπτυξης του γόνου μέσα στην κυψέλη. Το χαρακτηριστικό αυτό σχετίζεται άμεσα με το ποσοστό προσβολής της μέλισσας από το άκαρι *V. destructor* το οποίο ολοκληρώνει το βιολογικό του κύκλο μέσα στο σφραγισμένο κελί. Παράλληλα, έγινε μια προσπάθεια προσδιορισμού της διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού αλλά και της συνολικής διάρκειας ανάπτυξής της.

Για την πραγματοποίηση των παραπάνω πειραμάτων επιλέχθηκε το υποείδος *A. m. macedonica* που υπάρχει στην ελληνική επικράτεια επειδή προτιμάται από τους μελισσοκόμους καθώς συγκεντρώνει χαρακτηριστικά όπως είναι η μειωμένη επιθετικότητα, η μειωμένη τάση σημιουργίας, η ικανοποιητική απόδοση σε μέλι καθώς και η αντοχή σε εχθρούς όπως είναι το άκαρι *Acarapis woodi*.

Τέλος, για τη μελέτη της αποτελεσματικής ρύθμισης από τις μέλισσες των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών μέσα στην κυψέλη, με αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, καταγράφονταν οι συνθήκες που επικρατούσαν μέσα στην κυψέλη και μάλιστα σε διάφορες θέσεις αυτής. Καταγράφηκαν στοιχεία υπό διαφορετικές συνθήκες π.χ. σε περίοδο βροχόπτωσης, υψηλής ή χαμηλής θερμοκρασίας, κανονικές συνθήκες, σε περίοδο συλλογής γύρης και νέκταρος, όταν υπήρχε μελισσόσφαιρα και όταν υπήρχε ή όχι γόνος. Στόχος της παρακολούθησης των συνθηκών ήταν η μελέτη της ικανότητας που έχει το μελίτσι να ρυθμίζει τις συνθήκες που επικρατούν στο εσωτερικό περιβάλλον

της κυψέλης σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, για τη βέλτιστη ανάπτυξή του.

Υλικά και Μέθοδοι

2 Υλικά και μέθοδοι

Τα πειράματα της παρούσας διδακτορικής διατριβής, πραγματοποιήθηκαν σε μελίσσια που ήταν εγκατεστημένα στα δύο πειραματικά μελισσοκομεία του Εργαστηρίου Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με τις εξής συντεταγμένες:

- ▶ 37° 58' 57" N, 23° 42' 13,32" E, υψόμετρο 30 m και
- ▶ 37° 58' 58,44" N, 23° 42' 11,52" E, υψόμετρο 30 m.

Πρέπει να επισημανθεί ότι τα μελίσσια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το αποτέλεσμα ενός προγράμματος βελτίωσης που είχε πραγματοποιηθεί στο Εργαστήριο με στόχο την παραγωγή μελισσών με ανθεκτικότητα στο άκαρι *Varroa*.

Τα επιμέρους πειράματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν ήταν τα εξής:

1. Η καταγραφή των μελισσιών η οποία περιελάμβανε:

- ▶ τον αριθμό των κηρηθρών που καλύπτονταν από μέλισσες (πληθυσμός),
- ▶ τον αριθμό των κηρηθρών που περιείχαν κελιά με γόνο,
- ▶ τον αριθμό των κηρηθρών που περιείχαν κελιά με μέλι και γύρη,
- ▶ τον υπολογισμό της προσβολής από το άκαρι *Varroa destructor*,
- ▶ τον υπολογισμό της προσβολής από το μικροσπορίδιο *Nosema* sp.,
- ▶ τον υπολογισμό της επιθετικότητας και
- ▶ τον υπολογισμό της εξυγιαντικής συμπεριφοράς.

Με βάση τα στοιχεία που προέκυπταν ύστερα από κάθε καταγραφή, πραγματοποιούνταν βασιλοτροφία από τη βασίλισσα που το μελίσσι της είχε τα επιθυμητά χαρακτηριστικά με τις υψηλότερες τιμές. Παράλληλα, επιλέγονταν και μελίσσια που οι βασίλισσές τους χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή επιλεγμένων κηφήνων και στη συνέχεια επιδιώκονταν σχετικά ελεγχόμενη φυσική σύζευξη.

2. Ο προσδιορισμός της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου,
3. Η παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούν στην κυψέλη (θ και Σ.Υ.).

2.2 Καταγραφή των μελισσιών

Κατά την καταγραφή, ανάλογα με την εποχή που πραγματοποιούνταν, γινόταν εκτίμηση της δύναμης του μελισσιού (κηρήθρες με πληθυσμό και γόνο), της ποιότητας του γόνου, της ποσότητας μελιού και γύρης, του ποσοστού προσβολής από το άκαρι *V. destructor* (σε ενήλικες μέλισσες και σφραγισμένο γόνο), του αριθμού

σπορίων του μικροσποριδίου *Nosema* sp., της επιθετικότητας και της εξυγιαντικής συμπεριφοράς (Ibrahim et al., 2007). Ο ποσοτικός προσδιορισμός έγινε με βάση το εμβαδό της κηρήθρας της οποίας οι διαστάσεις είναι 23x46 cm. Στα μελίσσια που οι τιμές των χαρακτηριστικών τους κατά την καταγραφή δεν ήταν ικανοποιητικές, αφαιρούνταν η παλαιά βασίλισσα και εισαγόταν καινούργια.

Πληθυσμός: Ο προσδιορισμός του πληθυσμού του κάθε μελισσιού γινόταν οπτικά, με υπολογισμό του αριθμού των κηρηθρών που καλύπτονταν από μέλισσες.

Γόνος: Η ποιότητα του γόνου καθοριζόταν σύμφωνα με την ηλικία και την ικανότητα της βασίλισσας να ωοτοκεί καθώς και με τη βιωσιμότητα των αυγών της, η οποία εξαρτάται από το βαθμό αιμομιξίας με τους κηρήνες. Μελίσσια με βασίλισσες με γόνου που παρουσίαζε μωσαϊκή εμφάνιση απορρίπτονταν και η βασίλισσά τους αντικαθιστούσαν με καινούργια. Η ποσότητα του γόνου του κάθε μελισσιού προσδιοριζόταν επίσης οπτικά, με υπολογισμό του ποσοστού των δύο πλευρών της κηρήθρας που είχε γόνου όλων των ηλικιών.

Ποσότητα μελιού και γύρης: Ο προσδιορισμός της ποσότητας του μελιού και της γύρης γινόταν οπτικά με υπολογισμό του αριθμού των κηρηθρών που περιείχαν κελιά με σφραγισμένο ή ασφράγιστο μέλι και γύρη αντίστοιχα. Η κάθε κηρήθρα χωριζόταν σε τέταρτα για να διευκολύνεται ο προσδιορισμός ενώ το καλοκαίρι τα μελίσσια επίσης ζυγίζονταν.

Τα εύρωστα μελίσσια είναι σε θέση να αντιμετωπίζουν ασθένειες σε αρχικό στάδιο ή περιορισμένη προσβολή από εχθρούς. Κανένα από τα πειραματικά μελίσσια δεν παρατηρήθηκε να πάσχει είτε από Ασκοσφαίρωση είτε από Αμερικανική Σηπιγονία. Ωστόσο, παρατηρούνταν η ύπαρξη του ακάρεως *V. destructor* και σπορίων *Nosema* sp. Σε όλα τα πειραματικά μελίσσια δεν πραγματοποιήθηκε καμία επέμβαση με κάποιο σκεύασμα ενώ στα μελίσσια με τις μεγαλύτερες προσβολές, η βασίλισσα απορριπτόταν και αντικαθιστούσαν με καινούργια. Τέλος, στην παρούσα διατριβή δεν πραγματοποιήθηκε καταγραφή του χαρακτηριστικού του αυτοκαθαρισμού των μελισσών.

Προσβολή από το άκαρι *Varroa destructor*: Προκειμένου να προσδιοριστεί η προσβολή από το άκαρι *V. destructor* σε κάθε μελίσι, υπολογιζόταν το ποσοστό προσβολής τόσο σε ενήλικες εργάτριες όσο και σε σφραγισμένο εργατικό γόνου και το ποσοστό προσβολής προέκυπτε από το μέσο όρο τους (Εικ. 4 και Εικ. 5).



Εικόνα 4: Νωτιαία και κοιλιακή άποψη του ακάρεως *Varroa destructor* (200x)
(Dino-Lite Plus AM 313, Digital Microscope).



Εικόνα 5: *Varroa destructor* μεταξύ των τεργιτών της κοιλιάς νεαρής μέλισσας.

Προσδιορισμός αριθμού σπορίων του μικροσποριδίου *Nosema* sp./μέλισσα:
Γινόταν προσδιορισμός του αριθμού των σπορίων ανά μέλισσα και παρατηρήθηκε διακύμανση στον αριθμό τους ανάλογα με την εποχή του έτους και την ευρωστία του μελισσιού. Στην παρούσα διατριβή δεν πραγματοποιήθηκε διάκριση μεταξύ των

σπορίων των δύο ειδών *Nosema* παρά μόνο καταγράφηκε το πλήθος τους με τη βοήθεια του αιματοκυττομέτρου.

Επιθετικότητα: Με τη μη χρήση καπνού, γινόταν εκτίμηση σχετικά με το εάν οι μέλισσες ήταν επιθετικές κατά τη διάρκεια των μελισσοκομικών χειρισμών, κέντριζαν και κινούνταν έντονα επάνω στην κηρήθρα ή ήταν ήρεμες και απασχολημένες αποκλειστικά με τις εργασίες τους.

Εξογιαντική συμπεριφορά: Προσδιοριζόταν η ταχύτητα με την οποία οι μέλισσες καθάριζαν κελιά τα οποία περιείχαν τεχνητώς θανατωμένο γόνο.

Επιπλέον ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία λήφθηκαν υπόψη ήταν τα εξής:

- ▶ η ηλικία και η εμφάνιση της βασίλισσας,
- ▶ η σμηνουργία του μελισσιού: Πραγματοποιούνταν όλες οι απαραίτητες ενέργειες ώστε τα μελίσσια να μη σμηνουργήσουν. Ωστόσο, όσα από αυτά παρουσίαζαν βασιλικά κελιά σμηνουργίας, εξαιρούνταν από το πείραμα.
- ▶ η αντικατάσταση της βασίλισσας: Στις περιπτώσεις που εντοπίζονταν βασιλικά κελιά αντικατάστασης, το μελίσσι απορριπτόταν.
- ▶ η ικανότητα διαχείμασης των μελισσιών,
- ▶ η ικανότητα και η ταχύτητα των εργατριών να χτίζουν καινούργιες κηρήθρες την άνοιξη,
- ▶ η ικανότητά τους να χτίζουν τόσο επάνω στους κηρηθοφορείς όσο και στο καπάκι κατά το καλοκαίρι,
- ▶ το χρώμα των εργατριών και των κηφήνων.

2.2.1 Προσβολή από το άκαρι *Varroa destructor*

Το ποσοστό προσβολής ενός μελισσιού από το άκαρι *V. destructor* προκύπτει από το μέσο όρο των ποσοστών προσβολής των ενήλικων μελισσών και του σφραγισμένου εργατικού του γόνου. Στην παρούσα διατριβή, η δειγματοληψία τόσο των ενήλικων μελισσών όσο και του γόνου πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Pappas and Thrasyvoulou (1986).

Στην περίπτωση των ενήλικων μελισσών ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Σε κάθε μελίσσι, συλλέχθηκαν περίπου 100 ενήλικες εργάτριες από τρεις διαφορετικές κηρήθρες (συνολικά 300 μέλισσες) σε γυάλινο βάζο το οποίο περιείχε υδατικό διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης 25%. Οι μέλισσες αφέθηκαν για 24 h στο εργαστήριο και ακολούθως ανακινήθηκαν μηχανικά για 30 min, ώστε να

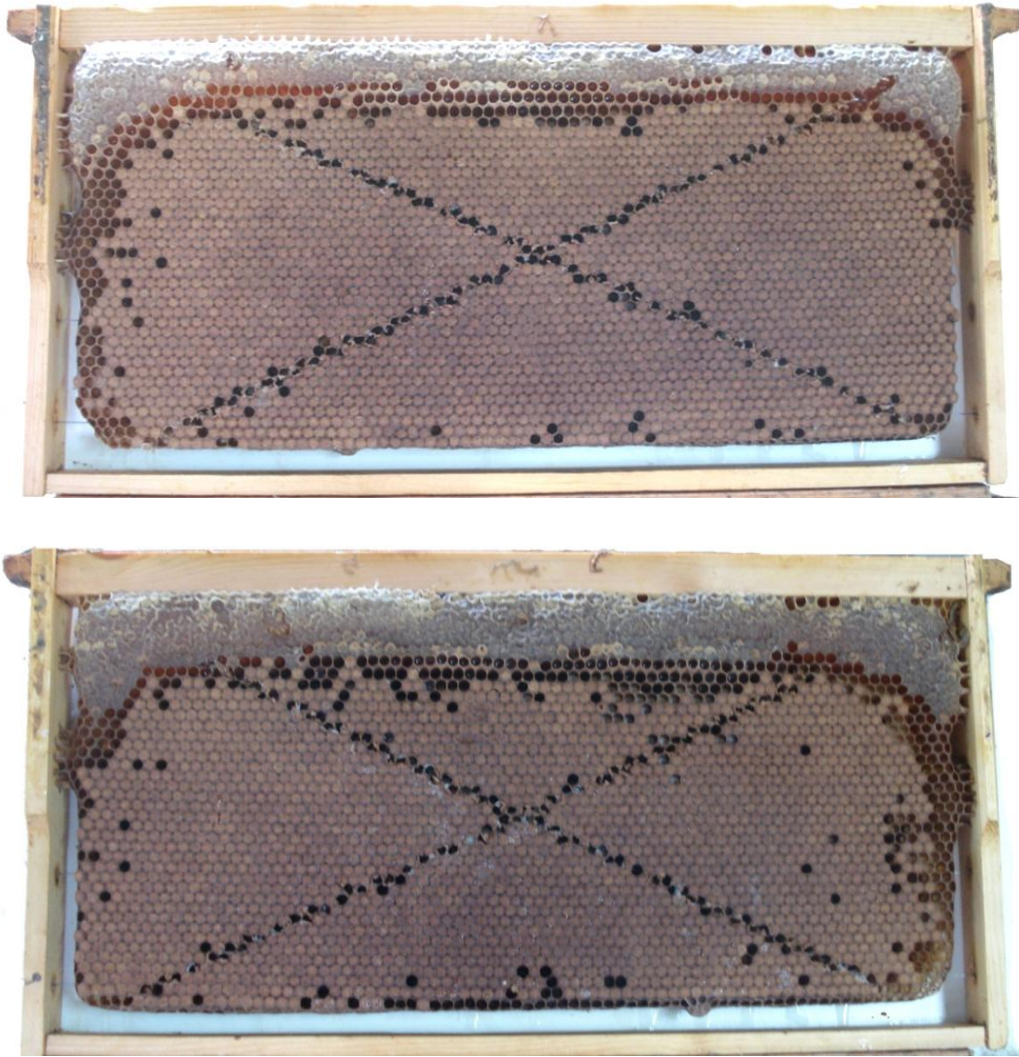
αποκολληθούν από το σώμα τους τα ακάρεα (De Jong et al., 1982). Στη συνέχεια, με τη χρήση νερού με πίεση και με τη βοήθεια δύο κόσκινων, ενός χοντρού, για τη συγκράτηση των μελισσών, και ενός ψιλού, για τη συγκράτηση των ακάρεων (Εικ. 6), προσδιορίστηκε ο ακριβής αριθμός τους, και κατά συνέπεια το ποσοστό προσβολής των ενήλικων μελισσών από το άκαρι. Επιπλέον, οι μέλισσες εξετάστηκαν στο στερεοσκόπιο, μία προς μία, για τυχόν υπολειπόμενα ακάρεα.



Εικόνα 6: Τα δύο κόσκινα, χοντρό και ψιλό, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της προσβολής των ενήλικων μελισσών από το άκαρι *V. destructor*.

Για τον υπολογισμό της προσβολής του σφραγισμένου εργατικού γόνου, ανάλογα με την εποχή και την ποσότητα του γόνου που υπήρχε σε κάθε μελίσι, εξετάζονταν μία ή τρεις κηρήθρες ως εξής:

Επιλέγονταν κηρήθρες που είχαν επιφάνεια σφραγισμένου εργατικού γόνου μεγαλύτερη από το 80% της συνολικής τους επιφάνειας και μεταφέρονταν στο εργαστήριο. Και στις δύο πλευρές της, με τη βοήθεια φωτιζόμενου μεγεθυντικού φακού, ανοίγονταν μηχανικά τα κελιά τα οποία βρίσκονταν επάνω στις δύο διαγωνίους της (Εικ. 7). Το ποσοστό προσβολής του σφραγισμένου γόνου από το άκαρι προέκυπτε από το ποσοστό των κελιών μέσα στα οποία υπήρχε έστω και ένα θηλυκό άτομο. Ο αριθμός των κελιών που εξετάστηκαν σε κάθε κηρήθρα ήταν τουλάχιστον 200 (τουλάχιστον 100 σε κάθε πλευρά).



Εικόνα 7: Εξέταση σφραγισμένου γόνου με τη μέθοδο «χιαστί» στις δύο πλευρές της κηρήθρας για τον εντοπισμό ακάρεων μέσα στα κελιά του σφραγισμένου εργατικού γόνου.

2.2.2 Προσβολή από το μικροσπορίδιο *Nosema sp.*

Για τη μέτρηση των σπορίων του μικροσποριδίου *Nosema sp.* (Microsporidia: Nosematidae), η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους Cantwell (1970) και Fries et al. (1984) και ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Από κάθε μελίσσι, λήφθηκε δείγμα εργατριών οι οποίες βρίσκονταν κάτω από το καπάκι ή στην είσοδο της κυψέλης, πριν ή αμέσως μετά την πτήση, ή στις περιφερειακές κηρήθρες. Η επιλογή των θέσεων αυτών, αντί για την επιφάνεια των κηρηθρών, έγινε επειδή η ηλικία των μελισσών του δείγματος έπρεπε να είναι μεγαλύτερη από 8 ημέρες· στις νεαρές μέλισσες δεν ανιχνεύονται σπόρια και το

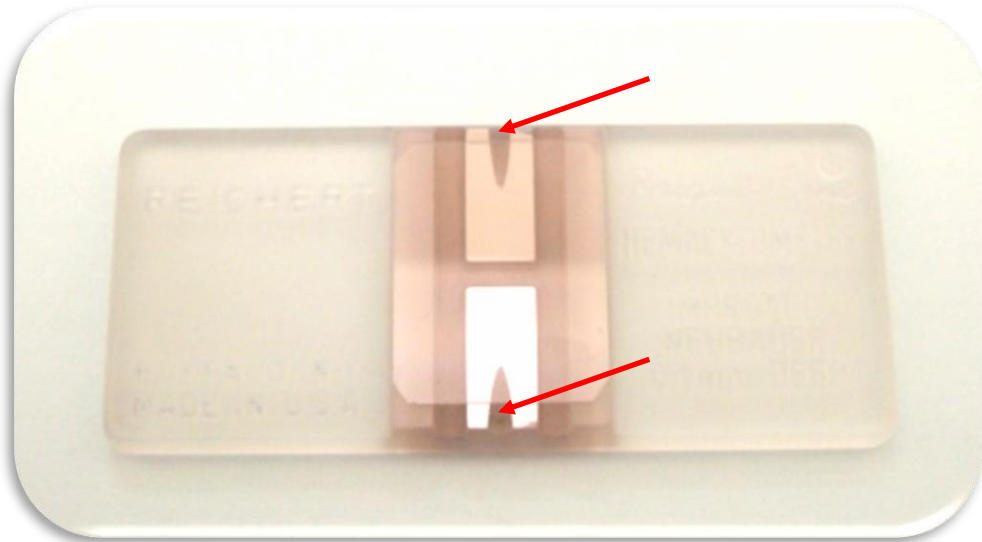
αποτέλεσμα θα ήταν λανθασμένο. Προκειμένου να ανιχνευθεί το 5% των προσβεβλημένων μελισσών με επίπεδο σημαντικότητας 95%, απαιτούνταν τουλάχιστον 60 μέλισσες (Fries, 1988a). Οι μέλισσες συλλέχθηκαν σε βάζο με αιθυλική αλκοόλη 70% και ακολούθως τοποθετήθηκαν στο ψυγείο μέχρι την εξέτασή τους. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στην Εικόνα 8.



*Εικόνα 8: Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της προσβολής από το μικροσπορίδιο *Nosema sp.**

Στη συνέχεια, κόβονταν οι κοιλιές τους οι οποίες συνθλίβονταν σε γουδί με την προσθήκη σταγόνων νερού. Από δοκιμές που έγιναν και αφορούσαν στην πυκνότητα του διαλύματος που προέκυπτε και προκειμένου να γίνεται πιο εύκολα η καταμέτρηση των σπορίων, προέκυψε το συμπέρασμα ότι σε κάθε κοιλιά-εργάτρια αντιστοιχούσε 0,5 ml νερού. Επομένως, προέκυψε διάλυμα 30 ml το οποίο και στραγγίστηκε με ύφασμα έτσι ώστε να απομακρυνθούν τα κομμάτια του σώματος των μελισσών. Αφού το διάλυμα αναμίχθηκε ικανοποιητικά, ώστε η μέτρηση να είναι αντιπροσωπευτική του δείγματος, με πιπέττα Pasteur λήφθηκε ποσότητά του και τοποθετήθηκε στο αιματοκυττόμετρο (Εικ. 9).

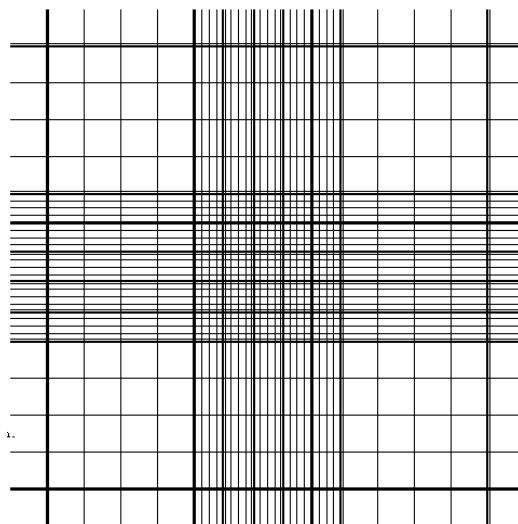
Στην παρούσα διατριβή, για τη μέτρηση των σπορίων *Nosema sp.* χρησιμοποιήθηκε το αιματοκυττόμετρο *Reichert Bright Line*[®] (βελτιωμένο Neubauer) με βάθος 0,1 mm (Εικ. 9).



Εικόνα 9: Αιματοκυττόμετρο για τη μέτρηση των σπορίων του *Nosema sp.* (με βέλος σημειώνονται τα σημεία τοποθέτησης του υγρού διαλύματος με τη βοήθεια πιπέττας Pasteur).

2.2.2.1 Αιματοκυττόμετρο

Το αιματοκυττόμετρο είναι ένα σκεύος με το οποίο γίνεται η καταμέτρηση τόσο των αιμοσφαιρίων στον άνθρωπο όσο και άλλων μικροσκοπικών σωματιδίων. Έχει σχεδιαστεί από τον Louis-Charles Malassez (www.ncbi.nlm.nih.gov) και αποτελείται από μία χοντρή αντικειμενοφόρο πλάκα η οποία φέρει δύο ορθογώνια κοιλώματα που αποτελούν τους θαλάμους μέτρησης. Ο κάθε θάλαμος είναι χαραγμένος με λείζερ και σχηματίζεται σε αυτόν ένα πλέγμα κάθετων γραμμών (Εικ. 10).



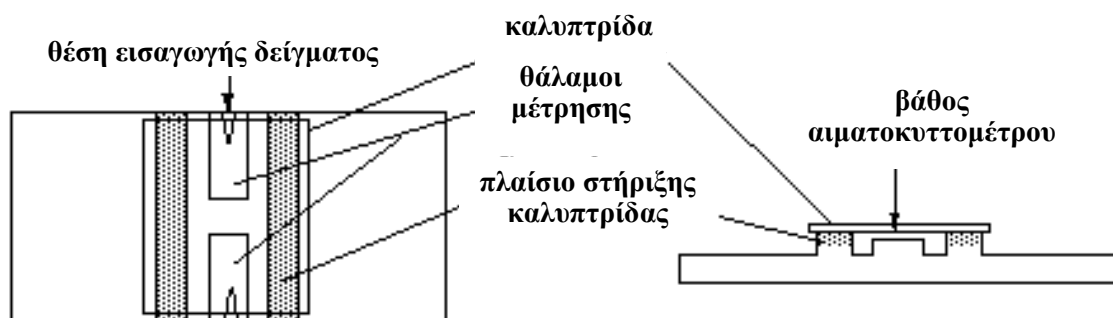
Εικόνα 10: Πλέγμα κάθετων γραμμών αιματοκυττομέτρου (www.ncbi.nlm.nih.gov).

Το σκεύος αυτό, είναι κατασκευασμένο με επιδεξιότητα και με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι γνωστή η περιοχή που καλύπτεται από τις γραμμές, καθώς το βάθος είναι επίσης γνωστό. Για το λόγο αυτόν, είναι εφικτό να μετρηθεί ο αριθμός είτε των αιμοσφαιρίων είτε των σωματιδίων σε συγκεκριμένο όγκο υγρού και ακολούθως να υπολογιστεί η συγκέντρωσή τους στο σύνολο του υγρού (<http://en.wikipedia.org>).

Αρχικά, η επιφάνεια του αιματοκυττομέτρου που γυαλίζει και μοιάζει με καθρέφτη, ξεπλενόταν με καθαρό νερό και αιθυλική αλκοόλη 95% και στεγνωνόταν με ειδικό, απαλό χαρτί κατάλληλο για φακούς. Ομοίως, καθαριζόταν και η καλυπτρίδα που επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί η οποία είναι ειδικά κατασκευασμένη με μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με τις κοινές καλυπτρίδες που χρησιμοποιούνται στη συμβατική μικροσκοπία, καθώς πρέπει να είναι επαρκώς βαριά για να πιέζει το υποκείμενο υγρό.

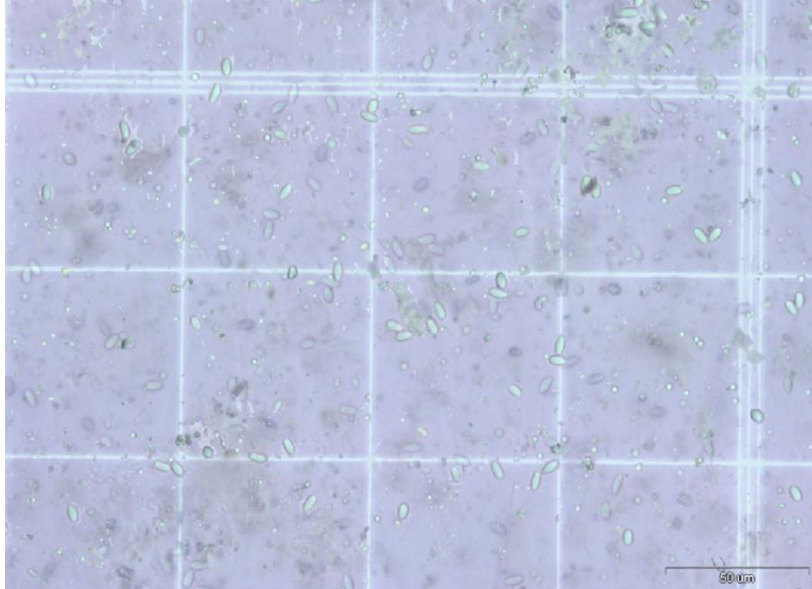
Η χρήση του αιματοκυττομέτρου γινόταν ως εξής:

Η καλυπτρίδα τοποθετούνταν επάνω στο αιματοκυττόμετρο πριν την τοποθέτηση του δείγματος. Με τη βοήθεια πιπέττας Pasteur, τοποθετούνταν το προς μελέτη διάλυμα κάτω από την καλυπτρίδα και μάλιστα στα δύο μικρά τρίγωνα που υπάρχουν στην πάνω και κάτω πλευρά της (Εικ. 9). Μόλις οι σταγόνες ακουμπούσαν στο σκεύος, το διάλυμα διαχέονταν στο χώρο κάτω από την καλυπτρίδα οπότε και τον γέμιζε πλήρως, λόγω του τριχοειδούς φαινομένου, καλύπτοντας τα δύο πλέγματά του. Η ποσότητα του υγρού έπρεπε να είναι αρκετή προκειμένου να κορεστεί ο χώρος κάτω από την καλυπτρίδα ενώ απαιτούνταν προσοχή προκειμένου να μη δημιουργηθούν φυσαλίδες που θα αποτελούσαν εμπόδιο κατά την καταμέτρηση. Το υγρό που πλεόναζε, απομακρυνόταν στα κοιλώματα που υπάρχουν εκατέρωθεν των δύο πλεγμάτων ενώ οι ανασηκωμένες άκρες του αιματοκυττομέτρου συγκρατούσαν την καλυπτρίδα σε απόσταση 0,1 mm από το πλέγμα με συνέπεια το κάθε τετράγωνο να αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο όγκο (Εικ. 11).



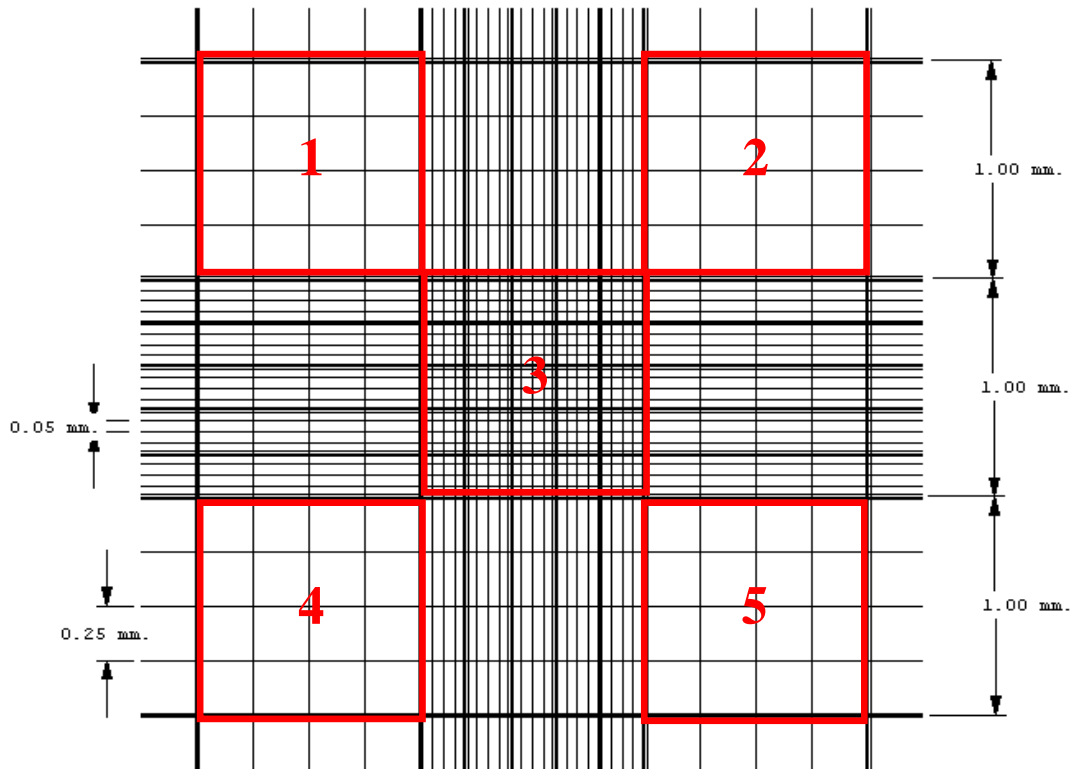
Εικόνα 11: Σχηματική απεικόνιση του αιματοκυττομέτρου (www.ncbi.nlm.nih.gov).

Μόλις το διάλυμα τοποθετούνταν στο αιματοκυττόμετρο, αφηνόταν περίπου 3 min για να ηρεμήσει και ύστερα τοποθετούνταν στο μικροσκόπιο όπου και εντοπίζονταν τα δύο πλέγματα. Η καταμέτρηση των σπορίων, τα οποία είναι εντελώς ελλειψοειδή με έντονο περίγραμμα και διαθλούν έντονα το φως, γινόταν σε μεγέθυνση 400x (Εικ. 12) (<http://www.oie.int>).



Εικόνα 12: Τα σπόρια του *Nosema sp.* στο αιματοκυττόμετρο (μεγέθυνση 400x).

Το κάθε πλέγμα (θάλαμος μέτρησης), αποτελούνταν από εννέα τετράγωνα με διαστάσεις 1x1 mm (δηλαδή εμβαδόν 1 mm²) (Εικ. 13). Η μέτρηση των σπορίων, που είναι σχετικά μεγάλα, γινόταν στα τετράγωνα 1, 2, 3 4 και 5, και στα δύο πλέγματα, και συγκεκριμένα μεταξύ των τριπλών γραμμών που υπάρχουν στην άκρη του κάθε πλέγματος. Για την αποφυγή διπλής καταμέτρησης κάποιων σπορίων, σε κάθε μικρό τετράγωνο καταμετρούνταν εκείνα τα σπόρια τα οποία επικάθονταν στην πάνω και δεξιά πλευρά του και αγνοούνταν εκείνα τα οποία βρίσκονταν στην κάτω και την αριστερή πλευρά του (Pawsey, 1974).



Εικόνα 13: Το πλέγμα του αιματοκυττομέτρου για τη μέτρηση των σπορίων του μικροσποριδίου *Nosema sp.* και τα τετράγωνα στα οποία γινόταν η καταμέτρησή τους (www.ncbi.nlm.nih.gov).

Επειδή το υγρό κάτω από την καλυπτρίδα βρισκόταν σε βάθος 0,1 mm, ο όγκος του υγρού κάτω από το τετράγωνο με πλευρά 1 mm, δηλαδή σε επιφάνεια 1 mm², ήταν 0,1 mm³. Στα δύο πλέγματα γινόταν καταμέτρηση συνολικά σε 10 τετράγωνα πλευράς 1 mm, άρα ο συνολικός όγκος ήταν 1 mm³. Ο αριθμός N των σπορίων του κάθε δείγματος, δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$N = \frac{\text{αριθμός σπορίων που μετρήθηκαν} \times \text{αραίωση} \times 10}{\text{αριθμός μετρηθέντων τετραγώνων πλευράς 1 mm}}$$

Επομένως, ο αριθμός των σπορίων *Nosema sp.* ανά μέλισσα σε κάθε μελίτσι προκύπτει ύστερα από τη διαίρεση του αριθμού N με τον αριθμό των μελισσών του δείγματος (60).

Αν για παράδειγμα, οι κοιλιές από 60 μέλισσες αραιωθούν σε 30 ml και ο συνολικός αριθμός σπορίων *Nosema sp.* στα 10 τετράγωνα είναι 145, τότε ο συνολικός αριθμός σπορίων για τις 60 μέλισσες είναι:

$$N = \frac{145 \times 30.000 \times 10}{10} = 4.350.000 \text{ σπόρια}$$

άρα ο αριθμός των σπορίων ανά μέλισσα είναι:

$$\frac{4.350.000}{60} = 72.500 \text{ σπόρια/μέλισσα}$$

2.2.3 Προσδιορισμός επιθετικότητας

Ο προσδιορισμός της επιθετικότητας των πειραματικών μελισσιών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την εργασία των Guzmán-Novoa et al. (1999):

Το καπάκι κάθε μελισσιού αφαιρούνταν χωρίς την εφαρμογή καπνού. Ένα κομμάτι μαύρου δέρματος διαστάσεων 8x10 cm ήταν προσαρμοσμένο σε βέργα μήκους 1 m και κινούνταν περιοδικά επάνω από τους κηρηθοφορείς (Εικ. 14).



Εικόνα 14: Προσδιορισμός της επιθετικότητας με μαύρο κομμάτι δερμάτινου υφάσματος 8x10 cm.

Το κομμάτι, βρισκόταν σε ύψος περίπου 5-10 cm πάνω από τους κηρηθοφορείς και προκειμένου να δίνεται στις μέλισσες ερέθισμα να επιτεθούν, κινούνταν περιοδικά με εύρος 20 cm, 2 sec την κάθε φορά, για 20 sec και κάθετα στους κηρηθοφορείς (Εικ. 15).



Εικόνα 15: Προσδιορισμός της επιθετικότητας στις μέλισσες.

Ύστερα από κάθε δοκιμασία, το αντίστοιχο κομμάτι δέρματος τοποθετούνταν σε αριθμημένη πλαστική σακούλα και διατηρούνταν στον καταψύκτη μέχρι την καταμέτρηση των κεντριών. Η σακούλα παρέμενε 24 h στην κατάψυξη για τη θανάτωση των μελισσών, που ενδεχομένως είχαν εγκλωβιστεί σε αυτή, και ακολούθως γινόταν η καταμέτρηση των κεντριών επάνω στο δέρμα. Σε κάθε μελίσι, η διαδικασία πραγματοποιήθηκε δύο φορές, σε διαφορετική ημέρα, και προέκυπτε ο μέσος όρος τους. Ύστερα από τον προσδιορισμό της επιθετικότητας, τα μελίσι που είχαν τα περισσότερα κεντριά και χαμηλές τιμές στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, εξαιρούνταν από το πείραμα (όχι σταθερό ποσοστό μελισσιών) (Εικ. 16).



Εικόνα 16: Επιθετικό και ήρεμο μελίσι.

2.2.4 Προσδιορισμός εξυγιαντικής συμπεριφοράς

Ο προσδιορισμός του χαρακτηριστικού της εξυγιαντικής συμπεριφοράς ενός μελισσιού γίνεται με μέτρηση της ταχύτητας με την οποία οι εργάτριες απομακρύνουν γόνου που έχει σκοπίμως θανατωθεί είτε με βελόνα (Spivak and Downey, 1998) είτε με πάγωμα (Spivak and Reuter, 1998a). Στη δεύτερη περίπτωση, είτε αφαιρείται κομμάτι κηρήθρας με γόνου το οποίο μεταφέρεται σε καταψύκτη για 24 h και επιστρέφεται ύστερα στην κυψέλη, είτε χρησιμοποιείται υγρό άζωτο.

Υπάρχουν διάφορες απόψεις σχετικά με την ηλικία του γόνου που θα πρέπει να θανατωθεί. Σύμφωνα με τους Rodrigues et al. (1996), τα μελίσσια απομακρύνουν πιο γρήγορα παγωμένο γόνου ο οποίος έχει σφραγιστεί πρόσφατα, σε σχέση με γόνου ο οποίος είναι ήδη σφραγισμένος 5 ημέρες. Άλλοι επίσης επιστήμονες σε παρόμοια πειράματα, έχουν παρατηρήσει πως σε μελίσσια που απομακρύνουν τον παγωμένο γόνου εντός 48 h, η ηλικία του γόνου δεν επηρεάζει το ρυθμό απομάκρυνσής του (Spivak and Downey, 1998). Για το λόγο αυτόν, επιλεγόταν κηρήθρα η οποία είχε αυξημένο ποσοστό σφραγισμένου γόνου ανεξάρτητα από την ηλικία του.

Η τεχνική που ακολουθήθηκε στην παρούσα διατριβή ήταν η θανάτωση του γόνου με πάγωμά του που πραγματοποιούνταν με χρησιμοποίηση υγρού αζώτου (N_2) ($\Sigma.B.= -320^\circ F = -195.5^\circ C$) (Spivak and Reuter, 1998b). Συγκεκριμένα, ύστερα από την καταγραφή των υπόλοιπων χαρακτηριστικών, σε κάθε μελίσσι του πειράματος γινόταν εξίσωση του πληθυσμού, του γόνου και των τροφών του. Ύστερα από δύο ημέρες, επιλεγόταν από το καθένα μία κηρήθρα με συμπαγή σφραγισμένο εργατικό γόνου. Η κηρήθρα στηριζόταν οριζόντια επάνω σε ένα άδειο πάτωμα, ενώ κάθετα στην κηρήθρα τοποθετούνταν τρεις μεταλλικοί κύλινδροι διαμέτρου 10 cm και ύψους 12 cm (Εικ. 17).



Εικόνα 17: Τοποθέτηση κηρήθρας με γόνου για εκτίμηση εξυγιαντικής συμπεριφοράς.

Οι κύλινδροι πιέζονταν ώστε να βυθιστούν μέσα στα κελιά μέχρι να ακουμπήσουν το σύρμα του πλαισίου έτσι ώστε κατά την εφαρμογή, να μην υπάρχει διαρροή του υγρού αζώτου εκτός του επιλεγμένου κυκλικού δίσκου. Ο κυκλικός δίσκος περιελάμβανε τουλάχιστον 200 σφραγισμένα κελιά και λιγότερα από 30 ασφράγιστα κελιά. Απαιτούνταν 300 ml υγρού αζώτου προκειμένου να παγώσει και να θανατωθεί όλος ο γόνος εκεί που προσαρμόστηκε ο κύλινδρος (Εικ. 18).



Εικόνα 18: Προσθήκη υγρού αζώτου σε μεταλλικούς κυλίνδρους για τη θανάτωση του γόνου και εκτίμηση της εξυγιαντικής συμπεριφοράς.

Αρχικά, διοχετεύονταν 50 ml υγρού αζώτου μέσα στον κύλινδρο και αφηνόταν μέχρι να παγώσει το χείλος του ή να εξατμιστεί. Ύστερα, διοχετεύονταν και το υπόλοιπο υγρό άζωτο ενώ ο κύλινδρος απομακρυνόταν ύστερα από περίπου 3-5 min μόλις το υγρό άζωτο έλιωνε τελείως (Εικ. 19).



Εικόνα 19: Κηρήθρα με σφραγισμένο γόνο μετά την εφαρμογή υγρού αζώτου για την εκτίμηση της εξυγιαντικής συμπεριφοράς.

Η κηρήθρα σημειωνόταν προκειμένου να εντοπίζεται εύκολα και επιστρέφονταν στο κέντρο της γονοφωλιάς. Τις επόμενες ημέρες τα κελιά που είχαν απομείνει σφραγισμένα στους κυκλικούς δίσκους καταμετρούνταν και προσδιορίζονταν με τον τρόπο αυτόν το ποσοστό των κελιών τα οποία καθαρίστηκαν.

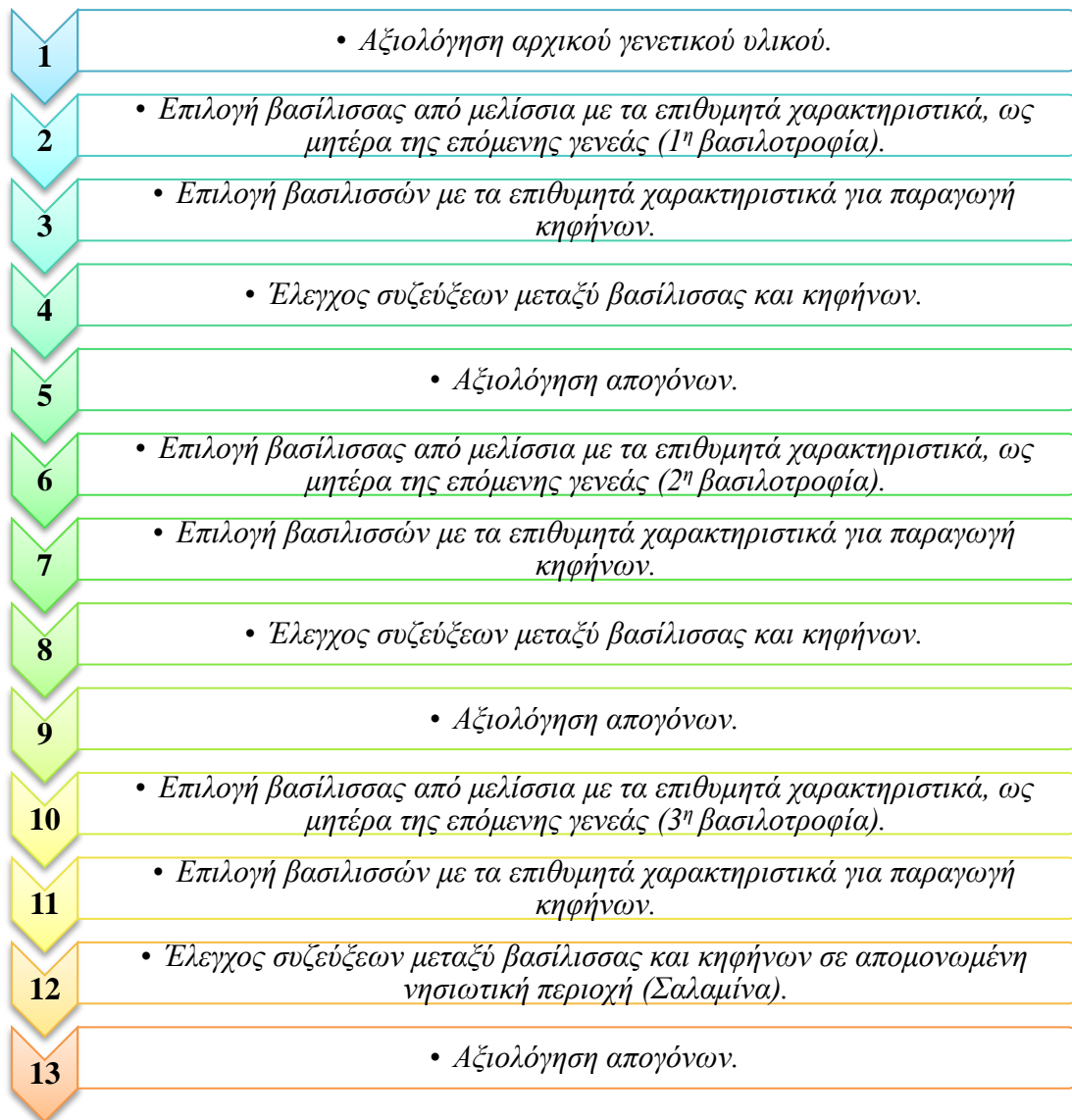
Συγκεκριμένα, με τη χρήση ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής (Sony Cybershot DSC-W55), οι κηρήθρες φωτογραφίζονταν πριν την εφαρμογή του υγρού αζώτου αλλά και ύστερα από 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h και 144 h για την παρακολούθηση της ταχύτητας καθαρισμού των κελιών τους. Με παρατήρηση των φωτογραφιών πριν και μετά το πάγωμα στους παραπάνω χρόνους, προέκυπτε ο αριθμός των κελιών με ξεσφραγισμένο παγωμένο γόνο και ο αριθμός των κελιών που παρέμεναν ακαθάριστα. Γινόταν λοιπόν καταμέτρηση του ακριβούς αριθμού και του ποσοστού των σφραγισμένων κελιών που είχαν καθαριστεί εντελώς από τις εργάτριες. Τα ξεσφραγισμένα κελιά που περιείχαν τμήματα του νεκρού γόνου δε λαμβάνονταν υπόψη στη μέτρηση καθώς δε θεωρούνταν πως ήταν καθαρισμένα από τις μέλισσες.

Μετά το πέρας της δοκιμασίας και σύμφωνα με τις Spivak and Downey (1998), μελίσσια με εξυγιαντική συμπεριφορά χαρακτηρίζονταν εκείνα τα οποία απομάκρυναν ποσοστό του νεκρού γόνου μεγαλύτερο από 95% εντός 48 h ενώ μελίσσια που απομάκρυναν ποσοστό του νεκρού γόνου μικρότερο από 50% εντός 48 h, δεν εκδήλωναν τη συμπεριφορά. Τέλος, τα μελίσσια που απομάκρυναν ποσοστό 50–95% του νεκρού γόνου εντός 48 h θεωρούνταν ενδιάμεσα.

Επιλέχθηκε το πάγωμα του γόνου με την εφαρμογή υγρού αζώτου καθώς με τον τρόπο αυτόν η κηρήθρα δεν καταστρεφόταν, όπως θα γινόταν με τομή τμήματός της και πάγωμά του σε καταψύκτη. Επίσης, το αποτέλεσμα ήταν πιο αξιόπιστο καθώς δεν υπήρχε άνοιγμα-τρύπα του κελιού, όπως στην περίπτωση της βελόνας, οπότε και το αποτέλεσμα ήταν πιο αντιπροσωπευτικό. Εκτός από τις μετρήσεις των 24 και 48 h ελήφθησαν και επιπλέον μετρήσεις. Οι υπόλοιπες μετρήσεις, δηλαδή 72, 96, 120 και 144 h μετά την εφαρμογή, ελήφθησαν προκειμένου να παρατηρηθεί η ταχύτητα καθαρισμού των κελιών στο κάθε μελίσσι.

2.3 Επιλογή και βελτίωση βασιλισσών

Στην παρούσα διατριβή, πραγματοποιήθηκε η επιλογή που είναι βασισμένη στην εκλεκτική απομάκρυνση χαρακτηριστικών σύμφωνα με την οποία όλα τα άτομα που επιλέγονται, πρέπει να έχουν σε ένα ελάχιστο επίπεδο όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Η επιλογή των μελισσιών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως αρχικό υλικό βασιζόταν σε πληροφορίες οι οποίες αφορούσαν στην απόδοσή τους και στην ποιότητα της νεαρής τους βασίλισσας. Στη συνέχεια του πειράματος, η επιλογή βασιζόταν κυρίως σε μετρήσιμα χαρακτηριστικά και η διαδικασία που ακολουθήθηκε παρουσιάζεται στην Εικόνα 20.



Εικόνα 20: Η διαδικασία της επιλογής και της βελτίωσης.

Το πρόγραμμα βελτίωσης ξεκίνησε τον Απρίλιο 2008, οπότε και πραγματοποιήθηκε βασιλοτροφία από βασίλισσα μελισσιού που είχε αρκετό πληθυσμό (9 κηρήθρες), ικανοποιητική ωοτοκία (7 κηρήθρες γόνου) και ήταν απαλλαγμένη από ασθένειες. Οι καινούργιες βασίλισσες, εισήχθησαν σε μελίτσια του μελισσοκομείου όπου στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα.

Κατά το φθινόπωρο 2008 παρελήφθησαν 14 βασίλισσες προερχόμενες από επιλεγμένους μελισσοκόμους, που συνεργάζονται με το Εργαστήριο, από διάφορες περιοχές της Ελλάδας (Αυλίδα Ευβοίας, Βοτανικός και Ερυθρές Αττικής, Θεσσαλονίκη, Θήβα, Ιωάννινα, Καλαμάτα, Κάτω Αχαΐα Αχαΐας, Κύθηρα, Ορεστιάδα, Πικέρμι Αττικής). Από όλες τις περιοχές παραλήφθηκε μία βασίλισσα με

εξαίρεση την Κάτω Αχαΐα Αχαΐας που οι βασίλισσες ήταν 3 και το Βοτανικό που ήταν 2 (Εικ. 21).



Εικόνα 21: Τοποθεσίες προέλευσης βασιλισσών (φθινόπωρο-χειμώνας 2008).

Τα βασικά κριτήρια των βασιλισσών ήταν να έχουν παραχθεί κατά το καλοκαίρι 2008 και να έχουν καλή ωοτοκία, παραγωγή και συμπεριφορά. Στη συνέχεια, έγινε εισαγωγή των βασιλισσών σε μελίσσια που τοποθετήθηκαν επίσης στο πειραματικό μελισσοκομείο.

Το χειμώνα 2008, πραγματοποιήθηκε καταγραφή και αξιολόγηση των 32 μελισσιών, από τα οποία τα 14 είχαν βασίλισσα από κάποιον Έλληνα μελισσοκόμο ενώ τα υπόλοιπα 18 είχαν βασίλισσα του Εργαστηρίου. Ακολούθως, έγινε εξίσωσή τους προκειμένου να είναι έτοιμα να επιβιώσουν κατά τη χειμερινή περίοδο και να είναι δυνατή η σύγκρισή τους την άνοιξη. Η εξίσωση περιελάμβανε: 7 κηρήθρες που καλύπτονταν πλήρως από ενήλικες μέλισσες, 4 κηρήθρες με γόνο, 5

κηρήθρες με μέλι και μία κηρήθρα με γύρη. Επίσης, κάθε μελίσσι τροφοδοτήθηκε με 1 kg ζαχαροζύμαρο και με 1 kg υποκατάστατο γύρης.

Κατά το Μάρτιο 2009 (από 09 έως 12-03-2009), οπότε και είχε ομαλοποιηθεί η ωοτοκία των βασιλισσών, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής καταγραφή στα 30 μελίσσια του πειράματος, καθώς δύο από αυτά δεν κατάφεραν να διαχειμάσουν. Η καταγραφή διήρκησε 7 ημέρες.

Η αξιολόγηση περιελάμβανε τα εξής χαρακτηριστικά:

1. τον αριθμό των κηρηθρών που καλύπτονταν από μέλισσες (πληθυσμός),
2. τον αριθμό των κηρηθρών με γόνου,
3. τον αριθμό των κηρηθρών με μέλι,
4. τον αριθμό των κηρηθρών με γύρη,
5. το ποσοστό προσβολής από το άκαρι *V. destructor* και
6. τον αριθμό των σπορίων του μικροσποριδίου *Nosema* sp. ανά μέλισσα.

Εκτός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, αξιολογήθηκαν επίσης η ποιότητα του γόνου, και συνεπώς η ωοτοκία της βασίλισσας, καθώς και η συμπεριφορά και η επιθετικότητα των μελισσών κατά τους μελισσοκομικούς χειρισμούς. Παράλληλα, έγινε και πρόληψη σημνουργίας στα μελίσσια με προσθήκη δευτέρου πατώματος. Κατά την καταγραφή κάθε μελισσιού, γινόταν εντοπισμός της βασίλισσας του και περιορισμός της σε κυψελίδιο σύζευξης, για όλη τη διάρκεια της καταγραφής, έτσι ώστε να προστατεύεται κατά τη διάρκεια των χειρισμών και την παραλαβή των δειγμάτων.

Τον Απρίλιο 2009 (12-04-2009) πραγματοποιήθηκε επιθεώρηση των μελισσιών και διαπιστώθηκε πως ο αριθμός τους ήταν 28, καθώς δύο είχαν σημνουργήσει, ενώ σε ορισμένα τοποθετήθηκε και τρίτο πάτωμα λόγω αυξημένου πληθυσμού και αυξημένης ποσότητας γόνου.

Το Μάιο 2009 (από 07 έως 10-05-2009) στα μελίσσια αξιολογήθηκαν και πάλι τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Επιπλέον, λήφθηκε υπόψη και η τάση τους να σημνουργούν καθώς οκτώ από τα 28 μελίσσια σημνούργησαν παρά τα προληπτικά μέτρα σημνουργίας που είχαν ληφθεί νωρίτερα. Τα μελίσσια αυτά εξαιρέθηκαν από το πείραμα.

Προκειμένου να μετρηθεί η ποσότητα του μελιού που αποθηκεύτηκε, τον Ιούνιο 2009 τα μελίσσια ζυγίστηκαν τόσο πριν (01-06-2009) όσο και μετά την ολοκλήρωση της μελιτοφορίας του ευκαλύπτου (26-06-2009). Η διαφορά βάρους αποτελούσε την ποσότητα μελιού το οποίο είχε αποθηκευτεί. Επίσης, κατά τον τρύγο

(08-07-2009) οι κηρήθρες ζυγίστηκαν με και χωρίς μέλι και προσδιορίστηκε η ακριβής ποσότητά του η οποία τρυγήθηκε από κάθε μελίσει.

Η αξιολόγηση των βασιλισσών οδήγησε στην επιλογή ως καλύτερης της βασίλισσας του μελισσιού “3”, η οποία έφερε τα περισσότερα επιθυμητά χαρακτηριστικά και η οποία χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή καινούργιων βασιλισσών τον Ιούλιο 2009. Τα μελίσεια που είχαν τιμές των χαρακτηριστικών αυτών σε χαμηλό επίπεδο απορρίφθηκαν και μάλιστα η βασίλισσά τους αντικαταστάθηκε από καινούργια, προερχόμενη από τη βασιλοτροφία (οι διαδικασίες της βασιλοτροφίας καθώς και της παραγωγής κηφήνων που πραγματοποιήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια). Οι κηφήνες που συζεύχθηκαν με τις καινούργιες βασίλισσες, προέρχονταν από τις βασίλισσες “13”, “16”, “21” και “27” οι οποίες είχαν επίσης υψηλή τιμή στα επιθυμητά χαρακτηριστικά, ενώ οι κηφήνες και τα κηφηνοκελιά που ήταν απόγονοι βασιλισσών κακής ποιότητας καταστρέφονταν. Ωστόσο, στο πείραμα διατηρήθηκαν και κάποια μελίσεια με βασίλισσες των οποίων τα χαρακτηριστικά ήταν αρκετά ικανοποιητικά.

Οι καινούργιες βασίλισσες εισήχθησαν σε 13 ορφανά μελίσεια. Όλα τα μελίσεια, και με παλαιά και με καινούργια βασίλισσα, ήταν όμοια μεταξύ τους και είχαν: 7 κηρήθρες που καλύπτονταν πλήρως από μέλισσες, 3 κηρήθρες με γόνο, 2 κηρήθρες με μέλι, μία κηρήθρα με γύρη και 4 χτισμένες κηρήθρες. Προκειμένου να αξιολογηθούν τα μελίσεια αυτά έπρεπε να περάσει αρκετός χρόνος ώστε να έχει αντικατασταθεί πλήρως ο πληθυσμός τους. Αυτό γινόταν επειδή η διάρκεια ζωής των μελισσών ποικίλλει ανάλογα με την εποχή του χρόνου και μάλιστα το καλοκαίρι, οπότε και η δραστηριότητά τους είναι αυξημένη, κυμαίνεται μεταξύ 3-4 εβδομάδων ενώ το χειμώνα μπορεί να ζήσουν έως και 6 μήνες (Omholt and Amdam, 2004).

Τα 13 μελίσεια με καινούργια βασίλισσα που προέκυψαν τον Ιούλιο 2009 μαζί με τα υπόλοιπα 15 που διατηρήθηκαν (σύνολο: 28 μελίσεια) αξιολογήθηκαν για τον πληθυσμό, την ποσότητα γόνου, μελιού και γύρης καθώς και για την προσβολή από *Varroa* και *Nosema* στις αρχές Σεπτεμβρίου 2009 (από 01 έως 04-09-2009). Τον Οκτώβριο 2009 (από 28 έως 31-10-2009) όλα τα μελίσεια αξιολογήθηκαν και πάλι και επιπλέον των παραπάνω χαρακτηριστικών προσδιορίστηκε η επιθετικότητα και εκτιμήθηκε η εξυγιαντική τους συμπεριφορά.

Με βάση τις αξιολογήσεις αυτές, επιλέχθηκε η βασίλισσα του μελισσιού “14” και ο γόνος της χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή νέων βασιλισσών. Οι κηφήνες με τους οποίους συζεύχθηκαν, προέρχονταν από τις βασίλισσες των μελισσιών “3”, “8”,

“13” και “23”. Οι καινούργιες βασίλισσες εισήχθησαν επίσης σε ορφανά μελίσσια και όλα τα μελίσσια εξισώθηκαν ώστε να είναι όμοια μεταξύ τους και να αποτελούνται από: 7 κηρήθρες που καλύπτονταν πλήρως από μέλισσες, 4 κηρήθρες με γόνου, 5 κηρήθρες με μέλι και μία κηρήθρα με γύρη. Επίσης, κάθε μελίσσι τροφοδοτήθηκε με 1 kg ζαχαροζύμαρο και 1 kg υποκατάστατο γύρης.

Το Μάρτιο 2010 (από 16 έως 19-03-2010) οπότε και οι πληθυσμοί των κυψέλων είχαν πλέον αντικατασταθεί, πραγματοποιήθηκε και πάλι αξιολόγηση των 27 μελισσιών του πειράματος όπου τα μελίσσια αξιολογήθηκαν για τον πληθυσμό, την ποσότητα γόνου, μελιού και γύρης, για την προσβολή από *Varroa* και *Nosema* καθώς και για την επιθετικότητα και την εξυγιαντική τους συμπεριφορά· ένα μελίσσι έχασε τη βασίλισσά του με αποτέλεσμα οι εργάτριές του να αρχίσουν να φωτοκοούν. Ως καλύτερη βασίλισσα προέκυψε η βασίλισσα του μελισσιού “21”. Πραγματοποιήθηκε και πάλι βασιλοτροφία και οι κηρήθρες που συζεύχθηκαν με τις καινούργιες βασίλισσες προέρχονταν από τις βασίλισσες των μελισσιών “23”, “27α”, “32” και “32α”.

Οι διαδικασίες παραγωγής βασιλισσών πραγματοποιήθηκαν στο πειραματικό μελισσοκομείο του Εργαστηρίου Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (37° 58' 58,44" N, 23° 42' 11,52" E, υψόμετρο 30 m). Στις δύο πρώτες βασιλοτροφίες, οι νέες βασίλισσες παρέμεναν στο πειραματικό μελισσοκομείο όπου και γινόταν η εισαγωγή τους στα ορφανά μελίσσια, η γονιμοποίησή τους και η περαιτέρω ανάπτυξή τους.

Μετά την τελευταία βασιλοτροφία (Μάρτιος 2010), τμήμα της διαδικασίας εξελίχθηκε σε μελισσοκομείο το οποίο ήταν εγκατεστημένο σε απομονωμένη νησιωτική τοποθεσία, προκειμένου να επιδιωχθεί ελεγχόμενη σύζευξη και συγκεκριμένα στη θέση Λαμπρινό της περιοχής Κανάκια στη Σαλαμίνα, όπου και είχαν μεταφερθεί μελίσσια για τους σκοπούς του πειράματος. Οι κυριότερες ανθοφορίες της περιοχής ήταν: το αγριοσινάπι (*Sinapis arvensis* L.), το θρούμπι (*Satureja thybra*), ο αγριόβικος (*Vicia cracca*), τα γαϊδουράγκαθα (*Silybum marianum*), ο καλλιεργούμενος βίκος (*Vicia sativa*) και η φακελωτή (*Phacelia tanacetifolia*) (Εικ. 22).



Εικόνα 22: Απομονωμένη τοποθεσία για ελεγχόμενη σύζευξη μελισσών (θέση Λαμπρινό, Κανάκια Σαλαμίνας).

Σε όλα τα μελίσσια του μελισσοκομείου καταστράφηκαν τα κηφνοκελιά και τοποθετήθηκαν κηφνοκηρήθρες με σφραγισμένα κελιά έτοιμα να ξεσφραγιστούν. Οι κηρήθρες αυτές περιείχαν κηφνογόνο που προερχόταν από τα επιλεγμένα μελίσσια “23”, “27α”, “32” και “32α”. Οι καινούργιοι επιλεγμένοι κηφίνες ήταν

αναπαραγωγικά ώριμοι τις ημέρες που οι νέες βασίλισσες πραγματοποιούσαν τις γαμήλιες πτήσεις τους.

Μόλις η ωτοκία των βασιλισσών είχε ομαλοποιηθεί, ορισμένες γονιμοποιημένες βασίλισσες εισήχθησαν σε ορφανά μελίσσια στο πειραματικό μελισσοκομείο του Εργαστηρίου προκειμένου να αναπτυχθούν και στη συνέχεια να αξιολογηθούν συγκρόνως με τα υπόλοιπα μελίσσια των οποίων οι βασίλισσες διατηρήθηκαν. Όλα τα μελίσσια ήταν όμοια μεταξύ τους και αποτελούνταν από: 7 κηρήθρες που καλύπτονταν πλήρως από μέλισσες, 4 κηρήθρες με γόνο, 5 κηρήθρες με μέλι και μία κηρήθρα με γύρη. Παράλληλα, οι υπόλοιπες γονιμοποιημένες βασίλισσες δόθηκαν σε 28 μελισσοκόμους από 22 περιοχές της Ελλάδας προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοσή τους στις διάφορες περιοχές (Εικ. 23).



Εικόνα 23: Τοποθεσίες αποστολής βασιλισσών (καλοκαίρι 2010).

Προκειμένου να μετρηθεί η ποσότητα του μελιού που αποθήκευσαν τα 25 μελίσσια (με 9 καινούργιες και 16 παλιές βασίλισσες) τους μήνες Ιούνιο-Ιούλιο 2010, ζυγίστηκαν τόσο πριν (02-06-2010) όσο και μετά την ολοκλήρωση της μελιτοφορίας του ευκαλύπτου (13-07-2010).

Τον Ιούλιο 2010, οπότε και είχε αντικατασταθεί πλήρως ο πληθυσμός των νέων μελισσιών, έγινε αξιολόγησή τους με βάση τον πληθυσμό, την ποσότητα γόνου, μελιού και γύρης καθώς και την προσβολή από *Varroa* και *Nosema*. Ομοίως, τον Οκτώβριο 2010 (από 21 έως 24-10-2010), τα 25 πειραματικά μελίσσια αξιολογήθηκαν με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Τα δεδομένα του πειράματος, υποβλήθηκαν σε ανάλυση διασποράς για το κάθε χαρακτηριστικό χρησιμοποιώντας το λογισμικό JMP (Sall et al., 2001) ενώ η δημιουργία των γραφικών έγινε με τη χρήση του λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων *Microsoft Excel 2007*. Οι μέσοι όροι συγκρίθηκαν με το HSD-test σε $\alpha=0.05$. Στο πείραμα της βελτίωσης για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο.

2.3.1 Παραγωγή βασιλισσών

Η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε για την απόκτηση καινούργιων βασιλισσών από την επιλεγμένη βασίλισσα έγινε σύμφωνα με τον Χαριζάνη (1996):

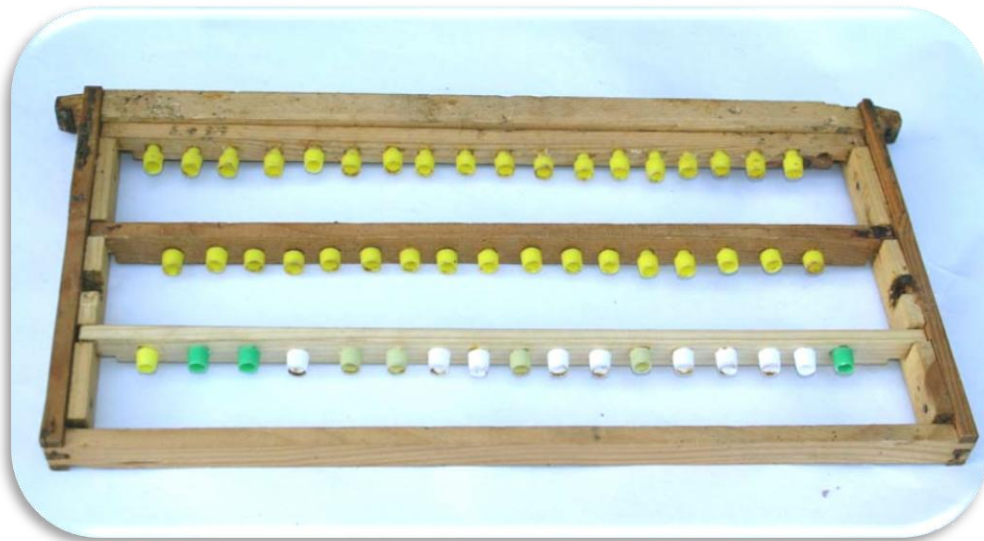
Αρχικά, επιλεγόταν ένα εύρωστο και υγιές μελίσι στο οποίο προσθέτονταν δύο κηρήθρες με σφραγισμένο γόνο έτοιμο να ξεσφραγιστεί, προκειμένου να υπάρχουν διαθέσιμες πολλές παραμάνες-εργάτριες για την άριστη εκτροφή βασιλικών κελιών.

Ύστερα από πέντε ημέρες, το μελίσι τροφοδοτούνταν με σιρόπι και υποκατάστατο γύρης. Η τροφοδότηση αυτή ήταν απαραίτητη ιδιαίτερα όταν η ανθοφορία δεν ήταν ικανοποιητική.

Ύστερα από τέσσερις ημέρες, αφαιρούνταν η βασίλισσά του, απομακρύνονταν οι κηρήθρες που περιείχαν ασφράγιστο γόνο και γινόταν η εισαγωγή του πλαισίου με τους πήχεις βασιλοτροφίας που έφεραν τα τεχνητά βασιλικά κελιά ώστε να γίνουν αποδεκτά από τις μέλισσες. Η απομάκρυνση του ασφράγιστου γόνου γινόταν ώστε οι παραμάνες-εργάτριες: α) να απασχολούνται αποκλειστικά με τις νεαρές προνύμφες από τις οποίες θα προέκυπταν οι νέες βασίλισσες και β) να μη χτίσουν φυσικά

βασιλικά κελιά αξιοποιώντας το γόνο αυτό και καταστρέφουν έτσι τη βασιλοτροφία του πειράματος.

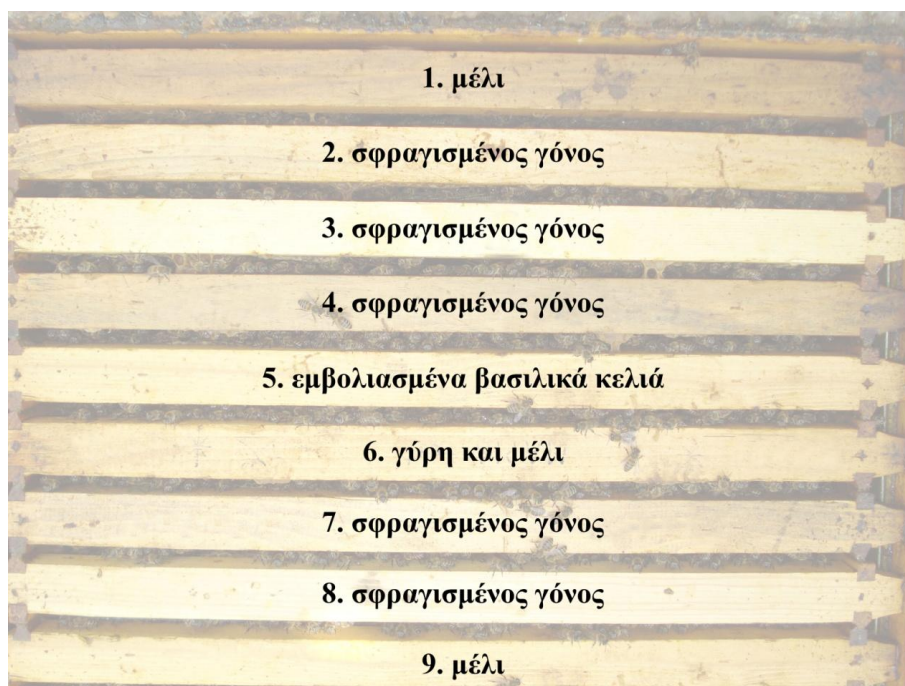
Ύστερα από μία ημέρα, καταστρέφονταν όλα τα φυσικά βασιλικά κελιά που είχαν χτίσει οι μέλισσες και γινόταν ο εμβολιασμός. Εμβολιασμός είναι η μεταφορά προνυμφών επιλεγμένης βασίλισσας μίας ημέρας από εργατικά κελιά σε τεχνητά βασιλικά κελιά. (Εικ. 24). Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε στον εργαστηριακό χώρο όπου επικρατούσαν συνθήκες θερμοκρασίας 25-30°C και σχετικής υγρασίας 60% ώστε να μην αφυδατωθούν οι νεαρές προνύμφες.



Εικόνα 24: Πλαίσιο βασιλοτροφίας με τρεις πήχεις με τα τεχνητά βασιλικά κελιά που χρησιμοποιήθηκε στις βασιλοτροφίες.

Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε η μέθοδος του «ξηρού εμβολιασμού» κατά τον οποίο δεν προστίθεται σταγόνα βασιλικού πολτού στον πυθμένα του τεχνητού βασιλικού κελιού, όπως γίνεται στην περίπτωση του «υγρού εμβολιασμού».

Στη συνέχεια, έγινε η εισαγωγή του πλαισίου με τα εμβολιασμένα τεχνητά βασιλικά κελιά στο κέντρο της κυψέλης τα οποία δέχθηκαν την περιποίηση των παραμάνων-εργατριών και έγινε και πάλι τροφοδότηση με σιρόπι και υποκατάστατο γύρης. Από την κυψέλη αφαιρέθηκε μία κηρήθρα προκειμένου να γίνονται οι μελισσοκομικοί χειρισμοί πιο εύκολα και με λιγότερες απώλειες μελισσών. Η διάταξη των κηρηθρών φαίνεται στην Εικόνα 25.



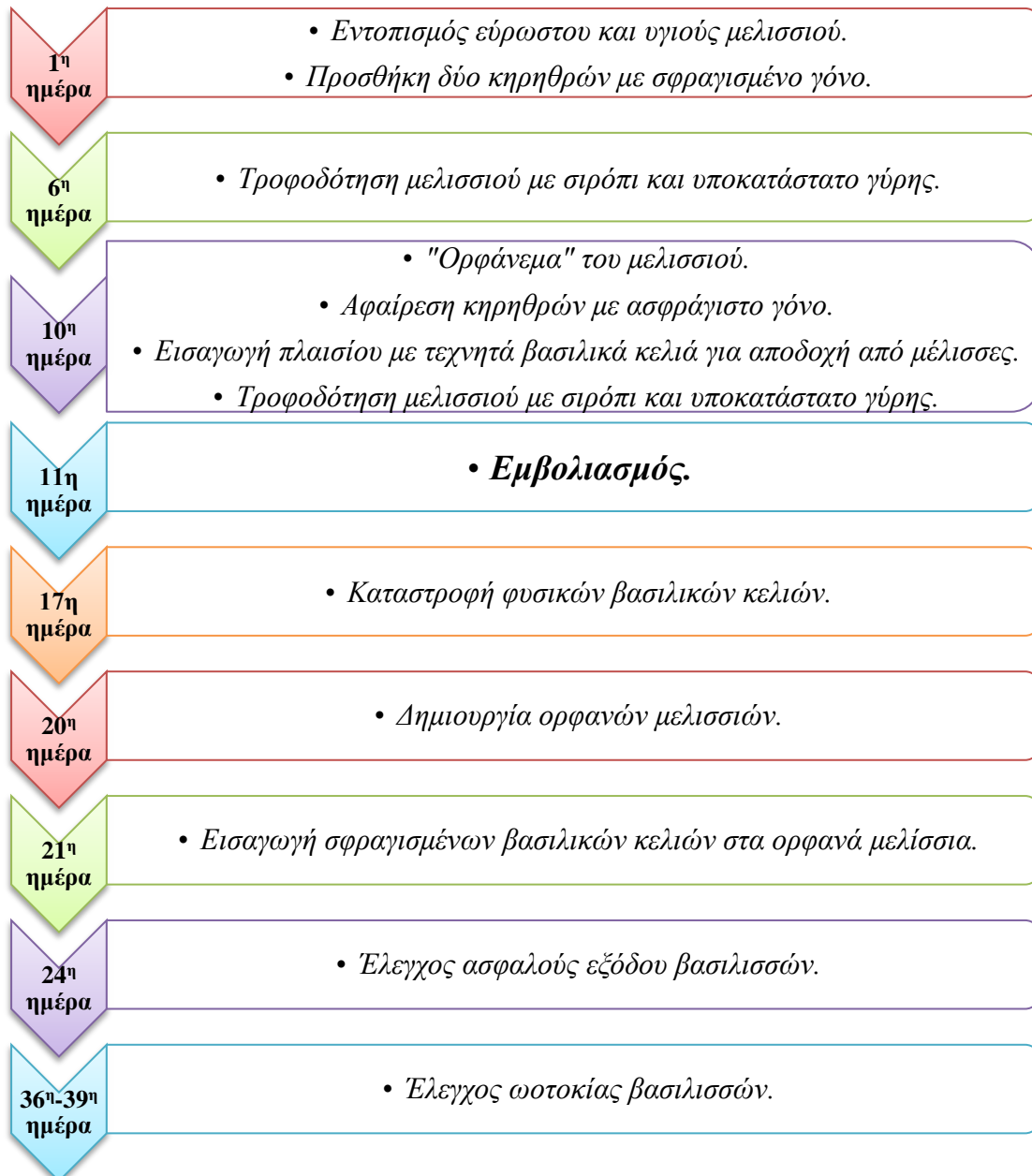
Εικόνα 25: Η διάταξη των κηρηθρών κατά τη βασιλοτροφία.

Τέλος, έξι ημέρες αργότερα, έγινε καταστροφή των φυσικών βασιλικών κελιών, γιατί εάν υπήρχε έστω και ένα, η καινούργια βασίλισσα: α) δε θα καταγόταν από την επιλεγμένη βασίλισσα, β) θα προέρχονταν από προνύμφη μεγαλύτερης ηλικίας και γ) όχι μόνο θα ήταν κατώτερης ποιότητας αλλά επιπλέον θα έβγαινε νωρίτερα και θα κατέστρεφε όλα τα τεχνητά βασιλικά κελιά του πειράματος.

Εννέα ημέρες μετά τον εμβολιασμό, δημιουργούνταν τα ορφανά μελίτσια τα οποία αποτελούνταν από: 7 κηρήθρες που καλύπτονταν πλήρως από μέλισσες, 4 κηρήθρες με γόνο, 5 κηρήθρες με μέλι και μία κηρήθρα με γύρη. Την επόμενη ημέρα, δηλαδή δέκα ημέρες μετά από τον εμβολιασμό, τα σφραγισμένα και ώριμα πλέον βασιλικά κελιά εισάγονταν στα ορφανά μελίτσια.

Τρεις ημέρες μετά την εισαγωγή του βασιλικού κελιού, γινόταν έλεγχος για το εάν η βασίλισσα εξήλθε σωστά από το κελί ενώ 12-15 ημέρες μετά την εισαγωγή, γινόταν έλεγχος της ωοτοκίας της.

Το ακριβές χρονοδιάγραμμα της βασιλοτροφίας με τους αντίστοιχους μελισσοκομικούς χειρισμούς παρουσιάζεται στην Εικόνα 26.



Εικόνα 26: Χρονοδιάγραμμα βασιλοτροφίας.

2.3.2 Παραγωγή κηφήνων

Η συνύπαρξη αναπαραγωγικά ώριμων βασιλισσών και κηφήνων θεωρείται βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της συζεύξεώς τους. Υπάρχει μία περίοδος, διάρκειας 21 ημερών, από τη στιγμή του αυγού μέχρι την αναπαραγωγική ωρίμανση της παρθένας βασίλισσας, ενώ η αντίστοιχη περίοδος του κηφήνα διαρκεί 36 ημέρες. Παρατηρείται λοιπόν μία διαφορά 15 ημερών προκειμένου να επέλθει συγχρονισμός. Σε αυτή την περίπτωση, απαιτούνται περίπου 4-5 δυνατά, διάφορα μελίσσια με μία

κηφνοκηρήθρα για να παραχθεί επαρκής αριθμός αναπαραγωγικά ώριμων κηφήνων που θα συζευχθούν με 50 παρθένες βασίλισσες (Woodward, 2007).

Η διαδικασία παραγωγής κηφήνων που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

Περίπου 40 ημέρες πριν οι καινούργιες βασίλισσες ήταν αναπαραγωγικά ώριμες, στα μελίσσια που είχαν επιλεγεί για παραγωγή κηφήνων τοποθετήθηκαν δύο άδειες, χτισμένες κηφνοκηρήθρες για να ωοτοκήσει η βασίλισσα (Εικ. 27). Μετά από 24-48 h, η βασίλισσα είχε ωοτοκήσει στα κελιά τους αγονιμοποίητα αυγά ενώ ύστερα από 24 ημέρες, ο σφραγισμένος κηφνογόκος ξεσφραγιζόταν και μετά από 10-12 ημέρες οι κηφήνες ήταν ήδη αναπαραγωγικά ώριμοι. Τα κηφνοκελιά που υπήρχαν στα υπόλοιπα μελίσσια καταστρέφονταν μηχανικά για να μην αλλοιωθεί το επιλεγμένο γενετικό υλικό (Εικ. 28).



Εικόνα 27: Κηφνοκηρήθρα για παραγωγή κηφήνων.



Εικόνα 28: Κηρήθρα με κηφνοκελιά τα οποία καταστρέφονταν μηχανικά.

Με τον τρόπο αυτόν, επιτυγχάνονταν ο κορεσμός της περιοχής με επιλεγμένους κηφίνες οι οποίοι ήταν αναπαραγωγικά ώριμοι την εποχή του γαμήλιου ταξιδιού των νεαρών βασιλισσών.

Στην περίπτωση της τρίτης βασιλοτροφίας, όπου οι βασίλισσες μεταφέρθηκαν σε μελισσοκομείο στη Σαλαμίνα, οι σφραγισμένες κηφνοκηρήθρες μεταφέρθηκαν στα μελίσσια λίγο πριν ξεσφραγιστούν ενώ στα μελίσσια που ήδη υπήρχαν στη Σαλαμίνα, ο κηφνογόνος θανατώθηκε.

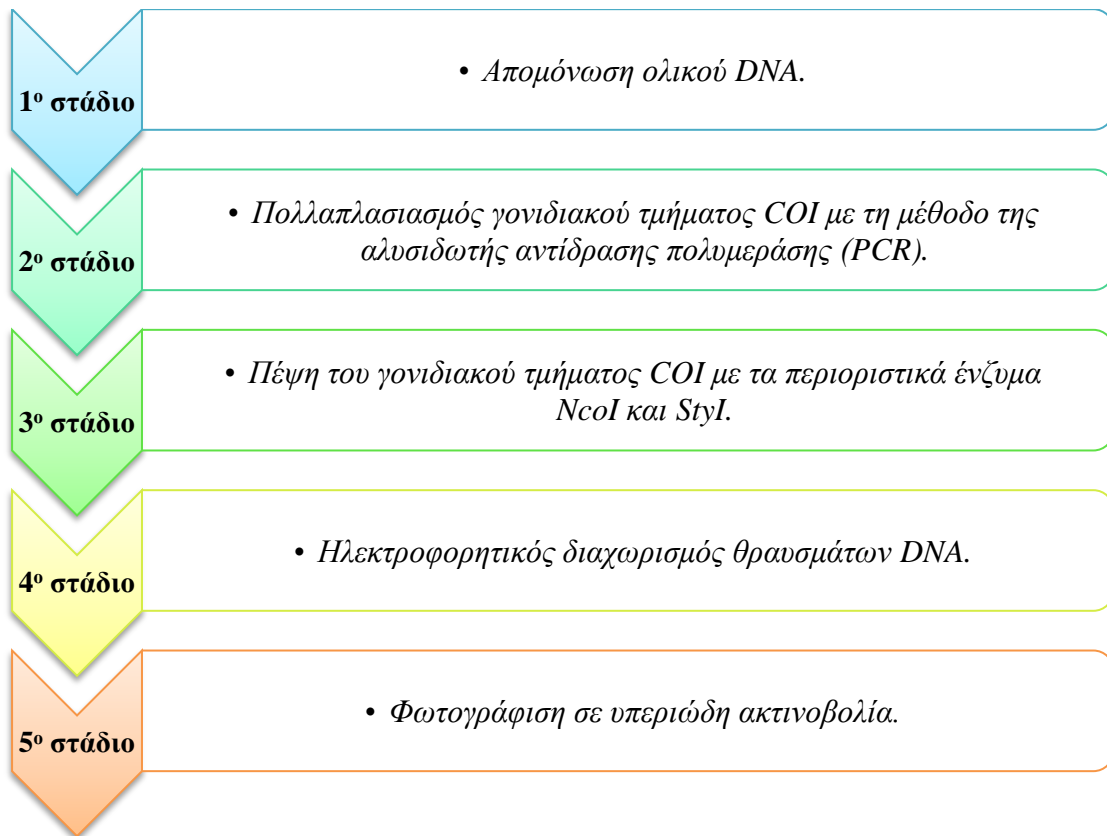
2.4 Μιτοχονδριακό DNA

Στις βασίλισσες που επιλέχθηκαν για την πραγματοποίηση των τριών βασιλοτροφιών καθώς και στις τρεις βασίλισσες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου έγινε ανάλυση του μιτοχονδριακού DNA (mtDNA) με την τεχνική PCR-RFLPs (Restriction Fragment Length Polymorphisms, Πολυμορφισμοί Περιορισμένου Μήκους Θραυσμάτων).

Από το αντίστοιχο μελίσσι συλλέχθηκαν 20 μέλισσες και τοποθετήθηκαν σε αιθυλική αλκοόλη 100%. Η τεχνική PCR-RFLPs πραγματοποιήθηκε σε μία εργάτρια (διπλοειδές άτομο) από κάθε βασίλισσα και μελετήθηκε ο πολυμορφισμός του γονιδιακού τμήματος που ελέγχει την πρώτη υπομονάδα της οξειδάσης του κυτοχρώματος, δηλαδή το COI, που είναι χαρακτηριστικός για το «μακεδονικό πρότυπο» (Bouga et al., 2005) προκειμένου να διαπιστωθεί εάν οι επιλεγμένες βασίλισσες είναι *A. m. macedonica*.

2.4.1 Τεχνική PCR-RFLPs

Για τη μελέτη των πολυμορφισμών του γονιδιακού τμήματος COI του mtDNA ακολουθήθηκε η διαδικασία που φαίνεται στην Εικόνα 29.



Εικόνα 29: Διαδικασία της μελέτης του πολυμορφισμού του γονιδιακού τμήματος COI του μιτοχονδριακού DNA των μελισσών.

2.4.2 Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης μιτοχονδριακού DNA

Υλικά

Για την ανάλυση του mtDNA, σε κάθε στάδιο της διαδικασίας ξεχωριστά, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά:

Απομόνωση ολικού DNA

- DNeasy[®] Blood & Tissue Kit (QIAGEN) (αποτελούμενο από: α) ειδικές στήλες με φίλτρο, β) σωλήνες συλλογής (2 ml), γ) ρυθμιστικά διαλύματα ATL, AL, AW1, AW2, AE και δ) πρωτεΐνάση K) και

- απόλυτη αιθυλική αλκοόλη 99,8% C₂H₅OH (M.B. = 46,07) (Merck).

Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR)

- εκκινητές

Οι εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν είχαν συγκέντρωση 150 μM και η προμήθειά τους έγινε από την εταιρία Bioline.

Το ζευγάρι εκκινητών COI σχετίζεται με το γονιδιακό τμήμα το οποίο ελέγχει τη σύνθεση της υπομονάδας I της οξειδάσης του κυτοχρώματος C (1794-3359) και δεσμεύει τμήμα που αποτελείται από 1028 bp (2095-3123) (Nielsen et al., 1999).

Εκκινητής I (reverse) 5' AAT CTG GAT AGT CTG AAT AA 3'

Εκκινητής II (forward) 5' GAT TAC TTC CTC CCT CAT TA 3'

Ο πολλαπλασιασμός του DNA έγινε σε διάλυμα που αποτελούνταν από:

- ▀ διάλυμα 50 mM MgCl₂ (Invitrogen)
- ▀ ρυθμιστικό διάλυμα 10x PCR buffer (-MgCl₂) (Invitrogen)
- ▀ τριφωσφονουκλεοτίδια (100 mM dATP #440, 100 mM dCTP #441, 100 mM dGTP #442, 100 mM dTTP #443) (N.E. Biolabs)
- ▀ διάλυμα θερμοανθεκτικής DNA πολυμεράσης (Taq DNA Polymerase) (5u/μL) (Invitrogen).

Πέψη του γονιδιακού τμήματος COI

- ▀ ένζυμα περιορισμού

Η προμήθεια των ενζύμων περιορισμού έγινε από την εταιρία N.E. Biolabs. Χρησιμοποιήθηκαν δύο ένζυμα, τα NcoI και StyI (*Πίν. 1*), η επιλογή των οποίων βασίστηκε στο γεγονός ότι εμφανίζουν θέση αναγνώρισης η οποία αντιστοιχεί στο «μακεδονικό πρότυπο». Για τα δύο ένζυμα χρησιμοποιήθηκε και το αντίστοιχο ρυθμιστικό διάλυμα (buffer) ενώ για το ένζυμο StyI χρησιμοποιήθηκε επιπλέον και διάλυμα φυσιολογικού ορού BSA σύμφωνα με τις οδηγίες της εταιρίας.

Πίνακας 1: Τα ένζυμα περιορισμού που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση του mtDNA.

ένζυμο περιορισμού	θερμοκρασία πέψης	αλληλουχίες αναγνώρισης
NcoI	37°C	5'...CCATGG...3' 3'...GGTACC...5'
StyI	37°C	5'...C [▼] WWGG...3' 3'...G [▲] WWC...5'

- ▀ DNA μάρτυρας (50 bp DNA ladder) (#N3236S, N.E. Biolabs)

Η προμήθεια του DNA μάρτυρα έγινε από την εταιρία N.E. Biolabs και συνοδευόταν από το ρυθμιστικό διάλυμα φόρτωσής του το οποίο περιείχε και χρωστική. Είχε μέγεθος 1.350 bp και αποτελούνταν από 17 θραύσματα DNA με πρότυπα μεγέθη 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 766, 916 και 1.350 bp (bp: ζεύγη βάσεων).

Ηλεκτροφορητικός διαχωρισμός θραυσμάτων DNA

- EDTA – disodium, $C_{10}H_{14}N_2O_8Na_2 \cdot 2H_2O$, (M.B. = 372,3) (Serva)
- Tris (hydroxymethyl) aminomethane, $C_4H_{11}NO_3$ (M.B. = 121,14) (Merck)
- αγαρόζη (ultra pure electrophoresis grade agarose) (Invitrogen)
- βορικό οξύ, H_3BO_3 (M.B. = 61,83) (Merck)
- βρωμιούχο αιθίδιο, EtBr 10 mg/ml (Sigma-Aldrich Co)
- διάλυμα 0,5x TBE (420 ml 3x TBE, 1980 ml απεσταγμένο νερό)
- διάλυμα 3x TBE (4,48 gr EDTA, 0,48 gr NaOH, 64,8 gr Tris, 33 gr βορικό οξύ)
- υδροξείδιο του Νατρίου, NaOH (sodium hydroxide pellets) (M.B. = 58,44) (Merck).

Συσκευές

Για την ανάλυση του mtDNA χρησιμοποιήθηκαν οι εξής συσκευές:

- αποστακτήρας νερού (μοντέλο: Aquatron A4S BSi testing)
- ζυγαριά ακριβείας τριών δεκαδικών ψηφίων (μοντέλο: Kern 510)
- κατακόρυφος κλίβανος αποστείρωσης (μοντέλο: Autoclave Mini, PBI)
- μαγνητικός αναδευτήρας (μοντέλο: MR 3003 control Heidolph)
- πεχάμετρο (μοντέλο: Crison micro pH, Controla AC)
- ψηφιακές πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου (μοντέλα: eppendorf reference και eppendorf research)
- πολυκάναλη πιπέτα ρυθμιζόμενου όγκου (μοντέλο: Transferpette-8, 2,5-25 μ l, Brand)
- συσκευή PCR (μοντέλο: MJ Research PTC-200, DNA Engine Thermal Cycler PCR)
- συσκευή ανακίνησης (rocker) (μοντέλο: Bioblock Scientific)
- συσκευή οριζόντιας ηλεκτροφόρησης (μοντέλο: Pharmacia Bioteck GNA-200)
- συσκευή ανάδευσης (vortex) (μοντέλο: Vortex Mixer LVM-202, LabTech)
- τράπεζα υπεριώδους ακτινοβολίας (UV Transilluminator) (μοντέλο: Vilber Lourmat TFX-20 M)
- τροφοδοτικό ρεύματος (μοντέλο: Consort E 865)
- υδατόλουτρο (μοντέλο: Memmert)
- φυγόκεντρος 24 θέσεων (μοντέλο: Heraeus Biofuge pico)
- συσκευή φωτογράφισης (μοντέλο: MiniBis Pro, DNR Bio-Imaging Systems Ltd)

Μέθοδοι

Οι μέλισσες οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση του mtDNA, μετά τη συλλογή τους από τις κυψέλες είχαν διατηρηθεί σε θερμοκρασία -20°C .

Απομόνωση ολικού DNA

Η απομόνωση του ολικού DNA πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του *DNeasy[®] Blood & Tissue Kit (50)* εφαρμόζοντας το πρωτόκολλο της εταιρίας (*QIAGEN*) με ορισμένες τροποποιήσεις. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αποστειρωμένα ή περιέχονταν στη συσκευασία του.

Η διαδικασία απομόνωσης ολικού DNA που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

Η κεφαλή και ο θώρακας της κάθε εργάτριας-δείγμα, απαλλαγμένος από τις πτέρυγες και τα πόδια, αφού τεμαχίστηκαν σε μικρά κομμάτια, για να είναι πιο αποτελεσματική η διάλυσή τους, τοποθετήθηκαν σε αριθμημένο *erpendorf*. Στη συνέχεια, προστέθηκε ρυθμιστικό διάλυμα ATL και με τη βοήθεια πλαστικής ράβδου (*pestle*) το δείγμα ομογενοποιήθηκε. Ακολούθως, προστέθηκαν το ρυθμιστικό διάλυμα AL και η πρωτεϊνάση K ώστε να πραγματοποιηθεί η λύση των κυττάρων. Το περιεχόμενο του *erpendorf* αναδεύτηκε και επώαστηκε στο υδατόλουτρο για 10 min στους 70°C . Ύστερα, προστέθηκε απόλυτη αιθυλική αλκοόλη και το *erpendorf* ανακινήθηκε έντονα στη συσκευή ανάδευσης. Όλο το δείγμα μεταγγίστηκε σε αριθμημένη ειδική στήλη 2 ml με κατάλληλο φίλτρο (*DNeasy mini spin column*) που παρέχονταν στη συσκευασία, φυγοκεντρήθηκε και απορρίφθηκε το υποκείμενο διάλυμα.

Στη συνέχεια, σύμφωνα με τις οδηγίες της εταιρίας, ακολούθησαν δύο κύκλοι φυγοκέντρισης και απόρριψης του υποκείμενου διαλύματος ενώ παράλληλα προστέθηκαν αντίστοιχα τα ρυθμιστικά διαλύματα AW1 και AW2. Τέλος, το φίλτρο τοποθετήθηκε σε *erpendorf* και προστέθηκε ρυθμιστικό διάλυμα AE. Μετά την εξάτμιση της περιεχόμενης αιθυλικής αλκοόλης από το δείγμα, πραγματοποιήθηκε η τελευταία φυγοκέντριση και μετά την απόρριψη του φίλτρου παρέμεινε στον πυθμένα του *erpendorf* το απομονωμένο ολικό DNA το οποίο στη συνέχεια διατηρούνταν σε θερμοκρασία -20°C .

Πολλαπλασιασμός του γονιδιακού τμήματος με τη μέθοδο της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR)

Στο ολικό DNA που απομονώθηκε, επιλέχθηκε και πολλαπλασιάστηκε το γονιδιακό τμήμα COI του mtDNA με τη βοήθεια συγκεκριμένων εκκινητών κατά την Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης (*Polymerase Chain Reaction, PCR*). Η μέθοδος αυτή, επιτρέπει τον *in vitro* πολλαπλασιασμό (ενίσχυση) τμημάτων του DNA από μικρές απομονωμένες ποσότητες (Saiki et al., 1985).

Σε αριθμημένα erpendorf των 1,5 ml προστέθηκαν:

- ▶ 30 μl απεσταγμένο νερό,
- ▶ 5 μl dNTPs (μίγμα τριφωσφονουκλεοτιδίων) από διάλυμα συγκέντρωσης 2 mM, τα οποία είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των νέων αλυσίδων του DNA,
- ▶ 3,4 μl εκκινητή I από διάλυμα συγκέντρωσης 10 μM, ο οποίος προσκολλάται σε συγκεκριμένη αλληλουχία του DNA καθορίζοντας τη θέση έναρξης της σύνθεσης του DNA,
- ▶ 3,4 μl εκκινητή II από διάλυμα συγκέντρωσης 10 μM, ο οποίος προσκολλάται σε συγκεκριμένη αλληλουχία του DNA, διαφορετική από τη θέση προσκόλλησης του εκκινητή I, καθορίζοντας τη θέση έναρξης της σύνθεσης του DNA,
- ▶ 0,48 μl θερμοανθεκτική DNA πολυμεράση από διάλυμα συγκέντρωσης 5 u/μl, όπως είναι η θερμοανθεκτική *Taq* DNA πολυμεράση που απομονώνεται από το θερμοφίλο βακτήριο *Thermus aquaticus* και παραμένει ενεργή σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, ανεξάρτητα από το εύρος της θερμοκρασίας,
- ▶ 5 μl ρυθμιστικό διάλυμα 10x PCR buffer για τη δράση της *Taq* DNA πολυμεράσης,
- ▶ 3 μl MgCl₂ από διάλυμα συγκέντρωσης 25 mM, καθώς τα ιόντα μαγνησίου είναι απαραίτητα για την αντίδραση λειτουργώντας ως προσθετική ομάδα και
- ▶ 2 μl ολικό DNA το οποίο χρησιμεύει ως μήτρα (template) για τη σύνθεση καινούργιων μορίων DNA.

Στη διαδικασία της PCR εφαρμόστηκε το παρακάτω πρόγραμμα:

- αρχική θερμική αποδιάταξη των κλώνων του DNA (preliminary denaturation) στους 94°C για 4 min
- πολλαπλασιασμός του τμήματος COI του mtDNA, που περιλαμβάνει τα εξής τρία στάδια (35 επαναλήψεις):

- *αποδιάταξη* (denaturation): θερμική αποδιάταξη της διπλής έλικας του DNA σε θερμοκρασία 94°C για 1 min
- *αναδιάταξη* (annealing): ζευγάρωμα (υβριδισμός) των εκκινητών με τα αντίστοιχα συμπληρωματικά άκρα των απλών αλυσίδων του DNA σε θερμοκρασία 55°C για 1 min
- *επιμήκυνση* (extension): σύνθεση του DNA με τη δράση της θερμοανθεκτικής *Taq* DNA πολυμεράσης, η οποία καταλύει την επέκταση των εκκινητών, σύμφωνα με την αλληλουχία που καθορίζεται από κάθε μία από τις αλυσίδες του DNA σε θερμοκρασία 72°C για 2 min
- τελική επιμήκυνση των αλυσίδων (final extension) στους 72°C για 6 min.

Το προϊόν της PCR διατηρήθηκε στους 4°C (Τσίπη, 2004).

Πέψη του γονιδιακού τμήματος με ένζυμα περιορισμού

Τα ένζυμα περιορισμού είναι ένζυμα που βρίσκονται φυσιολογικά στα βακτήρια και των οποίων ο φυσικός ρόλος είναι η καταστροφή των ξένων μορίων DNA που εισέρχονται σε αυτά. Διακρίνονται σε τρεις τύπους: I, II και III. Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν τα ένζυμα περιορισμού τύπου II που πέπτουν το δίκλωνο μόριο του DNA σε μοναδικές και απόλυτα εξειδικευμένες αλληλουχίες νουκλεοτιδίων (θέσεις αναγνώρισης). Ο αριθμός των θραυσμάτων του DNA που προκύπτουν από την πέψη αυτή εξαρτάται από τον αριθμό των θέσεων αναγνώρισης οι οποίες θα εντοπιστούν από το ένζυμο (Σκούρας, 1993).

Τα περιοριστικά ένζυμα που μελετήθηκαν για το γονιδιακό τμήμα COI ήταν τα *NcoI* και *StyI* τα οποία δεν είχαν τις ίδιες αρχικές συγκεντρώσεις αλλά η τελική τους συγκέντρωση ήταν 5 u/ml σε 10 μl τελικού όγκου. Τα ένζυμα συνοδεύονταν από τα αντίστοιχα ρυθμιστικά διαλύματα ενώ οι αντιδράσεις των πέψεων πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις οδηγίες της εταιρείας N.E. Biolabs.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για κάθε ένζυμο είχε ως εξής: Σε αποστειρωμένο *erpendorf* προστέθηκαν απεσταγμένο νερό, το ρυθμιστικό διάλυμα του ενζύμου, το ένζυμο και, μόνο για το ένζυμο *StyI*, ρυθμιστικό διάλυμα BSA. Ακολούθως, τα μίγματα ανακινήθηκαν ισχυρά στη συσκευή ανάδευσης (*vortex*) για ομοιόμορφη κατανομή της συγκέντρωσής τους.

Οι πέψεις έγιναν σε συνολικό όγκο 10 μl. Σε κάθε *erpendorf* προστέθηκαν 7,5 μl από το μίγμα του ενζύμου και 2,5 μl προϊόντος PCR. Ακολούθως, τα δείγματα επωάστηκαν για 3 h στο υδατόλουτρο σε θερμοκρασία 37°C και ύστερα διατηρήθηκαν στους 4°C (Τσίπη, 2004).

Ηλεκτροφορητικός διαχωρισμός των θραυσμάτων του DNA

Ο διαχωρισμός των θραυσμάτων του DNA πραγματοποιήθηκε με την οριζόντια ηλεκτροφόρηση πηκτής (*gel*) αγαρόζης που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό, καθορισμό και απομόνωση των τμημάτων του DNA με βάση το μοριακό τους βάρος. Συγκεκριμένα, ο έλεγχος του απομονωμένου ολικού DNA και των προϊόντων της PCR πραγματοποιήθηκε με την ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης 2% και σε ρυθμιστικό διάλυμα 0,5xTBE. Επίσης, προκειμένου να ελέγχεται η διαδικασία της ηλεκτροφόρησης σε κάθε δείγμα προστέθηκαν 3,5 μl ρυθμιστικού διαλύματος φόρτωσης χρωστικής ενώ χρησιμοποιήθηκε και DNA μάρτυρας (DNA ladder).

Φωτογράφιση

Μετά την ολοκλήρωση της ηλεκτροφόρησης, η πηκτή τοποθετήθηκε σε δοχείο όπου προστέθηκαν απεσταγμένο νερό και βρωμιούχο αιθίδιο και ανακινήθηκαν καθώς το βρωμιούχο αιθίδιο δεσμεύεται από το DNA με συνέπεια αυτό να γίνεται ορατό σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Ύστερα, το διάλυμα του βρωμιούχου αιθιδίου απομακρύνθηκε και ακολούθησε παρατήρηση της πηκτής σε συσκευή υπεριώδους ακτινοβολίας. Για την αποτύπωση των φωτογραφιών της πηκτής χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πρόγραμμα *Gel Capture (GelCapture Acquisition Software)*.

Ο υπολογισμός του μήκους των θραυσμάτων του DNA έγινε σε σύγκριση με το DNA μάρτυρα του οποίου τα θραύσματα είχαν γνωστό μήκος ενώ ανάλογα με τον αριθμό τους προέκυψαν οι θέσεις κοπής. Ο προσδιορισμός του μεγέθους των θραυσμάτων έγινε με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος DNAfrag 3.03 (Nash, 1991).

2.5 Προσδιορισμός διάρκειας σφραγισμένου εργατικού γόνου

Τα πειράματα προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου, πραγματοποιήθηκαν σε τρία μελίσσια που ήταν εγκατεστημένα στο πειραματικό μελισσοκομείο του Εργαστηρίου Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (37° 58' 57" N, 23° 42' 13,32" E, υψόμετρο 30 m). Οι παρατηρήσεις για τον προσδιορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου και η παρατήρηση ύπαρξης παραλλακτικότητας εντός της ίδιας κυψέλης, πραγματοποιήθηκαν με ελληνικούς πληθυσμούς της μέλισσας *A m. macedonica* κατά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 2008 και κατά την άνοιξη του 2009. Το πείραμα που αφορούσε στο σφραγισμένο γόνο δεν πραγματοποιήθηκε

κατά τη διάρκεια του χειμώνα καθώς η ποσότητα του γόνου ήταν ανεπαρκής και επιπλέον ο πληθυσμός των μελισσών ήταν λιγότερος οπότε και οι μετρήσεις δε θα ήταν αντιπροσωπευτικές.

Συγκεκριμένα, το Μάιο 2008 επιλέχθηκαν τρία υγιή μελίσσια των 10 κηρηθρών που διατηρούνταν σε μονώροφη κυψέλη και των οποίων οι βασίλισσες ήταν αδελφές, *A. m. macedonica*. Τα τρία μελίσσια εξισώθηκαν και ο πληθυσμός τους κάλυπτε 9-10 κηρήθρες ενώ είχαν γόνο 6-7 κηρήθρες. Η επιλογή των μελισσιών πραγματοποιήθηκε με βάση την ποιότητα της ωοτοκίας της βασίλισσάς τους, δηλαδή σύμφωνα με την ποσότητα και την εμφάνιση του γόνου που έπρεπε να είναι συμπαγής και ομοιόμορφος, δηλαδή χωρίς κενά κελιά ανάμεσα στα σφραγισμένα.

Στα συγκεκριμένα μελίσσια, δεν έχει πραγματοποιηθεί εφαρμογή ακαρεοκτόνου τα τελευταία 11 χρόνια. Το ποσοστό προσβολής από το άκαρι *Varroa*, κατά τη διάρκεια του πειράματος, κυμαινόταν μεταξύ 0,79-1,76% και τα μελίσσια αυτά αποτελούν το αποτέλεσμα ενός προγράμματος βελτίωσης που είχε πραγματοποιηθεί στο Εργαστήριο και το οποίο είχε ως στόχο την παραγωγή μελισσών με ανθεκτικότητα στο άκαρι *Varroa*.

Οι τρεις βασίλισσες, προκειμένου να είναι ευδιάκριτες, είχαν σηματοδοτεί με το κατάλληλο χρώμα. Για να υπάρχει ελεγχόμενη ωοτοκία, η κηρήθρα με τη βασίλισσα τοποθετούνταν μέσα σε αριθμημένη πλαισιοθήκη. Η πλαισιοθήκη είναι μια μεταλλική κατασκευή της οποίας οι δύο πλευρές αποτελούν τμήμα βασιλικού διαφράγματος που επιτρέπει τη διέλευση του αέρα. Συγκεκριμένα, οι εργάτριες μπορούν να εισέρχονται και να εξέρχονται για την περιποίηση του γόνου η βασίλισσα όμως δε μπορεί ούτε να εξέλθει όταν είναι περιορισμένη αλλά ούτε και να εισέλθει κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του γόνου. Σε κάθε περίπτωση, χρησιμοποιούνταν σχετικά παλαιές κηρήθρες προκειμένου να είναι ευδιάκριτα τα αυγά (*Εικ. 30* και *Εικ. 31*).



Εικόνα 30: Πλαισιοθήκη και κηρήθρα για τον εγκλωβισμό της βασίλισσας.



Εικόνα 31: Εγκλωβισμός της βασίλισσας σε κηρήθρα μέσα σε πλαισιοθήκη.

Ακολούθως, οι τρεις πλαισιοθήκες με τις κηρήθρες τους τοποθετούνταν στη γονοφωλιά της κάθε κυψέλης, και συγκεκριμένα στις θέσεις “3”, “5” και “7”. οι πλαισιοθήκες τοποθετούνταν από Δύση προς Ανατολή για λόγους ομοιομορφίας (Εικ. 32). Προηγουμένως, από τις κυψέλες είχε αφαιρεθεί μία κηρήθρα ώστε να είναι πιο εύκολος ο χειρισμός των πλαισιοθηκών και να αποφεύγεται η θανάτωση ή ο τραυματισμός της βασίλισσας κατά τις αλληπάλληλες μετακινήσεις τους.



Εικόνα 32: Πλαισιοθήκες τοποθετημένες σε κυψέλη στις θέσεις “3”, “5” και “7” (από Δύση προς Ανατολή) για τον προσδιορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου και αυτόνομο ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για την παρακολούθηση των συνθηκών εντός της κυψέλης.

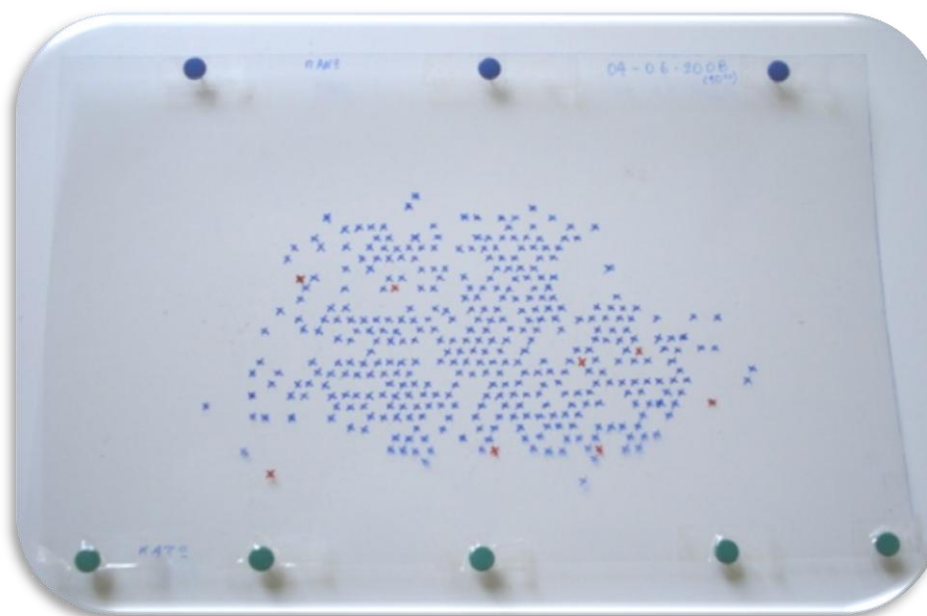
Προκειμένου να προσδιοριστεί το ακριβές χρονικό διάστημα εγκλωβισμού της βασίλισσας στην πλαισιοθήκη, ώστε να προλάβει να εναποθέσει περισσότερα από 100 αυγά, πραγματοποιήθηκαν προκαταρκτικά πειράματα με εγκλωβισμό της για διάφορα χρονικά διαστήματα. Όπως παρατηρήθηκε, κατά τις πρώτες ώρες εγκλωβισμού της δυσκολευόταν και δεν παρουσίαζε σταθερό ρυθμό ωοτοκίας. Αυτό συνέβαινε ιδιαίτερα το φθινόπωρο οπότε και η ωοτοκία της ήταν ούτως ή άλλως περιορισμένη. Γι αυτό, η διάρκεια των 24 h θεωρήθηκε ως ένα ικανοποιητικό χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του οποίου προκαλούνταν η ελάχιστη αναστάτωση στη βασίλισσα αλλά και στο μελίσι. Ο αριθμός των αυγών τόσο ανά εποχή όσο και ανά θέση δεν ήταν σταθερός αλλά κυμαινόταν.

Την πρώτη ημέρα, και στα τρία μελίσι, η βασίλισσα εγκλωβίστηκε στην κηρήθρα της πλαισιοθήκης που θα τοποθετούνταν στην 3^η θέση. Μετά από 24 h η βασίλισσα απεγκλωβίστηκε, τα αυγά της αποτυπώθηκαν σε πλαστικό φύλλο με διαστάσεις 23x44 cm, το οποίο προσαρμόστηκε στην κηρήθρα, και εγκλωβίστηκε αμέσως και πάλι στην πλαισιοθήκη που θα τοποθετούνταν στην 5^η θέση (Εικ. 33, Εικ. 34 και Εικ. 35). Μετά την αποτύπωση των αυγών της, η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για την κηρήθρα της πλαισιοθήκης που τοποθετήθηκε στην 7^η θέση.

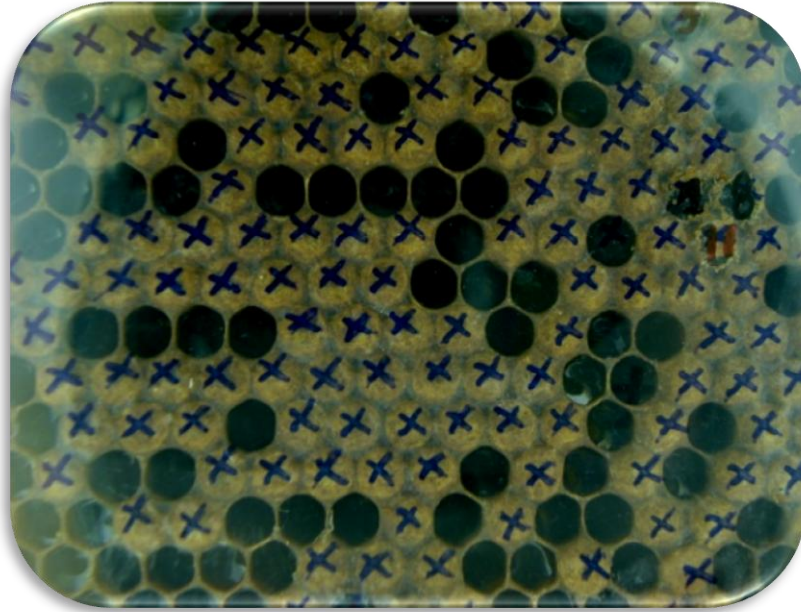


Εικόνα 33: Πλαστικό φύλλο διαστάσεων 23x44 cm προσαρμοσμένο στο πλαίσιο για την αποτύπωση των κελιών τα οποία περιείχαν αυγό.

Οι τρεις κηρήθρες με τα αυγά επαναφέρονταν στην αντίστοιχη πλαισιοθήκη και θέση μέσα στην κυψέλη ώστε να αποφευχθεί, κατά τη διάρκεια του πειράματος, η ωοτοκία σε αυτές. Σε αντίθετη περίπτωση, ο νεότερος γόνος που θα προέκυπτε από τα μεταγενέστερα αυγά θα παρεμπόδιζε τις παρατηρήσεις.



Εικόνα 34: Πλαστικό φύλλο διαστάσεων 23x44 cm με αποτυπωμένα τα κελιά τα οποία περιείχαν αυγό.

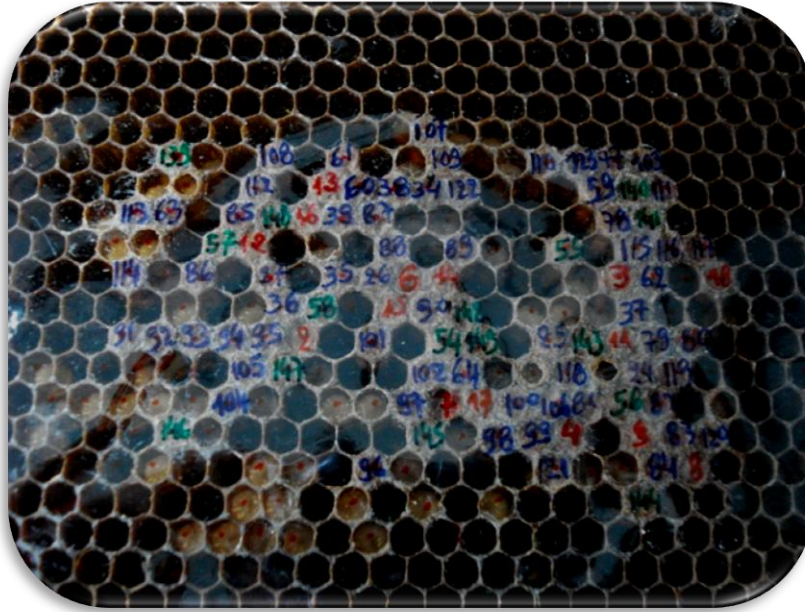


Εικόνα 35: Πλαστικό φύλλο προσαρμοσμένο στο αντίστοιχο πλαίσιο όπου τα κελιά που περιείχαν αυγό έχουν ήδη σφραγιστεί.

Από την 8^η ημέρα από τον εγκλωβισμό της βασίλισσας, οι παρατηρήσεις που αφορούσαν στο σφράγισμα των κελιών λαμβάνονταν κάθε μία ώρα. Θα πρέπει να αναφερθεί πως η όλη διαδικασία γινόταν στον ελάχιστο δυνατό χρόνο ώστε να μη διαταραχθούν οι συνθήκες ανάπτυξης του γόνου. Οι κηρήθρες μεταφέρονταν στο εργαστήριο που βρίσκεται δίπλα στο χώρο του μελισσοκομείου προστατευμένες μέσα σε ένα κυψελίδιο, ενώ η θερμοκρασία που επικρατούσε στο εργαστήριο ήταν 34°C ώστε να προσομοιάζει τη θερμοκρασία της γονοφωλιάς.

Συγκεκριμένα οι παρατηρήσεις ξεκινούσαν την ανατολή και ολοκληρώνονταν με τη δύση του ηλίου, και είχαν ως εξής:

1. η κηρήθρα μεταφέρονταν γρήγορα στο εργαστήριο,
2. στην κηρήθρα προσαρμοζόταν το αντίστοιχο πλαστικό φύλλο,
3. το κάθε κελί που σφραγιζόταν αποτυπώνονταν με αριθμό στο πλαστικό φύλλο,
4. σε χαρτί καταγραφόταν η ακριβής χρονική στιγμή του σφραγίσματος (Εικ. 36).



Εικόνα 36: Πλαστικό φύλλο με σημειωμένα τα σφραγισμένα κελιά (η εικόνα είναι θολή λόγω των υδρατμών που παράγουν οι προνύμφες κατά την αναπνοή τους).

Μετά την ολοκλήρωση της κάθε καταγραφής, οι κηρήθρες επαναφέρονταν στην αντίστοιχη θέση μέσα στην κυψέλη τους.

Κατά τη 18^η ημέρα, οι κηρήθρες μεταφέρονταν στο εργαστήριο και τοποθετούνταν σε μία άδεια κυψέλη, χωρίς μέλισσες, η οποία βρισκόταν σε θερμοθάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, θερμοκρασίας $34 \pm 0,5^\circ\text{C}$ και σχετικής υγρασίας $60 \pm 5\%$, όμοιων με εκείνες που επικρατούσαν στη γονοφωλιά, μέχρι οι ανήλικες μέλισσες να ολοκληρώσουν την ανάπτυξή τους (Εικ. 37). Η 18^η ημέρα επιλέχθηκε, ώστε το μελίτσι να έχει στη διάθεσή του αρκετό χρόνο για να προσφέρει τη μέγιστη φροντίδα στο σφραγισμένο γόνου του. Όπως έχει παρατηρηθεί, κατά το στάδιο του σφραγισμένου γόνου η ανήλικη μέλισσα δε βρίσκεται σε άμεση επαφή με τον πληθυσμό των ενηλίκων του μελισσιού και για το λόγο αυτόν μπορεί να αναπτυχθεί κανονικά μέσα σε θερμοθάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών χωρίς μέλισσες.

Μέσα στο θερμοθάλαμο υπήρχε συνεχής παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούσαν τόσο με ακροβάθμια θερμόμετρα (μεγίστου-ελαχίστου) και με ψυχρόμετρο για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας, όσο και με τη βοήθεια αυτόνομων ηλεκτρονικών καταγραφικών οργάνων (HOBO, Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA) τα οποία κατέγραφαν τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία ανά 15 min.

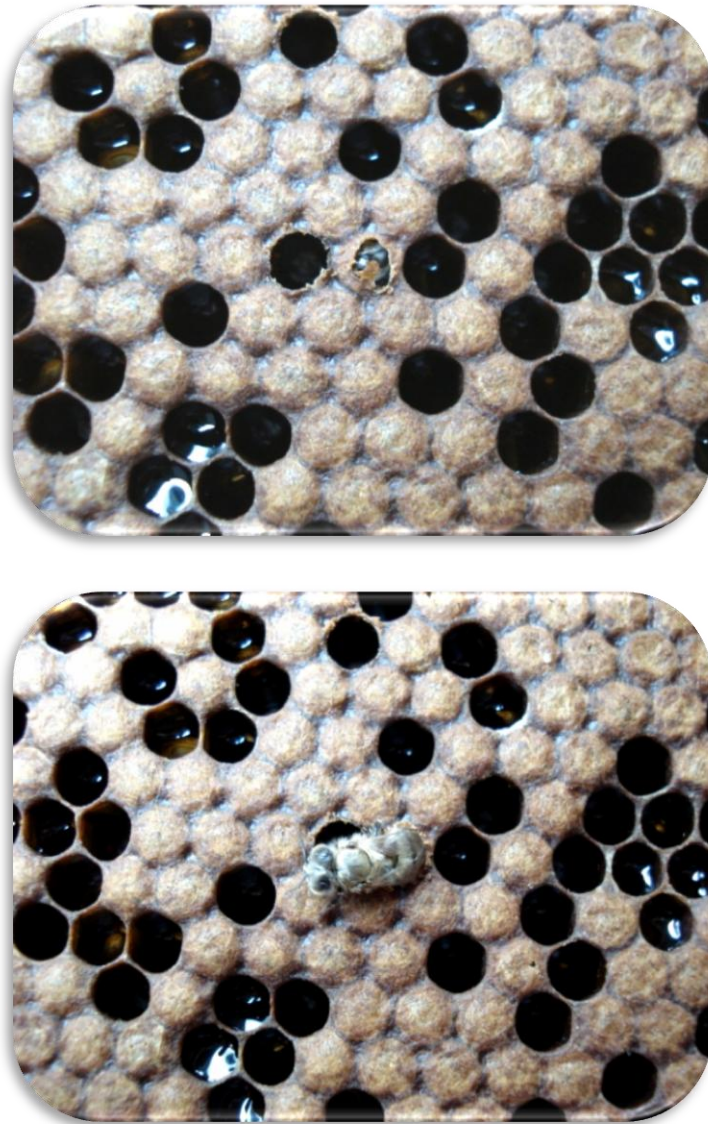


Εικόνα 37: Θερμοθάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών ($\theta=34\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ και $\Sigma.Υ. = 60\pm 5\%$) όπου οι κηρήθρες στηρίζονταν σε μία άδεια κυψέλη.

Από την 20^η ημέρα, οπότε και τα κελιά άρχιζαν να ξεσφραγίζονται, η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

1. στην κηρήθρα προσαρμοζόταν το αντίστοιχο πλαστικό φύλλο,
2. για το κάθε κελί που ξεσφραγιζόταν, διαγράφονταν ο αντίστοιχος αριθμός του στο πλαστικό φύλλο,
3. στο αντίστοιχο χαρτί καταγραφόταν η ακριβής χρονική στιγμή του ξεσφραγίσματος.

Προκειμένου να είναι ακριβής ο χρονικός προσδιορισμός της εξόδου της κάθε μέλισσας, οι παρατηρήσεις πραγματοποιούνταν ανά 10 min και διαρκούσαν από τη στιγμή που ξεσφραγιζόταν το πρώτο κελί μέχρι τη στιγμή που ξεσφραγιζόταν το τελευταίο κελί, ακόμη και κατά τη διάρκεια της νύχτας (Εικ. 38).



Εικόνα 38: Η έξοδος της ενήλικης μέλισσας από το κελί της.

Η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου είναι το χρονικό διάστημα το οποίο μεσολαβεί από τη στιγμή του σφραγίσματος μέχρι τη στιγμή του ξεσφραγίσματος του κελιού. Προκειμένου να προσδιοριστεί εάν σε κάθε μέλισσι παρατηρούνταν η τάση τα κελιά του να σφραγίζονται ή να ξεσφραγίζονται σε μια συγκεκριμένη περίοδο κατά τη διάρκεια της ημέρας, όλες οι παρατηρήσεις ομαδοποιήθηκαν ως εξής: α) σε 4-ωρα χρονικά διαστήματα για τη στιγμή του σφραγίσματος και β) σε 8-ωρα διαστήματα για τη στιγμή του ξεσφραγίσματος.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας δε λαμβάνονταν παρατηρήσεις για τη στιγμή του σφραγίσματος με συνέπεια τα κελιά αυτά να εξαιρούνταν. Σχετικά με το ξεσφραγίσμα, οι νυχτερινές παρατηρήσεις λαμβάνονταν ανά δύο ώρες με συνέπεια τα

κελιά τα οποία ξεσφραγίζονταν στο διάστημα αυτό των 2h επίσης να εξαιρούνταν από τον προσδιορισμό της περιόδου που το κελί ήταν σφραγισμένο.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, καταγράφονταν επίσης το πλήθος των αυγών που ωοτοκούσε η βασίλισσα, η χρονική διάρκεια μέχρι το σφράγισμα και η συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ενήλικων μελισσών, η οποία προέκυπτε από τη στιγμή που απεγκλωβίζονταν η βασίλισσα έως τη στιγμή του ξεσφραγίσματος του κελιού. Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί πως η βασίλισσα ήταν περιορισμένη για 24 h με αποτέλεσμα οι παραπάνω ακριβείς διάρκειες να έχουν μία απόκλιση 0-24 h. Στη συνέχεια, οι παρατηρήσεις ομαδοποιήθηκαν σε 10-ωρα διαστήματα προκειμένου να παρατηρηθεί η ύπαρξη συγκεκριμένης τάσης.

Παράλληλα με τον υπολογισμό της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου λαμβάνονταν δείγμα ενήλικων μελισσών και γόνου, προκειμένου να διαπιστωθεί το ποσοστό προσβολής από το άκαρι *V. destructor* για το καθένα από τα τρία μελίσσια κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τα δεδομένα του πειράματος, υποβλήθηκαν σε ανάλυση διασποράς για την εποχή και τη θέση χρησιμοποιώντας το λογισμικό JMP (Sall et al., 2001). Οι μέσοι όροι συγκρίθηκαν με το HSD-test σε $\alpha=0.05$. Επιπλέον, ξεχωριστά για κάθε εποχή και θέση, η στιγμή του σφραγίσματος του κάθε κελιού, συσχετίστηκε με τον αντίστοιχο χρόνο ξεσφραγίσματος, και ο συντελεστής συσχέτισης, εξετάστηκε για σημαντικότητα με τη χρήση της αμφίπλευρης δοκιμασίας του t , σε $n-2$ βε και σε $\alpha=0.01$ (Sokal and Rohlf, 1995).

2.6 Παρακολούθηση συνθηκών που επικρατούν στην κυψέλη

Η παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούν στο εσωτερικό της κυψέλης και στο περιβάλλον του μελισσοκομείου ($37^{\circ} 58' 57''$ N, $23^{\circ} 42' 13,32''$ E, υψόμετρο 30 m), κατά την περίοδο από Απρίλιο 2009 έως Ιούνιο 2010, και αφορούν στη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία, πραγματοποιήθηκε με αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα (HOBO, Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA).

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι ηλεκτρονικών οργάνων ως εξής:

1. HOBO[®] RH/Temp/Light/External Data Logger - H08-004-02: για καταγραφή θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό κυψέλης με κηρήθρες (Εικ. 39) και

2. HOBO[®] Temp/RH Data Logger - H08-032-08: για καταγραφή θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό της κυψέλης χωρίς κηρήθρες (Εικ. 40).



Εικόνα 39: Αυτόνομο ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό κυψέλης που περιείχε κηρήθρες και μέλισσες (H08-004-02).



Εικόνα 40: Αυτόνομο ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας σε άδεια κυψέλη δηλαδή χωρίς κηρήθρες και μέλισσες (H08-032-08).

Τα όργανα πριν από τη χρήση τους για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των δεδομένων που κατέγραφαν, τοποθετήθηκαν για μία εβδομάδα σε ειδικό θάλαμο

βαθμονόμησης με ελεγχόμενες θερμοϋγρομετρικές συνθήκες. Στο χώρο αυτό είχαν τοποθετηθεί ακροβάθμια θερμόμετρα (μεγίστου-ελαχίστου) και ένα ψυχρόμετρο για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας. Από τα αποτελέσματα των ελέγχων δε διαπιστώθηκαν διαφορές στις τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας τόσο μεταξύ των αντίστοιχων παραμέτρων των οργάνων όσο και σε σχέση με τα όργανα άμεσης παρατήρησης (ακροβάθμια θερμόμετρα και ψυχρόμετρο).

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτρονικών, καταγραφικών οργάνων του πειράματος φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν (Πίν. 2 και Πίν. 3).

Πίνακας 2: Τεχνικά χαρακτηριστικά αυτόνομου ηλεκτρονικού καταγραφικού οργάνου θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας μέσα στην κυψέλη (τροποποιημένος πίνακας από www.onsetcomp.com).

HOBO (H08-004-02)	
αισθητήρας θερμοκρασίας	εύρος: -20°C έως 70°C
	εύρος εξωτερικής θερμοκρασίας: -40°C έως 120°C
	ακρίβεια: $\pm 0,7^\circ\text{C}$ σε 21,1°C
	ανάλυση: 0,4°C σε 21.1°C
αισθητήρας υγρασίας	εύρος: 25-95% RH στους 26,6°C
	ακρίβεια: $\pm 5\%$
	περιβάλλον λειτουργίας αισθητήρα: 5-50°C

Πίνακας 3: Τεχνικά χαρακτηριστικά αυτόνομου ηλεκτρονικού καταγραφικού οργάνου θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στην κενή κυψέλη (τροποποιημένος πίνακας από www.onsetcomp.com).

HOBO (H08-032-08)	
αισθητήρας θερμοκρασίας	εύρος: -30°C έως 50°C
	εύρος εξωτερικής θερμοκρασίας: -40°C έως 100°C
αισθητήρας υγρασίας	εύρος: 0-100% RH
	ακρίβεια: $\pm 3\%$
	περιβάλλον λειτουργίας αισθητήρα: 0-50°C

Το καταγραφικό όργανο των εσωτερικών συνθηκών αποτελούνταν από ένα μικροεπεξεργαστή, ένα χώρο αποθήκευσης δεδομένων και έναν αισθητήρα ενώ

συνδεόταν με ειδικό λογισμικό με τον υπολογιστή, τόσο για να ρυθμίζεται όσο και για να παραλαμβάνονται τα συλλεχθέντα στοιχεία.

Προκειμένου τα όργανα, και ιδιαίτερα ο αισθητήρας τους, να μην καλύπτονται με πρόπολη από τις μέλισσες, περιτυλίγονταν με λεπτή, μαλακή σίτα. Ακολούθως, απομακρύνονταν όλες οι μέλισσες από την κηρήθρα και από το κέντρο της αφαιρούνταν τμήμα διαστάσεων 5x7 cm όπου στη συνέχεια προσαρμοζόταν το καταγραφικό. Στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το καλοκαίρι, περίοδο κατά την οποία οι μέλισσες συλλέγουν την πρόπολη, η σίτα που τα περιέβαλε καλύπτονταν σχεδόν πλήρως με πρόπολη (Εικ. 41 και Εικ. 42).



Εικόνα 41: Θέση προσαρμογής αυτόνομου ηλεκτρονικού καταγραφικού οργάνου θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στην κηρήθρα.



Εικόνα 42: Αυτόνομο ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας (H08-004-02) προστατευμένο με σίτα και τοποθετημένο στο κέντρο της κηρήθρας.

Οι μετρήσεις των συνθηκών εντός της κυψέλης πραγματοποιήθηκαν αρχικά σε μία και ύστερα σε δύο κυψέλες και συγκεκριμένα στις κηρήθρες τους που βρίσκονταν στις θέσεις “1”, “3” και “5” (Εικ. 43).



Εικόνα 43: Κυψέλη στην οποία έχουν τοποθετηθεί τα τρία αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα (H08-004-02) στις θέσεις “1”, “3” και “5”.

Κατά την περίοδο από Δεκέμβριο 2009 έως Ιούνιο 2010, παράλληλα με τις μετρήσεις των συνθηκών μέσα στην κυψέλη, σε μία κενή κυψέλη, δηλαδή χωρίς μέλισσες, γόννο και μέλι-γύρη, τοποθετήθηκε το καταγραφικό H08-032-08. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν ώστε να διαπιστωθεί η επίδραση της κυψέλης στις συνθήκες αυτές. Το ηλεκτρονικό καταγραφικό λειτουργούσε επίσης με μπαταρία λιθίου και ομοίως αποτελούνταν από ένα μικροεπεξεργαστή, ένα χώρο αποθήκευσης δεδομένων και έναν αισθητήρα. Η συσκευή συνδεόταν με τον υπολογιστή με ειδικό λογισμικό, τόσο για να ρυθμίζεται όσο και για να παραλαμβάνονται τα συλλεχθέντα στοιχεία (Εικ. 44).



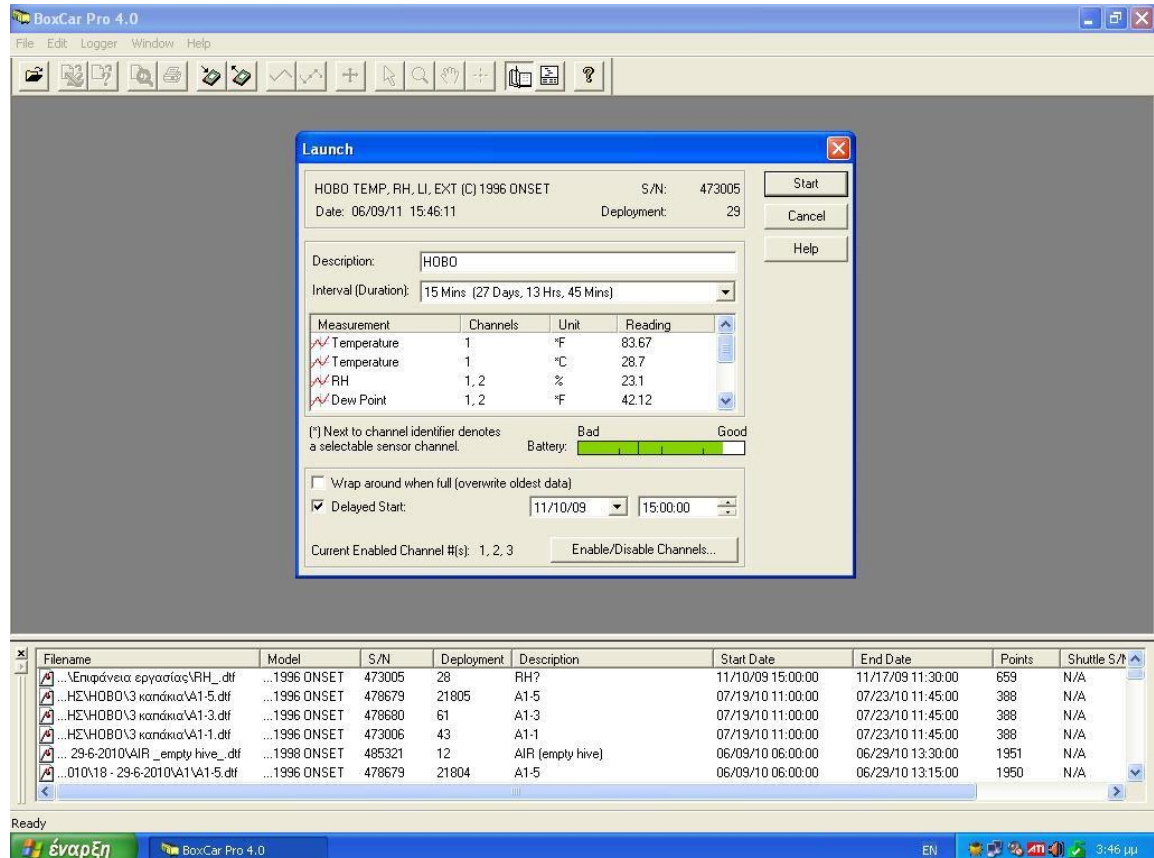
Εικόνα 44: Ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας μέσα σε άδεια κυψέλη (H08-032-08).

Οι μετρήσεις σε όλα τα όργανα λαμβάνονταν ταυτόχρονα ανά 15 min και για τις τέσσερις εποχές του έτους, άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο, και χειμώνα. Προκειμένου να καταγράφονται οι σωστές τιμές, η καταγραφή άρχιζε μία ημέρα μετά την προσαρμογή τους στις κηρήθρες ή την τοποθέτησή τους μέσα στην άδεια κυψέλη.

Σε κάθε χρονικό διάστημα για το οποίο δεν υπήρχαν δεδομένα των συνθηκών από το καταγραφικό σε κενή κυψέλη, αξιοποιήθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα που προήλθαν από τον Αυτόματο Τηλεμετρικό Μετεωρολογικό Σταθμό του Εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α. (37° 59' 8,2' N, 23° 42' 22,4' E, υψόμετρο 30 m) που αφορούσαν στις τιμές της μέσης ημερήσιας

θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας αέρος και των άκρων τιμών της (ημερήσια μέγιστη και ελάχιστη).

Τα δεδομένα που προέρχονταν από τα αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα μεταφέρονταν σε υπολογιστή με εξειδικευμένο λογισμικό (*Boxcar Software Pro 4.0*, Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA) (Εικ. 45) ενώ η δημιουργία των γραφικών έγινε με τη χρήση του λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων *Microsoft Excel 2007*.



Εικόνα 45: Πρόγραμμα *Boxcar Software Pro 4.0* ανάλυσης δεδομένων των καταγραφικών.

Οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από τα αυτόνομα, ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με την εποχή κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η μέτρηση, δηλαδή άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο και χειμώνα. Αρχικά οι μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν στο σύνολό τους στη συνέχεια όμως κατηγοριοποιήθηκαν, σύμφωνα με την ώρα της ημέρας, σε τέσσερα 6-ωρα διαστήματα τα οποία αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα (Πίν. 4).

Πίνακας 4: Διαστήματα καταγραφής παρατηρήσεων των αυτόνομων ηλεκτρονικών καταγραφικών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας και η αντίστοιχη χρονική περίοδος.

διάστημα	χρονική περίοδος
α	0:00 – 5:45
β	6:00 – 11:45
γ	12:00 – 17:45
δ	18:00 – 23:45

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τα αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα υποβλήθηκαν σε ανάλυση διασποράς χρησιμοποιώντας το λογισμικό JMP (Sall et al., 2001). Συγκεκριμένα, για την ανάλυσή τους, χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με δύο παράγοντες, θέση και εποχή, στην περίπτωση της μίας κυψέλης και με τρεις παράγοντες, θέση, εποχή και κυψέλη, στην περίπτωση των δύο κυψελών. Το ίδιο σχέδιο χρησιμοποιήθηκε και στην περίπτωση των δύο παραγόντων που ήταν η θέση μέσα στην κυψέλη και το διάστημα της ημέρας.

Τα καταγραφικά όργανα χρησιμοποιήθηκαν επίσης για την εκτίμηση της επίδρασης της πλαισιοθήκης στις συνθήκες ανάπτυξης του γόνου καθώς και για την εκτίμηση της επίδρασης της παρουσίας του γόνου στις συνθήκες αυτές.

Συγκεκριμένα, κατά το χρονικό διάστημα από 14-09-2011 έως 06-10-2011 (22 ημέρες), σε μία κυψέλη που ο πληθυσμός της κάλυπτε 8 πλαίσια και είχε 5 πλαίσια γόνου, 3 πλαίσια μέλι και μισό πλαίσιο με γύρη, τοποθετήθηκαν τρία αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα HOBO (H08-004-02) ως εξής:

Το ένα καταγραφικό τοποθετήθηκε σε κηρήθρα που βρισκόταν στη θέση “3” και η οποία στη συνέχεια τοποθετήθηκε μέσα σε μεταλλική πλαισιοθήκη. Τα άλλα δύο όργανα τοποθετήθηκαν στις κηρήθρες που βρίσκονταν στις θέσεις “5” και “7” και οι οποίες δεν τοποθετήθηκαν μέσα σε πλαισιοθήκη. Και στις τρεις κηρήθρες, το όργανο τοποθετήθηκε σε θέση με γόνου ενώ ταυτόχρονα από την κυψέλη αφαιρέθηκε ένα πλαίσιο για να είναι πιο εύκολη η μεταχείριση των υπόλοιπων πλαισίων.

Η επιλογή των συγκεκριμένων θέσεων πραγματοποιήθηκε προκειμένου να συγκριθεί η επίδραση της πλαισιοθήκης στη ρύθμιση των συνθηκών από τις εργάτριες στις θέσεις “3” και “7” αλλά και στη θέση “5” που ήταν το κέντρο της γονοφωλιάς· οι θέσεις “3” και “7” ήταν αντίστοιχες μέσα στην κυψέλη. Ταυτόχρονα,

σε μία κενή κυψέλη τοποθετήθηκε το καταγραφικό των εξωτερικών συνθηκών (H08-032-08).

Επίσης, κατά το χρονικό διάστημα από 13-10-2011 έως 21-10-2011 (8 ημέρες), επιλέχθηκαν δύο κυψέλες των δέκα πλαισίων, οι “Α” και “Β”, στις οποίες τοποθετήθηκαν από δύο αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα HOBO (H08-004-02). Η κυψέλη “Α” είχε πληθυσμό που κάλυπτε 8 πλαίσια, 3 πλαίσια με μέλι, μισό πλαίσιο με γύρη και 5 πλαίσια με γόνου, ενώ η κυψέλη “Β” είχε επίσης πληθυσμό που κάλυπτε 8 πλαίσια, 3 πλαίσια με μέλι, μισό πλαίσιο με γύρη και κανένα πλαίσιο με γόνου. Στην κυψέλη “Β”, κατά την τοποθέτηση του καταγραφικού οργάνου αφαιρέθηκε η βασίλισσα για να αποφευχθεί η ωοτοκία της στις κηρήθρες “3” και “5” αλλά και για να μην επηρεάζει η παρουσία της τη συμπεριφορά των μελισσών. Πρέπει επίσης να αναφερθεί πως η βασίλισσα της κυψέλης “Β” δεν περιορίστηκε σε πλαισιοθήκη αλλά ούτε και σε κάποιο κλουβάκι διότι στην περίπτωση αυτή μπορεί να επηρεάζονταν τα αποτελέσματα του πειράματος.

Σε κάθε κυψέλη, το ένα καταγραφικό τοποθετήθηκε στην κηρήθρα που βρισκόταν στη θέση “3” και το άλλο στην κηρήθρα που βρισκόταν στη θέση “5”. Η επιλογή των συγκεκριμένων θέσεων πραγματοποιήθηκε προκειμένου να συγκριθεί η επίδραση της παρουσίας του γόνου στη ρύθμιση των συνθηκών της κυψέλης από τις εργάτριες. Ταυτόχρονα, σε μία κενή κυψέλη τοποθετήθηκε το όργανο που κατέγραφε τις εξωτερικές συνθήκες (H08-032-08).

Αποτελέσματα

3 Καταγραφή, αξιολόγηση και βελτίωση μελισσιών

3.1 Καταγραφή μελισσιών

Τα γενικότερα αποτελέσματα των καταγραφών που πραγματοποιήθηκαν στα πειραματικά μελίσσια παρουσιάζονται στη συνέχεια:

Πληθυσμός

Το χειμώνα, όταν η ωοτοκία της βασίλισσας κατά το φθινόπωρο ήταν ικανοποιητική και υπήρχε διαθέσιμη τροφή μέσα στην κυψέλη, ο πληθυσμός ήταν αρκετός για να κατορθώσουν τα μελίσσια να διαχειμάσουν. Η διαχείμανση ήταν δύσκολη έως αδύνατη για εκείνα που δεν πληρούσαν τις παραπάνω προϋποθέσεις. Τα μελίσσια όμως που επιβίωσαν, ήταν πολύ δυναμικά και την άνοιξη ο πληθυσμός τους αυξανόταν συνεχώς. Λόγω της αυξανόμενης ωοτοκίας κατά την άνοιξη, το καλοκαίρι τα περισσότερα μελίσσια ήταν σε διώροφες κυψέλες ενώ το φθινόπωρο ο πληθυσμός τους μειωνόταν στον έναν όροφο. Σε κάθε περίπτωση, η παρουσία γόνου συνεπάγονταν αυξημένο πληθυσμό κατά την επόμενη χρονική περίοδο.

Γόνος

Όσο πιο μεγάλη ήταν η ποσότητα του γόνου, τόσο πιο νωρίς ξεκινούσε η ανάπτυξη του μελισσιού την άνοιξη. Ο ετήσιος κύκλος ανάπτυξης του γόνου, σύμφωνα με τους Morse and Flottum (1990), ξεκινά το χειμώνα (τέλος Δεκεμβρίου - Ιανουάριο), εφόσον οι συνθήκες το επιτρέπουν. Αυξάνεται έντονα κατά τα τέλη χειμώνα και αρχές άνοιξης και μεγιστοποιείται όταν υπάρχει διαθέσιμη μελιτοφορία. Τέλος, μειώνεται κατά το τέλος του καλοκαιριού και σταματά τελείως το φθινόπωρο. Ο κύκλος βέβαια αυτός, προσαρμόζεται χρονικά σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε μελισσοκομείο και πάντοτε ανάλογα με το εάν η περιοχή βρίσκεται βόρεια ή νότια.

Σύμφωνα με τα στοιχεία των πειραμάτων, στο πειραματικό μελισσοκομείο του Γ.Π.Α., κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η ωοτοκία της βασίλισσας περιοριζόταν στο ελάχιστο ενώ την άνοιξη, όταν επικρατούσαν καλές καιρικές συνθήκες, η βασίλισσα ωοτοκούσε και πάλι με αυξανόμενο ρυθμό. Το καλοκαίρι, όσο η θερμοκρασία ήταν σε φυσιολογικά για την εποχή επίπεδα, ο ρυθμός ωοτοκίας της ήταν ικανοποιητικός. Το φθινόπωρο, εφόσον οι συνθήκες που επικρατούσαν ήταν ευνοϊκές, ήταν και πάλι

σχετικά υψηλός προκειμένου να αντικατασταθεί ο πληθυσμός του μελισσιού και να μπορέσει να διαχειριμάσει με επιτυχία έχοντας καινούργιο πληθυσμό.

Μέλι

Κατά το χειμώνα, το αποθηκευμένο μέλι χρησιμεύει στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των μελισσών. Νωρίς την άνοιξη, οι μέλισσες ασχολούνταν κυρίως με την αύξηση του πληθυσμού τους και κατανάλωναν πολλή τροφή ενώ προς το τέλος της άνοιξης και στις αρχές του καλοκαιριού όχι μόνο με την εκτροφή του γόνου αλλά και με τη συλλογή νέκταρος το οποίο και αποθήκευαν ως μέλι. Τα μελίσσια στην αρχή του φθινοπώρου, όταν είχε πραγματοποιηθεί ο τρύγος και είχαν γόνο, χρησιμοποιούσαν το νέκταρ που συνέλεγαν για τη διατροφή των ανήλικων μελισσών τους ενώ κατά τα μέσα του φθινοπώρου, αποθήκευαν μέλι ώστε να έχουν προμήθειες για το χειμώνα.

Γύρη

Η πρωτεϊνούχος τροφή των μελισσών, λόγω της περιορισμένης παρουσίας ή ακόμη και απουσίας γόνου κατά τους χειμερινούς μήνες, ξεκινούσε να συλλέγεται από τις μέλισσες τέλος χειμώνα με αρχές άνοιξης, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Η συλλεχθείσα γύρη νωρίς την άνοιξη, χρησιμοποιούνταν άμεσα για τη διατροφή των ανήλικων αλλά και των ενήλικων μελισσών. Προς το τέλος της άνοιξης, η αφθονία γύρης στη φύση αξιοποιούνταν τόσο στην εκτροφή του γόνου όσο και στην αποθήκευσή της για μελλοντική χρήση, όταν δε θα υπήρχε διαθέσιμη γύρη. Το φθινόπωρο, ομοίως με τις αρχές της άνοιξης, χρησιμοποιούσαν τη γύρη απευθείας για την εκτροφή του γόνου ενώ αποθήκευαν μικρές ποσότητες της.

Επιθετικότητα

Στα μελίσσια που πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της επιθετικότητας διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των κεντριών σε όλα ήταν μικρός, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την ηρεμία των μελισσών κατά τους μελισσοκομικούς χειρισμούς.

Εξυγιαντική συμπεριφορά

Με μέτρηση της ταχύτητας καθαρισμού των κελιών που περιείχαν νεκρό, παγωμένο γόνο διαπιστώθηκε πως κανένα από τα μελίσσια του πειράματος δεν εκδήλωσε εξυγιαντική συμπεριφορά, δηλαδή καθαρισμό ποσοστού κελιών

μεγαλύτερο από 95% σε 48 h από την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N₂). Αντίθετα, τα κελιά καθαρίζονταν τελείως ύστερα από 72 ή 96 h ανάλογα εάν σημείωναν μεγαλύτερη ή μικρότερη ταχύτητα καθαρισμού· κάποια μελίτσια είχαν ακαθάριστα κελιά ακόμη και ύστερα από 144 h.

Εχθροί μελισσών

Τα μελίτσια που είχαν προσβολή από το άκαρι *V. destructor* μεγαλύτερη από 7% εξαιρούνταν από το πείραμα και η βασίλισσά τους αντικαθιστούνταν. Από το πείραμα επίσης εξαιρούνταν όσα μελίτσια είχαν περισσότερα από 10⁶ σπόρια *Nosema* sp./μέλιτσα ενώ σε κάθε περίπτωση, κατά την αξιολόγηση και επιλογή των μελισσιών, λαμβάνονταν υπόψη το σύνολο των χαρακτηριστικών τους. Επειδή έχει διαπιστωθεί πως το *Nosema* παρεμποδίζει την έκκριση βασιλικού πολτού από τους υποφαρυγγικούς αδένες (Lindauer, 1953, Allen, 1958) με την αντικατάσταση των βασιλισσών επιτυγχάνονταν αντικατάσταση του πληθυσμού, εκτροφή του γόνου από υγιείς παραμάνες και περιορισμός της προσβολής.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται με λεπτομέρεια τα αποτελέσματα των καταγραφών που πραγματοποιήθηκαν στα πειραματικά μελίτσια.

Καταγραφές Μαρτίου-Μαΐου 2009

Το Μάρτιο 2009 και συγκεκριμένα κατά το διάστημα από 9 έως 12-3-2009, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των 30 πειραματικών μελισσιών ενώ το Μάιο του ίδιου έτους, πραγματοποιήθηκε και νέα καταγραφή στα ίδια μελίτσια η οποία διήρκησε από 7 έως 10-5-2009. Οι δύο καταγραφές συγκρίθηκαν μεταξύ τους και με βάση τα αποτελέσματα επιλέχθηκε ως καλύτερη η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “3” για την πραγματοποίηση βασιλοτροφίας.

Οι παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίτσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκαν ο πληθυσμός, η ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης, η προσβολή από το *Varroa destructor* και ο αριθμός των σπορίων *Nosema* sp. καθώς και η διαγραμματική απεικόνιση του κάθε χαρακτηριστικού, παρουσιάζονται στους Πίνακες 47 έως 52 και τα Διαγράμματα από 37 έως 39 και από 42 έως 44 αντίστοιχα (Παράρτημα Α).

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των κυψελών για το κάθε χαρακτηριστικό δεν ήταν στατιστικά σημαντικές με εξαίρεση την προσβολή από το *V. destructor* και τον αριθμό των σπορίων *Nosema* sp..

Επίσης, τον Ιούνιο 2009, τα μελίσσια ζυγίστηκαν πριν και μετά την ανθοφορία του ευκαλύπτου και η διαφορά του βάρους τους, που αντιστοιχούσε στην ποσότητα του μελιού που αποθηκεύτηκε, απεικονίζεται στο Διάγραμμα 40 (Παράρτημα Α). Όπως παρατηρούμε, το μελίσσι “3” σημείωσε ικανοποιητική αύξηση στην ποσότητα του αποθηκευμένου μελιού του, ωστόσο υπήρχαν άλλα μελίσσια με μεγαλύτερη αύξηση. Αυτό οφείλεται στο ότι η αρχική ποσότητα του μελισσιού “3” ήταν ήδη η πιο υψηλή με συνέπεια η αύξησή της να μην ήταν τόσο μεγάλη. Επίσης, στο Διάγραμμα 41 (Παράρτημα Α) απεικονίζεται η ποσότητα του μελιού που τρυγήθηκε τον Ιούλιο 2009.

Επιπλέον των χαρακτηριστικών αυτών, το μελίσσι με τη βασίλισσα “3” δεν είχε τάση σημιουργίας, η βασίλισσά του ωτοκούσε ικανοποιητικά και ο γόνος του είχε ομοιόμορφη εμφάνιση, είχε πολύ καλή ανάπτυξη την άνοιξη και οι εργάτριές του έχτιζαν γρήγορα τις καινούργιες κηρήθρες για την επέκταση του μελισσιού.

Η καταγραφή των 30 μελισσιών (μέσος όρος Μαρτίου και Μαΐου 2009), βάσει της οποίας η βασίλισσα “3” επιλέχθηκε για βασιλοτροφία, απεικονίζεται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 5. Οι βασίλισσες των μελισσιών “13”, “16”, “21” και “27” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων ενώ τα κηφηνοκελιά στα μελίσσια των υπόλοιπων βασιλισσών καταστράφηκαν. Οι βασίλισσες που προέκυψαν, αντικατέστησαν εκείνες που δεν είχαν ικανοποιητικά χαρακτηριστικά ενώ οι βασίλισσες των καλών μελισσιών διατηρήθηκαν.

Πίνακας 5: Η καταγραφή των 30 μελισσιών βάσει της οποίας η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “3” επιλέχθηκε για βασιλοτροφία: οι βασίλισσες των μελισσιών “13”, “16”, “21” και “27” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων (μέσος όρος Μαρτίου και Μαΐου 2009).

βασίλισσα	πληθυσμός	γόνος	μέλι	γύρη	προσβολή Varroa %	αριθμός σπορίων Nosema/μέλισσα
1	7,8	4,375	2,125	1	3,70	4.000
2	11,05	2,125	5,85	1,8	3,85	14.750
3	10,25	4,975	5,475	2,975	3,41	168.750
4	7,525	2,6	6,15	1,825	2,29	286.500
5	6,375	1,75	4,35	1,675	1,95	168.500
6	9,875	1,8	6,65	2,1	1,64	37.500
7	4,875	1	2,3	0,95	3,35	19.000
8	8,05	3,5	3,25	1,075	7,73	12.250
9	3,875	0,875	2,5	0,625	3,76	20.000
10	7,675	3,05	2,1	1,25	4,92	290.750
11	8,35	2,475	4,05	1	5,87	377.750
12	5,425	4,125	7,275	1,2	4,97	1.149.750
13	8,425	3,9	3,725	2,375	4,90	4.750
14	6,925	3,075	3,65	1,375	1,16	16.250
15	9,25	3,65	2,925	1,95	5,24	13.750
16	10,675	4,775	2,6	2,3	3,71	7.750
17	8,8	4,8	1,375	1,95	4,73	8.000
19	7,025	1,85	3,125	1,1	2,53	10.000
21	8,7	3,75	1,35	1,4	2,39	5.250
22	7,925	4,125	2,8	2,25	4,77	4.250
23	6,85	3,025	2,7	1,3	7,53	6.750
24	4,9	1,25	1,35	1,9	0,72	3.500
25	7,3	4,125	2,25	1,45	3,53	5.750
26	7,925	2,975	2,275	1,075	4,30	231.250
27	10,125	2,675	7,725	2,15	0,67	2.000

βασίλισσα	πληθυσμός	γόνος	μέλι	γύρη	προσβολή <i>Varroa</i> %	αριθμός σπορίων <i>Nosema</i> /μέλισσα
28	3,825	2,75	2,075	1,15	8,68	137.750
29	9,3	1,675	7,15	1,75	16,73	3.250
30	8,8	3,975	5,875	0,925	3,35	500
31	3,125	2,25	2,55	0,8	0,08	85.250
32	9,425	4,3	5,225	1,325	2,61	5.596.250

Καταγραφές Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου 2009

Το Σεπτέμβριο 2009 και συγκεκριμένα κατά το διάστημα από 1 έως 4-9-2011, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των 28 πειραματικών μελισσιών. Τον Οκτώβριο του ίδιου έτους, πραγματοποιήθηκε και νέα καταγραφή στα ίδια μελίσσια η οποία διήρκησε από 28 έως 31-10-2009. Οι δύο καταγραφές συγκρίθηκαν και με βάση τα αποτελέσματα επιλέχθηκε ως καλύτερη βασίλισσα για την πραγματοποίηση της βασιλοτροφίας η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “14”.

Οι παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκαν ο πληθυσμός, η ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης, η προσβολή από το *V. destructor* και ο αριθμός των σπορίων *Nosema* sp., παρουσιάζονται στους Πίνακες 53 έως 58 και τα Διαγράμματα 45 έως 50 αντίστοιχα (Παράρτημα Α). Όπως διαπιστώθηκε, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κυψελών για το κάθε χαρακτηριστικό που μελετήθηκε.

Όσο αφορά στην επιθετικότητα, η διακύμανση του αριθμού των κεντριών ήταν από 0 έως 49 κεντριά ενώ η μέση τιμή (\pm TA) ήταν $13,2 \pm 11,7$. Η μέτρηση της επιθετικότητας των 28 μελισσιών του πειράματος απεικονίζεται στο Διάγραμμα 51, (Παράρτημα Α).

Η ταχύτητα καθαρισμού των κελιών 48 h μετά την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N_2) κυμάνθηκε μεταξύ 34,7 και 92% ενώ η μέση τιμή (\pm TA) ήταν $65,3 \pm 12,3\%$ (Διάγρ. 52, Παράρτημα Α). Τα μελίσσια που επέδειξαν τη μεγαλύτερη ταχύτητα ήταν εκείνα τα οποία μετά από 72 h είχαν απομακρύνει σχεδόν το σύνολο του νεκρού γόνου. Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 52 (Παράρτημα Α), το μελίτσι “14” είχε ποσοστό 66,3% και ήταν 8^ο στο σύνολο των 16 μελισσιών. Ωστόσο, κανένα από τα μελίσσια του πειράματος δεν εκδήλωσε εξυγιαντική συμπεριφορά, δηλαδή καθαρισμό ποσοστού κελιών μεγαλύτερο από 95% εντός 48 h.

Στο Διάγραμμα 53 (Παράρτημα Α), απεικονίζεται η ταχύτητα καθαρισμού κάθε μελισσιού στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα. Αξίζει να σημειωθεί πως μετά την καταμέτρηση των 96 h σημειώθηκε βροχόπτωση διάρκειας δύο ημέρων με συνέπεια να μην υπάρχουν στοιχεία για τις 120 και 144 h μετά την εφαρμογή.

Επιπλέον των παραπάνω χαρακτηριστικών, η βασίλισσα “14” ωτοκούσε ικανοποιητικά και ο γόνος της είχε ομοιόμορφη εμφάνιση.

Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα των παραπάνω καταγραφών, η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “14”, επιλέχθηκε για την πραγματοποίηση της 2^{ης} βασιλοτροφίας. Οι βασίλισσες “3”, “8”, “13” και “23” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων ενώ τα κηφηνοκελιά των υπόλοιπων βασιλισσών καταστράφηκαν. Οι βασίλισσες που προέκυψαν, χρησιμοποιήθηκαν για την αντικατάσταση όλων των βασιλισσών των μελισσιών που έφεραν ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά.

Στον Πίνακα 6 απεικονίζονται όλα τα στοιχεία της καταγραφής των 28 μελισσιών τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο 2009 καθώς και τα μελίσσια που χρησιμοποιήθηκαν για τη βασιλοτροφία και την παραγωγή κηφήνων.

Πίνακας 6: Η καταγραφή των 28 μελισσιών βάσει της οποίας η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “14” επιλέχθηκε για βασιλοτροφία· οι βασίλισσες των μελισσιών “3”, “8”, “13” και “23” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων (μέσος όρος Σεπτεμβρίου και Οκτωβρίου 2009).

βασίλισσα	πληθυσμός	γόνος	μέλι	γύρη	προσβολή Varroa %	αριθμός σπορίων Nosema/μέλισσα
1α	4,25	2,625	4,625	0,75	1,28	1.756.750
1	2,55	0,875	2,1	0,25	1,84	5.275.500
2γ	4,475	3,625	2,625	1,475	1,84	4.000
3	9,625	4,125	8,1	1,425	2,51	1.604.250
8	10,175	4,125	6,35	1,25	4,81	3.750
9	2,8	1,125	2,475	0,4	0,89	6.577.500
10	3,275	1,875	6,125	0,45	5,32	6.750
11	5,5	2,3	5,15	0,625	1,75	782.750
13	6,125	4	3,275	1,625	4,31	7.000
14	10,1	5	5,35	1,975	3,47	11.500
15	4,1	3	4,75	1,2	5,44	38.250
16	5,5	3,5	2,35	1,4	7,93	539.500
17	4	2,425	1,35	1,1	5,17	7.750
19α	3,75	2,375	2,85	0,65	0,36	3.750
19β	3,3	2,875	1,85	0,425	1,03	2.750
21	4,25	2,5	4,225	1,025	4,65	257.750
22α	2,425	1,5	2,65	0,4	0,71	1.250
22β	1,825	1,125	1,35	0,4	0,00	2.000
22γ	3,075	2,4375	2,5625	0,85	0,19	1.000
23	6,2	3,05	3,3	1,45	0,52	3.000
24	3,5	1	2,75	0,1	1,14	16.500
25	5,8	2,625	3,85	0,775	0,42	2.000
26β	4,2	2,75	3,125	0,925	5,26	2.500
27α	3,875	2,725	3,7	1,15	3,66	14.250
28	3,4	2	2,875	0,65	4,00	64.000
30	5,35	2,925	4,875	1,025	2,20	1.000
31γ	7,475	2,5	3,975	1,425	1,93	2.250
Xβn	5,15	2,375	4	0,6	0,88	250

Καταγραφή Μαρτίου 2010

Η καταγραφή που πραγματοποιήθηκε το Μάρτιο 2010, στα 27 πειραματικά μελίσσια, οδήγησε στην επιλογή της βασίλισσας του μελισσιού με τον αριθμό “21” για την πραγματοποίηση βασιλοτροφίας. Όσο αφορά στον πληθυσμό, την ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης, την προσβολή από το άκαρι *V. destructor*, τον αριθμό των σπορίων *Nosema* sp., τον αριθμό των κεντριών και την ταχύτητα καθαρισμού των κελιών, η διαγραμματική τους απεικόνιση παρουσιάζεται στα Διαγράμματα από 54 έως 59 (Παράρτημα Α).

Όσο αφορά στην επιθετικότητα, η διακύμανση του αριθμού των κεντριών ήταν από 5 έως 51 κεντριά ενώ η μέση τιμή (\pm TA) ήταν $25,1 \pm 11,9$. Η μέτρηση της επιθετικότητας των 27 μελισσιών απεικονίζεται στο Διάγραμμα 60 (Παράρτημα Α). Το μελίσι “21” ήταν 10^ο σε σύνολο 27 μελισσιών με κατά μέσο όρο 16 κεντριά.

Η ταχύτητα καθαρισμού των κελιών 48 h μετά την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N₂) κυμάνθηκε μεταξύ 30 και 86% ενώ η μέση τιμή (\pm TA) ήταν $55,4 \pm 19,8\%$ (Διάγρ. 61), Παράρτημα Α). Στην περίπτωση αυτή, τα μελίσσια που επέδειξαν τη μεγαλύτερη ταχύτητα ήταν εκείνα τα οποία μετά από 96 h είχαν απομακρύνει σχεδόν το σύνολο του νεκρού γόνου. Όπως προκύπτει, το μελίσι “21” ήταν 8^ο σε ό,τι αφορά την ταχύτητα καθαρισμού των κελιών του 48 h από την εφαρμογή, με ποσοστό 64,3%. Στο Διάγραμμα 62 (Παράρτημα Α), απεικονίζεται η ταχύτητα καθαρισμού κάθε μελισσιού στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα.

Όσο αφορά στον προσδιορισμό της ταχύτητας καθαρισμού των κελιών, στη συνέχεια απεικονίζονται τα αντίστοιχα φωτογραφικά στιγμιότυπα, για την ημέρα εφαρμογής και για 24, 48, 72, 96, 120 και 144 h μετά την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N₂) στα μελίσσια “13” και “14” αντίστοιχα. Τα συγκεκριμένα μελίσσια επιλέχθηκαν προκειμένου να διαπιστωθεί η διαφορά στην ταχύτητα καθαρισμού του νεκρού γόνου που μπορεί να παρατηρηθεί μεταξύ των εργατριών δύο μελισσιών καθώς το μελίσι με τον αριθμό “13” ανήκει στην ομάδα μελισσιών με μικρή ταχύτητα καθαρισμού και το “14” στην ομάδα με μεγαλύτερη ταχύτητα καθαρισμού. (Εικ. 46).

ημέρα εφαρμογής N₂



24 h μετά την εφαρμογή

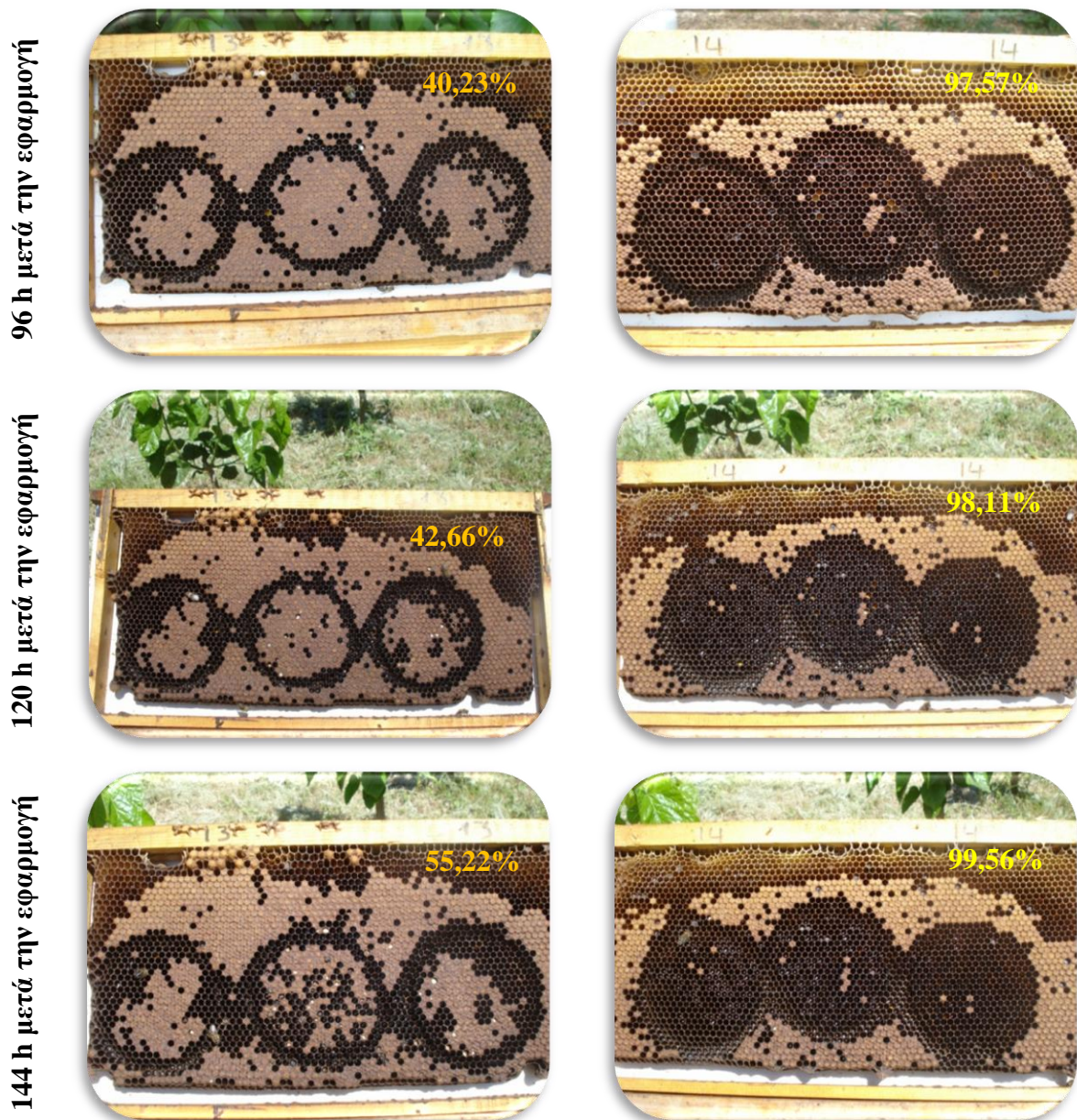


48 h μετά την εφαρμογή



72 h μετά την εφαρμογή





Εικόνα 46: Φωτογραφικά στιγμιότυπα του πειράματος προσδιορισμού της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών το Μάρτιο 2010.

(*ημέρα εφαρμογής και 24, 48, 72, 96, 120 και 144 h μετά την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N_2), στα μελίσσια “13” και “14” αντίστοιχα)

Επιπλέον των χαρακτηριστικών αυτών, το μελίσσι με τη βασίλισσα “21” δεν είχε τάση σημιουργίας, η βασίλισσά του ωτοκούσε ικανοποιητικά και ο γόνος του είχε ομοιόμορφη εμφάνιση, είχε πολύ καλή ανάπτυξη την άνοιξη και οι εργάτριες του έχτιζαν γρήγορα τις καινούργιες κηρήθρες για την επέκταση του μελισσιού. Στον Πίνακα 7 που ακολουθεί φαίνονται όλα τα στοιχεία της καταγραφής των 28 μελισσιών το μήνα Μάρτιο 2010 και επισημαίνονται τα μελίσσια που επιλέχθηκαν για τη βασιλοτροφία αλλά και για την παραγωγή κηφώνων.

Πίνακας 7: Η καταγραφή των 28 μελισσιών βάσει της οποίας η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “21” επιλέχθηκε για βασιλοτροφία ενώ οι βασίλισσες των μελισσιών “23”, “27α”, “32” και “32α” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων (Μ.Ο. Μαρτίου 2010).

βασίλισσα	πληθυσμός	γόνος	μέλι	γύρη	προσβολή Varroa %	αριθμός σπορίων Nosema/μέλισσα
1α	5,35	4	0,95	0,95	8,55	519.500
2γ	3,95	3,25	0,8	0,1	4,99	576.000
3	5,05	2,75	1,6	0,95	5,25	1.617.000
8	5,35	3,75	2,35	0,8	3,55	148.500
9	6,85	5,25	0,6	0,55	2,10	29.000
10	4,85	3,75	2,15	1,35	5,30	37.000
11	7	4	1,05	2,1	3,31	2.467.000
13	5,35	3,95	1,3	0,65	1,41	315.000
14	5,45	4,25	2,1	1	4,58	465.000
15	2,8	1	1,55	0,4	1,60	18.500
16	6,2	3,75	0,8	0,45	3,79	85.500
17	6,5	4,5	1,15	1,2	3,01	1.500
19α	6,7	4,5	2,35	0,65	1,48	451.000
21	7,2	4,25	1,95	0,6	2,08	5.500
22α	4,45	2,75	0,95	0,75	2,25	1.059.000
22β	6	0	0,65	0,2	1,56	5.000
22γ	5,45	4,25	0,9	1,15	3,48	1.228.500
23	5,25	3,25	3,1	1	3,78	1.122.000
25	5,85	4	2,45	0,95	4,13	626.500
26β	7,5	4,5	1,75	0,8	5,42	3.961.000
27α	7,5	4,25	2,4	0,6	2,11	0
28	6	4	1,05	0,95	4,31	187.500
30	3,85	2,25	2,25	0,55	1,55	1.728.500
31γ	5,75	4	2,05	1,5	5,91	8.619.500
32	7	3,5	2,5	1,35	3,35	1.506.000
32α	8	3,25	1,95	1,1	3,40	104.500
Χβn	5,6	3,25	1,8	1,05	2,31	894.500

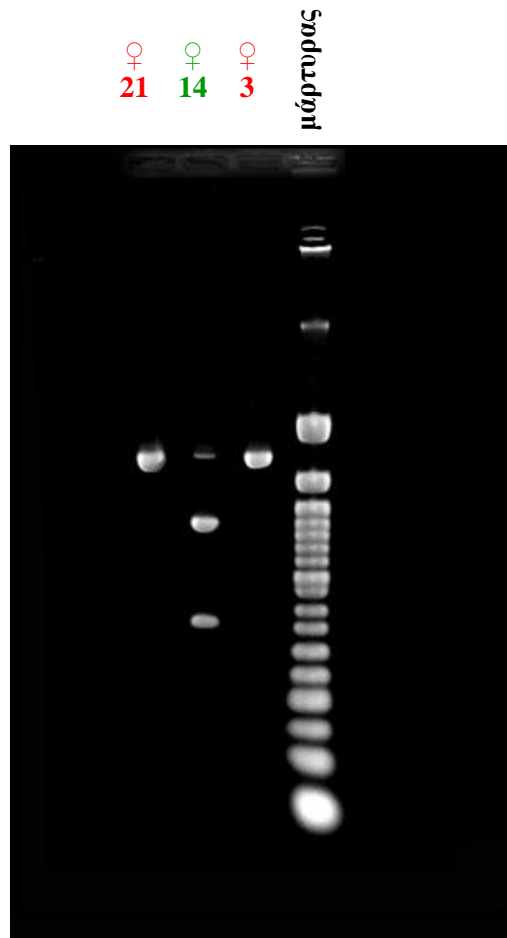
Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα των παραπάνω καταγραφών, η βασίλισσα του μελισσιού “21”, επιλέχθηκε για την πραγματοποίηση της 3^{ης} βασιλοτροφίας. Οι βασίλισσες των μελισσιών “23”, “27α”, “32” και “32α” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων, ενώ τα κηφηνοκελιά των υπόλοιπων μελισσιών καταστράφηκαν. Οι βασίλισσες που προέκυψαν, χρησιμοποιήθηκαν για την αντικατάσταση όλων των βασιλισσών των μελισσιών που διαπιστώθηκε πως είχαν ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά.

3.2 Αξιολόγηση και επιλογή μελισσιών

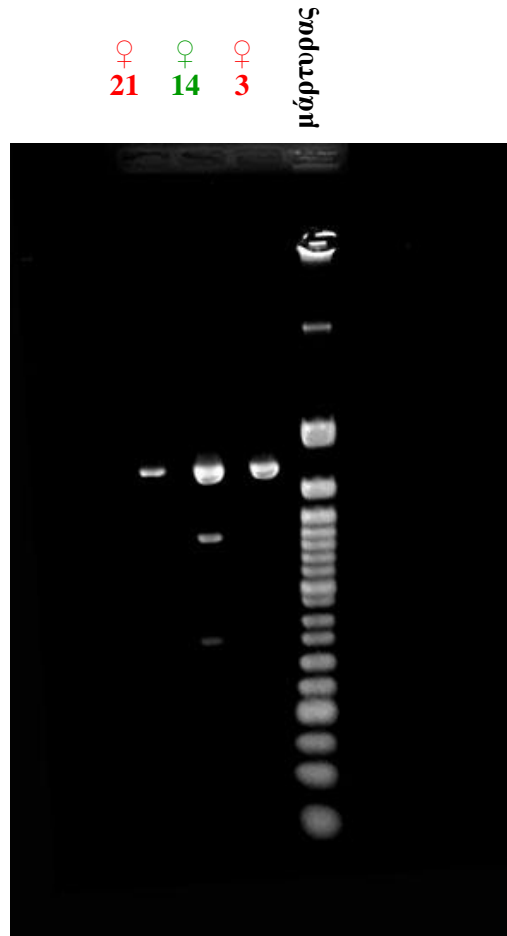
Σε κάθε μελίσι, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η επιλογή της βασίλισσας που θα χρησιμοποιούνταν στη συνέχεια ως μητέρα για τις καινούργιες βασίλισσες, γινόταν αξιολόγηση με βάση τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τα οποία είχαν καταγραφεί. Η επιλογή της βασίλισσας του μελισσιού με τον αριθμό “3” προέκυψε ύστερα από την αξιολόγηση των καταγραφών Μαρτίου και Μαΐου 2009. Η επιλογή της βασίλισσας του μελισσιού “14” πραγματοποιήθηκε ύστερα από την αξιολόγηση των καταγραφών Σεπτεμβρίου και Οκτωβρίου 2009 ενώ η βασίλισσα του μελισσιού “21” προέκυψε από την αξιολόγηση της καταγραφής του Μαρτίου 2010.

3.2.1 Μοριακή προσέγγιση βασιλισσών

Η ανάλυση του μιτοχονδριακού DNA (mtDNA), μιας εργάτριας από την κάθε βασίλισσα από την οποία έγινε βασιλοτροφία (“3”, “14” και “21”), και συγκεκριμένα του γονιδιακού τμήματος COI με τα περιοριστικά ένζυμα NcoI και StyI, οδήγησε στο συμπέρασμα πως μόνο η βασίλισσα “14” ήταν *A. m. macedonica* καθώς και τα δύο ένζυμα εμφάνισαν θέση αναγνώρισης (Bouga et al., 2005) (Εικ. 47 και Εικ. 48). Συγκεκριμένα, η πέψη του COI με το NcoI είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία δύο ζωνών μήκους 595 bp και 433 bp αντίστοιχα ενώ η πέψη με το StyI, είχε ως αποτέλεσμα επίσης τη δημιουργία δύο ζωνών με μήκος 626 bp και 402 bp αντίστοιχα. Στις παρακάτω εικόνες εμφανίζεται επίσης ο μάρτυρας (50 bp DNA ladder).



Εικόνα 47: Περιοριστικά πρότυπα ύστερα από πέψη με το ένζυμο *NcoI* σε μέλισσες των μελισσιών “3”, “14” και “21”. Στις εργάτριες των μελισσιών “3” και “21” δεν εμφανίζεται θέση αναγνώρισης ενώ στην εργάτρια του μελισσιού “14” εμφανίζονται δύο ζώνες μήκους 595 και 433 bp αντίστοιχα.
(* δεξιά εμφανίζεται ο μάρτυρας)



Εικόνα 48: Περιοριστικά πρότυπα ύστερα από πέψη με το ένζυμο *StyI* σε μέλισσες των μελισσιών “3”, “14” και “21”. Στις εργάτριες των μελισσιών “3” και “21” δεν εμφανίζεται θέση αναγνώρισης ενώ στην εργάτρια του μελισσιού “14” εμφανίζονται δύο ζώνες μήκους 626 και 402 bp αντίστοιχα.
(* δεξιά εμφανίζεται ο μάρτυρας)

3.3 Βελτίωση μελισσών

Βασίλισσα μελισσιού “3” και απόγονοι

Ύστερα από τις καταγραφές των μηνών Μαρτίου και Μαΐου 2009, πραγματοποιήθηκε η 1^η βασιλοτροφία από τη βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “3”. Οι τιμές που είχε το μελίσι “3” για το κάθε χαρακτηριστικό τους μήνες Μάρτιο και Οκτώβριο 2009 συγκρίθηκαν με τις τιμές του για το ίδιο (“3q”) και τις απογόνους της βασίλισσας του “3”, δηλαδή τα μελίσι με τις βασίλισσες “19α”, “22γ”, και “Χβη”, κατά τους ίδιους μήνες του 2010 (όπου “3q” είναι το μελίσι “3” το έτος 2010).

Οι παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα παραπάνω μελίσσια στα οποία καταγράφηκαν ο πληθυσμός, η ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης, η προσβολή από το *Varroa destructor* και ο αριθμός των σπορίων *Nosema* sp. καθώς και η διαγραμματική απεικόνιση του κάθε χαρακτηριστικού, παρουσιάζονται στους Πίνακες 59 έως 64 και τα Διαγράμματα 63 έως 68 αντίστοιχα (Παράρτημα Α).

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των κυψελών για το κάθε χαρακτηριστικό δεν ήταν στατιστικά σημαντικές με εξαίρεση την ποσότητα της αποθηκευμένης γύρης για την οποία σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται τα ακριβή στοιχεία των καταγραφών του μελισσιού με τη βασίλισσα “3” (για το 2009 και το 2010) και των απογόνων της (για το 2010) για τους μήνες Μάρτιο και Οκτώβριο (Πίν. 8).

Πίνακας 8: Η τιμή του κάθε χαρακτηριστικού για τα μελίσσια με τη βασίλισσα “3” (Μάρτιος και Οκτώβριος 2009 και 2010) και τις κόρες της (Μάρτιος και Οκτώβριος 2010).

βασίλισσα	πληθυσμός	γόνος	μέλι	γύρη	προσβολή <i>Varroa</i> %	αριθμός σπορίων <i>Nosema</i> /μέλιτσα
3	9,375	3,625	6,075	2,175	2,84	813.250
3q	6,275	2,975	2,175	0,725	3,775	829.500
19α	6,975	4,125	3,55	0,8	2,075	422.500
22γ	8,725	4,125	4,3625	1,35	3,405	984.250
Χβη	7,85	3,125	4,0875	1	2,64	447.250

Βασίλισσα μελισσιού “14” και απόγονοι

Ύστερα από τις καταγραφές των μηνών Σεπτεμβρίου και Οκτωβρίου 2009, πραγματοποιήθηκε η 2^η βασιλοτροφία από τη βασίλισσα του μελισσιού “14”. Οι τιμές που είχε το μελίσσι “14” για το κάθε χαρακτηριστικό τους μήνες Μάρτιο και Οκτώβριο 2009 συγκρίθηκαν με τις τιμές του για το ίδιο (“14q”) και τις απογόνους της βασίλισσας του, δηλαδή τις βασίλισσες “11”, “16”, “17”, “28”, κατά τους ίδιους μήνες του 2010 (όπου “14q” είναι η βασίλισσα “14” το έτος 2010).

Οι παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα παραπάνω μελίσσια στα οποία καταγράφηκαν ο πληθυσμός, η ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης, η προσβολή από το *V. destructor* και ο αριθμός των σπορίων *Nosema* sp. καθώς και η

διαγραμματική απεικόνιση του κάθε χαρακτηριστικού, παρουσιάζονται στους Πίνακες 65 έως 70 και τα Διαγράμματα 69 έως 74 αντίστοιχα (Παράρτημα Α).

Για όλα τα χαρακτηριστικά που καταμετρήθηκαν, οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των κυψελών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται τα ακριβή στοιχεία των καταγραφών της βασίλισσας του μελισσιού “14” (για το 2009) και των απογόνων της (για το 2010) για τους μήνες Μάρτιο και Οκτώβριο (Πίν. 9).

Πίνακας 9: Η τιμή του κάθε χαρακτηριστικού για τα μελίσσια με τη βασίλισσα “14” (Μάρτιος και Οκτώβριος 2009 και 2010) και τις κόρες της (Μάρτιος και Οκτώβριος 2010).

βασίλισσα	πληθυσμός	γόνος	μέλι	γύρη	προσβολή <i>Varroa</i> %	αριθμός σπορίων <i>Nosema</i> /μέλισσα
14	9,55	4,375	2,9	1,225	3,49	12.750
11	6,5	3,125	2,025	1,5625	2,25	1.235.750
14q	7,475	4	4,5125	1,075	4,29	232.500
16	6,975	3,75	1,9375	0,85	2,16	43.000
17	5,5	2,75	2,55	1,2	1,50	750
28	7	3,875	3,375	0,6375	3,17	93.750

Βασίλισσα μελισσιού “21” και απόγονοι

Ύστερα από τις καταγραφές του Μαρτίου 2010, πραγματοποιήθηκε η 3^η βασιλοτροφία από τη βασίλισσα του μελισσιού “21”. Οι τιμές που είχε το μελίσσι “21” για το κάθε χαρακτηριστικό τους μήνες Ιούλιο και Οκτώβριο 2009 συγκρίθηκαν με τις τιμές του για το ίδιο (“21q”) και τις απογόνους της βασίλισσας του “21”, δηλαδή τις βασίλισσες “9α”, “9β”, “9γ”, “9δ”, “30α”, “30β” και “31α”, κατά τους ίδιους μήνες του 2010 (όπου “21q” είναι η βασίλισσα “21” το έτος 2010).

Οι παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα παραπάνω μελίσσια στα οποία καταγράφηκαν ο πληθυσμός, η ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης, η προσβολή από το *Varroa destructor* και ο αριθμός των σπορίων *Nosema* sp. καθώς και η διαγραμματική απεικόνιση του κάθε χαρακτηριστικού, παρουσιάζονται στους Πίνακες 71 έως 76 και τα Διαγράμματα 75 έως 80 αντίστοιχα (Παράρτημα Α).

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των κυψελών όσο αφορά στον πληθυσμό και την ποσότητα του μελιού ήταν στατιστικά σημαντικές. Ωστόσο, οι

διαφορές όσο αφορά στην ποσότητα του γόνου, της γύρης, την προσβολή από το *V. destructor* και τον αριθμό των σπορίων *Nosema* sp. δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται τα ακριβή στοιχεία των καταγραφών της βασίλισσας του μελισσιού “21” (για το 2009 και το 2010) και των απογόνων της (για το 2010) για τους μήνες Ιούλιο και Οκτώβριο (Πίν. 10).

Πίνακας 10: Η τιμή του κάθε χαρακτηριστικού για τα μελίσσια με τη βασίλισσα “21” (Ιούλιο και Οκτώβριο 2009 και 2010) και τις κόρες της (Ιούλιο και Οκτώβριο 2010).

βασίλισσα	πληθυσμός	γόνος	μέλι	γύρη	προσβολή <i>Varroa</i> %	αριθμός σπορίων <i>Nosema</i> /μέλισσα
21	4,5	3	5,45	1,05	6,32	334.000
9α	7,75	3,75	7,025	2,275	3,06	42.000
9β	6,375	3,25	2,45	1,125	0,48	3.500
9γ	4,25	1,75	3,825	0,55	1,14	24.000
9δ	9	3	6,1	0,7	3,13	407.000
21q	7,7	3	4,45	1,3	1,77	18.000
21α	2,95	0,5	0,6	0,9	0,34	247.500
30α	7,25	3,25	6,5	0,95	3,08	3.500
30β	6,5	2,75	3,75	1,05	1,76	4.500
31α	6,2	3,5	3,2	1,25	1,69	0

Επίσης, τον Απρίλιο 2010 σε 28 μελισσοκόμους από 22 περιοχές της Ελλάδας παραδόθηκαν 60 βασίλισσες οι οποίες εισήχθησαν σε ορφανά μελίσσια. Από αυτές, οι 53 εισήχθησαν με επιτυχία ενώ οι υπόλοιπες 7 αντικαταστάθηκαν από τις μέλισσες. Τα μελίσσια τα οποία προέκυψαν κατά τον Ιούλιο ήταν πολύ ήρεμα ενώ η ποσότητα του γόνου τους κυμαινόταν μεταξύ 4-5 πλαισίων.

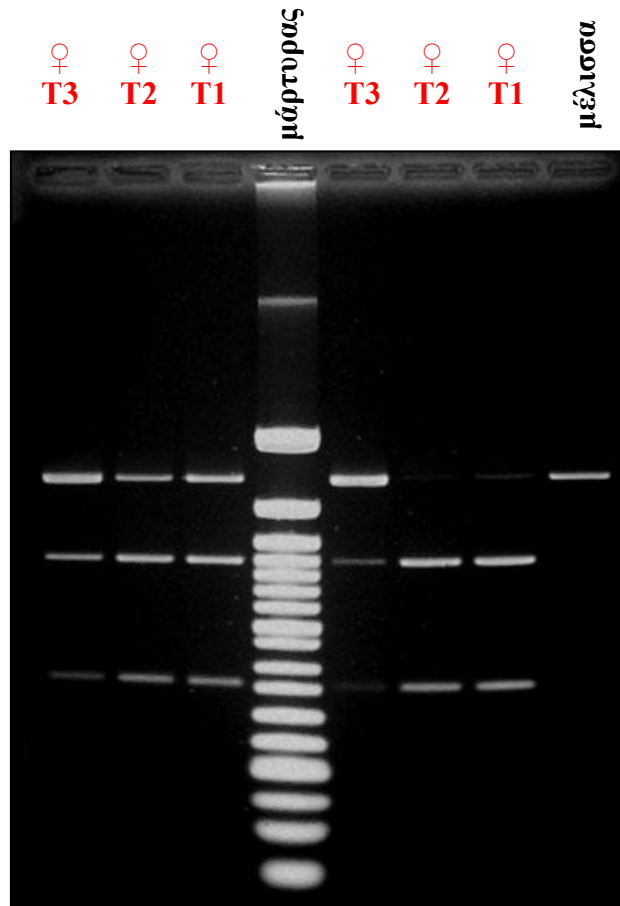
Κατά τη διάρκεια λοιπόν του πειράματος επιλέχθηκαν για βασιλοτροφία οι βασίλισσες των μελισσιών “3”, “14” και “21”. Η τιμή που είχε το κάθε χαρακτηριστικό και η κατάταξη της κάθε επιλεγμένης βασίλισσας επί του συνόλου των καταγεγραμμένων μελισσιών φαίνονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Τιμή του χαρακτηριστικού το οποίο καταγράφηκε και η κατάταξη της κάθε επιλεγμένης βασίλισσας επί του συνόλου των καταγεγραμμένων μελισσιών (ο πληθυσμός και η ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης μετρώνται σε αριθμό πλαισίων).

επιλεγμένη βασίλισσα	πληθυσμός	γόνος	μέλι	γύρη	προσβολή <i>Varroa</i> %	αριθμός σπορίων <i>Nosema</i> /μέλισσα
3	10,25 (3/30)	4,975 (1/30)	5,475 (8/30)	2,975 (1/30)	3,41 (13/30)	168.750 (24/30)
14	10,1 (2/28)	5 (1/28)	5,35 (4/28)	1,975 (1/28)	3,47 (18/28)	11.500 (17/28)
21	7,2 (4/27)	4,25 (5/27)	1,95 (11/27)	0,6 (20/27)	2,08 (6/27)	5.500 (4/27)

3.4 Διάρκεια διαφόρων σταδίων ανάπτυξης της μέλισσας *Apis mellifera macedonica*

Οι βασίλισσες των μελισσιών “T1”, “T2” και “T3” που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου, κατάγονταν από την ίδια μητέρα και σύμφωνα με την ανάλυση του mtDNA ανήκαν στο υποείδος *A. m. macedonica*. Με εφαρμογή της τεχνικής PCR-RFLPs διαπιστώθηκε πως τα περιοριστικά ένζυμα NcoI και StyI εμφάνισαν θέση αναγνώρισης στο γονιδιακό τμήμα COI του mtDNA. Συγκεκριμένα, η πέψη του COI με το NcoI είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία δύο ζωνών μήκους 595 bp και 433 bp αντίστοιχα ενώ η πέψη με το StyI, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επίσης δύο ζωνών με μήκος 626 bp και 402 bp αντίστοιχα. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως και οι τρεις βασίλισσες του πειράματος αντιστοιχούν στο «μακεδονικό πρότυπο» (Εικ. 49).



Εικόνα 49: Περιοριστικά πρότυπα ύστερα από πέψεις με τα ένζυμα *StyI* (αριστερά) και *NcoI* (δεξιά) στα οποία παρατηρείται από μία θέση αναγνώρισης με αποτέλεσμα να προκύπτουν δύο ζώνες μήκους 626 και 402 bp και 595 και 433 bp αντίστοιχα. (* στο κέντρο εμφανίζεται ο μάρτυρας και δεξιά η ανάλυση του mtDNA μέλισσας στην οποία δεν παρατηρείται θέση αναγνώρισης, οπότε δεν είναι *A. m. macedonica*)

Οι διακυμάνσεις και ο μέσος όρος του αριθμού των κελιών που καταμετρήθηκαν σε κάθε μελίτσι με αυγό, με σφραγισμένο εργατικό γόνο, εκείνων που αρχικά είχαν αυγό αλλά στη συνέχεια δεν είχαν, των κελιών που αρχικά σφραγίστηκαν αλλά στη συνέχεια εκκενώθηκαν, αυτών που σφραγίστηκαν και ξεσφραγίστηκαν τη νύχτα και τα ξεσφραγισμένα κελιά, κατά τις τρεις εποχές του πειράματος, φαίνονται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12: Η διακύμανση και ο μέσος όρος του αριθμού των κελιών με αυγό, με σφραγισμένο εργατικό γόνο, εκείνων που αρχικά είχαν αυγό αλλά στη συνέχεια όχι, των κελιών που αρχικά σφραγίστηκαν αλλά στη συνέχεια εκκενώθηκαν, αυτών που σφραγίστηκαν και ξεσφραγίστηκαν τη νύχτα και τα κελιά που ξεσφραγίστηκαν, κατά τις τρεις εποχές του πειράματος.

κατηγορία κελιού	διακύμανση	Μ.Ο.
κελιά με αυγό	131-1179	531,48
κελιά με σφραγισμένο εργατικό γόνο	111-1160	460,15
κενά κελιά	0-221	56,81
κενά κελιά μετά το σφράγισημα	1-147	38,37
κελιά που σφραγίστηκαν νύχτα	0-672	205,11
κελιά που ξεσφραγίστηκαν νύχτα	0-540	147
κελιά με ξεσφραγισμένο εργατικό γόνο	102-441	187,44

Τα μετεωρολογικά δεδομένα που προήλθαν από τον Αυτόματο Τηλεμετρικό Μετεωρολογικό Σταθμό του Εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α. (37° 59' 8,2''N, 23° 42' 22,4''E, υψόμετρο 30 m) και που αφορούσαν στις τιμές της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας αέρος και μέσης σχετικής υγρασίας αέρος για την περίοδο του πειράματος φαίνονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13: Τιμές της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας αέρος και της μέσης σχετικής υγρασίας αέρος για τις τρεις εποχές του πειράματος, καλοκαίρι και φθινόπωρο 2008 και άνοιξη 2009 (μετεωρολογικά δεδομένα του Αυτόματου Τηλεμετρικού Μετεωρολογικού Σταθμού του Εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α.).

	θερμοκρασία (°C)	σχετική υγρασία (%)
καλοκαίρι 2008 (28/06-20/07/2008)	29,2	40
φθινόπωρο 2008 (01/10-23/10/2008)	24,9	64
άνοιξη 2009 (24/4-17/5/2009)	18,2	58

3.4.1 Αυγά

Κατά τη διάρκεια του πειράματος προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου, οι τρεις βασίλισσες των μελισσιών “T1”, “T2”, και “T3”, εναπόθεσαν αυγά συνολικά σε 14.350 κελιά στις κηρήθρες που ήταν τοποθετημένες στις τρεις διαφορετικές θέσεις, “3”, “5” και “7”, και κατά τις τρεις εποχές του έτους, καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη. Από αυτά, οι εργάτριες σφράγισαν τα 12.424 καθώς τα υπόλοιπα 1.926 τα εκκένωσαν. Στη συνέχεια, οι μέλισσες ξεσφράγισαν και εκκένωσαν επιπλέον 1.036 κελιά με συνέπεια να απομείνουν σφραγισμένα 11.388 κελιά. Κατά τη διάρκεια του πειράματος, 5.538 κελιά σφραγίστηκαν και 3.982 κελιά ξεσφραγίστηκαν κατά τη διάρκεια στις νύχτας σε διαστήματα κατά τη διάρκεια των οποίων δε λαμβάνονταν παρατήρηση· υπήρχαν κελιά που και σφραγίστηκαν και ξεσφραγίστηκαν νύχτα. Τελικά, ο αριθμός των κελιών των οποίων παρατηρήθηκε τόσο το σφράγισμα όσο και το ξεσφράγισμα ήταν 5.061. Όπως προκύπτει λοιπόν, ο αριθμός των κελιών τα οποία ξεσφραγίστηκαν αποτελεί το 35,27% του συνόλου των κελιών στα οποία είχαν ωοθέσει οι τρεις βασίλισσες ενώ τα κελιά που εκκενώθηκαν είχαν ποσοστό 20,6%.

Το σύνολο των αυγών που εναποτέθηκαν, σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, ανά εποχή και ανά θέση απεικονίζονται αντίστοιχα στα Διαγράμματα 81 και 82 (Παράρτημα Β). Όπως προκύπτει, τα περισσότερα αυγά εναποτέθηκαν κατά την άνοιξη, ενώ τα λιγότερα κατά το καλοκαίρι. Όσο αφορά στις θέσεις, δεν παρατηρήθηκε κάποια συγκεκριμένη τάση.

3.4.2 Διάρκεια ανάπτυξης του γόνου από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού

Κατά τη διάρκεια του πειράματος προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου, καταγραφόταν και η διάρκεια του διαστήματος από τη στιγμή της ωοτοκίας μέχρι τη στιγμή του σφραγίσματος του κελιού της εργάτριας. Η ελάχιστη τιμή που σημείωσε η συγκεκριμένη διάρκεια ήταν 163 h (6,79 ημέρες), η μέγιστη 236 h (9,83 ημέρες) και η μέση τιμή $186,66 \pm 11,37$ h ($7,78 \pm 0,47$ ημέρες).

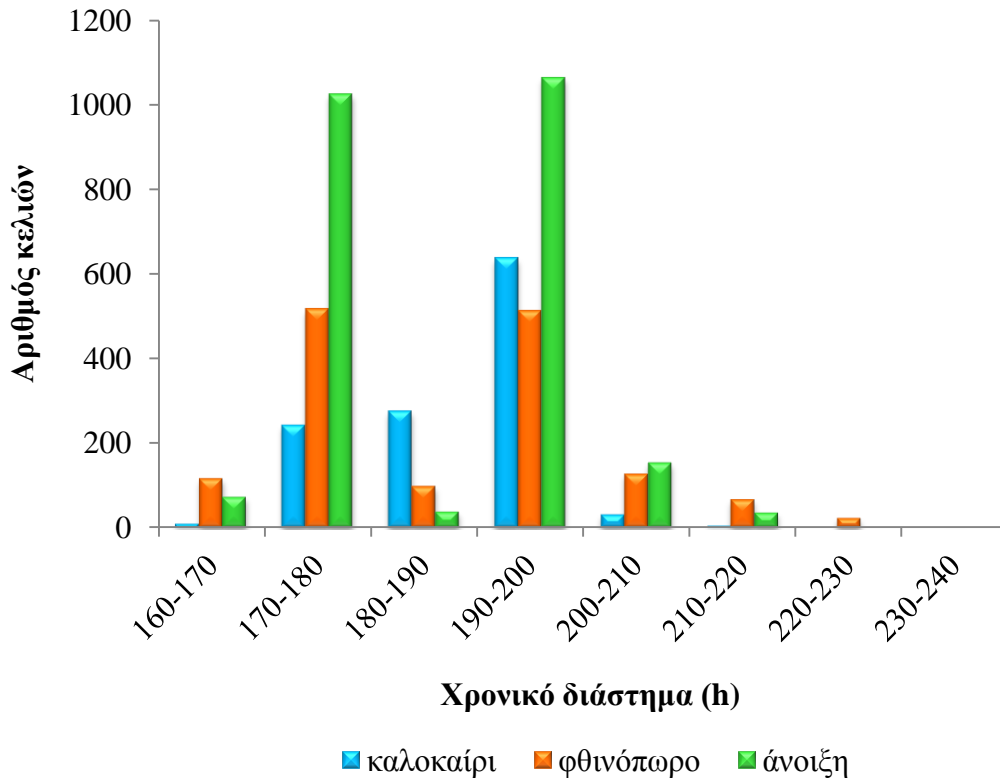
Εποχή

Όσο αφορά στις τρεις εποχές του έτους, η διακύμανση της διάρκειας του συγκεκριμένου διαστήματος φαίνεται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14: Διακύμανση τιμών της διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης εργάτριας από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα κατά τις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.

εποχή	καλοκαίρι		φθινόπωρο		άνοιξη	
	h	ημέρες	h	ημέρες	h	ημέρες
εύρος τιμών	164-214	6,83-8,92	163-236	6,79-9,83	168-217	7,00-9,04
μέση τιμή \pm ΤΑ	$188,9 \pm 7,51$	$7,87 \pm 0,31$	$186,56 \pm 13,4$	$7,77 \pm 0,56$	$185,59 \pm 11,47$	$7,73 \pm 0,48$
πλήθος κελιών	1.203		1.464		2.394	

Οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν, ομαδοποιήθηκαν σε 10-ωρα διαστήματα προκειμένου να διαπιστωθεί εάν οι μέλισσες παρουσίαζαν μια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 1). Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί πως η διάρκεια που υπολογίσθηκε μέχρι τη στιγμή του σφραγίσματος του κελιού, μπορεί να ήταν από 0 έως 24 h μικρότερη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως ως 1^η ημέρα ανάπτυξης θεωρούνταν η ημέρα απεγκλωβισμού της βασίλισσας, η οποία μπορεί να είχε ωοτοκήσει οποιαδήποτε στιγμή εντός των προηγούμενων 24 h.



Διάγραμμα 1: Ομαδοποίηση των κελιών σε 10-ωρα διαστήματα σύμφωνα με τη διάρκεια του διαστήματος από την ωστοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού για τις τρεις εποχές.

Η τάση που παρατηρήθηκε μεταξύ των κελιών, ήταν διαφορετική σε κάθε εποχή (Πίν. 77, Διάγρ. 83, Διάγρ. 84 και Διάγρ. 85, Παράρτημα Β).

Πιο αναλυτικά, το καλοκαίρι, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των κελιών (53%) χρειάστηκε 190-200 h δηλαδή 7,92-8,33 ημέρες μέχρι τη στιγμή του σφραγίσματος. Υψηλό ήταν και το ποσοστό μεταξύ 180-190 h (7,50-7,92 ημέρες, 23%) αλλά και μεταξύ 170-180 h (7,08-7,50 ημέρες, 20%) (Διάγρ. 83, Παράρτημα Β).

Το φθινόπωρο, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των κελιών (35%) χρειάστηκε 170-180 h, δηλαδή 7,08-7,50 ημέρες και 190-200 h δηλαδή 7,92-8,33 ημέρες, μέχρι τη στιγμή του σφραγίσματος. Οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 84, Παράρτημα Β).

Την άνοιξη, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των κελιών (44%) χρειάστηκε 190-200 h δηλαδή 7,92-8,33 ημέρες, μέχρι τη στιγμή του σφραγίσματος. Άλλο ένα εξίσου υψηλό ποσοστό (43%), χρειάστηκε 170-180 h, δηλαδή 7,08-7,50 ημέρες ενώ οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 85, Παράρτημα Β).

Παρατηρούμε λοιπόν πως και στις τρεις εποχές του έτους, τα περισσότερα κελιά σφραγίστηκαν σε διάστημα 190-200 h, δηλαδή 7,92-8,33 ημέρες μετά την ωτοκία.

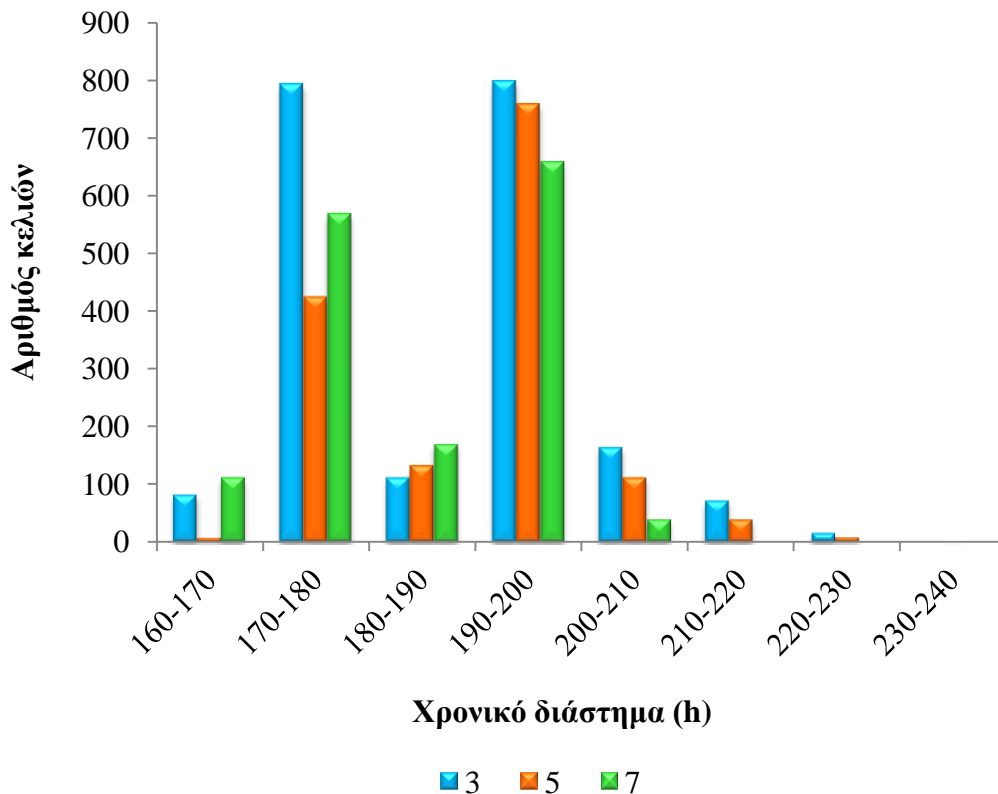
Θέση

Όσο αφορά στις τρεις θέσεις μέσα στην κυψέλη, η διακύμανση της διάρκειας του συγκεκριμένου διαστήματος φαίνεται στον Πίνακα 15. Οι κηρήθρες που βρίσκονταν στις θέσεις “3”, “5” και “7” είχαν πάντα τον ίδιο προσανατολισμό μέσα στην κυψέλη (από Δύση προς Ανατολή).

Πίνακας 15: Διακύμανση τιμών διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης μέλισσας από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού της στις θέσεις: “3”, “5”, “7”.

θέση	κηρήθρα 3		κηρήθρα 5		κηρήθρα 7	
	h	ημέρες	h	ημέρες	h	ημέρες
εύρος τιμών	166-226	6,92-9,42	164-236	6,83-9,83	163-202	6,79-8,42
μέση τιμή ±ΤΑ	186,48±12,20	7,77±0,51	189,56±10,44	7,9±0,43	184,12±10,43	7,67±0,43
πλήθος κελιών	2.035		1.481		1.545	

Ομοίως με την περίπτωση της εποχής, έτσι και με τη θέση οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν ομαδοποιήθηκαν σε 10-ωρα διαστήματα προκειμένου να διαπιστωθεί εάν οι μέλισσες παρουσίαζαν μια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 2).



Διάγραμμα 2: Ομαδοποίηση των κελιών σε 10-ωρα διαστήματα σύμφωνα με τη διάρκεια του διαστήματος από το στάδιο του αυγού μέχρι το σφράγισμα του κελιού για τις τρεις θέσεις μέσα στην κυψέλη.

Η τάση που παρατηρήθηκε σε όλα τα μελίτσια, ήταν διαφορετική σε κάθε θέση (Πίν. 78, Διάγρ. 86, Διάγρ. 87 και Διάγρ. 88, Παράρτημα Β).

Συγκεκριμένα, στη θέση “3” παρατηρήθηκε πως το ποσοστό των κελιών που σφραγίστηκαν στα διαστήματα 190-200 h, δηλαδή 7,92-8,33 ημέρες, και 170-180 h, δηλαδή 7,08-7,50 ημέρες ύστερα από την ωοθεσία ήταν 39 % (Διάγρ. 86, Παράρτημα Β).

Στη θέση “5”, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των κελιών (51%) χρειάστηκε 190-200 h δηλαδή 7,92-8,33 ημέρες, μέχρι τη στιγμή του σφραγίσματος ενώ υψηλό ήταν και το ποσοστό στο διάστημα 170-180 h, δηλαδή 7,08-7,50 ημέρες (29%). Οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 87, Παράρτημα Β).

Στη θέση “7”, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των κελιών (43%) απαιτούσε 190-200 h, δηλαδή 7,92-8,33 ημέρες, μέχρι τη στιγμή του σφραγίσματος. Άλλο ένα εξίσου υψηλό ποσοστό (37%) χρειάστηκε 170-180 h, δηλαδή 7,08-7,50

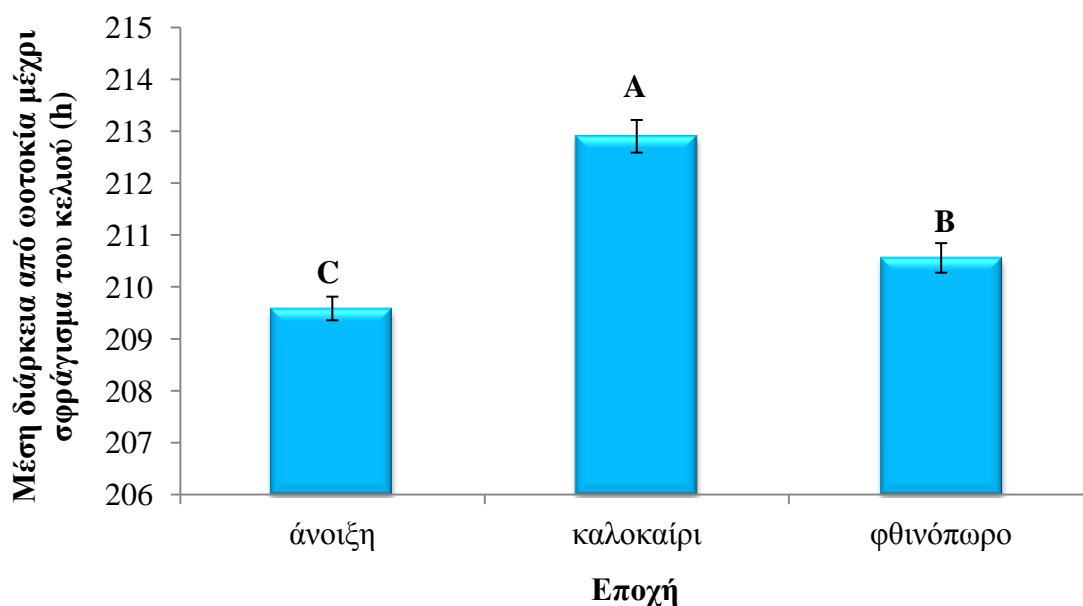
ημέρες. Οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 88, Παράρτημα Β).

Παρατηρούμε λοιπόν πως και στις τρεις θέσεις μέσα στην κυψέλη, ο μεγαλύτερος αριθμός κελιών σφραγίστηκε σε διάστημα 190-200 h, δηλαδή 7,92-8,33, ημέρες μετά την ωθοεσία.

Στατιστική επεξεργασία (από ωοτοκία βασίλισσας έως σφράγισμα κελιού)

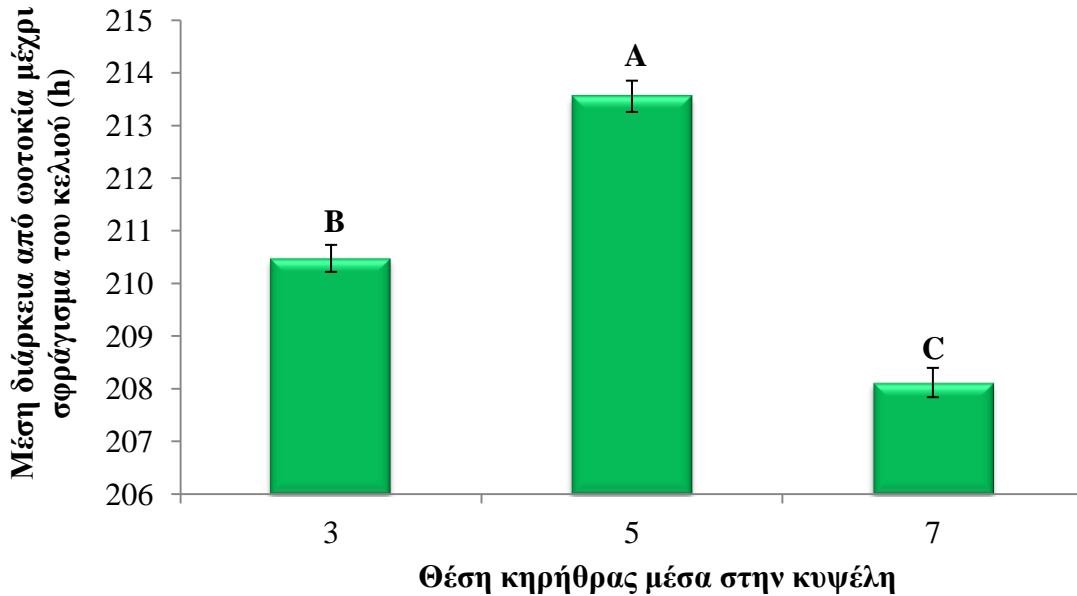
Σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία των παραπάνω μετρήσεων παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των εποχών που εξετάστηκαν και μεταξύ των διαφόρων θέσεων όσο και στην αλληλεπίδραση εποχή*θέση (εποχή: $df = 2.5052$; $F = 33.5$, θέση: $df = 2.5052$; $F = 86.0$, εποχή*θέση: $df = 4.5052$; $F = 65.5$, σε όλες τις περιπτώσεις $P < 0.0001$).

Συγκεκριμένα, η μέση διάρκεια από το στάδιο του αυγού μέχρι το σφράγισμα του κελιού ήταν αξιόλογα μεγαλύτερη το καλοκαίρι σε σύγκριση με το φθινόπωρο και την άνοιξη (Διάγρ. 3).



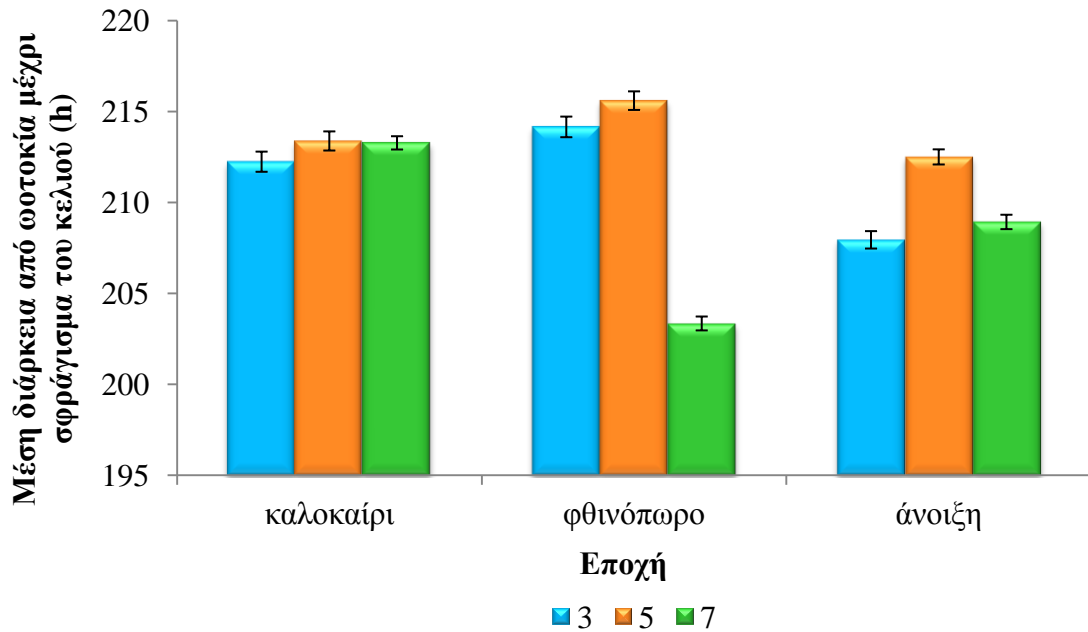
Διάγραμμα 3: Μέση διάρκεια από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού (h) το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη, αγνοώντας την επίδραση της θέσης της κηρήθρας μέσα στην κυψέλη (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Επίσης, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των θέσεων που εξετάστηκαν όταν όλες οι μετρήσεις ομαδοποιήθηκαν κατά θέση, χωρίς να ληφθεί υπόψη η εποχή (Διάγρ. 4).

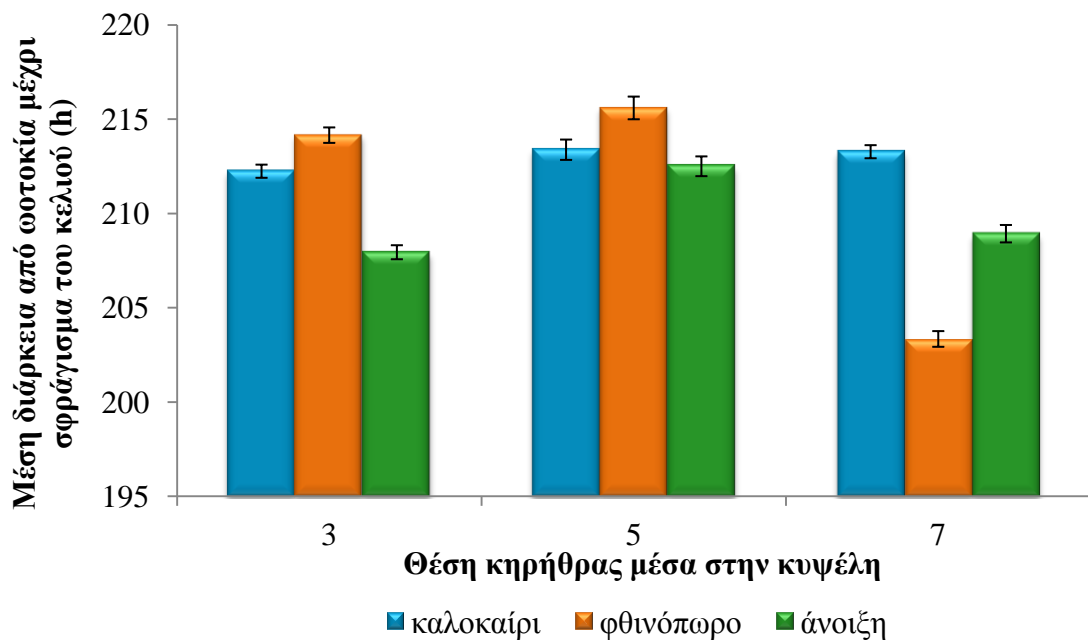


Διάγραμμα 4: Μέση διάρκεια από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, αγνοώντας την επίδραση της εποχής (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Ωστόσο, με δεδομένο ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ θέσης και εποχής ήταν σημαντική, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς προκειμένου να προσδιοριστούν οι διαφορές στη διάρκεια από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού σε κάθε εποχή και σε κάθε θέση. Όταν οι θέσεις εξετάστηκαν ξεχωριστά μέσα στην ίδια εποχή αλλά και όταν οι εποχές εξετάστηκαν ξεχωριστά για την κάθε θέση, διαπιστώθηκε ότι κατά το καλοκαίρι, η διάρκεια από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με το φθινόπωρο, ενώ η πιο σύντομη διάρκεια καταγράφηκε κατά την άνοιξη. Συγκεκριμένα, το καλοκαίρι, η διάρκεια στην κηρήθρα της θέσης “5” ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με της θέσης “7” και η διάρκεια στη θέση “7” μεγαλύτερη από της θέσης “3”. Κατά το φθινόπωρο, η διάρκεια ήταν μεγαλύτερη στη θέση “5” σε σχέση με τη θέση “3” και στη θέση αυτή, μεγαλύτερη από τη θέση “7”. Τέλος, την άνοιξη, η διάρκεια στη θέση “5” ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με της θέσης “7” και σε αυτή μεγαλύτερη από της θέσης “3” (Διάγρ. 5 και Διάγρ. 6).



Διάγραμμα 5: Μέση διάρκεια από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.



Διάγραμμα 6: Μέση διάρκεια από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού (h) κατά τις εποχές καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη, στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη αντίστοιχα.

3.4.3.1 Διάρκεια σφραγισμένου γόνου

Όπως προαναφέρθηκε, από τα αυγά που εναπόθεσαν οι βασίλισσες τελικά προέκυψαν ενήλικες μέλισσες μόνο από ένα ποσοστό 35,27% των κελιών. Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρεται το ποσοστό σφραγίσματος για την κάθε εποχή (Πίν. 16).

Πίνακας 16: Ο αριθμός των αυγών και των κελιών καθώς και το ποσοστό σφραγίσματος στις τρεις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη.

εποχή	αριθμός αυγών	αριθμός κελιών	ποσοστό σφραγίσματος (%)
καλοκαίρι	2.432	1.203	49,47
φθινόπωρο	3.596	1.464	40,71
άνοιξη	8.322	2.394	28,77
σύνολο	14.350	5.061	35,27

Όπως αποδεικνύεται, το ποσοστό σφραγίσματος το καλοκαίρι ήταν το μεγαλύτερο ενώ την άνοιξη το μικρότερο. Πιο αναλυτικά, το καλοκαίρι περίπου το 50% των κελιών σφραγίστηκαν και ξεσφραγίστηκαν ημέρα ενώ το φθινόπωρο το ποσοστό ήταν περίπου 41% και την άνοιξη ακόμη μικρότερο, 29%.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το ποσοστό σφραγίσματος για την κάθε κηρήθρα που βρισκόταν σε διαφορετική θέση (Πίν. 17).

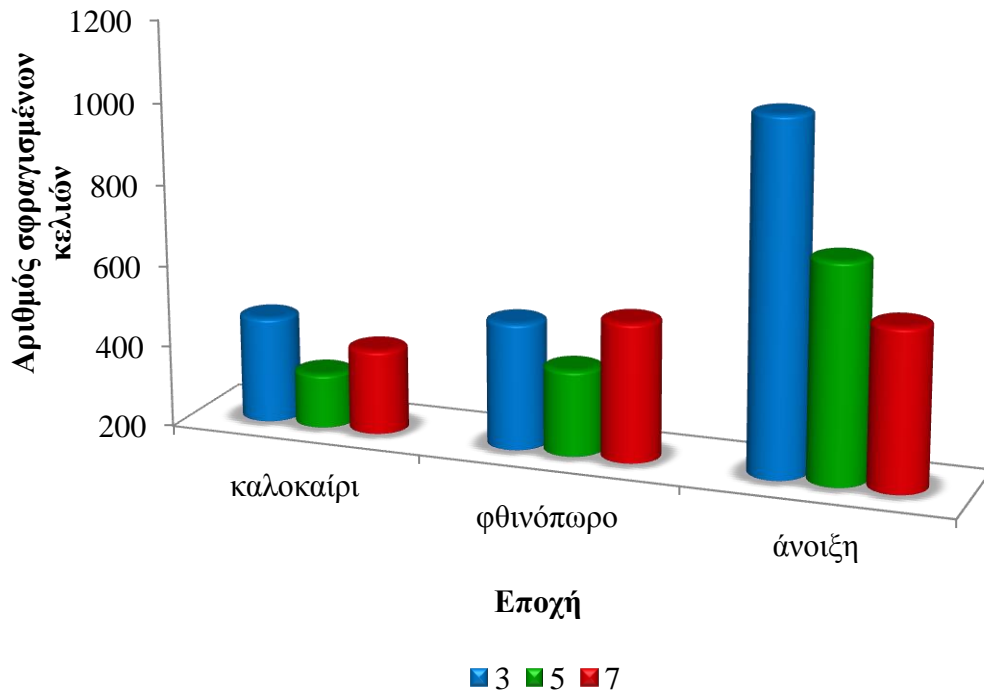
Πίνακας 17: Ο αριθμός των αυγών και των κελιών καθώς και το ποσοστό σφραγίσματος στις κηρήθρες στις θέσεις: “3”, “5” και “7”.

θέση	αριθμός αυγών	αριθμός κελιών	ποσοστό σφραγίσματος (%)
κηρήθρα 3	4.730	2.035	43,02
κηρήθρα 5	5.186	1.481	28,56
κηρήθρα 7	4.434	1.545	34,84
σύνολο	14.350	5.061	35,27

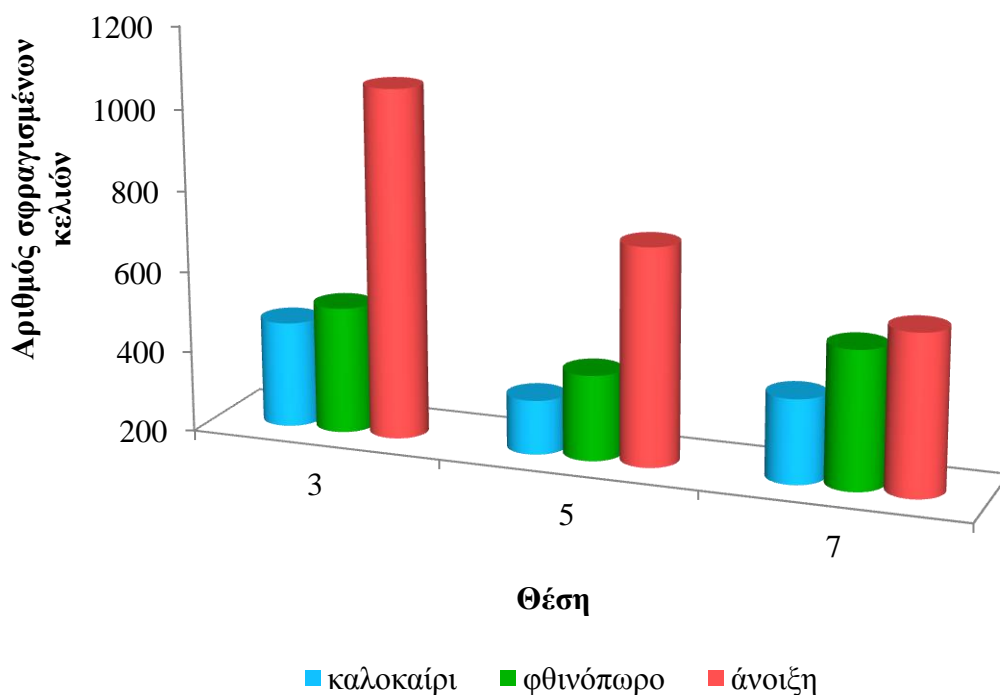
Όπως προκύπτει, το ποσοστό σφραγίσματος ήταν μεγαλύτερο στην κηρήθρα που βρισκόταν στη θέση “3” και μικρότερο στην κηρήθρα που βρισκόταν στη θέση “5”. Πιο αναλυτικά, στη θέση “3” από ποσοστό 43% των αυγών προέκυψε μέλισσα ενώ στη θέση “5” το ποσοστό ήταν 28,6% και στη θέση “7”, 35%. Τα ποσοστά αυτά

αναφέρονται μόνο στα κελιά των οποίων κάθε στάδιο της διαδικασίας σφραγίσματος και ξεσφραγίσματος πραγματοποιήθηκε ημέρα ενώ εξαιρούνται εκείνα που συνέβη νύχτα.

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε, μεταξύ των τριών εποχών τα περισσότερα κελιά σφραγίστηκαν κατά την άνοιξη (Διάγρ. 7) ενώ μεταξύ των τριών θέσεων, σφραγίστηκαν στην κηρήθρα που βρισκόταν στη θέση “3” (Διάγρ. 8).



Διάγραμμα 7: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σφραγισμένων κελιών για τις τρεις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη.



Διάγραμμα 8: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σφραγισμένων κελιών για τις τρεις θέσεις μέσα στην κυψέλη: “3”, “5” και “7”.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου η ελάχιστη τιμή που σημειώθηκε ήταν 267 h (11,13 ημέρες), η μέγιστη τιμή 383,5 h (15,98 ημέρες) και η μέση τιμή $317,24 \pm 14,81$ h ($13,22 \pm 0,62$ ημέρες). Όσο αφορά στην εποχή, η μέση διάρκεια ($\pm TA$) το καλοκαίρι ήταν $314,38 \pm 7,4$ h ($13,1 \pm 0,31$ ημέρες), το φθινόπωρο ήταν $331,38 \pm 18,58$ h ($13,81 \pm 0,77$ ημέρες) και την άνοιξη $310,04 \pm 6,86$ h ($12,92 \pm 0,29$ ημέρες). Όσο αφορά στη θέση, η μέση διάρκεια ($\pm TA$) στη θέση “3” ήταν $314,92 \pm 12,23$ h ($13,12 \pm 0,51$ ημέρες), στη θέση “5” $319,44 \pm 15,7$ h ($13,31 \pm 0,65$ ημέρες) και στη θέση “7” ήταν $318,2 \pm 16,52$ h ($13,26 \pm 0,69$ ημέρες).

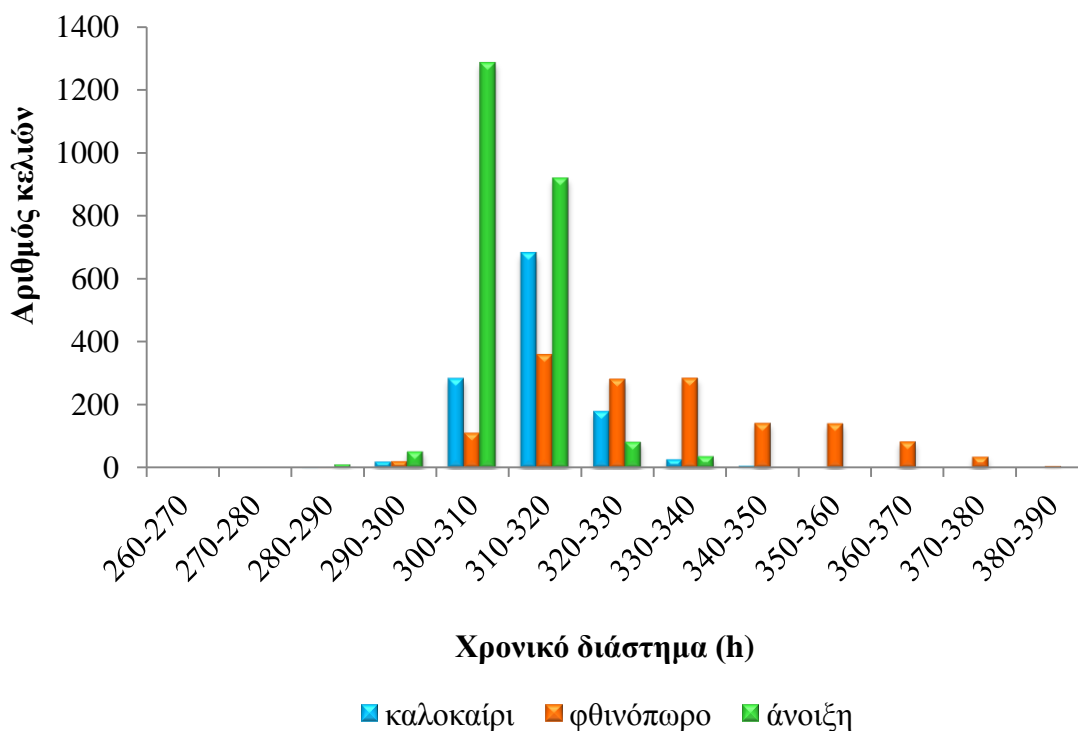
Εποχή

Η διακύμανση της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου στις τρεις εποχές του έτους φαίνεται στον Πίνακα 18.

Πίνακας 18: Διακύμανση τιμών της διάρκειας σφραγισμένου γόνου της εργάτριας στις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη.

εποχή	καλοκαίρι		φθινόπωρο		άνοιξη	
	h	ημέρες	h	ημέρες	h	ημέρες
εύρος τιμών	286,75-346	11,95-14,42	278,5-383,5	11,6-15,98	267-380	11,13-15,83
μέση τιμή ±ΤΑ	314,38±7,4	13,1±0,31	331,38±18,58	13,81±0,77	310,04±6,86	12,92±0,29
πλήθος κελιών	1.203		1.464		2.394	

Όλες οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν ομαδοποιήθηκαν σε 10-ωρα διαστήματα για να διαπιστωθεί εάν η διάρκεια του σταδίου αυτού παρουσίαζε μια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 9).



Διάγραμμα 9: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου για τις τρεις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.

Η τάση που παρατηρήθηκε σε όλα τα μελίσσια, ήταν διαφορετική σε κάθε εποχή του χρόνου (Πίν. 79, Διάγρ. 89, Διάγρ. 90 και Διάγρ. 91, Παράρτημα Β).

Το καλοκαίρι, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών (57%) που προέκυψαν από τα σφραγισμένα κελιά σημείωσε διάρκεια σφραγισμένου γόνου

μεταξύ 310-320 h, δηλαδή 12,92-13,33 ημέρες. Υψηλό ήταν και το ποσοστό μεταξύ 300-310 h (12,5-12,92 ημέρες, 24%) και 320-330 h (13,33-13,75 ημέρες, 15%) (Διάγρ. 89, Παράρτημα Β).

Το φθινόπωρο, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών (24%) σημείωσε διάρκεια σφραγισμένου γόνου μεταξύ 310-320 h δηλαδή 12,92-13,33 ημέρες. Υψηλό ήταν και το ποσοστό μεταξύ 320-330 h (13,33-13,75 ημέρες, 19%) και 330-340 h (13,75-14,17 μέρες, 19%). Οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 90, Παράρτημα Β).

Την άνοιξη, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών (54%) σημείωσε διάρκεια σφραγισμένου γόνου μεταξύ 300-310 h (12,5-12,92 ημέρες). Υψηλό ήταν επίσης και το ποσοστό μεταξύ 310-320 h (12,92-13,33 ημέρες, 38%). Οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 91, Παράρτημα Β).

Παρατηρούμε λοιπόν πως ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ο μεγαλύτερος αριθμός κελιών παρέμεινε σφραγισμένος για 310-320 h (12,92-13,33 ημέρες), την άνοιξη τα περισσότερα κελιά σφραγίστηκαν για μικρότερο χρονικό διάστημα και συγκεκριμένα για 300-310 h (12,5-12,92 ημέρες).

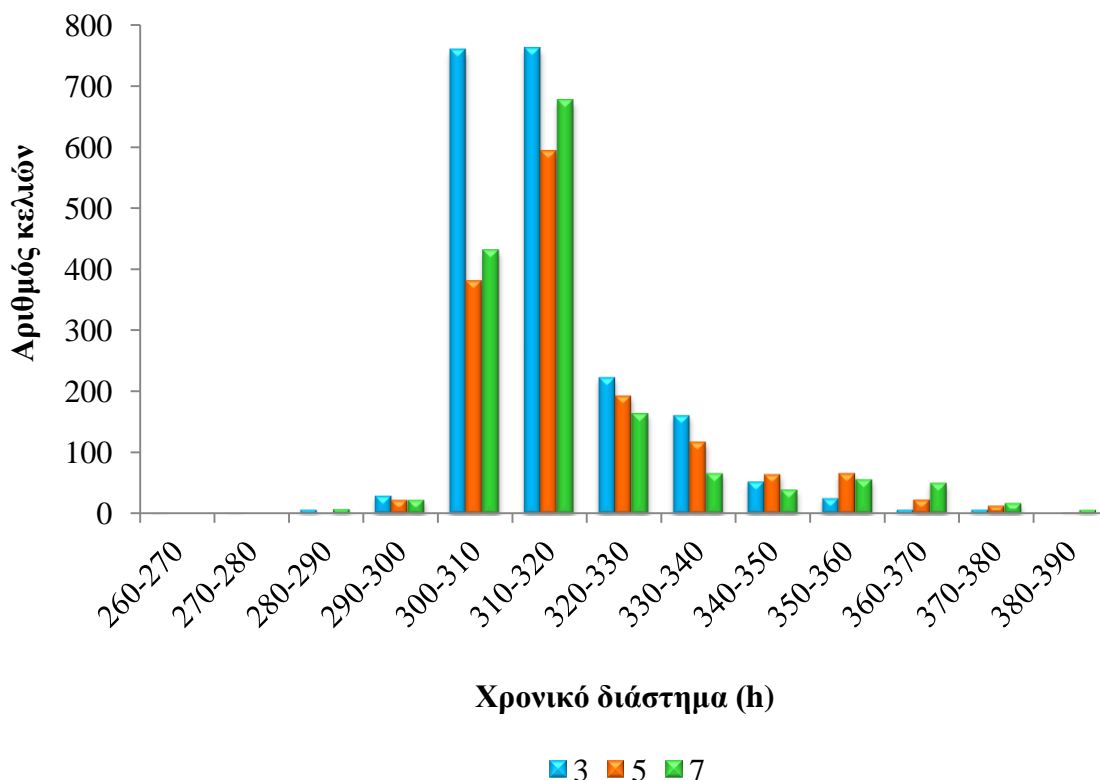
Θέση

Η διακύμανση της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου στις τρεις θέσεις της κυψέλης φαίνεται στον Πίνακα 19.

Πίνακας 19: Διακύμανση τιμών της διάρκειας σφραγισμένου γόνου της εργάτριας στις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.

θέση	κηρήθρα 3		κηρήθρα 5		κηρήθρα 7	
	h	ημέρες	h	ημέρες	h	ημέρες
εύρος τιμών	267-377	11,13-15,71	289-380,25	12,04-15,84	280-383,5	11,67-15,98
μέση τιμή ±ΤΑ	314,92±12,23	13,12±0,51	319,44±15,7	13,31±0,65	318,2±16,52	13,26±0,69
πλήθος κελιών	2.035		1.481		1.545	

Όλες οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν ομαδοποιήθηκαν σε 10-ωρα διαστήματα για να διαπιστωθεί εάν η διάρκεια του σταδίου αυτού παρουσίαζε κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 10).



Διάγραμμα 10: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου για τις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.

Η τάση που παρατηρήθηκε σε όλα τα μελίσσια, ήταν διαφορετική σε κάθε εποχή του έτους (Πίν. 80, Διάγρ. 92, Διάγρ. 93 και Διάγρ. 94, Παράρτημα Β).

Στη θέση “3”, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των κελιών (38%) χρειάστηκε 310-320 h δηλαδή 12,92-13,33 ημέρες, μέχρι τη στιγμή του σφραγίσματος. Άλλο ένα αντίστοιχα υψηλό ποσοστό (37%), χρειάστηκε 300-310 h δηλαδή 12,5-12,92 ημέρες,. Οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 92, Παράρτημα Β).

Στη θέση “5”, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών (40%) σημείωσε διάρκεια σφραγισμένου γόνου μεταξύ 310-320 h δηλαδή 12,92-13,33 ημέρες. Υψηλό ήταν και το ποσοστό μεταξύ 300-310 h (12,5-12,92 ημέρες, 26%). Οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 93, Παράρτημα Β).

Στη θέση “7”, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών (44%) σημείωσε διάρκεια σφραγισμένου γόνου μεταξύ 310-320 h (12,92-13,33 ημέρες). Υψηλό ήταν επίσης και το ποσοστό μεταξύ 300-310 h (12,5-12,92 ημέρες, 28%). Οι

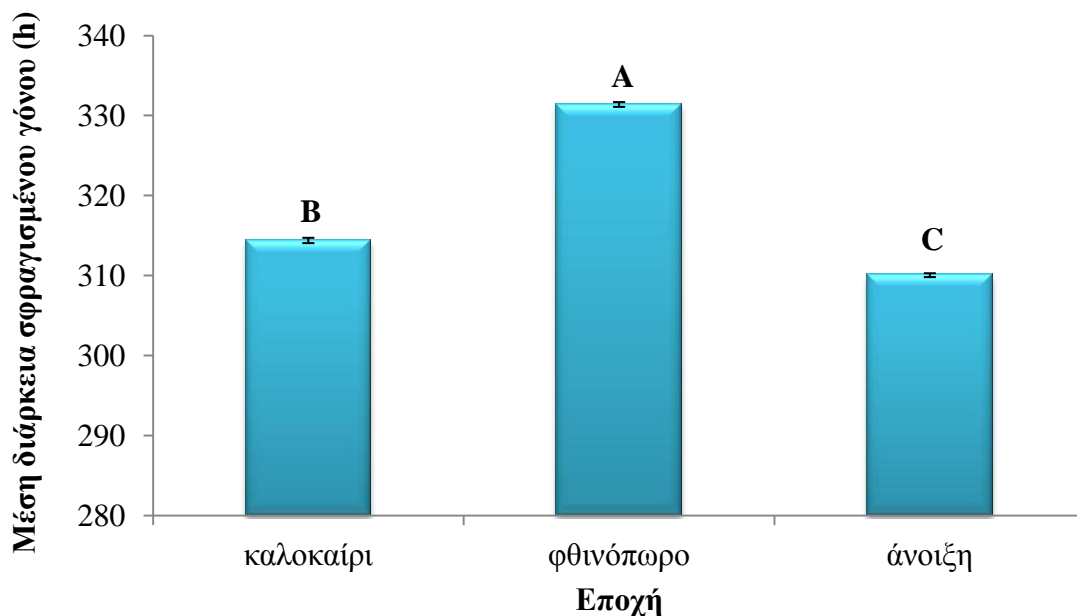
υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 94, Παράρτημα Β).

Παρατηρούμε λοιπόν πως και στις τρεις θέσεις της κυψέλης, ο μεγαλύτερος αριθμός κελιών παρέμεινε σφραγισμένος για 310-320 h δηλαδή για 12,92-13,33 ημέρες.

Στατιστική επεξεργασία (διάρκεια σφραγισμένου γόνου)

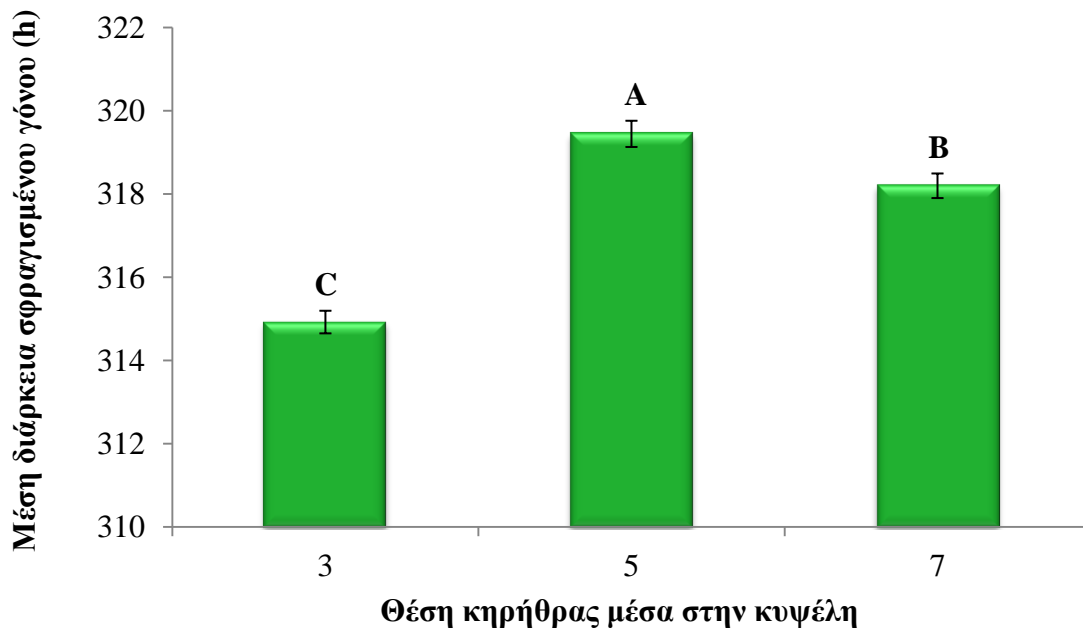
Σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία των παραπάνω μετρήσεων παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των εποχών που εξετάστηκαν και μεταξύ των διαφόρων θέσεων όσο και στην αλληλεπίδραση εποχή*θέση (εποχή: $df = 2.5052$; $F = 1606.3$, θέση: $df = 2.5052$; $F = 58.6$, εποχή*θέση: $df = 4.5052$; $F = 10.1$, σε όλες τις περιπτώσεις $P < 0.0001$).

Συγκεκριμένα, η μέση διάρκεια του σφραγισμένου γόνου ήταν αξιολογα μεγαλύτερη το φθινόπωρο σε σύγκριση με το καλοκαίρι και την άνοιξη (Διάγρ. 11).



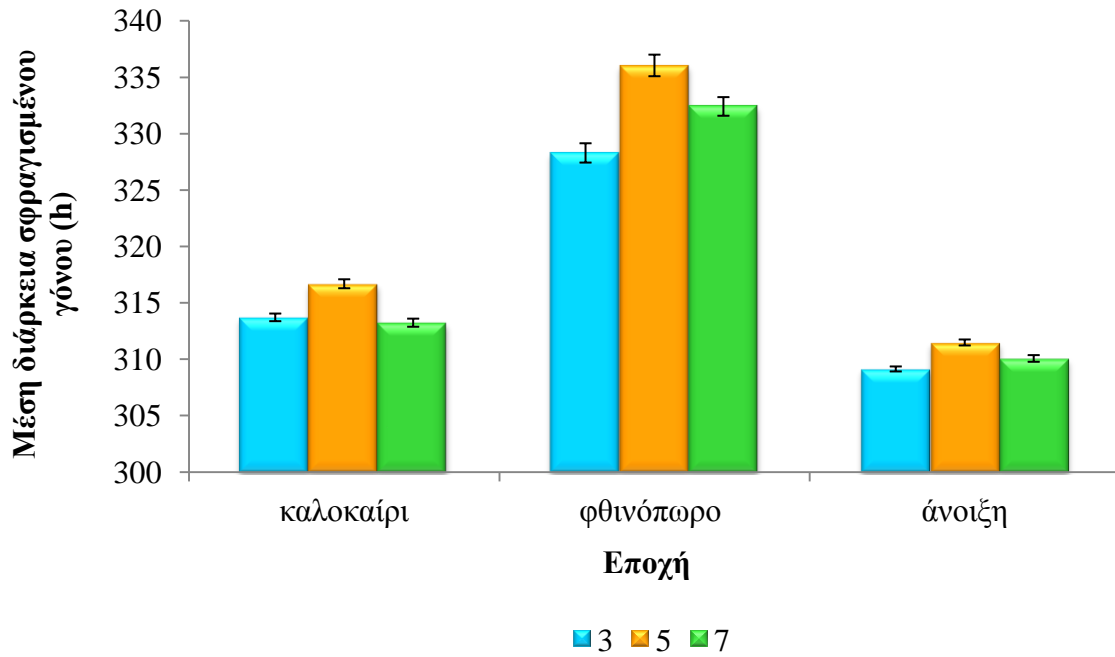
Διάγραμμα 11: Μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου (h) το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη, αγνοώντας την επίδραση της θέσης της κηρήθρας μέσα στην κυψέλη (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές·HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Επίσης, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των θέσεων που εξετάστηκαν όταν όλες οι μετρήσεις ομαδοποιήθηκαν κατά θέση, χωρίς να ληφθεί υπόψη η εποχή (Διάγρ. 12).

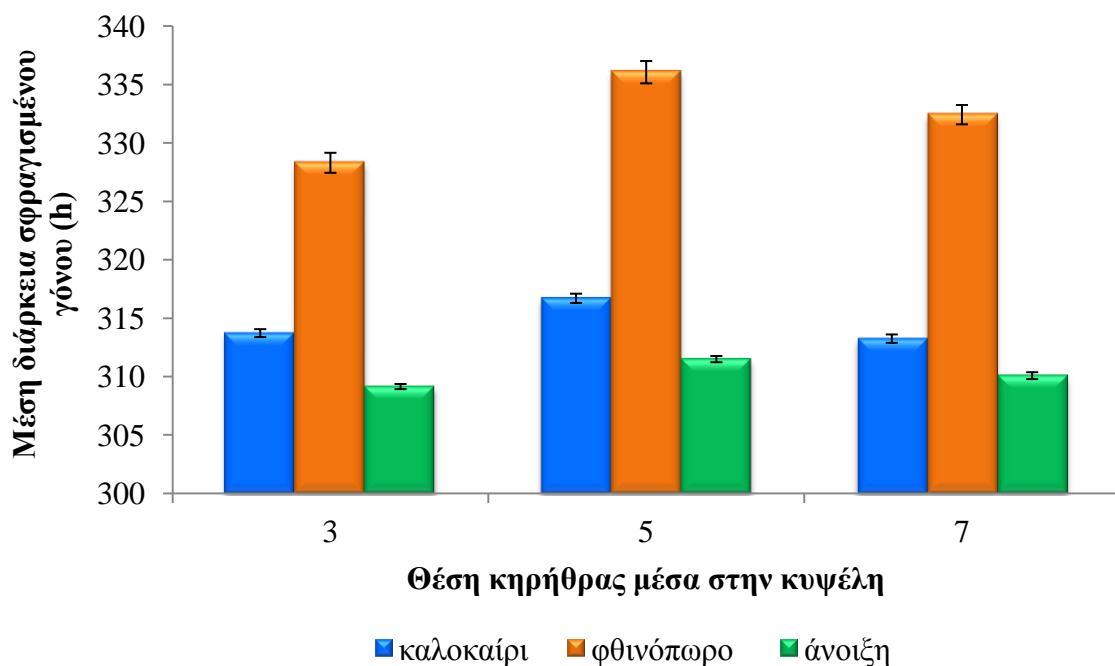


Διάγραμμα 12: Μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, αγνοώντας την επίδραση της εποχής (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Ωστόσο, με δεδομένο ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ θέσης και εποχής ήταν σημαντική, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς προκειμένου να προσδιοριστούν οι διαφορές στη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου σε κάθε εποχή και σε κάθε θέση. Όταν οι θέσεις εξετάστηκαν ξεχωριστά μέσα στην ίδια εποχή αλλά και όταν οι εποχές εξετάστηκαν ξεχωριστά για την κάθε θέση, διαπιστώθηκε ότι κατά το φθινόπωρο, η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με το καλοκαίρι, ενώ η πιο σύντομη διάρκεια καταγράφηκε κατά την άνοιξη. Συγκεκριμένα, το καλοκαίρι, η διάρκεια στην κηρήθρα της θέσης “5” ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με της θέσης “3” και η διάρκεια στη θέση “3” μεγαλύτερη από της θέσης “7”. Κατά το φθινόπωρο, η διάρκεια ήταν μεγαλύτερη στη θέση “5” σε σχέση με τη θέση “7” και στη θέση αυτή, μεγαλύτερη από τη θέση “3”. Τέλος, την άνοιξη, η διάρκεια στη θέση “5” ήταν μεγαλύτερη από της θέσης “7” και σε αυτή μεγαλύτερη από της θέσης “3” (Διάγρ. 13 και Διάγρ. 14).



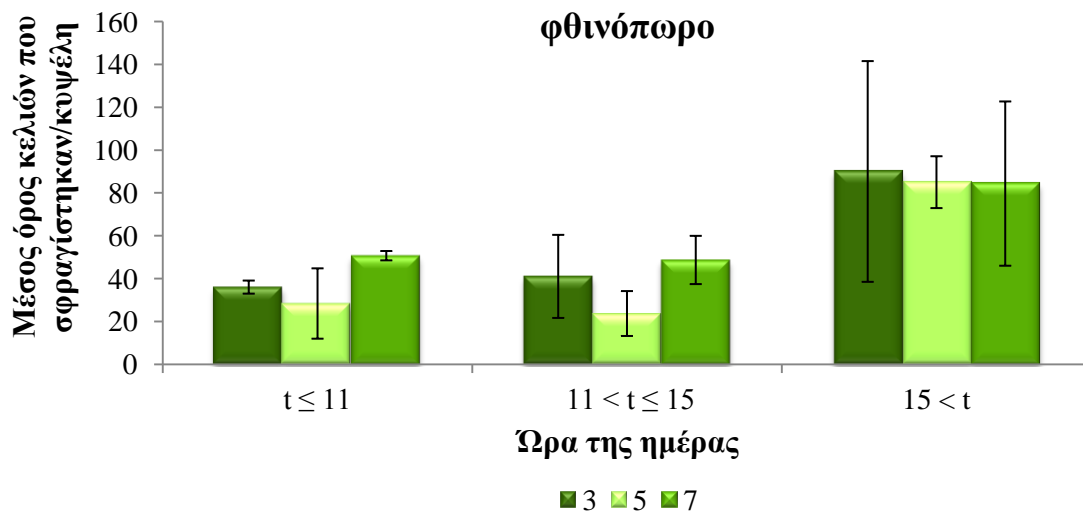
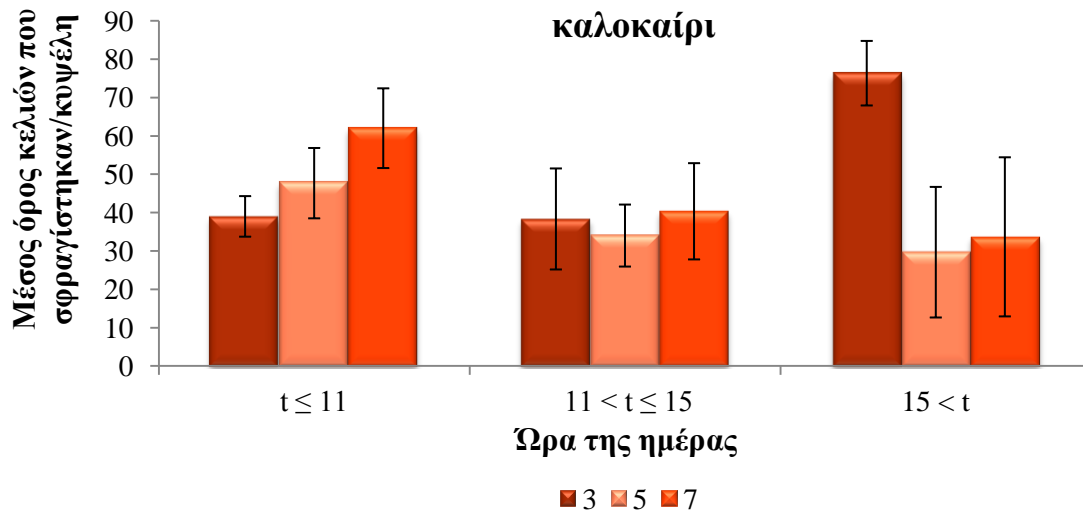
Διάγραμμα 13: Μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.

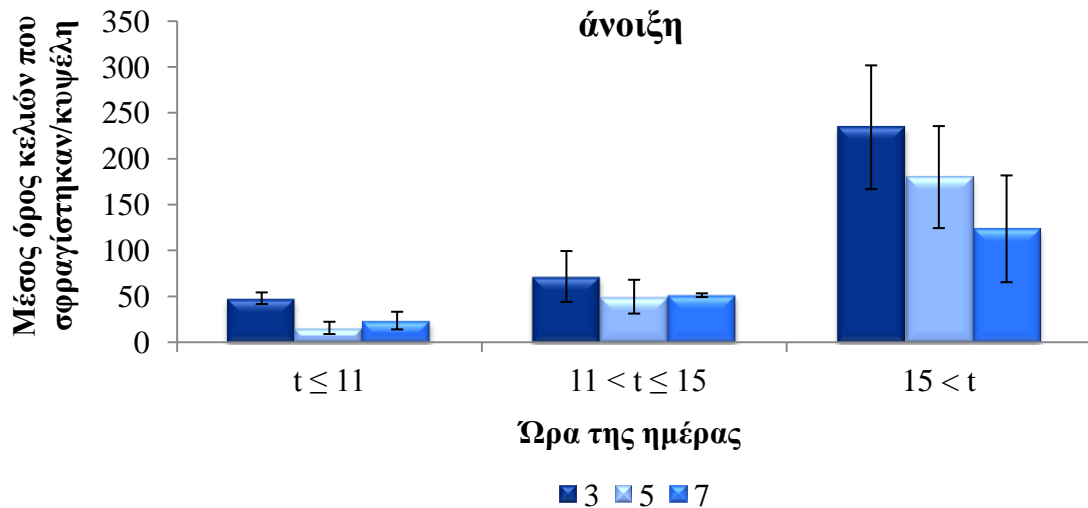


Διάγραμμα 14: Μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου (h) κατά τις εποχές καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη, στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη αντίστοιχα.

Η ώρα της ημέρας φαίνεται επίσης ότι έπαιξε σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου καθώς η τάση που παρατηρήθηκε σε κάθε κυψέλη ήταν διαφορετική σε κάθε εποχή (Διάγρ. 15 και Διάγρ. 16).

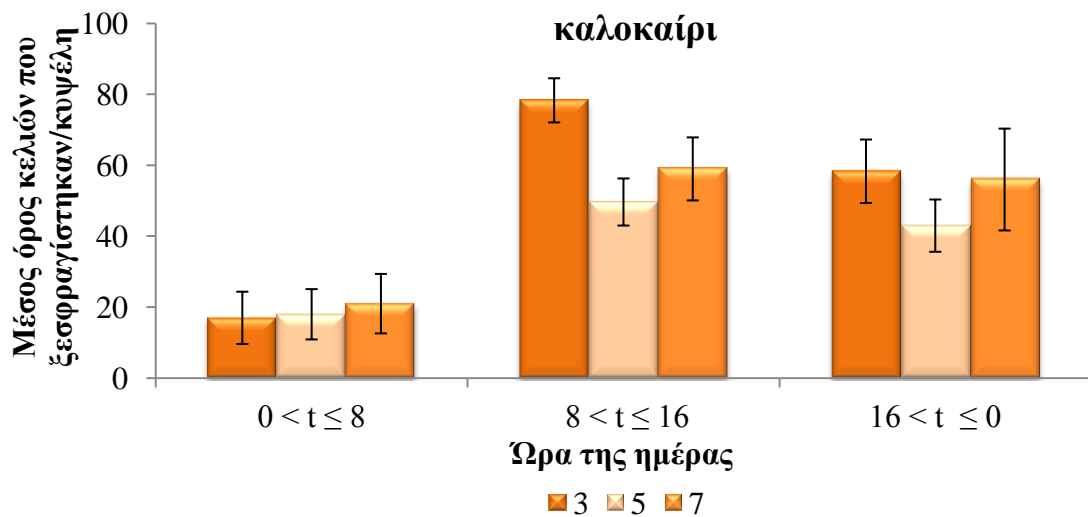
Όσο αφορά στην ώρα του σφραγίσματος, παρατηρήθηκε πως το φθινόπωρο και την άνοιξη οι μέλισσες σφράγιζαν τα κελιά κατά προτίμηση το διάστημα από τις 15:00 μέχρι τη δύση του ηλίου ενώ το καλοκαίρι το σφράγισμα συνέβαινε σε όλη τη διάρκεια της ημέρας. Κατά το φθινόπωρο, αλλά κυρίως κατά την άνοιξη, η θέση “3” είχε το μεγαλύτερο αριθμό κελιών που σφραγίστηκαν στο διάστημα από τις 15:00 μέχρι τη δύση του ηλίου. Το καλοκαίρι, δεν παρατηρήθηκε μία σαφής τάση σχετικά με την ώρα σφραγίσματος των κελιών για όλες τις θέσεις που εξετάστηκαν (Διάγρ. 15).

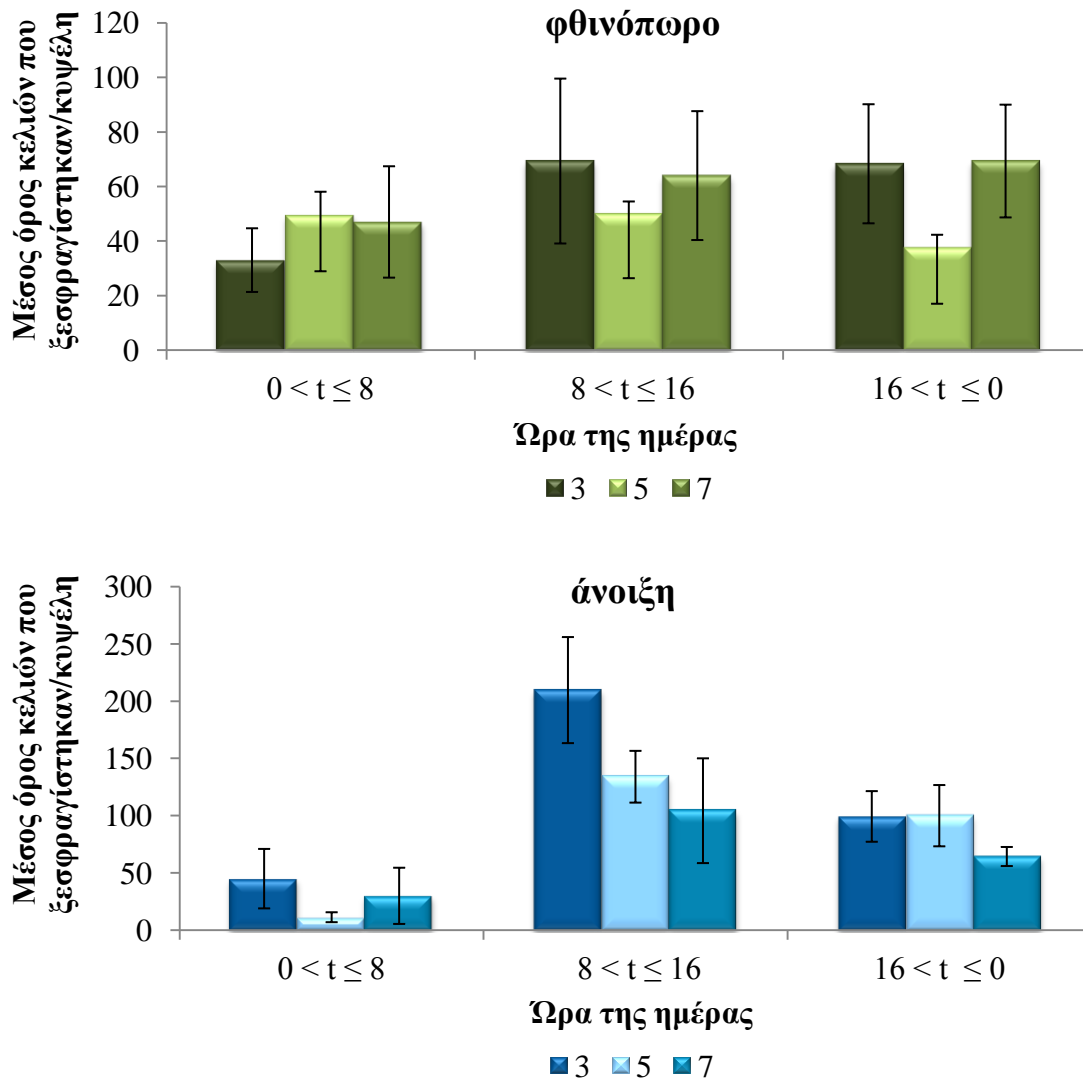




Διάγραμμα 15: Ο αριθμός των κελιών που σφραγίστηκαν κατά τα εξής 4-ωρα διαστήματα: α) από την ανατολή του ηλίου μέχρι τις 11:00, β) μεταξύ 11:00 και 15:00 και γ) από τις 15:00 μέχρι τη δύση του ηλίου, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.

Όσο αφορά στην ώρα του ξεσφραγίσματος, και στις τρεις θέσεις και κατά τις τρεις εποχές του έτους, ο μεγαλύτερος αριθμός κελιών ξεσφραγίστηκε στα διαστήματα από 8:00 έως 16:00 και από 16:00 έως 0:00 ενώ σε όλες τις περιπτώσεις τα λιγότερα κελιά ξεσφραγίστηκαν κατά τις πρωινές ώρες (0:00-8:00) (Διάγρ. 16).





Διάγραμμα 16: Αριθμός κελιών που ξεσφραγίστηκαν κατά τα εξής 8-ωρα διαστήματα: από τα μεσάνυχτα μέχρι τις 8:00 το πρωί, μεταξύ 8:00 το πρωί και 16:00 και από 16:00 μέχρι τα μεσάνυχτα το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.

Η συσχέτιση της ώρας σφραγίσματος με την αντίστοιχη ώρα ξεσφραγίσματος υποδηλώνει πως υπάρχουν συγκεκριμένες τάσεις μεταξύ των εποχών. Συνεπώς, με βάση τις παρατηρήσεις οι οποίες συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια του συνόλου της πειραματικής περιόδου, η σχέση μεταξύ εποχής και θέσης ήταν γενικώς περισσότερο ομαδοποιημένη (clustered) κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι σε σχέση με το φθινόπωρο, με εξαίρεση την κυψέλη “T3” το καλοκαίρι οπότε και παρατηρήθηκε μικρή ομαδοποίηση (Διάγρ. 95, Παράρτημα Β).

Στις περιπτώσεις που εξετάστηκαν, ο συντελεστής συσχέτισης βρέθηκε σημαντικός σε όλες τις περιπτώσεις, σε επίπεδο $P < 0,01$ (καλοκαίρι: “T1”: $R=0,2031$, “T2”: $R=0,3684$, “T3”: $R=0,5286$, φθινόπωρο: “T1”: $R=0,2959$, “T3”: $R=0,3570$,

άνοιξη: “T1”: R=0,1333, “T2”: R=0,4120, “T3”: R=0,4253) εκτός από την κυψέλη “T2” το φθινόπωρο (“T2”: R=0,0342).

Συνεπώς, παρατηρούμε πως υπάρχει συσχέτιση των ωρών σφραγίσματος του κάθε κελιού από τη στιγμή του 1^{ου} σφραγίσματος, με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου με εξαίρεση την περίπτωση του μελισσιού “T2” το φθινόπωρο στο οποίο δεν εντοπίστηκε μεταβολή. Συγκεκριμένα, παρατηρείται πως αύξηση των ωρών από το 1^ο σφράγισμα, σχετίζεται θετικά με την αύξηση της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου. Αντιθέτως, συμβάλλει στη μείωσή της, στην περίπτωση του μελισσιού “T1” επίσης το φθινόπωρο.

Επίσης από το Διάγραμμα 95 (Παράρτημα Β) προκύπτει πως στην περίπτωση του καλοκαιριού και της άνοιξης, τα κελιά ξεσφραγίζονταν σχεδόν μαζικά σε όλες τις κυψέλες σε αντίθεση με την κυψέλη “T3” το καλοκαίρι και όλες τις κυψέλες το φθινόπωρο.

3.4.3.2 Η επίδραση της πλαισιοθήκης στις συνθήκες της κηρήθρας

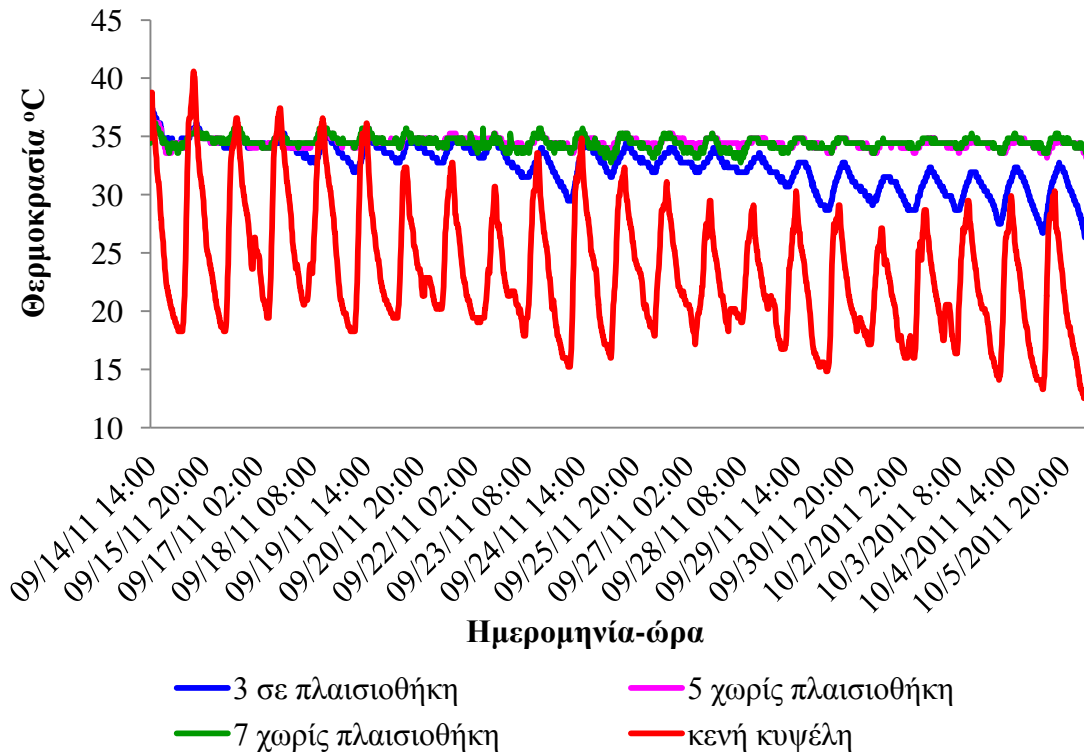
Κατά τη διάρκεια του πειράματος υπολογισμού της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου, η βασίλισσα είχε εγκλωβιστεί σε κηρήθρα που βρισκόταν μέσα σε πλαισιοθήκη για να ελέγχεται η ωοτοκία της. Ο έλεγχος της επίδρασης της πλαισιοθήκης στις συνθήκες της κηρήθρας έγινε με αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα τα οποία έλαβαν συνολικά 2098 μετρήσεις.

Θερμοκρασία

Όπως παρατηρήθηκε, η θερμοκρασία στην κηρήθρα “3”, που βρισκόταν μέσα στην πλαισιοθήκη, παρουσίαζε τη μικρότερη ελάχιστη και τη μεγαλύτερη μέγιστη τιμή καθώς και τη μεγαλύτερη διακύμανση μεταξύ των τριών κηρηθρών του πειράματος. Στις κηρήθρες “5” και “7”, οι οποίες δε βρίσκονταν μέσα σε πλαισιοθήκη, η ελάχιστη θερμοκρασία ήταν περίπου 32,5°C, η μέγιστη περίπου 36,5°C ενώ η μέση τιμή ήταν σχεδόν 34,5°C.

Η ελάχιστη, η μέγιστη και η μέση θερμοκρασία (°C±TA) στις τρεις θέσεις της κυψέλης (“3”, “5” και “7”) και στην κενή κυψέλη φαίνονται στον Πίνακα 81 (Παράρτημα Β).

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας στις κηρήθρες που βρίσκονται στις θέσεις “3”, “5” και “7” και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 14-09-2011 έως 06-10-2011 (Διάγρ. 17).



Διάγραμμα 17: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “3”, “5” και “7” και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 14-09-2011 έως 06-10-2011.

Όπως προκύπτει από το προηγούμενο διάγραμμα, η θερμοκρασία στις κηρήθρες “5” και “7” όπου υπήρχε γόνος, μεταβαλλόταν σχεδόν όμοια, περίπου στους 34,5 °C, ενώ στην κηρήθρα “3” ήταν λίγο πιο χαμηλή. Ο σφραγισμένος γόνος που υπήρχε στην “3” κατά την τοποθέτηση του οργάνου, ξεσφραγίστηκε στο διάστημα από 18-09-2011 έως 29-09-2011 και στη συνέχεια, παρατηρήθηκε πως η θερμοκρασία της ήταν πιο χαμηλή. Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία (\pm TA) στη θέση “3”, όσο υπήρχε γόνος, ήταν $33,4 \pm 1,22^\circ\text{C}$ ενώ από την 30-09-2011 και ύστερα, που τα κελιά του γόνου ξεσφραγίστηκαν, ήταν $30,18 \pm 1,44^\circ\text{C}$.

Επομένως, από την 30-09-2011 και ύστερα, δεν υπήρχε καθόλου γόνος στην κηρήθρα “3” και λόγω της πλαισιοθήκης, η βασίλισσα δε μπορούσε να εισέλθει και να φωτοκήσει σε αυτή με συνέπεια η θερμοκρασία της να αποσταθεροποιηθεί ακόμη περισσότερο. Η θερμοκρασία στην κενή κυψέλη, στις περισσότερες περιπτώσεις,

ήταν πιο χαμηλή σε σχέση με το εσωτερικό της κυψέλης και σημείωνε μεγαλύτερη διακύμανση.

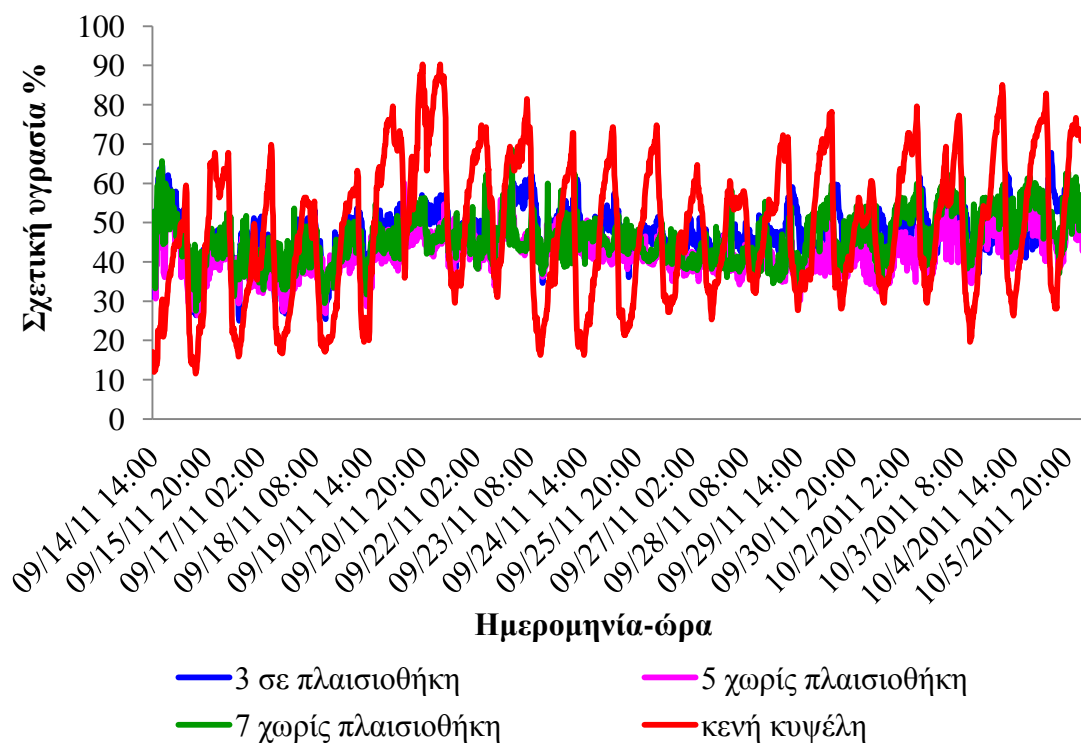
Επομένως, μπορούμε να θεωρήσουμε πως η θερμοκρασία δεν επηρεάζεται από την παρουσία της πλαισιοθήκης παρά μόνο από την ύπαρξη γόνου.

Σχετική υγρασία

Όπως παρατηρήθηκε, η μέση σχετική υγρασία στις κηρήθρες που βρίσκονταν στις θέσεις “3” και “7” ήταν υψηλότερη σε σχέση με της θέσης “5” που βρισκόταν στο κέντρο της γονοφωλιάς. Ωστόσο, στην κηρήθρα “7” που υπήρχε γόνος, η τιμή της ήταν λίγο χαμηλότερη σε σχέση με της “3”.

Η ελάχιστη, η μέγιστη και η μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις τρεις θέσεις της κυψέλης (“3”, “5” και “7”) και στην κενή κυψέλη φαίνονται στον Πίνακα 82 (Παράρτημα Β).

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η διακύμανση της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “3”, “5” και “7” και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 14-09-2011 έως 06-10-2011 (Διάγρ. 18).



Διάγραμμα 18: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “3”, “5” και “7” και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 14-09-2011 έως 06-10-2011.

Όπως προκύπτει από το προηγούμενο διάγραμμα, η σχετική υγρασία στις κηρήθρες “3”, “5” και “7” μεταβάλλονταν σχεδόν ομοίως ενώ η τιμή της στην κενή κυψέλη παρουσίασε πολύ υψηλή διακύμανση (σχεδόν 18%).

Επομένως, η σχετική υγρασία δε διαπιστώθηκε να επηρεάζεται από την παρουσία της πλαισιοθήκης.

3.5.3.3 Η επίδραση της παρουσίας γόνου στις συνθήκες της κυψέλης

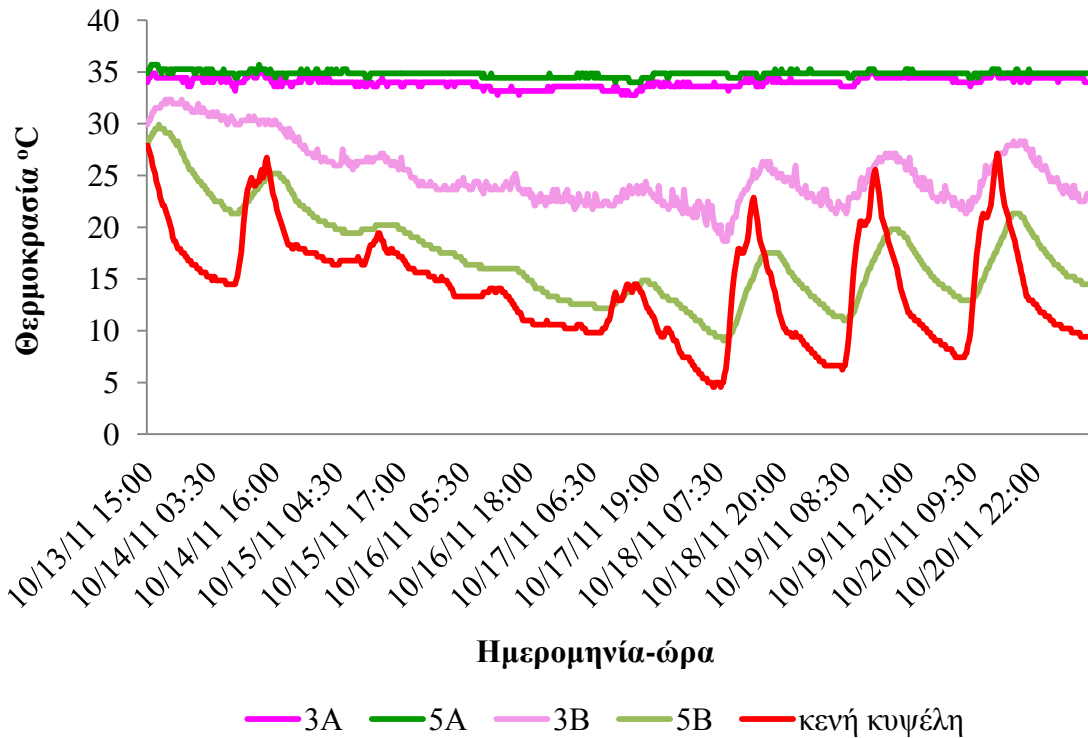
Για να διαπιστωθεί εάν η παρουσία γόνου μέσα στην κυψέλη επηρεάζει τη συμπεριφορά των μελισσών στη ρύθμιση των συνθηκών της, χρησιμοποιήθηκαν τα αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα τα οποία σε κάθε κηρήθρα έλαβαν συνολικά 742 μετρήσεις.

Θερμοκρασία

Όπως παρατηρήθηκε, ενώ η θερμοκρασία στην κενή κυψέλη κυμαινόταν μεταξύ 4,6-28°C, η τιμή της στην κυψέλη “Α” στις κηρήθρες που βρίσκονταν στις θέσεις “3” και “5” ήταν αντίστοιχα μεταξύ 33-35°C και μεταξύ 34-35,7°C. Στην περίπτωση της κυψέλης “Β”, η οποία δεν είχε καθόλου γόνου, η θερμοκρασία παρουσίαζε πολύ χαμηλότερες τιμές καθώς επίσης και μεγαλύτερη διακύμανση σε σχέση με την κυψέλη “Α” που είχε γόνου. Ωστόσο, η τιμή της στις θέσεις “3” και “5” ήταν υψηλότερη σε σχέση με της κενής κυψέλης.

Η ελάχιστη, η μέγιστη και η μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C} \pm \text{TA}$) στις δύο κυψέλες, “Α” και “Β”, και στην κενή κυψέλη φαίνονται στον Πίνακα 83 (Παράρτημα Β).

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας στις θέσεις “3” και “5” των κυψελών “Α” και “Β” και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011 (Διάγρ. 19).



Διάγραμμα 19: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “3” και “5” στις κυψέλες “A” και “B” (με και χωρίς γόνο αντίστοιχα) και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011.

Όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 19, η θερμοκρασία στην κυψέλη “A” στις κηρήθρες “3” και “5” μεταβάλλονταν σχεδόν όμοια με την τιμή της στη θέση “3” να είναι λίγο χαμηλότερη. Στην κυψέλη “B”, η θερμοκρασία στην κηρήθρα “3” ήταν υψηλότερη από την τιμή της στη θέση “5”, η οποία σε ορισμένες περιπτώσεις ήταν πιο χαμηλή και από τη θερμοκρασία της κενής κυψέλης. Σε όλη τη διάρκεια των μετρήσεων η θερμοκρασία στην κενή κυψέλη παρουσίαζε τη μεγαλύτερη διακύμανση. Πρέπει επίσης να τονισθεί, πως όσο αφορά στην κυψέλη “A”, σε όλη τη διάρκεια του πειράματος υπήρχε και σφραγισμένος και ασφράγιστος γόνος.

Όπως προκύπτει λοιπόν, η θερμοκρασία στην κυψέλη “A” που είχε γόνο ήταν σε κάθε περίπτωση υψηλότερη σε σχέση με τη θερμοκρασία της κυψέλης “B” που δεν είχε γόνο.

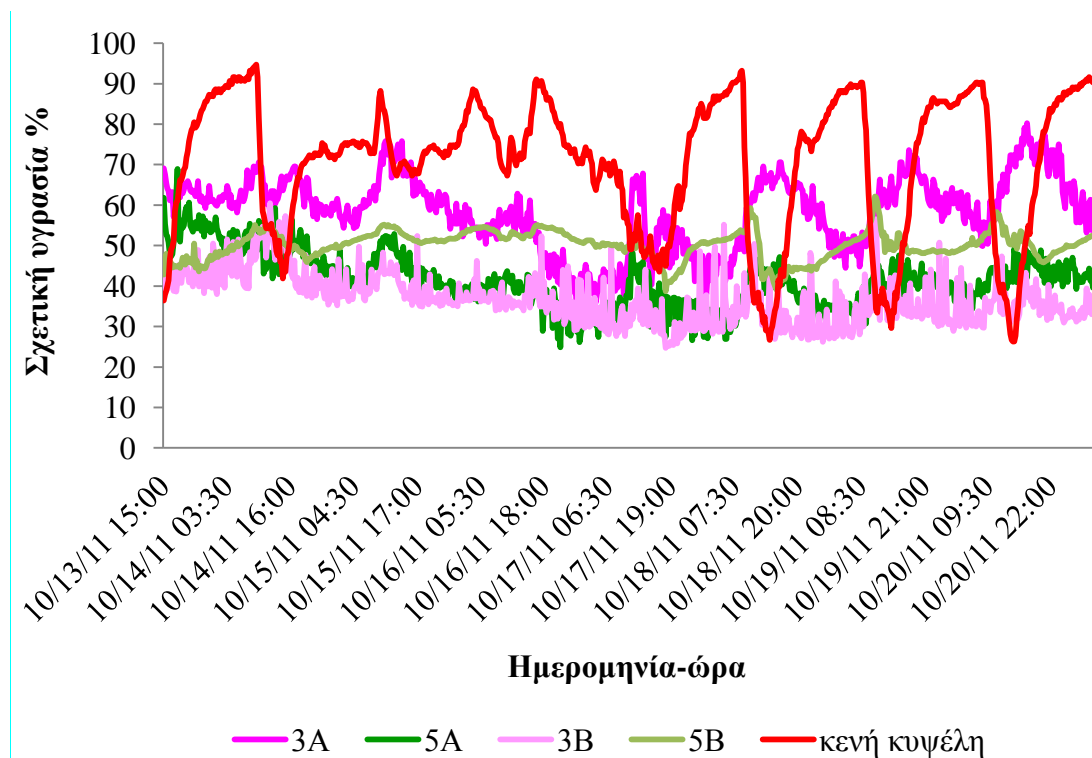
Σχετική υγρασία

Όπως παρατηρήθηκε, στην κυψέλη “A”, η μέση σχετική υγρασία στην κηρήθρα “5” ήταν περίπου 41% και ήταν πιο μικρή από την τιμή της θέσης “3” που ήταν σχεδόν 58%. Στην κυψέλη “B”, η μέση σχετική υγρασία στην κηρήθρα “3” ήταν

μικρότερη σε σχέση με της θέσης “5”. Στην κενή κυψέλη η τιμή ήταν ακόμη πιο υψηλή και διαμορφωνόταν περίπου στο 71%.

Η ελάχιστη, η μέγιστη και η σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις δύο κυψέλες, “A” και “B”, και στην κενή κυψέλη φαίνονται στον Πίνακα 84 (Παράρτημα Β).

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η διακύμανση της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “3” και “5” των κυψελών “A” και “B” και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 13-10-2011 έως 21-10-2011 (Διάγρ. 20).



Διάγραμμα 20: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “3” και “5” στις κυψέλες “A” και “B” και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011.

Επομένως, η σχετική υγρασία στην κυψέλη “A”, που είχε γόνο, και στην κυψέλη “B”, που δεν είχε γόνο, δεν παρουσίαζε κάποια συγκεκριμένη τάση μεταβολής. Όσο αφορά στην τιμή της στην κενή κυψέλη, σημείωσε μεγαλύτερη διακύμανση σε σχέση με τις θέσεις στο εσωτερικό της κυψέλης με τις μέλισσες. Πιο αναλυτικά, στην κυψέλη “A”, η σχετική υγρασία στις κηρήθρες “3” και “5” μεταβαλλόταν σχεδόν όμοια ενώ στην κενή κυψέλη ήταν συνήθως πιο υψηλή με μικρές εξαιρέσεις. Στην κυψέλη “B”, η σχετική υγρασία στην 3^η κηρήθρα ήταν σχεδόν πάντα πιο χαμηλή σε σχέση με την 5^η κηρήθρα.

3.4.3.4 Διάρκεια σφραγισμένου γόνου και *Varroa destructor*

Στα τρία μελίσσια του πειράματος για τον προσδιορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου, καταγράφηκε το ποσοστό προσβολής από *Varroa* τις εποχές κατά τις οποίες γινόταν το πείραμα καθώς και την επόμενη χρονιά (Πίν. 85, Παράρτημα Β). Η δειγματοληψία έγινε τόσο σε σφραγισμένο γόνο όσο και σε ενήλικες μέλισσες και το ποσοστό προσβολής κυμάνθηκε μεταξύ 0,79-1,80%.

Οι διαφορές οι οποίες παρατηρήθηκαν στο ποσοστό προσβολής ήταν στατιστικά σημαντικές τόσο μεταξύ των εποχών όσο και μεταξύ των κυψελών (Πίν. 20).

Πίνακας 20: Παράμετροι της ανάλυσης διασποράς για τα τρία μελίσσια στα οποία μετρήθηκε η προσβολή από το *Varroa destructor* (βε συνόλου=23).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
εποχή	7	3,0	0,0360
κυψέλη	2	4,5	0,0310
υπόλοιπο	14		
σύνολο	23		

3.4.4 Συνολική διάρκεια ανάπτυξης ανήλικης εργάτριας

Κατά τη διάρκεια του πειράματος προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου, καταγραφόταν και η συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων μελισσών (αυγό, προνύμφη και νύμφη). Η ελάχιστη τιμή που σημειώθηκε ήταν 452 h (18,83 ημέρες), η μέγιστη τιμή 583 h (24,29 ημέρες) και η μέση τιμή $503,9 \pm 21,09$ h, δηλαδή $21 \pm 0,88$ ημέρες.

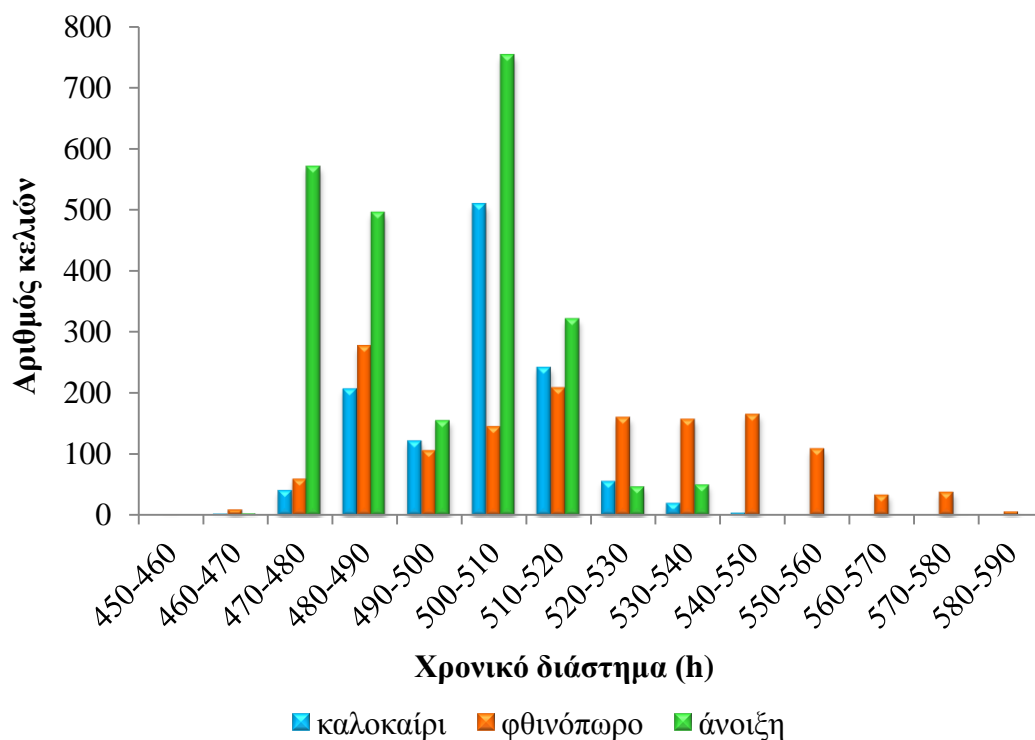
Εποχή

Η διακύμανση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης εργάτριας για τις τρεις εποχές του έτους φαίνεται στον Πίνακα 21.

Πίνακας 21: Διακύμανση τιμών συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης εργάτριας τις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.

εποχή	καλοκαίρι		φθινόπωρο		άνοιξη	
	h	ημέρες	h	ημέρες	h	ημέρες
εύρος τιμών	468-548,5	19,5-22,85	452-583	18,83-24,29	463-577	19,29-24,04
μέση τιμή \pm ΤΑ	503,28 \pm 12,52	20,97 \pm 0,52	517,94 \pm 26,72	21,58 \pm 1,11	495,63 \pm 15,37	20,65 \pm 0,64
πλήθος κελιών	1.203		1.464		2.394	

Ομοίως, οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν ομαδοποιήθηκαν σε 10-ωρα διαστήματα προκειμένου να διαπιστωθεί εάν η διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων μελισσών παρουσίαζε μια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 21).



Διάγραμμα 21: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων εργατριών που αναπτύχθηκαν σε αυτά κατά τις τρεις εποχές.

Η τάση που παρατηρήθηκε στα τρία μελίσσια, ήταν διαφορετική σε κάθε εποχή (Πίν. 86, Διάγρ. 96, Διάγρ. 97 και Διάγρ. 98, Παράρτημα Β).

Το καλοκαίρι, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών που εκκολάφθηκαν από τα σφραγισμένα κελιά (42%) σημείωσε διάρκεια ανάπτυξης

μεταξύ 500-510 h, δηλαδή 20,83-21,25 ημέρες. Υψηλό ήταν και το ποσοστό μεταξύ 480-490 h (20-20,42 ημέρες, 17%) και 510-520 h (21,25-21,67 ημέρες, 20%) (Διάγρ. 96, Παράρτημα Β).

Το φθινόπωρο, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών (19%) σημείωσε διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 480-490 h δηλαδή 20-20,42 ημέρες. Οι υπόλοιπες εργάτριες δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 97, Παράρτημα Β).

Την άνοιξη, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών (31%) σημείωσε διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 500-510 h, δηλαδή 20,83-21,25 ημέρες. Υψηλό ήταν και το ποσοστό στα διαστήματα 470-480 h (19,58-20 ημέρες, 24%) και 480-490 h (20-20,42 ημέρες, 21%) (Διάγρ. 98, Παράρτημα Β).

Παρατηρούμε λοιπόν πως ενώ το καλοκαίρι και την άνοιξη οι περισσότερες εργάτριες σημείωσαν συνολική διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 500-510 h (20,83-21,25 ημέρες), το φθινόπωρο αρκετές ήταν οι εργάτριες μεταξύ 480-490 h (20-20,42 ημέρες) αλλά και μεταξύ 510-520 h (21,25-21,67 ημέρες).

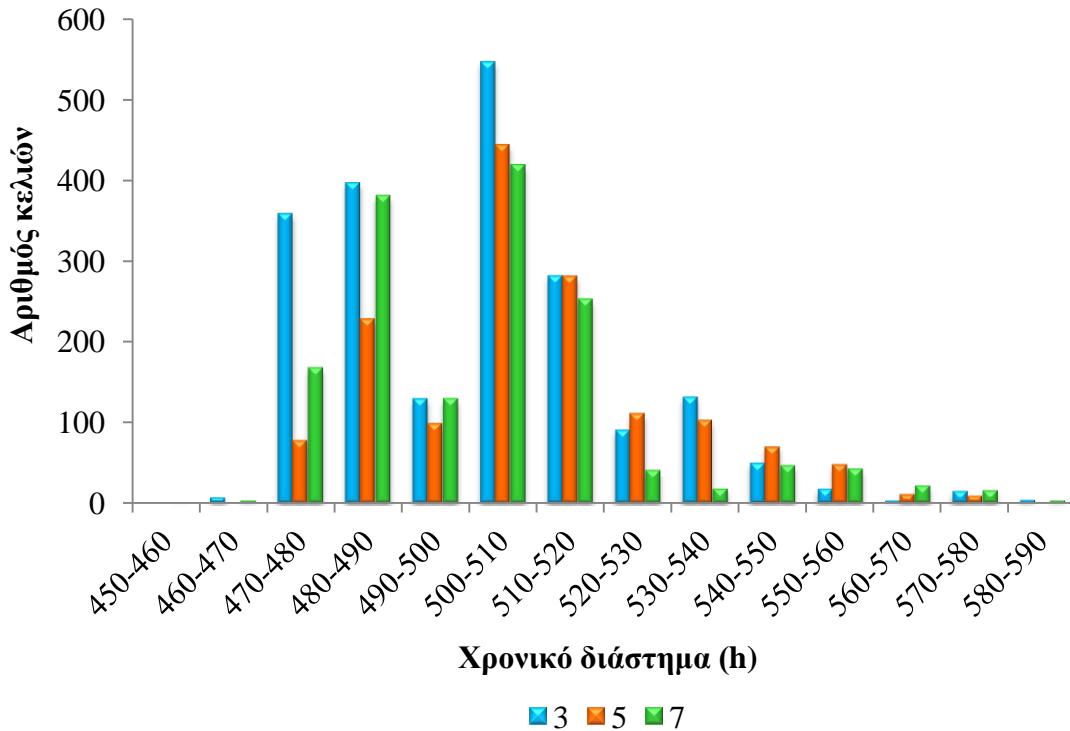
Θέση

Το εύρος τιμών της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης μέλισσας για τις τρεις θέσεις της κυψέλης φαίνεται στον Πίνακα 22.

Πίνακας 22: Διακύμανση τιμών συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης εργάτριας στις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.

θέση	κηρήθρα 3		κηρήθρα 5		κηρήθρα 7	
	h	ημέρες	h	ημέρες	h	ημέρες
εύρος τιμών	468-583	19,5-24,29	471,5-579,75	19,65-24,16	452-582,5	18,83-24,27
μέση τιμή ±ΤΑ	501,4±20,53	20,89±0,86	509±20,61	21,21±0,86	502,32±21,45	20,93±0,89
πλήθος κελιών	2.035		1.481		1.545	

Όπως και στην περίπτωση της εποχής, οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν ομαδοποιήθηκαν σε 10-ωρα διαστήματα προκειμένου να διαπιστωθεί εάν η διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων μελισσών παρουσίαζε κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 22).



Διάγραμμα 22: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων εργατριών που αναπτύχθηκαν σε αυτά στις τρεις θέσεις.

Η τάση που παρατηρήθηκε στα τρία μελίσσια, ήταν διαφορετική σε κάθε εποχή (Πίν. 87, Διάγρ. 99, Διάγρ. 100 και Διάγρ. 101, Παράρτημα Β).

Στη θέση “3”, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών που εξήλθαν από τα σφραγισμένα κελιά (27%) σημείωσε διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 500-510 h, δηλαδή 20,83-21,25 ημέρες. Υψηλό ήταν και το ποσοστό μεταξύ 480-490 h (20-20,42 ημέρες, 20%) και 470-480 h (19,58-20 ημέρες, 18%) (Διάγρ. 99, Παράρτημα Β).

Στη θέση “5”, οι περισσότερες εργατρίες (30%) σημείωσαν διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 500-510 h, δηλαδή 20,83-21,25 ημέρες. Αξιόλογος αριθμός εργατριών χρειάστηκε 510-520 h (21,25-21,67 ημέρες, 19%) και 480-490 h (20-20,42 ημέρες, 15%). Οι υπόλοιπες, δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση (Διάγρ. 100, Παράρτημα Β).

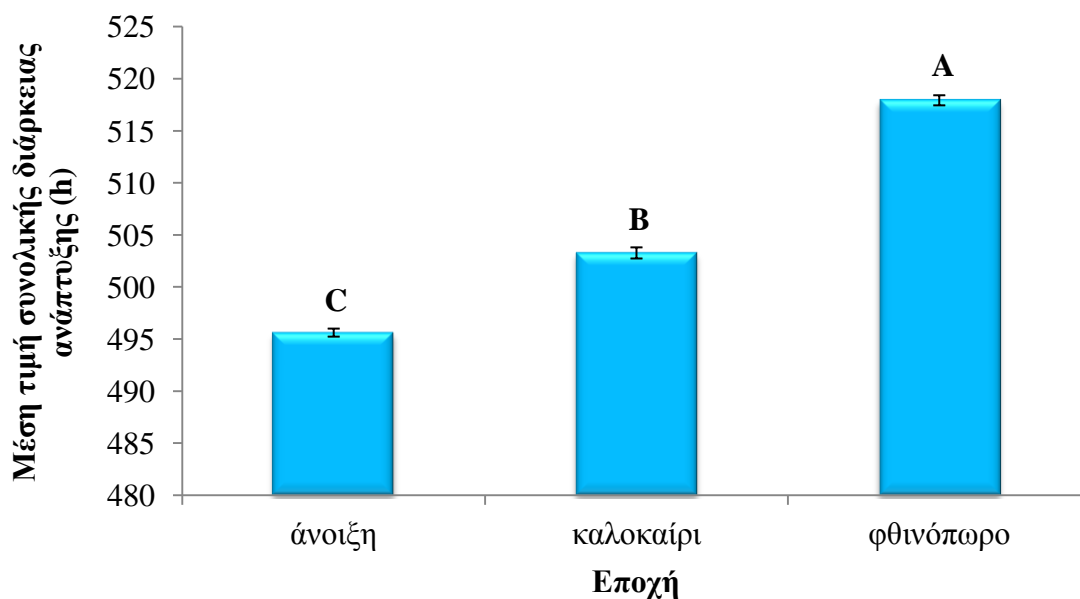
Στη θέση “7”, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών (27%) σημείωσε διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 500-510 h, δηλαδή 20,83-21,25 ημέρες ενώ υψηλό ήταν και το ποσοστό μεταξύ 480-490 h, δηλαδή 20-20,42 ημέρες (25%) (Διάγρ. 101, Παράρτημα Β).

Παρατηρούμε λοιπόν πως και στις τρεις θέσεις της κυψέλης οι περισσότερες εργατρίες σημείωσαν συνολική διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 500-510 h (20,83-21,25 ημέρες).

Στατιστική επεξεργασία (συνολική διάρκεια ανάπτυξης ανήλικης μέλισσας)

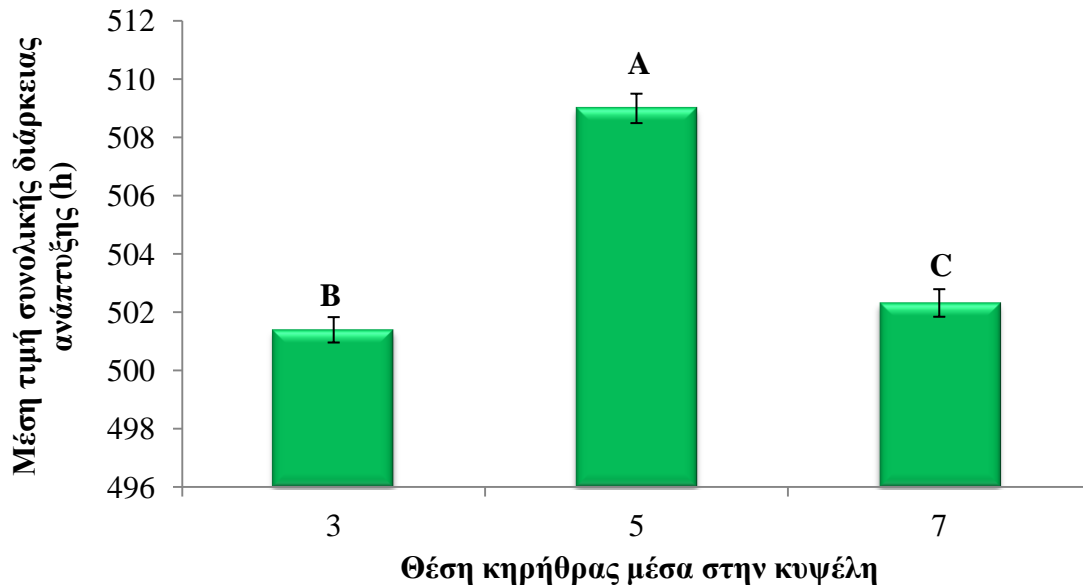
Σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία των παραπάνω μετρήσεων παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των εποχών που εξετάστηκαν και μεταξύ των διαφόρων θέσεων όσο και στην αλληλεπίδραση εποχή*θέση (εποχή: $df = 2.5052$; $F = 678.3$, θέση: $df = 2.5052$; $F = 85.3$, εποχή*θέση: $df = 4.5052$; $F = 21.0$, σε όλες τις περιπτώσεις $P < 0.0001$).

Συγκεκριμένα, η μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας *A. m. macedonica* ήταν αξιόλογα μεγαλύτερη το φθινόπωρο σε σύγκριση με το καλοκαίρι και την άνοιξη (Διάγρ. 23).



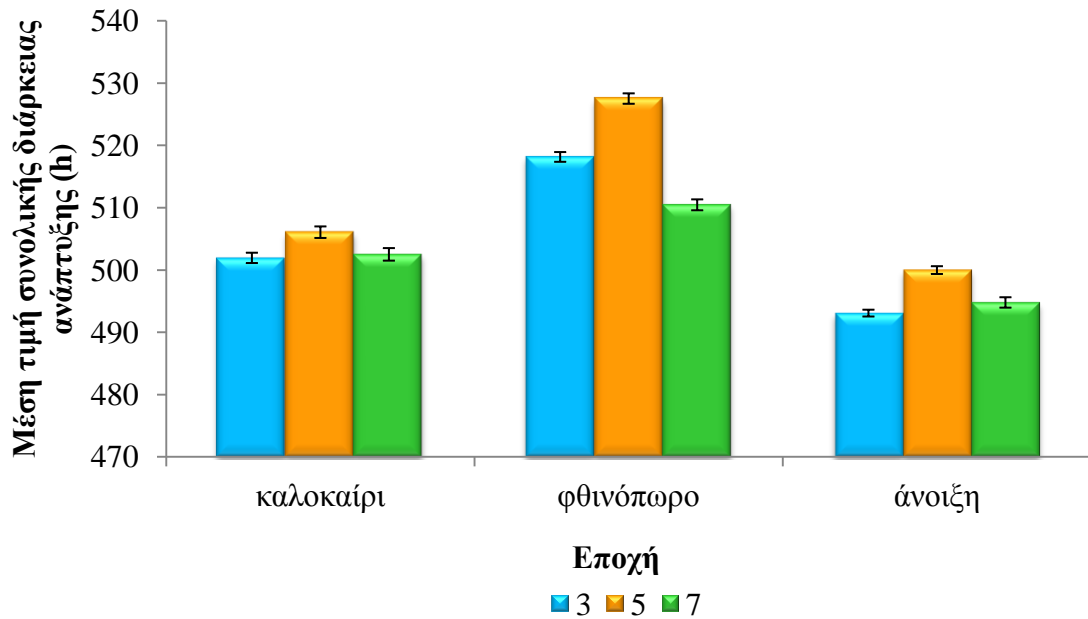
Διάγραμμα 23: Μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας *A. m. macedonica* (h) το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη, αγνοώντας την επίδραση της θέσης της κηρήθρας μέσα στην κυψέλη (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Επίσης, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των θέσεων που εξετάστηκαν όταν όλες οι μετρήσεις ομαδοποιήθηκαν κατά θέση, χωρίς να ληφθεί υπόψη η εποχή (Διάγρ. 24).

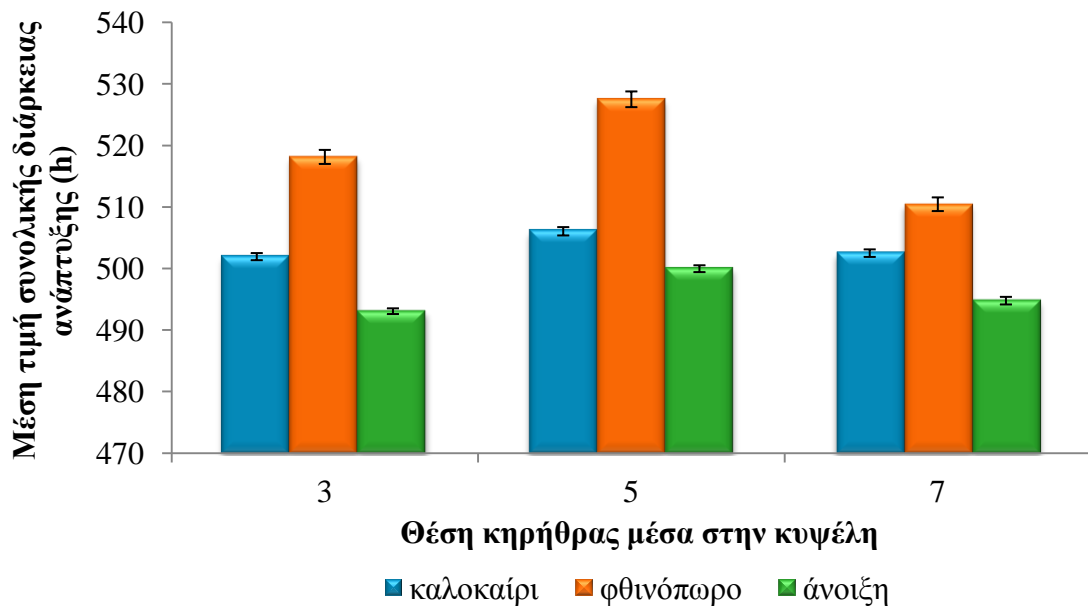


Διάγραμμα 24: Μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας *A. m. macedonica* (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, αγνοώντας την επίδραση της εποχής (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Ωστόσο, με δεδομένο ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ θέσης και εποχής ήταν σημαντική, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς προκειμένου να προσδιοριστούν οι διαφορές στη συνολική διάρκεια ανάπτυξης της μέλισσας σε κάθε εποχή και σε κάθε θέση. Όταν οι θέσεις εξετάστηκαν ξεχωριστά μέσα στην ίδια εποχή αλλά και όταν οι εποχές εξετάστηκαν ξεχωριστά για την κάθε θέση, διαπιστώθηκε ότι κατά το φθινόπωρο, η συνολική διάρκεια ανάπτυξης της μέλισσας *A. m. macedonica*, ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με το καλοκαίρι, ενώ η πιο σύντομη διάρκεια καταγράφηκε κατά την άνοιξη. Συγκεκριμένα, το καλοκαίρι, η διάρκεια στην κηρήθρα της θέσης “5” ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με της θέσης “7” και η διάρκεια στη θέση “7” μεγαλύτερη από της θέσης “3”. Κατά το φθινόπωρο, η διάρκεια ήταν μεγαλύτερη στη θέση “5” σε σχέση με τη θέση “3” και στη θέση αυτή, μεγαλύτερη από τη θέση “7”. Τέλος, την άνοιξη, η διάρκεια στη θέση “5” ήταν μεγαλύτερη από της θέσης “7” και σε αυτή μεγαλύτερη από της θέσης “3” (Διάγρ. 25 και Διάγρ. 26).



Διάγραμμα 25: Μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας *A. m. macedonica* (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.



Διάγραμμα 26: Μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας *A. m. macedonica* (h) κατά τις εποχές καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη, στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη αντίστοιχα.

3.5 Παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούν στην κυψέλη

Οι μέλισσες, προκειμένου να εξασφαλίσουν σταθερές συνθήκες ανάπτυξης του γόνου τους, επιδιώκουν να διατηρούν όσο πιο σταθερές γίνεται τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία που επικρατούν στο εσωτερικό της κυψέλης τους. Το πλήθος των τιμών της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας που καταγράφηκαν σε κάθε διάστημα φαίνονται στον Πίνακα 23.

Πίνακας 23: Πλήθος μετρήσεων σε κάθε καταγραφή.

διάστημα	πλήθος μετρήσεων
από 29-04-2009 έως 19-05-2009	1906
από 26-05-2009 έως 03-06-2009	755
από 16-07-2009 έως 28-07-2009	1156
από 01-09-2009 έως 16-09-2009	1444
από 23-10-2009 έως 07-11-2009	1456
από 01-12-2009 έως 16-12-2009	1436
από 21-12-2009 έως 11-01-2010	2041
από 16-01-2010 έως 04-02-2010	1851
από 04-02-2010 έως 24-02-2010	1908
από 29-03-2010 έως 18-04-2010	1965
από 09-06-2010 έως 29-06-2010	1940

Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας που συλλέχθηκαν από τα αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα, κατηγοριοποιήθηκαν ανά εποχή και η διακύμανσή τους απεικονίζεται στη συνέχεια. Συγκεκριμένα αναφέρονται τα εξής:

1. Εποχιακή διακύμανση θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.
2. Θερμοκρασία και σχετική υγρασία των κρηθρών στις θέσεις “1”, “3” και “5” της κυψέλης.
3. Θερμοκρασία και σχετική υγρασία των κρηθρών στις θέσεις “1”, “3” και “5” σε δύο διαφορετικές κυψέλες (“A1” και “M3”).

3.5.1 Θερμοκρασία

1. Εποχιακή διακύμανση της θερμοκρασίας

Όπως παρατηρήθηκε, σε όλες τις εποχές του έτους η θερμοκρασία στο κέντρο της κυψέλης ήταν υψηλότερη και πιο σταθερή ενώ μειωνόταν και ήταν λιγότερο ασταθής σε σχέση με την περιφέρεια. Η διακύμανσή της στο εσωτερικό της κυψέλης και συγκεκριμένα στις θέσεις “1”, “3” και “5”, σε διάφορα χρονικά διαστήματα κατά τις τέσσερις εποχές του έτους, αναφέρεται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ. Ωστόσο, ορισμένες χαρακτηριστικές περιπτώσεις παρουσιάζονται στη συνέχεια:

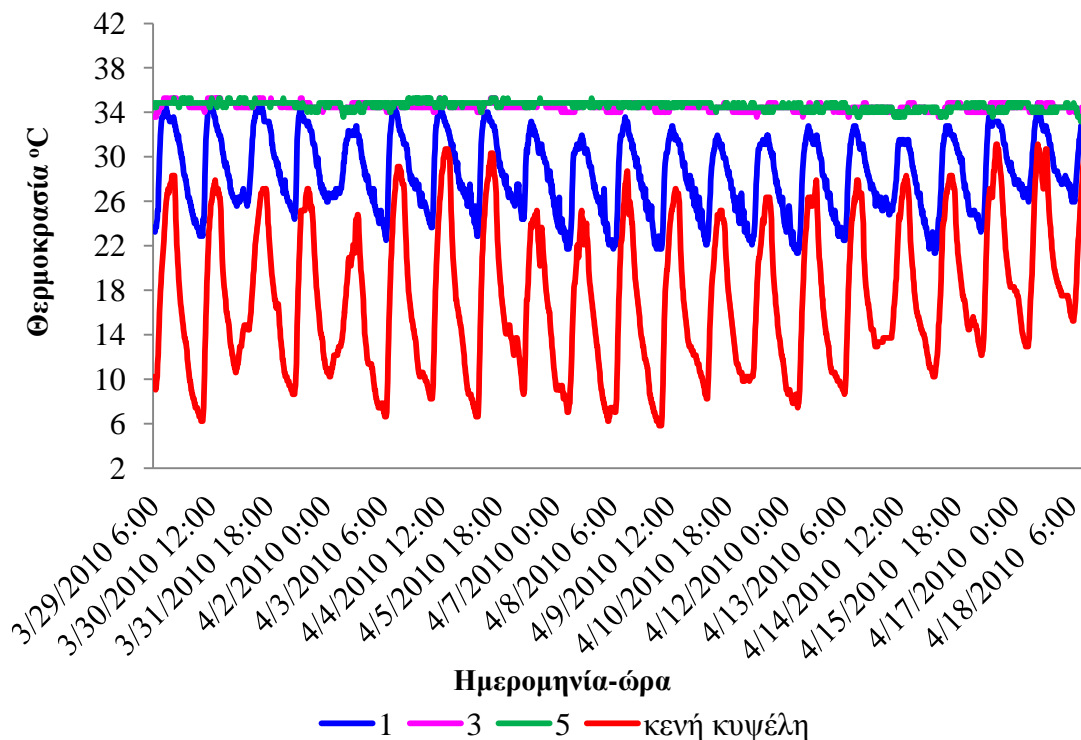
Άνοιξη

Κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010, στην κυψέλη “M3”, η μέση θερμοκρασία στις θέσεις “3” και “5” ήταν περίπου 34,5°C ενώ στη θέση “1” ήταν 28°C. Όσο αφορά στη μεταβολή της θερμοκρασίας, στις κηρήθρες “3” και “5” η θερμοκρασία παρέμενε πιο σταθερή σε σύγκριση με την κηρήθρα “1” ενώ η θερμοκρασία του αέρα ήταν μεταξύ 15-20°C· στην κενή κυψέλη η τιμή της κυμάνθηκε μεταξύ 6-31°C (Πίν. 24).

Πίνακας 24: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.

από 29-3-2010 έως 18-4-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	21,3	33,6	33,2	5,8	14,8
μέγιστη θερμοκρασία	34,9	35,3	35,3	31,1	20,1
μέση θερμοκρασία	28,4 \pm 3,5	34,5 \pm 0,3	34,6 \pm 0,3	17,4 \pm 6,8	16,4
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					

Όπως προκύπτει και από το Διάγραμμα 27, η θερμοκρασία στις θέσεις “3” και “5” ήταν σχεδόν σταθερή. Στη θέση “1” ήταν πιο υψηλή από του αέρα αλλά ακολουθούσε τη διακύμανση της θερμοκρασίας του.



Διάγραμμα 27: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.

Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 25.

Πίνακας 25: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 29-3-2010 και 18-4-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	5,3	3,35
πληθυσμός	10,35	10,75

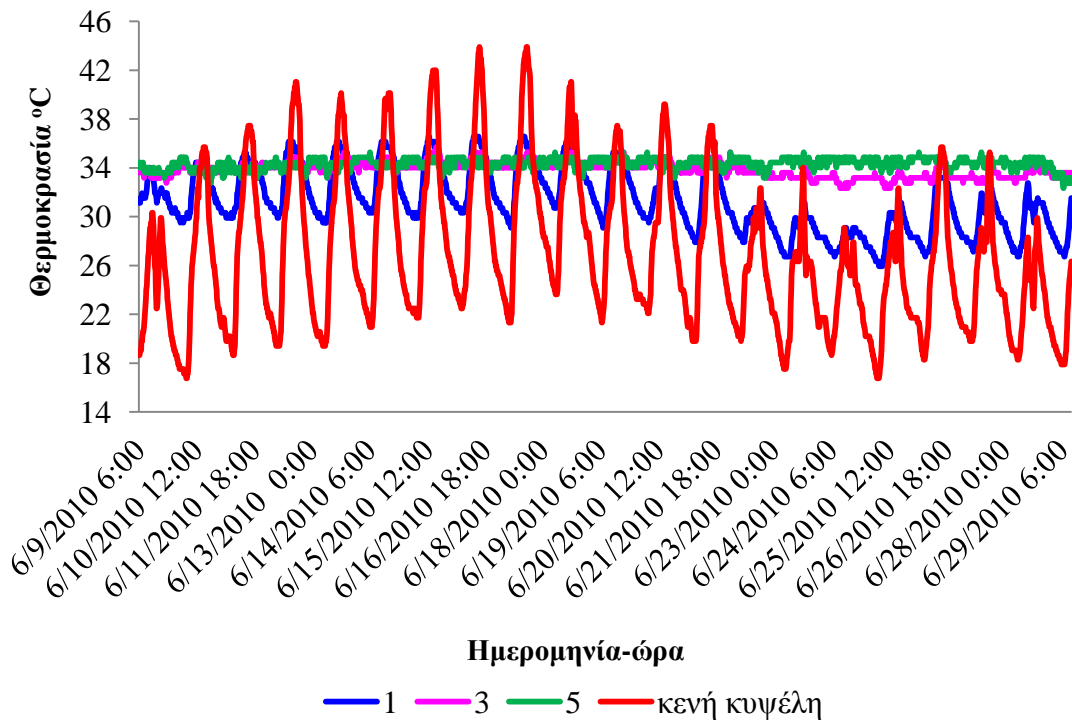
Καλοκαίρι

Κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010, στην κυψέλη “A1”, η μέση θερμοκρασία στις θέσεις “3” και “5” ήταν περίπου 34°C ενώ στη θέση “1” ήταν σχεδόν 31°C. Η μέγιστη θερμοκρασία στην κενή κυψέλη ήταν περίπου 44°C ενώ οι μέγιστες τιμές της στο εσωτερικό της κυψέλης ήταν σε όλες τις θέσεις μεταξύ 35 και 37°C (Πίν. 26).

Πίνακας 26: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.

από 9-6-2010 έως 29-6-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	26,0	32,3	32,3	16,8	22,9
μέγιστη θερμοκρασία	36,6	35,7	35,3	43,9	30,6
μέση θερμοκρασία	31,3±2,6	33,9±0,6	34,3±0,4	26,8±6,1	26,1
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					

Όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 28, η θερμοκρασία στις θέσεις “3” και “5” ήταν πολύ σταθερή ενώ στη θέση “1” ήταν λίγο χαμηλότερη και ακολουθούσε τη διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας.



Διάγραμμα 28: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.

Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 27.

Πίνακας 27: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 9-6-2010 και 29-6-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	4,1	3,45
πληθυσμός	14,25	17,3

Φθινόπωρο

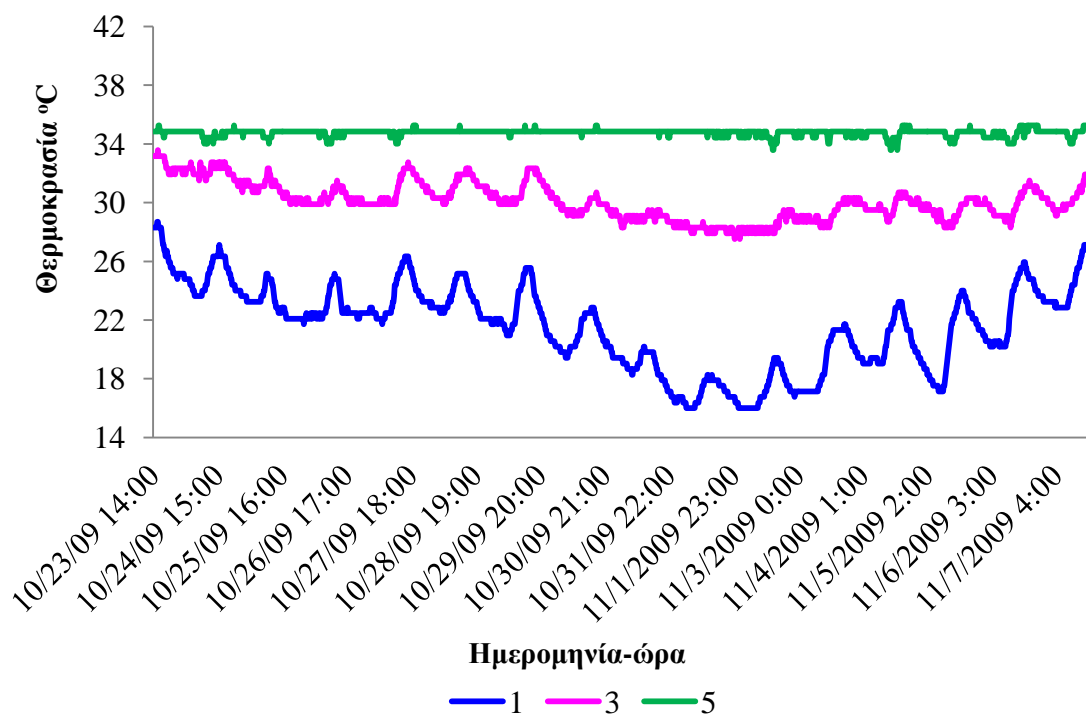
Κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009, στην κυψέλη “A1”, η μέση θερμοκρασία στη θέση “5” ήταν σχεδόν 35°C ενώ στη θέση “1” ήταν 22°C· η θερμοκρασία του αέρα κυμάνθηκε μεταξύ 11-20°C (Πίν. 28).

Πίνακας 28: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.

από 23-10-2009 έως 7-11-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	16	27,5	33,6	10,8
μέγιστη θερμοκρασία	28,7	33,6	35,3	20,4
μέση θερμοκρασία	21,6 \pm 2,9	30,1 \pm 1,3	34,8 \pm 0,2	16,2

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**

Σε όλη τη διάρκεια των μετρήσεων, η μέση θερμοκρασία στη θέση “1” ήταν αισθητά χαμηλότερη σε σχέση με της θέσης “5” που ήταν σχεδόν σταθερή (Διάγρ. 29).



Διάγραμμα 29: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.

Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 29.

Πίνακας 29: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “Α1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 23-10-2009 και 7-11-2009 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	4,5	3,75
πληθυσμός	9	9,5

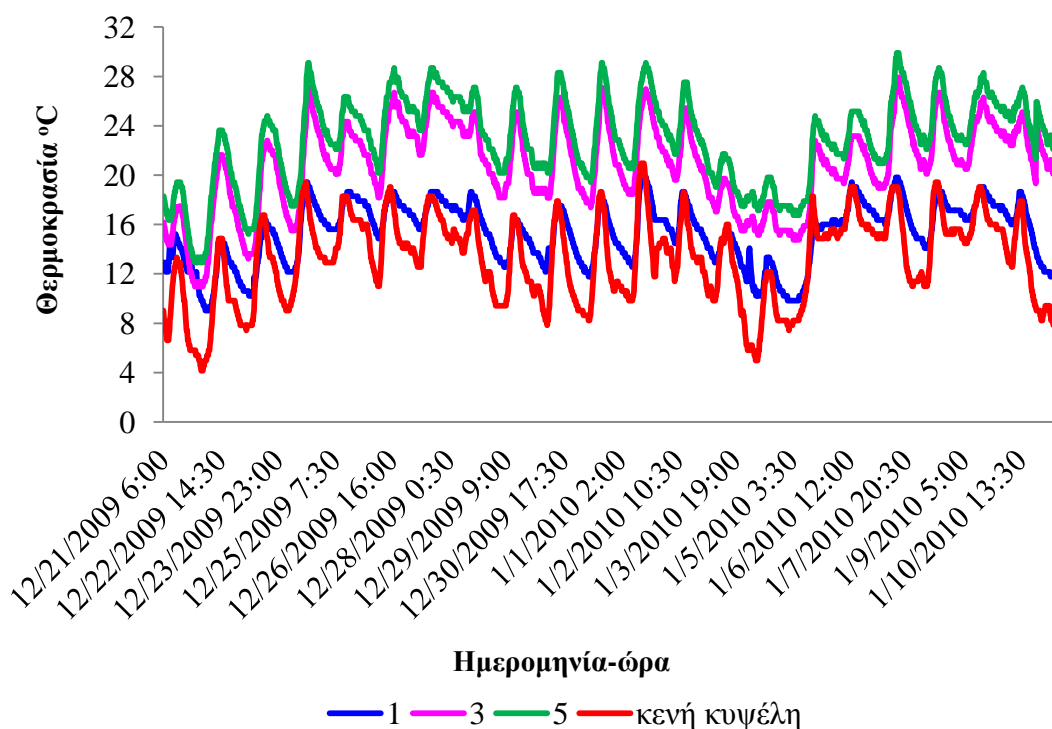
Χειμώνας

Κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010, στην κυψέλη “Α1”, η μέση θερμοκρασία στη θέση “5” ήταν επίσης υψηλότερη σε σχέση με των θέσεων “1” και “3” με τιμή 23°C. Σε όλες τις θέσεις παρατηρήθηκε έντονη μεταβολή από 11 έως 17°C ενώ η θερμοκρασία του αέρα κυμάνθηκε μεταξύ 9-17°C (Πίν. 30).

Πίνακας 30: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία (°C±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.

από 21-12-2009 έως 11-1-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	9,0	11,0	12,9	4,2	8,9
μέγιστη θερμοκρασία	19,8	27,9	30,0	21,0	16,9
μέση θερμοκρασία	15,3±2,5	20,8±3,5	22,8±3,5	13,2±3,5	13,9
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					

Παρόλο που και στο εσωτερικό της κυψέλης η θερμοκρασία ήταν χαμηλή, παρατηρήθηκε πως όλες οι καμπύλες μεταβάλλονταν αντίστοιχα με της εξωτερικής θερμοκρασίας (Διάγρ. 30).



Διάγραμμα 30: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, δεν υπήρχε σχεδόν καθόλου γόνος. Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 31.

Πίνακας 31: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 21-12-2009 και 11-1-2010 αντίστοιχα.

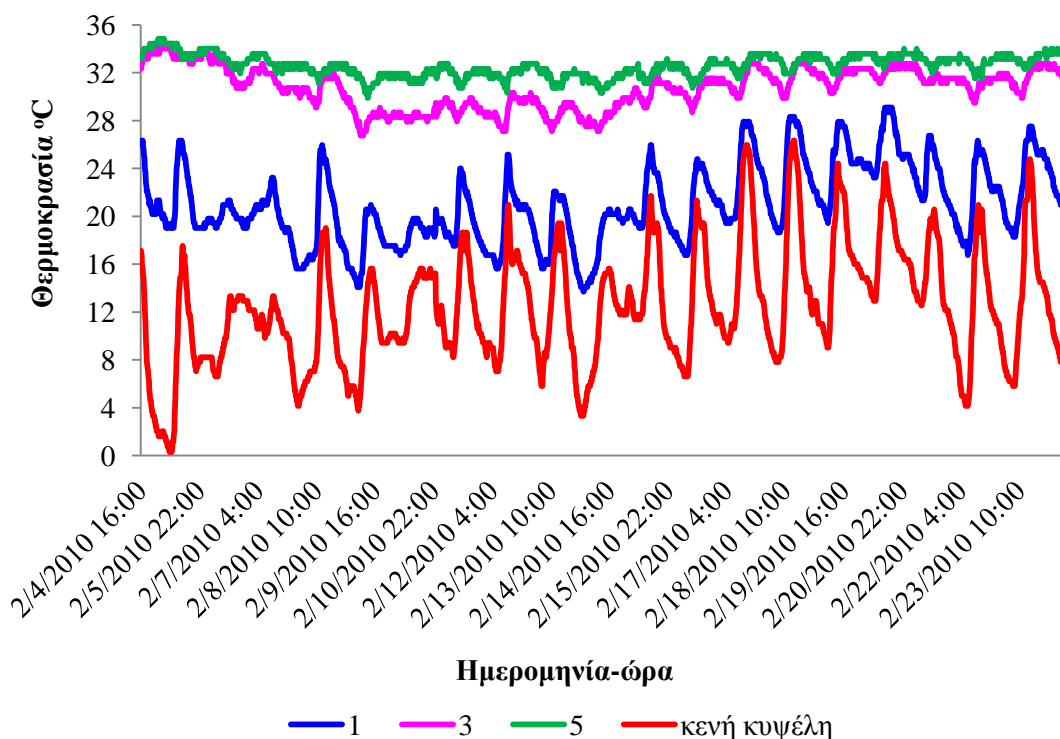
	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	0	0,1
πληθυσμός	6,5	6,85

Κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010, στην κυψέλη “M3”, η μέση θερμοκρασία στη θέση “5” ήταν υψηλότερη από ότι στις θέσεις “1” και “3” με τιμή 33°C. Η μέση θερμοκρασία στην κενή κυψέλη ήταν πολύ χαμηλή με τιμή περίπου 12°C. Η μικρότερη μεταβολή παρατηρήθηκε στη θέση “5” ενώ η θερμοκρασία αέρα κυμάνθηκε μεταξύ 6-18°C (Πίν. 32).

Πίνακας 32: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A.}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.

από 4-2-2010 έως 24-2-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	13,7	26,7	30,0	0,3	6,4
μέγιστη θερμοκρασία	29,1	34,0	34,9	26,3	17,9
μέση θερμοκρασία	21,1 \pm 3,3	30,7 \pm 1,7	32,6 \pm 0,9	12,5 \pm 5,0	12,4
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 31, η θερμοκρασία στις θέσεις “3” και “5” ήταν πιο σταθερή και υψηλότερη σε σχέση με της θέσης “1” και του αέρα.



Διάγραμμα 31: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.

Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 33.

Πίνακας 33: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε πλαίσια) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 4-2-2010 και 24-2-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	0,5	2,25
πληθυσμός	6	5,95

2. Θερμοκρασία των κηρηθρών στις θέσεις “1”, “3” και “5” της κυψέλης

Κατά την καταγραφή της θερμοκρασίας μέσα στην κυψέλη, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις τέσσερις εποχές, άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο και χειμώνα, καθώς και στις θέσεις “1”, “3” και “5” μέσα στην ίδια κυψέλη. Επιπροσθέτως, η αλληλεπίδραση εποχή*θέση ήταν σημαντική (Πίν. 34).

Πίνακας 34: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τις διάφορες εποχές και θέσεις μέσα στην κυψέλη (βε συνόλου=2255).

πηγή παραλλακτικότητας	df	F πειράματος	Prob > F
εποχή	3	2989,6	<0,0001
θέση	2	732,1	<0,0001
εποχή*θέση	6	44,5	<0,0001

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφηκαν το καλοκαίρι και οι χαμηλότερες το χειμώνα (Πίν. 35).

Πίνακας 35: Μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A}$) στις τρεις θέσεις της κυψέλης (“1”, “3”, “5”), για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν (στην ίδια γραμμή, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά - στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο πεζό γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, *HSD test* για $\alpha=0.05$).

	άνοιξη	καλοκαίρι	φθινόπωρο	χειμώνας	df	F	P
1	27,3±4,4 Bc	32,1±2,3 Ac	24,8±4,3 Cc	13,9±3,8 Dc	3	904.2	<0.0001
3	32,8±2,2 Bb	34,1±0,6 Ab	31,2±1,7 Cb	17,9±4,6 Db	3	1325.7	<0.0001
5	34,2±0,6 Aa	34,5±0,5 Aa	34,0±1,0 Aa	22,9±4,6 Ba	3	883.1	<0.0001
<i>df</i>	2	2	2	2			
<i>F</i>	299.3	126.6	370.4	330.4			
<i>P</i>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			

Στις θέσεις “1” και “3”, οι διαφορές της θερμοκρασίας στις τέσσερις εποχές ήταν στατιστικά σημαντικές με την υψηλότερη τιμή να είχε σημειωθεί το καλοκαίρι και τη χαμηλότερη το χειμώνα. Μόνο όσο αφορά στη θέση “5”, η μέση θερμοκρασία την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ήταν περίπου 34°C και διέφερε στατιστικά σημαντικά σε σχέση με του χειμώνα που ήταν περίπου 30°C καθώς η ποσότητα του γόνου που υπήρχε μέσα στην κυψέλη ήταν περιορισμένη (Πίν. 35).

Σχετικά με τις τέσσερις εποχές, η θερμοκρασία και στις τρεις θέσεις διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους με τη θερμοκρασία στη θέση “5” να είναι πάντα υψηλότερη ενώ στη θέση “1” να έχει τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 35).

3. Θερμοκρασία των κρηθρών στις θέσεις “1”, “3” και “5” σε δύο διαφορετικές κυψέλες

Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν ανάμεσα στις κυψέλες “Α1” και “Μ3” οι οποίες μελετήθηκαν. Κατά μέσο όρο, η κυψέλη “Α1” είχε χαμηλότερη θερμοκρασία περίπου 5°C σε σχέση με την κυψέλη “Μ3” και συγκεκριμένα η μέση θερμοκρασία στην κυψέλη “Α1” ήταν 23,7±8,3°C ενώ η μέση θερμοκρασία στην “Μ3” ήταν 28,9±5,6°C (df = 1.3172: $F = 418.7$, σε όλες τις περιπτώσεις $P < 0,0001$). Όπως παρατηρήθηκε, τόσο η εποχή και η θέση όσο και όλες οι αλληλεπιδράσεις ήταν σημαντικές (Πίν. 36).

Πίνακας 36: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τις διάφορες εποχές και θέσεις μέσα σε δύο κυψέλες (βε συνόλου=3173).

πηγή παραλλακτικότητας	df	F	P
κυψέλη	1	596,3	<0,0001
εποχή	3	2704,2	<0,0001
κυψέλη*εποχή	3	293,2	<0,0001
θέση	2	1175,6	<0,0001
κυψέλη*θέση	2	34,5	<0,0001
εποχή*θέση	6	65,8	<0,0001
κυψέλη*εποχή*θέση	6	38,6	<0,0001

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφηκαν, το καλοκαίρι, με εξαίρεση τη θερμοκρασία στη θέση “5” της κυψέλης “Μ3” το φθινόπωρο, ενώ όλες οι χαμηλότερες σημειώθηκαν το χειμώνα (Πίν. 37).

Πίνακας 37: Μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις τρεις θέσεις (“1”, “3”, “5”) των δύο κυψελών, “A1” και “M3”, για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν (στην ίδια γραμμή, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά - στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο πεζό γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά· HSD test για $\alpha=0.05$).

		άνοιξη	καλοκαίρι	φθινόπωρο	χειμώνας	df	F	P
A1	1	25,2±4,3 Bc	31,3±2,4 Ab	21,6±2,9 Cc	14,0±3,8 Dc	3	596,1	<0.0001
	3	33,2±1,3 Ab	33,9±0,6 Aa	30,1±1,3 Bb	18,0±4,6 Cb	3	752,8	<0.0001
	5	34,2±0,4 Aa	34,3±0,3 Aa	34,8±0,1 Aa	22,9±4,6 Ba	3	470,1	<0.0001
	df	2	2	2	2			
	F	299,2	104,4	823,0	330,4			
	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			
M3	1	28,5±2,8 Bb	31,7±2,6 Ac	28,5±0,9 Bc	19,4±3,5 Cc	3	499,4	<0.0001
	3	34,5±0,3 Aa	34,4±0,6 Ab	32,9±0,4 Bb	28,9±2,6 Cb	3	291,3	<0.0001
	5	34,6±0,3 Aa	33,8±0,9 Aa	34,5±0,3 Aa	29,9±2,7 Ba	3	194,7	<0.0001
	df	2	2	2	2			
	F	384,8	66,6	1727,4	1173,9			
	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			

Στην κυψέλη “A1”, στη θέση “1” η θερμοκρασία διέφερε στατιστικά σημαντικά και στις τέσσερις εποχές του έτους. Στη θέση “3”, η τιμή της την άνοιξη και το καλοκαίρι διέφεραν σημαντικά σε σχέση με του φθινοπώρου και του χειμώνα οι οποίες διέφεραν επίσης αξιόλογα μεταξύ τους. Τέλος, στη θέση “5”, η άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο είχαν μέση θερμοκρασία περίπου 34°C ενώ ο χειμώνας είχε πολύ χαμηλότερη τιμή, περίπου 30°C, καθώς η ποσότητα του γόνου ήταν περιορισμένη (Πίν. 37).

Η μέση θερμοκρασία στην κυψέλη “A1” κατά την άνοιξη, το φθινόπωρο και το χειμώνα διέφερε στατιστικά σημαντικά και στις τρεις θέσεις με την τιμή της στη θέση “5” να είναι πάντα μεγαλύτερη. Όσο αφορά στο καλοκαίρι, οι θέσεις “3” και “5” δε

διέφεραν μεταξύ τους αλλά είχαν υψηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με τη θέση “1”. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η μέση θερμοκρασία στη θέση “5” κατά την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο και στη θέση “3” το καλοκαίρι ήταν περίπου 34°C ενώ κατά το χειμώνα δεν ξεπέρασε τους 23°C καθώς στην κυψέλη υπήρχε περιορισμένη ποσότητα γόνου (Πίν. 37).

Στην κυψέλη “M3”, η θερμοκρασία στη θέση “1” το καλοκαίρι ήταν η υψηλότερη ενώ το χειμώνα ήταν η πιο χαμηλή. Και στις δύο όμως εποχές η τιμή της διέφερε στατιστικά σημαντικά σε σχέση με της άνοιξης και του φθινοπώρου οπότε και ήταν σχεδόν όμοια. Στη θέση “3”, η θερμοκρασία την άνοιξη και το καλοκαίρι ήταν περίπου 34,5°C και διέφερε στατιστικά σημαντικά από του φθινοπώρου και του χειμώνα. Τέλος, στη θέση “5”, η άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο είχαν μέση θερμοκρασία περίπου 34,5°C ενώ ο χειμώνας είχε πολύ χαμηλότερη τιμή, περίπου 30°C, καθώς η ποσότητα του γόνου ήταν περιορισμένη (Πίν. 37).

Η μέση θερμοκρασία στην κυψέλη “M3” το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και το χειμώνα διέφερε στατιστικά σημαντικά και στις τρεις θέσεις με την τιμή της στη θέση “5” να είναι πάντα μεγαλύτερη. Όσο αφορά στην άνοιξη, οι θέσεις “3” και “5” δε διέφεραν αξιολογικά μεταξύ τους αλλά είχαν υψηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με τη θέση “1” (Πίν. 37).

3.5.2 Σχετική Υγρασία

1. Εποχιακή διακύμανση σχετικής υγρασίας

Η διακύμανση της σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό της κυψέλης και συγκεκριμένα στις θέσεις “1”, “3” και “5” σε διάφορα χρονικά διαστήματα των τεσσάρων εποχών του έτους, αναφέρεται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ. Ωστόσο, ορισμένες χαρακτηριστικές περιπτώσεις παρουσιάζονται στη συνέχεια:

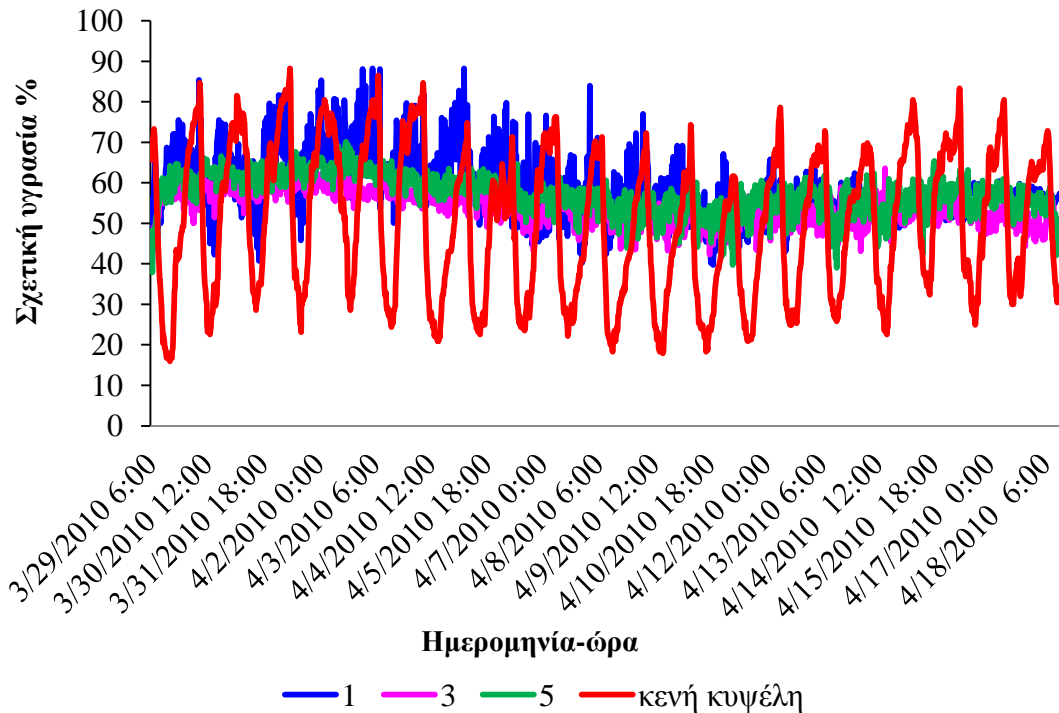
Άνοιξη

Κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010, στην κυψέλη “M3”, η μέση σχετική υγρασία στις τρεις θέσεις δε διέφερε ιδιαίτερα, ωστόσο ήταν υψηλότερη σε σχέση με την τιμή της στην κενή κυψέλη (Πίν. 38).

Πίνακας 38: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.

από 29-3-2010 έως 18-4-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	39,7	39,9	37,9	15,9	44,4
μέγιστη σχετική υγρασία	88,2	66,2	70,1	88,2	74,3
μέση σχετική υγρασία	59,2±7,9	53,8±4,0	57,4±4,7	50,1±18,2	58,1
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					

Στο Διάγραμμα 32 φαίνεται πως η σχετική υγρασία στις θέσεις “3” και “5” ήταν σχετικά σταθερή, στη θέση “1” ήταν αρχικά άστατη και μετά την 10-4-2010 σταθεροποιήθηκε σχετικά, ενώ στην κενή κυψέλη σημείωνε έντονες μεταβολές.



Διάγραμμα 32: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, από 29-3-2010 έως 18-4-2010.

Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 25.

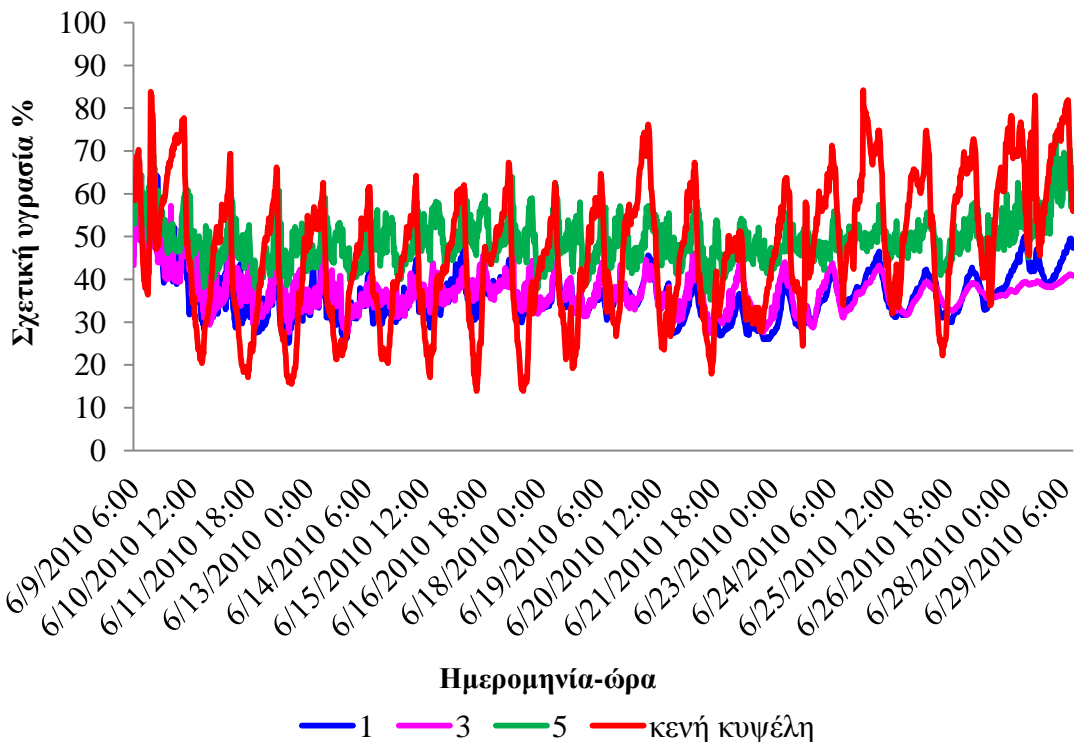
Καλοκαίρι

Κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010, στην κυψέλη “A1”, η μέση σχετική υγρασία στη θέση “5” ήταν πολύ υψηλότερη σε σύγκριση με της θέσης “3” ενώ στη θέση “1” ήταν λίγο χαμηλότερη. Όπως παρατηρήθηκε στον Πίνακα 39, η μέγιστη σχετική υγρασία στην κενή κυψέλη ήταν 84% ενώ οι μέγιστες τιμές της στο εσωτερικό της κυψέλης κυμάνθηκαν από 66 έως 74%.

Πίνακας 39: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” της κυψέλης “A1”, στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.

από 9-6-2010 έως 29-6-2010	κρηθήρα 1	κρηθήρα 3	κρηθήρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	25,1	27,2	35,2	13,9	40,9
μέγιστη σχετική υγρασία	73,3	65,7	73,7	84,2	70,8
μέση σχετική υγρασία	36,4±6,1	37,2±4,8	49,3±5,4	46,7±15,8	54,1
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					

Στο εσωτερικό της κυψέλης η υγρασία μεταβαλλόταν με μικρότερο εύρος σε σύγκριση με του αέρα (Διάγρ. 33).



Διάγραμμα 33: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.

Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 27.

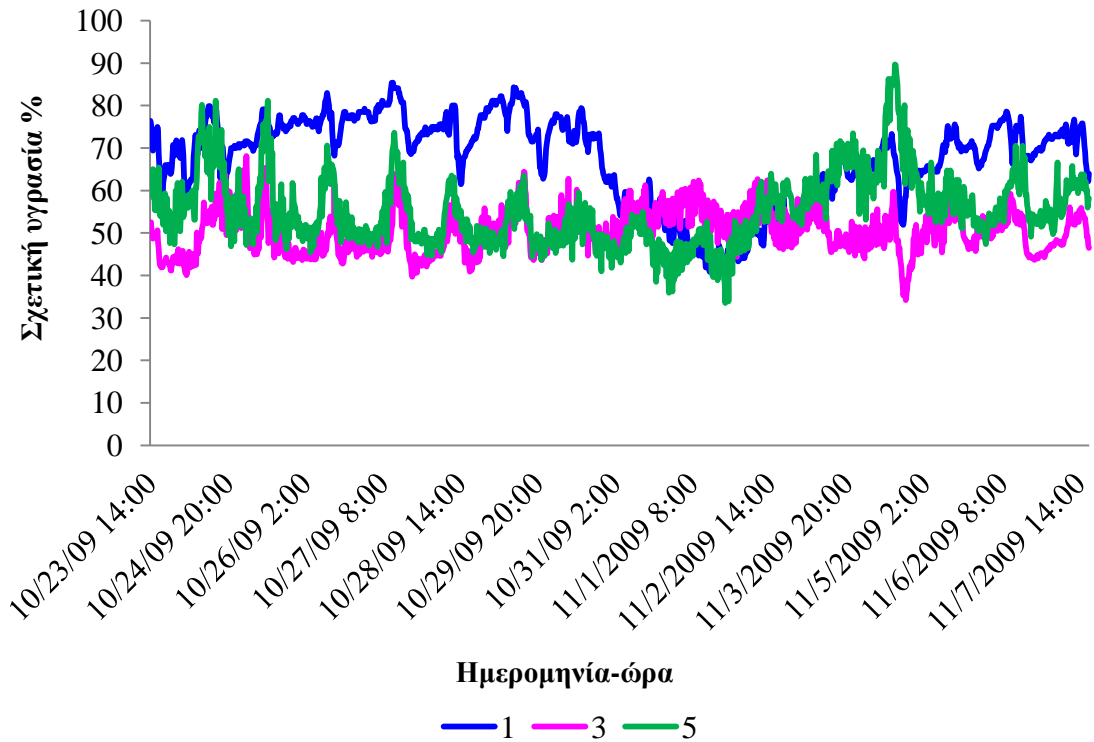
Φθινόπωρο

Κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009, στην κυψέλη “Α1”, η μέση σχετική υγρασία στη θέση “5” ήταν περίπου 55% ενώ στη θέση “1” ήταν 68%. Η αντίστοιχη τιμή της στον αέρα ήταν 75% (Πίν. 40).

Πίνακας 40: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.

από 23-10-2009 έως 7-11-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	39,3	34,2	33,5	60
μέγιστη σχετική υγρασία	85,4	68,1	89,7	83
μέση σχετική υγρασία	67,5 \pm 10,2	50,5 \pm 5,2	55,5 \pm 8,3	75
** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.				

Στο Διάγραμμα 34, φαίνεται πως η υγρασία στη θέση “1” ήταν άστατη, στη θέση “5” ήταν λιγότερο άστατη ενώ στην “3” το εύρος της μεταβολής της ήταν σχετικά πιο μικρό.



Διάγραμμα 34: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.

Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 29.

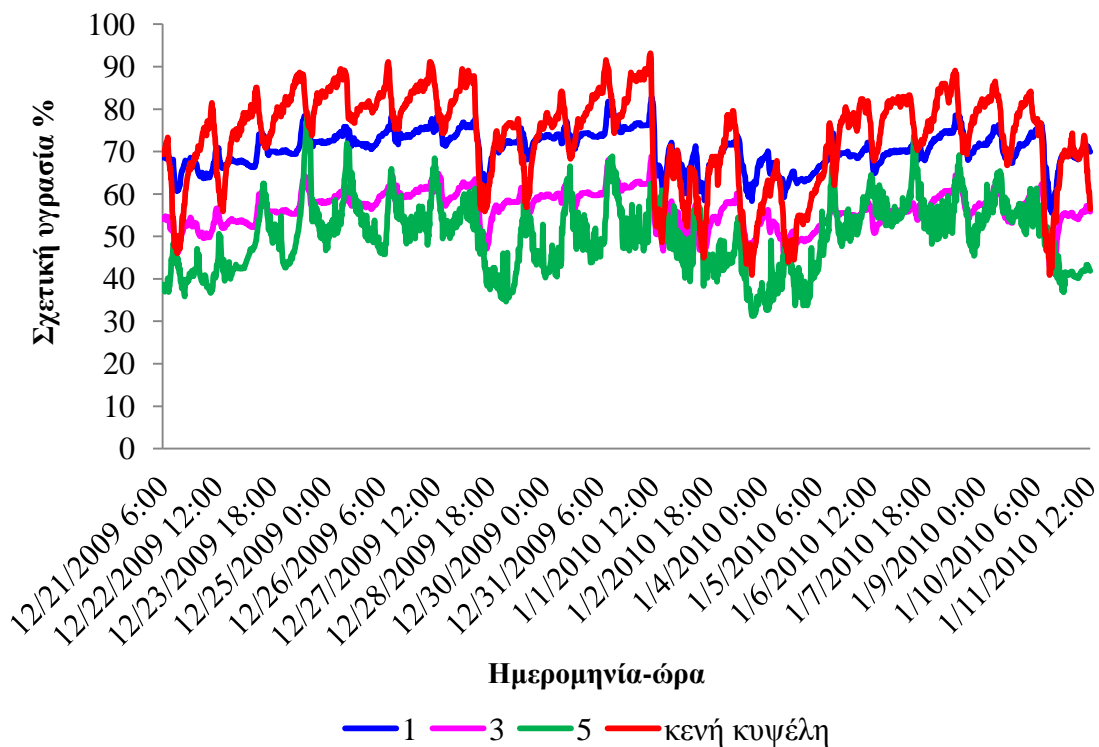
Χειμώνας

Κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010, στην κυψέλη “A1”, η μέση σχετική υγρασία στη θέση “5” ήταν και πάλι μικρότερη σε σχέση με των θέσεων “1” και “3” με τιμή 50%. η σχετική υγρασία στην κενή κυψέλη ήταν 74% (Πίν. 41).

Πίνακας 41: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±ΓΑ) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.

από 21-12-2009 έως 11-1-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	55,5	41,4	31,2	40,9	49,5
μέγιστη σχετική υγρασία	82,7	68,9	79,3	93,2	92,0
μέση σχετική υγρασία	70,4±4,3	56,4±4,3	50,1±8,1	73,6±10,9	74,5
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					

Από το Διάγραμμα 35, προκύπτει πως οι τέσσερις καμπύλες της σχετικής υγρασίας παρουσίαζαν αντίστοιχα μεγάλη διακύμανση ενώ πιο συγκεκριμένα, οι καμπύλες “3” και “5” ήταν πιο κοντά και οι άλλες δύο ήταν πιο απομακρυσμένες μεταξύ τους.



Διάγραμμα 35: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.

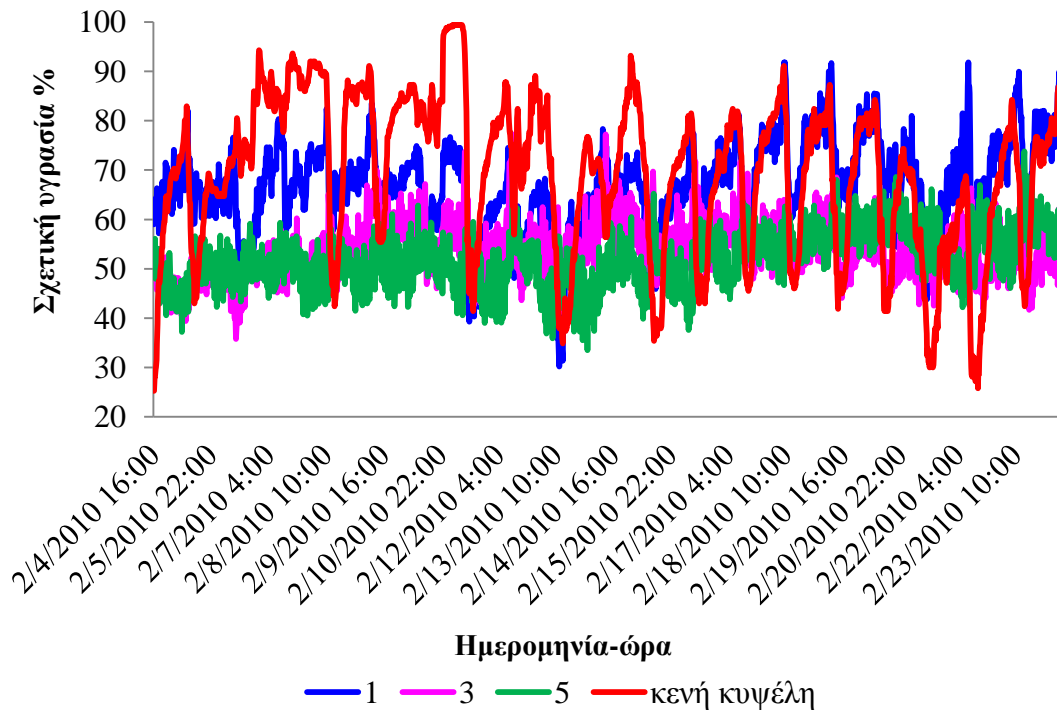
Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, δεν υπήρχε σχεδόν καθόλου γόνος. Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 31.

Κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010, στην κυψέλη “Μ3”, η μέση σχετική υγρασία στη θέση “5” ήταν και πάλι μικρότερη από ότι στις θέσεις “1” και “3”. η τιμή της στην κενή κυψέλη ήταν λίγο ακόμη πιο υψηλή (Πίν. 42).

Πίνακας 42: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” της κυψέλης “Μ3”, στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.

από 4-2-2010 έως 24-2-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	30,2	35,8	33,5	25,3	51
μέγιστη σχετική υγρασία	91,8	77,2	73,8	99,8	90,2
μέση σχετική υγρασία	66,8 \pm 9,2	54,0 \pm 5,8	52,0 \pm 5,8	69,4 \pm 15,7	70,8
* Κενή Κυψέλη					
** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.					

Στο Διάγραμμα 36, φαίνεται πως η σχετική υγρασία στις θέσεις “3” και “5” ήταν πιο σταθερή και χαμηλότερη σε σχέση με της θέσης “1” και της κενής κυψέλης, η οποία δεν παρουσίαζε κάποια συγκεκριμένη τάση, όμοια με ό,τι ίσχυε για την κυψέλη “Α1” κατά το ίδιο χρονικό διάστημα.



Διάγραμμα 36: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.

Η ποσότητα του γόνου και του πληθυσμού κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αναφέρονται στον Πίνακα 33.

2. Σχετική υγρασία των κρηθρών στις θέσεις “1”, “3” και “5” της κυψέλης

Κατά την καταγραφή της σχετικής υγρασίας μέσα στην κυψέλη, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των τεσσάρων εποχών όσο και ανάμεσα στις τρεις θέσεις μέσα στην ίδια κυψέλη. Επιπροσθέτως, η αλληλεπίδραση εποχή*θέση ήταν σημαντική (Πίν. 43).

Πίνακας 43: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τις διάφορες εποχές και θέσεις μέσα στην κυψέλη (βε συνόλου=2255).

πηγή παραλλακτικότητας	df	F	P
εποχή	3	523,9	<0,0001
θέση	2	232,5	<0,0001
εποχή*θέση	6	150,0	<0,0001

Όπως ήταν αναμενόμενο, η υψηλότερη σχετική υγρασία καταγράφηκε το χειμώνα, με εξαίρεση το φθινόπωρο στη θέση “5”, ενώ η χαμηλότερη το καλοκαίρι (Πίν. 44).

Πίνακας 44: Μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις τρεις θέσεις της κυψέλης (“1”, “3”, “5”), για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν (στην ίδια γραμμή, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά - στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο πεζό γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, HSD test για $\alpha=0.05$).

	άνοιξη	καλοκαίρι	φθινόπωρο	χειμώνας	df	F	P
1	50,2±11,0 Ca	37,1±6,3 Db	59,4±11,3 Ba	71,5±6,5 Aa	3	572,3	<0.0001
3	45,4±8,0 Cb	37,4±5,3 Db	47,9±5,6 Bc	51,0±6,8 Ab	3	139,5	<0.0001
5	49,2±9,7 ABa	47,0±6,9 Ba	51,4±7,0 Ab	51,0±7,2 Ab	3	10,4	<0.0001
df	2	2	2	2			
F	12,7	116,3	61,3	912,3			
P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			

Η μέση σχετική υγρασία στις θέσεις “1” και “3” διέφερε στατιστικά σημαντικά σε όλες τις εποχές του πειράματος. Όσο αφορά στη θέση “5”, η σχετική υγρασία την άνοιξη, το φθινόπωρο και το χειμώνα δε διέφερε στατιστικά σημαντικά ενώ η τιμή της κατά το καλοκαίρι ήταν σχεδόν όμοια με της άνοιξης (Πίν. 44).

Όσο αφορά στις εποχές, την άνοιξη η σχετική υγρασία στις θέσεις “1” και “5” ήταν υψηλότερη και διέφερε σημαντικά από της θέσης “3”. Το καλοκαίρι, η θέση “5” είχε την υψηλότερη σχετική υγρασία (47%) που ήταν σημαντικά πιο υψηλή σε σχέση με των θέσεων “1” και “3” (37%). Το φθινόπωρο, και στις τρεις θέσεις η υγρασία

διέφερε σημαντικά ενώ το χειμώνα η θέση “1” είχε πολύ υψηλότερη τιμή, 71%, σε σχέση με τις θέσεις “3” και “5” (51%). Την άνοιξη και το καλοκαίρι, ο αναπτυσσόμενος γόνος χρειάζεται αρκετή υγρασία και έτσι δικαιολογείται η υψηλή της τιμή στη θέση “5” η οποία βρίσκεται στο κέντρο της γονοφωλιάς (Πίν. 44).

3. Σχετική υγρασία των κηρηθρών στις θέσεις “1”, “3” και “5” σε δύο διαφορετικές κυψέλες

Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στη μέση σχετική υγρασία ανάμεσα στις δύο κυψέλες “A1” και “M3”. Κατά μέσο όρο, η κυψέλη “A1” είχε μικρότερη τιμή σε σχέση με την κυψέλη “M3” και συγκεκριμένα η τιμή της στην “A1” ήταν $54,0 \pm 12,2\%$ ενώ η μέση σχετική υγρασία στη “M3” ήταν $56,5 \pm 9,7\%$ (df = 1.3172: $F = 43,0$, σε όλες τις περιπτώσεις $P < 0,0001$).

Επίσης, τόσο η εποχή όσο και η θέση καθώς και όλες οι αλληλεπιδράσεις ήταν σημαντικές (Πίν. 45).

Πίνακας 45: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τις διάφορες εποχές και θέσεις σε δύο κυψέλες (βε συνόλου=3173).

πηγή παραλλακτικότητας	df	F	P
κυψέλη	1	221,1	<0,0001
εποχή	3	970,7	<0,0001
κυψέλη*εποχή	3	46,1	<0,0001
θέση	2	268,0	<0,0001
κυψέλη*θέση	2	109,7	<0,0001
εποχή*θέση	6	201,6	<0,0001
κυψέλη*εποχή*θέση	6	69,8	<0,0001

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 46, η σχετική υγρασία στις τρεις θέσεις των δύο κυψελών, “A1” και “M3”, για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν δεν παρουσίασε κάποια συγκεκριμένη τάση.

Πίνακας 46: Μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις τρεις θέσεις των δύο κυψελών, “A1” και “M3”, για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν (στην ίδια γραμμή, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά - στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο πεζό γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά: HSD test για $\alpha=0.05$).

		άνοιξη	καλοκαίρι	φθινόπωρο	χειμώνας	df	F	P
A1	1	46,5±7,9 Cb	36,5±5,4 Db	67,5±9,9 Ba	71,5±6,5 Aa	3	688,0	<0.0001
	3	46,0±4,7 Bb	37,5±4,7 Cb	50,5±4,1 Ac	51,0±6,8 Ab	3	117,8	<0.0001
	5	55,8±4,3 Aa	49,2±4,3 Ba	55,5±7,4 Ab	51,0±7,2 Bb	3	22,6	<0.0001
	df	2	2	2	2			
	F	72,7	173,0	82,9	912,3			
	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			
M3	1	59,2±6,4 Ca	44,6±6,0 Da	72,5±5,1 Aa	64,5±8,5 Ba	3	199,9	<0.0001
	3	53,8±3,5 Cb	41,7±3,7 Db	65,4±5,1 Ab	58,2±5,6 Bb	3	320,7	<0.0001
	5	57,4±4,0 Aa	42,6±3,9 Cb	53,7±7,1 Bc	53,0±5,5 Bc	3	116,7	<0.0001
	df	2	2	2	2			
	F	26,9	7,8	160,4	227,3			
	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			

Στην κυψέλη “A1”, στη θέση “1”, η σχετική υγρασία διέφερε στατιστικά σημαντικά σε όλες τις εποχές. Στη θέση “3”, το φθινόπωρο και το χειμώνα η τιμή της ήταν περίπου 51%, δηλαδή σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με της άνοιξης και του καλοκαιριού. Τέλος, στη θέση “5”, η τιμή της την άνοιξη και το φθινόπωρο ήταν περίπου 55,5% και διέφερε σημαντικά σε σχέση με του καλοκαιριού και του χειμώνα που είχαν σχεδόν παρόμοια σχετική υγρασία (Πίν. 46).

Όσο αφορά στις διαφορές που παρατηρήθηκαν στην κυψέλη “A1” στις τέσσερις εποχές, την άνοιξη και το καλοκαίρι η σχετική υγρασία στο κέντρο της γονοφωλιάς ήταν αρκετά υψηλότερη σε σχέση με τις θέσεις “1” και “3”. Το φθινόπωρο διέφερε αξιόλογα σε κάθε θέση ενώ το χειμώνα η περιφερειακή κηρήθρα

είχε σχεδόν 20% μεγαλύτερη σχετική υγρασία σε σχέση με τις θέσεις “3” και “5” (Πίν. 46).

Στην κυψέλη “M3”, στις θέσεις “1” και “3” η σχετική υγρασία διέφερε σημαντικά σε όλες τις εποχές του έτους. Στη θέση “5”, την άνοιξη επικρατούσε η μεγαλύτερη υγρασία ενώ η μικρότερη σημειώθηκε το καλοκαίρι. Το φθινόπωρο και το χειμώνα η τιμή της ήταν μεταξύ άνοιξης και καλοκαιριού (Πίν. 46).

Όσο αφορά στις διαφορετικές εποχές στην κυψέλη “M3”, την άνοιξη η μικρότερη σχετική υγρασία σημειώθηκε στη θέση “3” και διέφερε σημαντικά σε σχέση με των θέσεων “1” και “5”. Το καλοκαίρι, η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στη θέση “1” και ήταν μεγαλύτερη κατά περίπου 3% σε σύγκριση με των άλλων δύο θέσεων. Τέλος, όπως διαπιστώθηκε, το φθινόπωρο και το χειμώνα, η σχετική υγρασία σε όλες τις θέσεις διέφερε στατιστικά σημαντικά (Πίν. 46).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

4.1.1 Καταγραφή μελισσιών

Η επιλογή και βελτίωση των μελισσών, βάσει συγκεκριμένων ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών, μπορεί να καταλήξει σε μελίτσια που είναι όμοια και ενδεχομένως καλύτερα από τα αρχικά. Η φυσική σύζευξη επιλεγμένων βασιλισσών και κηφήνων, οδηγεί σε πληθυσμούς που διαθέτουν ποικίλο επιλεγμένο γενετικό υλικό.

Η γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των μελισσιών αποτρέπει σοβαρές προσβολές, π.χ. από *Ascospaera apis*, και βοηθά στην ανάπτυξη του μελισσιού (Tarry, 2003). Επιπλέον, επηρεάζει τον καταμερισμό των εργασιών των μελισσών μέσα στο μελίτσι (Beshers and Fewell, 2001) δημιουργώντας έναν πληθυσμό εργατριών που, στο σύνολό του, πλησιάζει περισσότερο το «μέσο όρο» (Page et al., 1995). Τέλος, σχετίζεται με συμπεριφορές που επηρεάζονται έντονα από το γονότυπο και έχουν σημαντική επίπτωση στο φαινότυπο του μελισσιού, όπως είναι η εξυγιαντική συμπεριφορά (Spivak and Downey, 1998). Εάν δεν υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα στη συμπεριφορά των εργατριών, το μελίτσι δεν εξελίσσεται καθώς δε μπορεί να προσαρμοστεί στις συνθήκες που εναλλάσσονται (Page and Robinson, 1991).

Στην παρούσα διατριβή, η καταγραφή των πειραματικών μελισσιών πραγματοποιήθηκε μελετώντας συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και ύστερα ακολούθησε η αξιολόγησή τους. Επίσης, επιδιώχθηκε η επιλογή βάσει αυτών των χαρακτηριστικών και η μελέτη της δυνατότητας μεταβίβασής τους στους απογόνους· σε όλες τις περιπτώσεις συνέβαινε φυσική σύζευξη. Η επιλογή των βασιλισσών με φυσική σύζευξη έγινε επειδή έχει διαπιστωθεί πως οι βασίλισσες που είναι προϊόν τεχνητής σπερματέγχυσης δεν επιβιώνουν τόσο όσο οι φυσικής σύζευξης ενώ παράγουν λιγότερο γόνο (Harbo and Szabo, 1984).

Τα αποτελέσματα της κάθε καταγραφής χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή βασιλισσών και επιλεγμένων κηφήνων. Προτεραιότητα δόθηκε στα στοιχεία που αφορούσαν στον πληθυσμό, το γόνο, το μέλι, την επιθετικότητα και την τάση σηπουργίας ενώ τα υπόλοιπα θεωρήθηκαν μικρότερης σημαντικότητας (vanEngelsdorp and Otis, 2000). Όσο πιο δυνατό, ήρεμο και παραγωγικό είναι ένα μελίτσι, τόσο πιο αποτελεσματικά μπορεί να ανταπεξέλθει και να αντιμετωπίσει τις δύσκολες καταστάσεις.

Όσο αφορά στην επιθετικότητα, επειδή το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό θεωρείται πως έχει πατρική προέλευση (Guzmán-Novoa et al., 2005), η αντικατάσταση των βασιλισσών και η παράλληλη καταστροφή των κηφνοκελιών των ανεπιθύμητων βασιλισσών κατά τη διαδικασία της βελτίωσης, ενίσχυε την απόκτηση ήρεμων μελισσιών.

Επίσης, σχετικά με την εξυγιαντική συμπεριφορά, η επιλογή των μελισσιών που προέρχονται από βασίλισσες φυσικής σύζευξης με την υψηλότερη ταχύτητα καθαρισμού, σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, δημιουργεί μελίτσια στα οποία η συχνότητα ασθενειών του γόνου είναι μικρότερη. Για το λόγο αυτόν, θα πρέπει μελίτσια με αυξημένη ταχύτητα καθαρισμού του νεκρού τους γόνου να χρησιμοποιούνται ορισμένα για την παραγωγή βασιλισσών και τα υπόλοιπα για την παραγωγή κηφώνων ((Palacio et al., 2000). Έχει διατυπωθεί η άποψη πως η εκδήλωση της εξυγιαντικής συμπεριφοράς είναι μητρικής προέλευσης. Η επιβεβαίωση της συγκεκριμένης άποψης θα ήταν επιθυμητή καθώς με τον τρόπο αυτόν, θα διατηρούνταν η έκφρασή της από το μελίτσι του οποίου οι εργάτριες προέρχονται από μεγάλο αριθμό κηφώνων. Με επιλογή της βασίλισσας επομένως ακόμη και με φυσική σύζευξη, το χαρακτηριστικό θα είχε σταθερή έκφραση όμοια με της μητέρας της (Unger and Guzmán-Novoa, 2010).

Έχει διαπιστωθεί πως μελίτσια *A. mellifera* προσβεβλημένα από *V. destructor*, χωρίς εφαρμογή ακαρεοκτόνου, πέθαναν ύστερα από 1-3 έτη (Korpela et al., 1992, Fries et al., 2006). Για το λόγο αυτόν, θα πρέπει να γίνονται οι κατάλληλοι μελισσοκομικοί χειρισμοί προκειμένου να αποφεύγεται η κατάληξη αυτή.

Λόγω της επικονίασης που επιτελεί η μέλισσα, είναι σημαντικό να βρεθούν τρόποι ελέγχου ή περιορισμού του *Varroa*. Με τον τρόπο αυτόν, θα βελτιωνόταν η σοβαρή κατάσταση που βιώνουν σήμερα οι μελισσοκόμοι, θα ενισχύονταν οικονομικά σημαντικές καλλιέργειες που απαιτούν επικονίαση και γενικά θα επωφελούνταν το φυσικό οικοσύστημα. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη μια αξιολογη έρευνα προκειμένου να παραχθεί η απαραίτητη γνώση για μια αποτελεσματική και βιώσιμη στρατηγική ελέγχου του πιο σημαντικού εχθρού των μελισσών (Dietemann, 2012).

Τέλος, επειδή έχει διαπιστωθεί πως το *Nosema* παρεμποδίζει την έκκριση βασιλικού πολτού από τους υποφαρυγγικούς αδένες (Lindauer, 1953, Allen, 1958) με

την αντικατάσταση των βασιλισσών επιτυγχάνεται αντικατάσταση του πληθυσμού, εκτροφή του γόνου από υγιείς παραμάνες και περιορισμός της προσβολής.

4.1.2 Αξιολόγηση, επιλογή και βελτίωση βασιλισσών

Στην περίπτωση της μέλισσας, η αξία που έχει η βελτίωση είναι πολύ πιο δύσκολο να εκτιμηθεί σε σχέση με άλλων παραγωγικών ζώων καθώς τα χαρακτηριστικά των μελισσιών είναι η έκφραση συνδυασμένων ενεργειών της βασίλισσας και των εργατριών τους.

Όσο αφορά στην ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες, ιδιαίτερα στο άκαρι *Varroa*, ο στόχος ενός προγράμματος βελτίωσης είναι να προκύψουν μελίτσια ικανά να επιβιώνουν χωρίς εφαρμογή ακαρεοκτόνων στις εκάστοτε περιβαλλοντικές συνθήκες και σε ένα συγκεκριμένο σύστημα μελισσοκομικής διαχείρισης. Δεν πρόκειται δηλαδή για κάποιο απόλυτα καθαρό χαρακτηριστικό αλλά για το αποτέλεσμα επιτυχημένων αλληλεπιδράσεων που εφαρμόζονται στο συγκεκριμένο περιβάλλον.

Οι επιλεγμένες βασίλισσες των μελισσιών με τους αριθμούς “3”, “14” και “21”, είχαν πολύ καλή κατάταξη όσο αφορά στον πληθυσμό, την ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης, την επιθετικότητα και την εξυγιαντική συμπεριφορά. Επίσης, οι προσβολές τους από το άκαρι και το μικροσπορίδιο ήταν σε επίπεδο πιο χαμηλό σε σχέση με το επίπεδο επέμβασης. Ειδικά στην περίπτωση της βασίλισσας “14”, μία απόγονός της η “28” είχε πάρα πολύ καλή απόδοση τόσο το 2010 όσο και το 2011, γι αυτό και χρησιμοποιήθηκε για την παραλαβή γόνου για επόμενες βασιλοτροφίες που πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο.

Όπως διαπιστώνεται, η κατάταξη των επιλεγμένων βασιλισσών το επόμενο έτος, δηλαδή των βασιλισσών “3q”, “14q” και “21q”, ήταν αρκετά χαμηλά ειδικά όσο αφορά στην απόδοσή τους σε πληθυσμό και σε ποσότητα γόνου. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι ύστερα από ένα έτος η ωοτοκία της βασίλισσας αρχίζει να περιορίζεται με άμεση επίπτωση στο μέγεθος του πληθυσμού και βέβαια στη δυναμικότητα του μελισσιού. Για το λόγο αυτόν, θα πρέπει να συστήνεται στους μελισσοκόμους η τακτική αντικατάσταση των βασιλισσών, κάθε 2-3 έτη ανάλογα με την απόδοσή τους, ώστε τα μελίτσια να είναι δυνατά και αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση των δυσχερειών.

Στην Ευρώπη, σε μελίσηια στα οποία δε γίνεται κάποια επέμβαση διαπιστώνονται αυξημένα επίπεδα ανθεκτικότητας στο *Varroa*. Στη σύγχρονη όμως άσκηση της μελισσοκομίας, είναι σύνηθες φαινόμενο η χρήση ακαρεοκτόνων και η αντικατάσταση των βασιλισσών από άλλες που θεωρούνται ανθεκτικές. Η ανθεκτικότητα στο άκαρι θα πρέπει να εφαρμοστεί σε ένα ευρύτερης κλίμακας πρόγραμμα βελτίωσης στο οποίο θα επιλέγονται συγκεκριμένοι χαρακτήρες και θα υπάρχει μια εποικοδομητική συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων (Büchler et al., 2010).

Ο στόχος των συγκεκριμένων πειραμάτων ήταν η δημιουργία μελισσιών τα οποία θα ήταν καλύτερα ή τουλάχιστον αντίστοιχα με τα μητρικά που είχαν επιλεγεί. Πράγματι, στις περισσότερες περιπτώσεις, οι βασίλισσες που προέκυψαν ήταν καλύτερες από τη μητέρα τους. Μπορούμε λοιπόν να καταλήξουμε στο συμπέρασμα πως είναι εφικτό, ακόμη και σε επίπεδο μελισσοκόμου, να επιτευχθεί μία βελτίωση των μελισσιών μας. Αυτό μπορεί να γίνει με την απομάκρυνση ανεπιθύμητων και την επικράτηση επιθυμητών χαρακτηριστικών εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα βελτίωσης όμοιο με αυτό που ακολουθήθηκε στην παρούσα μελέτη.

4.2 Διάρκεια διαφόρων σταδίων ανάπτυξης της μέλισσας

Από όσα είναι γνωστά μέχρι σήμερα, πρόκειται για την πρώτη λεπτομερή μελέτη που ασχολείται με τη διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου της *A. m. macedonica*, σε συγκεκριμένες εποχές του έτους. Παλαιότερες μελέτες είχαν δώσει το πρότυπο σχετικά με άλλα είδη μελισσών.

Παράλληλα με τον προσδιορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου, που είναι το κρίσιμότερο στάδιο για την ανάπτυξη του *Varroa*, συλλέχθηκαν και επιπλέον στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά αφορούσαν στον προσδιορισμό του ακριβούς αριθμού των αυγών που εναπόθεσαν οι βασίλισσες, της διάρκειας του διαστήματος από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού και τέλος της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της *A. m. macedonica*.

Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί πως προκειμένου η ωοτοκία της βασίλισσας να είναι καθορισμένη, περιορίστηκε σε κηρήθρα που τοποθετήθηκε μέσα σε πλαισιοθήκη για 24 h. Αυτό, είχε ως αποτέλεσμα οι παραπάνω ακριβείς διάρκειες, με εξαίρεση τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου, να έχουν μία απόκλιση 0-24 h.

Η ανάπτυξη της ανήλικης εργάτριας περιλαμβάνει το στάδιο του αυγού, με διάρκεια 72 h (3 ημέρες), το στάδιο από την εκκόλαψη της προνύμφης από το αυγό μέχρι το σφράγισμα του κελιού που το περιέχει με διάρκεια 144 h (6 ημέρες) και το στάδιο του σφραγισμένου γόνου με διάρκεια 288 h (12 ημέρες). Επομένως, η συνολική διάρκεια ανάπτυξής της πραγματοποιείται σε 504 h (21 ημέρες) (Morse and Flottum, 1990).

Τα παραπάνω χρονικά διαστήματα είναι σταθερά γιατί οι μέλισσες φροντίζουν η θερμοκρασία της γονοφωλιάς τους να είναι σταθερή στους 34,5°C. Έχει βρεθεί ότι ο χρόνος ανάπτυξής τους ελέγχεται από γενετικούς παράγοντες ενώ με μετρήσεις της κληρονομικότητας έχει διαπιστωθεί ότι ένα πρόγραμμα επιλογής με στόχο τη μείωση της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου είναι αρκετά εφικτό (Harbo, 1992).

4.2.1 Αυγά

Τα αυγά που εναπόθεσαν οι βασίλισσες δεν κατέληξαν όλα σε εργάτρια αλλά υπήρχε ένα αξιόλογο ποσοστό τους, 20,6%, που απομακρύνθηκε από τα κελιά τους είτε πριν το σφράγισμα (13,4%) είτε μετά από αυτό (7,2%). Οι ακριβείς λόγοι που οδήγησαν σε αυτό το φαινόμενο δεν προσδιορίστηκαν ωστόσο μπορεί να γίνει η υπόθεση πως οι προνύμφες που θα προέκυπταν από τα αυγά που απομακρύνθηκαν δε θα ήταν υγιείς. Προκύπτει λοιπόν το συμπέρασμα ότι οι εργάτριες φροντίζουν με κάθε τρόπο ο πληθυσμός του μελισσιού τους να αποτελείται από υγιή και εύρωστα άτομα.

Ο αριθμός των αυγών την άνοιξη (8.322) ήταν πολύ μεγαλύτερος από τις άλλες δύο εποχές καθώς την άνοιξη το μελίτσι αρχίζει να αναπτύσσεται δηλαδή έχει περισσότερο γόνο, αυξάνεται ο πληθυσμός του ενώ συλλέγει και αποθηκεύει μεγαλύτερη ποσότητα τροφής. Επομένως, χρειάζεται περισσότερες εργάτριες για να μπορέσει να αξιοποιήσει πιο αποτελεσματικά την αφθονία τροφής που υπάρχει αυτή την εποχή στη φύση.

Το καλοκαίρι καταμετρήθηκε ο μικρότερος αριθμός αυγών (2.432) επειδή είναι η περίοδος κατά την οποία η αυξημένη θερμοκρασία, που σε κάποιες περιπτώσεις χαρακτηρίζεται και ως καύσωνας, περιορίζει το ρυθμό ωοτοκίας. Τέλος, κατά το φθινόπωρο η βασίλισσα ωοτόκησε σε αρκετά κελιά (3.596) γιατί είναι η εποχή κατά

την οποία το μελίσι χρειάζεται να αντικαταστήσει τον πληθυσμό του καθώς προετοιμάζεται για να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά τον επερχόμενο χειμώνα.

Σε ό,τι αφορά στη θέση, δεν παρατηρήθηκε κάποια ιδιαίτερη τάση ωστόσο ο μεγαλύτερος αριθμός αυγών (5.186) εναποτέθηκε στο κέντρο της γονοφωλιάς ("5"). Όπως αποδεικνύεται και στη συνέχεια, στο κέντρο της γονοφωλιάς οι συνθήκες ανάπτυξης του γόνου διατηρούνταν πιο σταθερές με αποτέλεσμα η βασίλισσα να επέλεγε, κατά προτεραιότητα, να ωτοκεί στη θέση αυτή.

4.2.2 Διάρκεια ανάπτυξης του γόνου από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού

Σε πειράματα που είχαν πραγματοποιήσει οι Rosenkranz and Engels (1994) διαπίστωσαν πως σε μελίσια με «Αφρικανοποιημένες» μέλισσες και σε μελίσια που ανήκαν στο υποείδος *A. m. carnica*, η πλειοψηφία των κελιών σφραγιζόταν σε 170-179 h, δηλαδή 7,08-7,46 ημέρες μετά την ωτοκία. Ωστόσο, στο μεγαλύτερο ποσοστό τους τα κελιά των «Αφρικανοποιημένων» μελισσών ήταν ήδη σφραγισμένα 10 h νωρίτερα και σε ένα μικρό ποσοστό μελισσιών *A. m. carnica* το ξεσφράγισμα πραγματοποιούνταν 10-20 h αργότερα. Τα παραπάνω αποτελέσματα τους οδήγησαν στο συμπέρασμα πως σημειώνεται σημαντική διακύμανση όσο αφορά στη διάρκεια της περιόδου από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού τόσο μέσα στο ίδιο μελίσι όσο και μεταξύ των μελισσιών.

Σε πειράματα που πραγματοποίησε ο Harbo (1992) με *A. mellifera* και αφορούσαν στην επιλογή μελισσών για πιο σύντομη διάρκεια προνυμφικού και νυμφικού σταδίου παρατήρησε πως η μέση διάρκεια (\pm TA) για το προνυμφικό στάδιο ήταν $114,5 \pm 4,3$ h ($4,77 \pm 0,18$ ημέρες) ενώ για το σφραγισμένο γόνο ήταν $285,4 \pm 5,1$ h ($11,89 \pm 0,21$ ημέρες). Αν θεωρηθεί ως δεδομένο πως το στάδιο του αυγού διαρκεί τρεις ημέρες, προκύπτει πως η διάρκεια μέχρι το σφράγισμα ήταν περίπου $186,72$ h ($7,78$ ημέρες).

Στην παρούσα διατριβή, η διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων μελισσών από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού διέφερε στατιστικά σημαντικά τόσο σε επίπεδο εποχής όσο και σε επίπεδο θέσης. Η ελάχιστη τιμή της στο σύνολο των εποχών ήταν 163 h ($6,79$ ημέρες), η μέγιστη τιμή 236 h ($9,83$ ημέρες) και η μέση τιμή (\pm TA) ήταν $186,66 \pm 11,37$ h ($7,78 \pm 0,47$ ημέρες). Πιο συγκεκριμένα, η διάρκεια το καλοκαίρι κυμάνθηκε μεταξύ 164 - 214 h ($6,83$ - $8,92$ ημέρες), το φθινόπωρο μεταξύ

163-236 h (6,79-9,83 ημέρες) και την άνοιξη μεταξύ 168-217 h (7,00-9,04 ημέρες). Οι αντίστοιχες μέσες τιμές της ήταν $188,9 \pm 7,51$ h (7,87 \pm 0,31 ημέρες), $186,56 \pm 13,4$ h (7,77 \pm 0,56 ημέρες) και $185,59 \pm 11,47$ h (7,73 \pm 0,48 ημέρες).

Όσο αφορά στις διαφορετικές θέσεις, η διάρκεια στη θέση “3” κυμάνθηκε μεταξύ 166-226 h (6,92-9,42 ημέρες), στη θέση “5” μεταξύ 164-236 h (6,83-9,83 ημέρες) και στην “7” μεταξύ 163-202 h (6,79-8,42 ημέρες). Οι αντίστοιχες μέσες τιμές της ήταν $186,48 \pm 12,20$ h (7,77 \pm 0,51 ημέρες), $189,56 \pm 10,44$ h (7,9 \pm 0,43 ημέρες) και $184,12 \pm 10,43$ h (7,67 \pm 0,43 ημέρες).

Ο χρόνος που μεσολάβησε από το πρώτο μέχρι το τελευταίο σφράγισμα στην περίπτωση του καλοκαιριού και της άνοιξης, που υπήρχαν και οι περισσότερες προνύμφες, διήρκησε περίπου 48 h (2 ημέρες) ενώ του φθινοπώρου ήταν περίπου 72 h (3 ημέρες). Διαπιστώνεται λοιπόν πως το εύρος διακύμανσης του συγκεκριμένου διαστήματος ήταν πιο σύντομο κατά μία ημέρα το καλοκαίρι και την άνοιξη. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στον αυξημένο αριθμό παραμάνων που περιποιούνται το γόνιο, στην αφθονία της τροφής που υπάρχει διαθέσιμη αλλά και στις ευνοϊκότερες καιρικές συνθήκες σχετικά με το φθινόπωρο.

Η ομαδοποίηση της διάρκεια αυτής σε 10-ωρα διαστήματα αποδεικνύει πως και στις τρεις εποχές και στις τρεις θέσεις, ο μεγαλύτερος αριθμός κελιών σφραγίστηκε σε διάστημα 190-200 h (7,92-8,33 ημέρες) μετά την ωτοκία ενώ πολλά ήταν και τα κελιά που σφραγίστηκαν σε διάστημα 170-180 h, (7,08-7,50 ημέρες).

Όπως προκύπτει, στο υποείδος *A. m. macedonica* αρκετά κελιά σφραγίζονταν σε χρόνο σχεδόν ίσο με της *A. m. carnica* μετά την ωτοκία. Αξιόλογο ήταν και το ποσοστό των κελιών που σφραγίζονταν σε χρόνο ίσο με τη μέση διάρκεια των μελισσών τόσο των πειραμάτων των Rosenkranz and Engels (1994) όσο και του Harbo (1992).

Το ποσοστό των κελιών που σφραγίστηκαν την άνοιξη ήταν το μεγαλύτερο ενώ το καλοκαίρι το μικρότερο. Πιο αναλυτικά, την άνοιξη περίπου το 47% των κελιών σφραγίστηκαν και ξεσφραγίστηκαν την ημέρα ενώ το φθινόπωρο, περίπου το 29%. Το καλοκαίρι το ποσοστό ήταν ακόμη μικρότερο, 24%. Όσο αφορά στη θέση, το ποσοστό σφραγίσματος ήταν μεγαλύτερο στη θέση “3” και μικρότερο στην “5”. Πιο αναλυτικά, στη θέση “3” από ποσοστό αυγών ίσο με 40% προέκυψαν μέλισσες ενώ στη θέση “5” το ποσοστό ήταν 29% και στη θέση “7” ήταν 31%. Από τα υπόλοιπα

αυγά, προέκυψαν επίσης εργάτριες οι οποίες όμως είτε σφραγίστηκαν είτε ξεσφραγίστηκαν κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Επομένως, διαπιστώνεται πως την άνοιξη, οπότε και εναποτέθηκε μεγαλύτερος αριθμός αυγών και το μελίτσι βρίσκεται σε έντονη δραστηριότητα, σφραγίστηκαν και ξεσφραγίστηκαν την ημέρα τα περισσότερα κελιά ενώ όσο αφορά στη θέση δε σημειώθηκε κάποια συγκεκριμένη προτίμηση. Ο πληθυσμός κατά την άνοιξη είναι αυξανόμενος, οι καιρικές συνθήκες βελτιώνονται ενώ υπάρχει αφθονία τροφής με συνέπεια οι παραμάνες να μπορούν να περιποιηθούν μεγάλη ποσότητα γόνου.

4.2.3 Διάρκεια σφραγισμένου γόνου

Αρκετές είναι οι εργασίες που αφορούν στον προσδιορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου, σε διάφορα είδη μελισσών. Έχει βρεθεί πως εργάτριες του υποείδους *A. m. carnica* ενηλικιώνονταν σε 280,8-300 h (11,7-12,5 ημέρες) από το σφράγισμα του κελιού (Moritz, 1985, Schousboe, 1986) ενώ εργάτριες *A. m. capensis* σε 230,4±1,68 h (9,6±0,07 ημέρες) (Moritz and Hänel, 1984). Σε άλλα πειράματα διαπιστώθηκε πως η *A. m. mellifera* ξεσφραγίστηκε σε 285,84±7,2 h (11,91±0,3 ημέρες) ενώ η *A. m. ligustica* σε 294,24±12 h (12,26±0,5 ημέρες) από το σφράγισμα του κελιού (Le Conte and Cornuet, 1988).

Οι Rosenkranz and Engels (1994) διαπίστωσαν πως η έξοδος της ενήλικης μέλισσας *A. cerana* συνέβαινε 270 h (11,25 ημέρες) από το σφράγισμα του κελιού ενώ η *A. m. ligustica* σε 285 h (11,88 ημέρες). Επίσης, παρατήρησαν ότι η *A. m. carnica* χρειαζόταν 284 h (11,83 ημέρες) και η *A. m. capensis* 269 h (11,21 ημέρες). Σύμφωνα με τον Bienefeld (1996), η *A. m. carnica* είχε διάρκεια σφραγισμένου γόνου περίπου 8 h μεγαλύτερη δηλαδή 291,5±12,8 h (12,15±0,53 ημέρες).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, το υποείδος *A. m. macedonica* παρουσιάζει ένα διαφορετικό πρότυπο σχετικά με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου του, σε σχέση με τα υποείδη τα οποία προαναφέρθηκαν. Γενικά, σύμφωνα με τα ευρήματα της διατριβής, υπάρχουν διαφορετικές τάσεις στη διάρκεια που καταμετρείται σε μία εποχή, ενώ οι διαφορές μεταξύ εποχών είναι επίσης αξιόλογες. Γι αυτό, η εποχή μπορεί να θεωρηθεί ως μία σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει τη διάρκεια και συνεπώς τη ζωή του ακάρεως *Varroa*.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω αναφορές, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η τιμή του χαρακτηριστικού αυτού κυμαίνεται μεταξύ διαφόρων τιμών και διαφέρει από την κοινά αποδεκτή διάρκεια των 288 h που αντιστοιχούν σε 12 ημέρες (Jay, 1962). Η διάρκεια ποικίλει μεταξύ των εποχών και των θέσεων και συγκεκριμένα από την ελάχιστη τιμή 267 h (11,13 ημέρες) κατά την άνοιξη και στη θέση “3” έως τη μέγιστη τιμή 383,5 h (15,98 ημέρες) κατά το φθινόπωρο στη θέση “7” της κυψέλης, ενώ η μέση τιμή ήταν $317,24 \pm 14,81$ h ($13,22 \pm 0,62$ ημέρες).

Οι παρατηρήσεις της μελέτης έδειξαν πως περιβαλλοντικές παράμετροι, κυρίως η εποχή, επηρεάζουν τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου. Συγκεκριμένα, η μέση διάρκεια (\pm TA) το καλοκαίρι ήταν $314,38 \pm 7,4$ h ($13,1 \pm 0,31$ ημέρες), το φθινόπωρο $331,38 \pm 18,58$ h ($13,81 \pm 0,77$ ημέρες) και την άνοιξη $310,04 \pm 6,86$ h ($12,92 \pm 0,29$ ημέρες). Η διάρκεια αυτή κατά το φθινόπωρο ήταν μεγαλύτερη από το καλοκαίρι και την άνοιξη, ενώ κατά το καλοκαίρι μεγαλύτερη από την άνοιξη.

Οι παραπάνω διαφορές μπορούν να ερμηνευτούν από το γεγονός ότι η οντογένεση του ποικιλόθερμου γόνου της μέλισσας, διαρκεί περισσότερο υπό χαμηλές θερμοκρασίες (Büchler and Drescher, 1990). Οι εργάτριες που παράγονται το φθινόπωρο είναι διαφορετικές από εκείνες που προκύπτουν τις άλλες εποχές του έτους και έχουν μεγάλες ποσότητες λιπιδίων σωμάτων (Χαριζάνης, 1996). Ο λόγος είναι πως θα πρέπει να ανταπεξέλθουν επιτυχώς στις αντίξοες συνθήκες του χειμώνα, σε αντίθεση με τις εργάτριες των άλλων εποχών του χρόνου που χρειάζεται να επιβιώσουν μόνο για μερικές εβδομάδες. Με τον τρόπο αυτόν, ίσως μπορεί να ερμηνευτεί η μεγαλύτερη διάρκεια σφραγισμένου γόνου που σημειώθηκε κατά το φθινόπωρο.

Το καλοκαίρι, το εύρος των τιμών που είχε η συγκεκριμένη περίοδος ήταν 285,75-346 h (11,91-14,42 ημέρες), το φθινόπωρο ήταν 278,5-383,5 h (11,6-15,98 ημέρες) ενώ την άνοιξη ήταν 267-380 h (11,13-15,83 ημέρες). Το εύρος διακύμανσης του συγκεκριμένου σταδίου στην περίπτωση του καλοκαιριού ήταν 60 h (2,5 ημέρες), του φθινοπώρου 105 h (περίπου 4 ημέρες) ενώ της άνοιξης ήταν 113 h (περίπου 5 ημέρες).

Το καλοκαίρι, παράγοντες όπως είναι η ευνοϊκή θερμοκρασία, οι μη απαγορευτικές για το γόνο διαφορές της μεταξύ ημέρας και νύχτας, η αυξημένη διαθεσιμότητα τροφής και ο αυξημένος αριθμός παραμάνων που περιποιούνταν το γόνο είχε ως συνέπεια η διαδικασία του ξεσφραγίσματος να ολοκληρωνόταν πιο

σύντομα. Όσο μεγαλύτερος ήταν ο πληθυσμός του μελισσιού, τόσο πιο ικανοποιητικά ρύθμιζε τις θερμοϋγρομετρικές συνθήκες μέσα στην κυψέλη και τόσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των εργατριών που περιποιούνταν το γόνο του.

Όσο αφορά στο φθινόπωρο, υπήρχαν κάποιες παράμετροι που είχαν ως συνέπεια το ξεσφράγισμα να εξελίσσεται με πιο αργό ρυθμό. Οι παράμετροι αυτές ήταν το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος που παρεμπόδιζε σχετικά την ανάπτυξη του γόνου και η έλλειψη τροφής στην περιοχή που πραγματοποιήθηκε το πείραμα που περιελάμβανε κυρίως χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*), ακονιζιά (*Inula viscosa*) και φοίνικα (*Phoenix* sp.).

Τέλος, κατά την άνοιξη η ανάπτυξη του γόνου καθυστερούσε αρκετά γιατί ο πληθυσμός ήταν αυξανόμενος, το ποσοστό των παραμάνων ήταν ακόμη μικρό, υπήρχε μεγάλος αριθμός αυγών και σημειωνόταν μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ ημέρας και νύχτας. Συνεπώς, ο πληθυσμός δεν ήταν ακόμη επαρκής για να σταθεροποιήσει τις θερμοϋγρομετρικές συνθήκες της γονοφωλιάς. Καθώς η ωστοκία της βασίλισσας την άνοιξη ήταν αυξανόμενη, τις νυχτερινές ώρες που η θερμοκρασία μειωνόταν, υπήρχε ποσότητα γόνου που δεν καλυπτόταν ικανοποιητικά από μέλισσες με συνέπεια η θερμοκρασία του να μειώνεται και να αυξάνεται η διάρκεια ανάπτυξής του.

Ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ο μεγαλύτερος αριθμός κελιών παρέμεινε σφραγισμένος για 310-320 h (12,92-13,33 ημέρες), την άνοιξη τα περισσότερα κελιά σφραγίστηκαν για 300-310 h (12,5-12,92 ημέρες) δηλαδή για μικρότερο χρονικό διάστημα. Όσο αφορά στις θέσεις, ο μεγαλύτερος αριθμός κελιών παρέμεινε σφραγισμένος για 310-320 h (12,92-13,33 ημέρες).

Επίσης, σημαντικές είναι και οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των τριών θέσεων μέσα στην κυψέλη. Η μέση διάρκεια (\pm TA) στη θέση “3” ήταν $314,92 \pm 12,23$ h ($13,12 \pm 0,51$ ημέρες), στη θέση “5” ήταν $319,44 \pm 15,7$ h ($13,31 \pm 0,65$ ημέρες) ενώ στην “7” ήταν $318,2 \pm 16,52$ h ($13,26 \pm 0,69$ ημέρες). Το εύρος τιμών για την κηρήθρα “3” ήταν 267-377 h (11,13-15,71 ημέρες), για την “5” ήταν 289-380,25 h (12,04-15,84 ημέρες) και για την “7” ήταν 280-383,5 h (11,67-15,98 ημέρες). Το πείραμα οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου στη θέση “5” ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τις άλλες δύο θέσεις, παρόλο που βρισκόταν στο κέντρο της γονοφωλιάς, σε όλες τις εποχές που μελετήθηκαν.

Παραδόξως, η διάρκεια του συγκεκριμένου διαστήματος στην κηρήθρα που βρισκόταν στο κέντρο της γονοφωλιάς ήταν πιο μεγάλη σε σύγκριση με των άλλων δύο κηρηθρών ωστόσο, το συγκεκριμένο φαινόμενο επαναλαμβανόταν. Επειδή οι κηρήθρες τοποθετούνταν σε πλαισιοθήκη, για να εκτιμηθεί η επίδρασή της πραγματοποιήθηκε σχετικό πείραμα. Όπως αποδείχθηκε, η πλαισιοθήκη δεν επηρέαζε τις θερμοϋγρομετρικές συνθήκες ανάπτυξης του γόνου καθώς οι μέλισσες μπορούσαν να εισέρχονται σε αυτή και να περιποιούνται το γόνο. Επίσης, επιτρεπόταν η σωστή κυκλοφορία του αέρα με συνέπεια ο γόνος να θερμαίνεται επαρκώς. Περαιτέρω πειραματική εργασία απαιτείται προκειμένου να εξετασθεί η βάση αυτής της υπόθεσης.

Η καταγραφή της θερμοκρασίας και της υγρασίας στο εσωτερικό της πλαισιοθήκης έδειξε πως όταν στην κηρήθρα της πλαισιοθήκης δεν υπήρχε γόνος, η ελάχιστη θερμοκρασία ήταν πιο χαμηλή και η μέγιστη πιο υψηλή σε σχέση με τις υπόλοιπες κηρήθρες. Παράλληλα, στις κηρήθρες που βρίσκονταν εκτός πλαισιοθήκης και υπήρχε συνέχεια γόνος, η τιμή της ήταν σχεδόν 34,5°C. Συνεπώς, η ύπαρξη της πλαισιοθήκης δεν παρεμπόδιζε τις εργάτριες στη θερμορρύθμιση της κηρήθρας αλλά ο καθοριστικός παράγοντας ήταν ο γόνος. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, η σχετική υγρασία δε διαπιστώθηκε να επηρεάζεται από την ύπαρξη της πλαισιοθήκης.

Με στόχο την εξακρίβωση της επίδρασης της παρουσίας γόνου σε μία κυψέλη στη ρύθμιση των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών της πραγματοποιήθηκε ένα συμπληρωματικό πείραμα. Όπως προέκυψε, η θερμοκρασία στην κυψέλη που είχε γόνο ήταν σε κάθε περίπτωση υψηλότερη σε σχέση με τη θερμοκρασία της κυψέλης που δεν είχε γόνο. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, δεν παρατηρήθηκε κάποια τάση όσο αφορά στη σχετική υγρασία.

Όπως αποδείχθηκε και με τα καταγραφικά όργανα, η θέση “5” είχε τις πιο σταθερές συνθήκες μέσα στην κυψέλη. Επομένως, μόλις η κηρήθρα μεταφερόταν στο εργαστήριο για τη λήψη της παρατήρησης, ο γόνος που αναπτυσσόταν σε αυτή, βίωνε τη μεγαλύτερη μείωση θερμοκρασίας συγκριτικά με το γόνο που υπήρχε στις περιφερειακές κηρήθρες στις οποίες η θερμοκρασία ήταν συνήθως λίγο πιο χαμηλή και λιγότερο σταθερή. Γι αυτό ενδεχομένως, η διάρκεια στη θέση “5” ήταν η μεγαλύτερη.

Σύμφωνα με τους Rosenkranz and Engels (1994), γενετικοί παράγοντες επηρεάζουν σημαντικά τη διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου μελισσών

που ζουν σε εντελώς διαφορετικά κλίματα. Επιπλέον, η θερμοκρασία της γονοφωλιάς είναι άλλος ένας παράγοντας που επηρεάζει αυτή τη διάρκεια ενώ αύξηση θερμοκρασίας ακόμη και ίση με 1°C μπορεί να προκαλέσει μείωση της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου κατά μισή ημέρα (Rosenkranz, 1988). Σύμφωνα με τον Bienefeld (1996), η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου δεν επηρεάζεται μόνο από το γενετικό υλικό του εργατικού γόνου αλλά και από όλο το μελίσι που περιποιείται τον αναπτυσσόμενο γόνο, τόσο πριν όσο και μετά το σφράγισμα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, το σφράγισμα και το ξεσφράγισμα δε συνέβαιναν σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο κατά τη διάρκεια της ημέρας, δηλαδή πρωί, μεσημέρι ή βράδυ, αλλά καθ' όλη τη διάρκειά της.

Το σφράγισμα του κελιού μιας εργάτριας πραγματοποιείται από τις εργάτριες-παραμάνες ενώ το ξεσφράγισμα από την ίδια την εργάτρια. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, όσο αφορά στην ώρα του σφραγίσματος, παρατηρήθηκε πως το φθινόπωρο και την άνοιξη οι μέλισσες σφράγιζαν τα κελιά κατά προτίμηση μετά το μεσημέρι οπότε οι θερμοκρασίες ήταν πιο ευνοϊκές και η δραστηριότητα των μελισσών ήταν πιο έντονη. Όσο αφορά στο καλοκαίρι, το σφράγισμα συνέβαινε σε όλη τη διάρκεια της ημέρας, με μία μικρή πτώση κατά τις μεσημβρινές ώρες οπότε και η θερμοκρασία ήταν πιο υψηλή και η δραστηριότητά τους περιοριζόταν.

Όσο αφορά στην ώρα του ξεσφραγίσματος, και στις τρεις θέσεις και κατά τις τρεις εποχές του έτους, ο μεγαλύτερος αριθμός κελιών ξεσφραγίστηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις τα λιγότερα κελιά ξεσφραγίστηκαν κατά τις πρωινές ώρες οπότε και η θερμοκρασία ήταν πιο χαμηλή.

Οι παραμάνες, σφραγίζουν το κελί ως αντίδραση σε φερομόνες που εκκρίνονται από την προνύμφη (Le Conte et al., 1990). Συνεπώς, η ακριβής στιγμή του σφραγίσματος ενός κελιού, εξαρτάται από τις ενήλικες εργάτριες ενώ η στιγμή του αντίστοιχου ξεσφραγίσματος εξαρτάται από τη νεαρή εργάτρια. Ο πιο σημαντικός παράγοντας της επίδρασης που έχει το μελίσι στο οποίο ανήκει η μέλισσα μόλις εξέρχεται από το κελί της είναι η θερμορρύθμιση του μελισσιού και έχει αποδειχθεί ότι καθορίζεται μερικώς γενετικά (Nuñez, 1979, Rosenkranz and Engels, 1994).

Παράγοντες όπως είναι η τροφή, η υγρασία και το είδος, που είναι κοινά στο πείραμα, μπορεί να επηρεάζουν με κάποιο τρόπο τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου, η μεταφορά όμως της θερμικής ενέργειας είναι το κρίσιμο σημείο όσο αφορά

στο χρόνο ανάπτυξης. Η μεταφορά της ελέγχεται από μία σχέση σύμφωνα με την οποία ο χρόνος ανάπτυξης της μέλισσας είναι ανάλογος με το αντίστροφο της διαφοράς μεταξύ της θερμοκρασίας νύμφωσης και μιας κρίσιμης θερμοκρασίας στην οποία το έντομο σταματά να αναπτύσσεται (Daly et al., 1978). Πρόκειται λοιπόν για την αθροιστική θερμοκρασία (πάνω από την κρίσιμη θερμοκρασία) που καθορίζει τη διάρκεια της νύμφωσης και επομένως ο χρόνος ανάπτυξης του γόνου επηρεάζεται έντονα από τη θερμοκρασία. Έχει καθοριστεί για την *A. m. mellifera* πως μέλισσες που αναπτύσσονταν με θερμοκρασία νύμφωσης 30°C καθυστέρησαν να ξεσφραγίσουν το κελί τους πέντε ημέρες (McMullan and Brown, 2005).

Η μέση διάρκεια του σφραγισμένου γόνου της *A. m. macedonica* ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με τα άλλα υποείδη της *A. mellifera*. Αυτό αποτελεί ένα μειονέκτημα της μέλισσάς μας όσο αφορά στην ανθεκτικότητά της στο άκαρι *Varroa* καθώς το στάδιο αυτό συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη του ακάρεως (Büchler and Drescher, 1990). Η παραγωγή μελισσών με πιο σύντομη διάρκεια σφραγισμένου γόνου θα έχει ως αποτέλεσμα μελίτσια με μικρότερη προσβολή από *Varroa*: ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε προγράμματα βελτίωσης. Περαιτέρω έρευνα πρέπει να πραγματοποιηθεί ώστε να εκτιμηθεί η επίπτωση της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου στα χαρακτηριστικά της ζωής του *Varroa* καθώς και στο επίπεδο προσβολής του, με χρησιμοποίηση παρασιτισμένου γόνου σε ένα μεγαλύτερο εύρος περιπτώσεων.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, η δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε, σε ενήλικες μέλισσες και σε γόνο, για τον προσδιορισμό του ποσοστού προσβολής από το άκαρι *Varroa* κυμάνθηκε μεταξύ 0,79-1,76%. Όπως μπορούμε να συμπεράνουμε, το ποσοστό ήταν αρκετά χαμηλό έχοντας υπόψη πως στα συγκεκριμένα μελίτσια δεν έχει πραγματοποιηθεί εφαρμογή ακαρεοκτόνου, τα τελευταία έντεκα χρόνια, αλλά μόνο αντικατάσταση των βασιλισσών εκείνων που είχαν αυξημένη προσβολή. Θα ήταν αναμενόμενο, εφόσον η διάρκεια του σφραγισμένου γόνου ήταν μεγαλύτερη, το ποσοστό προσβολής να ήταν επίσης μεγάλο, κάτι όμως το οποίο δε συνέβη στην περίπτωση αυτή.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί πως στην πλειοψηφία των περιπτώσεων το καλοκαίρι και την άνοιξη τα κελιά ξεσφραγίζονταν σε μεγάλο βαθμό μαζικά σε αντίθεση με το φθινόπωρο που τα κελιά ξεσφραγίζονταν σε εντελώς διαφορετικούς

χρόνους. Ενδεχομένως, αυτό να οφείλεται στις ευνοϊκότερες συνθήκες που επικρατούσαν κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι σε σχέση με το φθινόπωρο.

4.2.4 Συνολική διάρκεια ανάπτυξης ανήλικης μέλισσας

Στα πειράματα που πραγματοποίησαν οι Rosenkranz and Engels (1994) διαπίστωσαν πως σε μέλισσα *A. m. carnica* οι πιο πολλές εργάτριες σημείωσαν συνολική διάρκεια ανάπτυξης 460-469 h, δηλαδή 19,17-19,54 ημέρες, ενώ σε μέλισσα με «Αφρικανοποιημένες» μέλισσες η αντίστοιχη διάρκεια ήταν 10 h πιο σύντομη και συγκεκριμένα 450-459 h (18,75-19,13 ημέρες). Η διακύμανση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης εντός της κυψέλης ήταν λίγο πιο σύντομη στα μέλισσα με «Αφρικανοποιημένες» μέλισσες σε σχέση με τα *A. m. carnica*.

Ο Bienefeld (1996), μελέτησε μέλισσες που ο συνολικός χρόνος ανάπτυξής τους ήταν 483,4±13,2 h (20,14±0,55 ημέρες) ενώ οι επιμέρους χρόνοι ήταν: α) για την περίοδο πριν το σφράγισμα 191,9±5,3 h (8±0,22 ημέρες) και β) για την περίοδο του σφραγισμένου γόνου 291,5±12,8 h (12,15±0,53 ημέρες).

Σε άλλα πειράματα με δέκα μέλισσα, η μέση διάρκεια ανάπτυξης των εργατριών ήταν 482,64±15,12 h, δηλαδή 20,11±0,63 ημέρες (Kralj, 1998). Ο Harbo (1992), παρατήρησε πως η συνολική διάρκεια ανάπτυξης των μελισσών των εργασιών του κυμάνθηκε μεταξύ 450-488 h (18,8-20,3 ημέρες), με μέση τιμή 470,4 h (19,6 ημέρες), ενώ καμία από τις μέλισσες δεν αναπτύχθηκε σε 21 ημέρες όπως είναι γενικώς αποδεκτό.

Στην παρούσα μελέτη, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των εποχών όσο και μεταξύ των θέσεων. Η συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων μελισσών είχε ελάχιστη τιμή 452 h (18,83 ημέρες). Η μέγιστη τιμή της ήταν 583 h (24,29 ημέρες) ενώ η μέση τιμή 503,9±21,09 h (21±0,88 ημέρες). Η μέση τιμή λοιπόν ήταν ίση με τη διάρκεια που είναι κοινά αποδεκτή από τη βιβλιογραφία (Jay, 1962, Morse and Flottum, 1990).

Πιο συγκεκριμένα, το καλοκαίρι, η διάρκεια κυμάνθηκε μεταξύ 468-548,5 h (19,5-22,85 ημέρες), το φθινόπωρο μεταξύ 452-583 h (18,83-24,29 ημέρες) και την άνοιξη μεταξύ 463-577 h (19,29-24,04 ημέρες). Οι αντίστοιχες μέσες τιμές της ήταν 503,28±12,52 h (20,97±0,52 ημέρες), 517,94±26,72 h (21,58±1,11 ημέρες) και 495,63±15,37 h (20,65±0,64 ημέρες).

Συνεπώς, το εύρος διακύμανσης της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης των ανήλικων μελισσών στην περίπτωση του καλοκαιριού ήταν περίπου 3 ημέρες, του φθινοπώρου 5,5 ημέρες και της άνοιξης ήταν περίπου 5 ημέρες. Όπως προκύπτει, ο παράγοντας θερμοκρασία έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του εύρους της συνολικής διάρκειας. Σύμφωνα με τις μέσες τιμές, η διάρκεια την άνοιξη ήταν λίγο πιο σύντομη συγκριτικά με τις άλλες δύο εποχές.

Το καλοκαίρι και την άνοιξη, το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών σημείωσε διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 500-510 h (20,83-21,25 ημέρες). Το φθινόπωρο, η μεγαλύτερη διάρκεια παρατηρήθηκε μεταξύ 480-490 h (20-20,42 ημέρες), διάρκεια που σημειώθηκε σε υψηλό ποσοστό και στις άλλες δύο εποχές. Όσο αφορά στις τρεις θέσεις, το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσών σημείωσε διάρκεια ανάπτυξης μεταξύ 500-510 h (20,83-21,25 ημέρες).

Όσο αφορά στις διαφορετικές θέσεις, στη θέση “3” η συνολική διάρκεια κυμάνθηκε μεταξύ 468-583 h (19,5-24,29 ημέρες), στη θέση “5” μεταξύ 471,5-579,75 h (19,65-24,16 ημέρες) και στην “7” μεταξύ 452-582,5 h (18,83-24,27 ημέρες). Οι αντίστοιχες μέσες τιμές της ήταν $501,4 \pm 20,53$ h (20,89 \pm 0,86 ημέρες), $509 \pm 20,61$ h (21,21 \pm 0,86 ημέρες) και $502,32 \pm 21,45$ h (20,93 \pm 0,89 ημέρες).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πειραμάτων, η μικρότερη διάρκεια σημειώθηκε στη θέση “3” ενώ η μεγαλύτερη στην κηρήθρα “5”. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, εργάτριες που αναπτύσσονται στο κέντρο της γονοφωλιάς (33-35°C), ολοκληρώνουν την ανάπτυξή τους σε 480-528 h (20-22 ημέρες) ενώ εργάτριες που αναπτύσσονται στις περιφερειακές κηρήθρες, όπου η θερμοκρασία μπορεί να είναι περίπου 3°C χαμηλότερη, χρειάζονται 528-576 h (22-24 ημέρες) (Milum, 1930, Jay, 1963, Fukuda and Sakagami, 1968). Η ασυμφωνία των αποτελεσμάτων με τη σχετική βιβλιογραφία ίσως εξηγείται όμοια με την περίπτωση της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου. Καθώς η κηρήθρα στο κέντρο της γονοφωλιάς, υποβαλλόταν σε μεγαλύτερη μείωση της θερμοκρασίας λόγω της έκθεσής της στις θερμοϋγρομετρικές συνθήκες του περιβάλλοντος, η διάρκεια ήταν πιο μεγάλη.

4.3 Θερμοϋγρομετρικές συνθήκες κυψέλης

Ένα από τα πλεονεκτήματα της ζωής των κοινωνικών εντόμων είναι η ικανότητά τους να οργανώνουν τη φωλιά τους με τρόπο ώστε να δημιουργούν ένα

περιβάλλον ευνοϊκών συνθηκών όπου αποφεύγονται οι επιζήμιες και αβέβαιες επιπτώσεις των κυμαινόμενων περιβαλλοντικών συνθηκών (Ellis, 2008).

Η φυσιολογική ανάπτυξη του γόνου απαιτεί ένα περιβάλλον με πολύ σταθερή θερμοκρασία για αυτό τα μέλισσα, για να αναπτύσσεται φυσιολογικά ο γόνος τους (Seeley and Heinrich, 1981), πρέπει να διατηρούν τη θερμοκρασία της γονοφωλιάς τους μεταξύ 32-36°C (Kleinhenz et al., 2003). Όμως, η διατήρηση της θερμοκρασίας μεταξύ 34-35°C απαιτεί αυξημένη κατανάλωση ενέργειας (Kronenberg and Heller, 1982, Jones et al., 2004).

Όπως προκύπτει από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, η ρύθμιση των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών που επικρατούν μέσα στην κυψέλη μπορεί να επηρεάζεται από την εποχή του έτους, τη θέση της κηρήθρας μέσα στην κυψέλη, το μέγεθος και την αναλογία του πληθυσμού της, το είδος της μέλισσας και την ικανότητα που έχει να διατηρεί σταθερές τις συνθήκες μέσα στην κυψέλη (ομοιόσταση). Άλλος ένας παράγοντας που πρέπει να ληφθεί απαραίτητα υπόψη είναι η παρουσία γόνου, δηλαδή των ανήλικων σταδίων της μέλισσας, μέσα στην κυψέλη. Τα αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας οδήγησαν στο συμπέρασμα πως η ύπαρξη γόνου σε ένα μέλισσι είναι εκείνη που ουσιαστικά καθορίζει το βαθμό στον οποίο πρέπει οι εργάτριες να ρυθμίσουν τις συνθήκες του.

4.3.1 Θερμοκρασία

Η ικανότητα που έχουν οι μέλισσες να διατηρούν σταθερή τη θερμοκρασία της κυψέλης τους επιτρέπει την εκτροφή γόνου όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υπερβολικά χαμηλή ή υψηλή (Seeley, 1985, 1995) ενώ υψηλές θερμοκρασίες δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες για την αποφυγή προσβολών του γόνου (Deans, 1940, Bailey, 1967). Ο χρόνος που μεσολαβεί από το στάδιο του αυγού μέχρι την έξοδο της μέλισσας από το σφραγισμένο κελί είναι συνήθως 21 ημέρες όμως εάν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 35°C, η ανάπτυξη μπορεί να καθυστερήσει (Kleinhenz et al., 2001).

Κατά τη διάρκεια όλων των εποχών που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις με τα αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα, στις περισσότερες περιπτώσεις, η θερμοκρασία στο κέντρο της γονοφωλιάς (θέση “5”) ήταν υψηλότερη από ότι στην

περιφέρεια με τιμή περίπου 34°C. Μάλιστα, η τιμή της ήταν πιο σταθερή σε σύγκριση με της θέσης “3” που ήταν λιγότερο σταθερή και της “1” στην οποία η διαφορά της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής ήταν η μεγαλύτερη από όλες. Η κηρήθρα που βρισκόταν στη θέση “1” συνήθως ήταν άδεια ή τα κελιά της είχαν αποθηκευμένο μέλι. Η απουσία γόνου απέτρεπε τις εργάτριες να ασχοληθούν με τη θερμορρύθμιση στην κηρήθρα αυτή η οποία ακολουθούσε συνήθως τη διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας αλλά με λίγο υψηλότερη τιμή. Το συγκεκριμένο φαινόμενο ερμηνεύεται και βάσει των ευρημάτων του πειράματος που έγινε με το οποίο αποδείχθηκε πως απουσία γόνου οι μέλισσες δεν ασχολούνται με τη ρύθμιση της θερμοκρασίας στη συγκεκριμένη κηρήθρα.

Την άνοιξη, η αύξηση της ποσότητας του γόνου, είχε ως συνέπεια τη σχετική σταθεροποίηση της θερμοκρασίας στις κηρήθρες “3” και “5” και ιδιαίτερα στην “5”. Η διακύμανσή της στην περιφέρεια, στην κενή κυψέλη και στα δεδομένα του Αυτόματου Τηλεμετρικού Μετεωρολογικού Σταθμού του Γ.Π.Α ήταν μεγάλη ενώ στο εσωτερικό της κυψέλης ήταν μικρότερη με την τιμή της στη θέση “5” να έχει εύρος 2°C.

Το καλοκαίρι που η επιφάνεια του γόνου είχε επεκταθεί, η μέση τιμή στις τρεις κηρήθρες ήταν μεταξύ 31-35°C. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η ελάχιστη θερμοκρασία στην κενή κυψέλη ήταν αρκετά χαμηλότερη των δεδομένων του Σταθμού ενώ η μέγιστη τιμή της είχε τιμή σχεδόν 44°C, δηλαδή πολύ υψηλότερη από τα δεδομένα του Σταθμού.

Το φθινόπωρο που ο γόνος κάλυπτε σχεδόν 4-5 κηρήθρες, η θερμοκρασία στη θέση “5” ήταν σχετικά σταθερή στους 34°C ενώ στις άλλες δύο θέσεις ήταν πιο χαμηλή. Ο περιορισμός της ποσότητας του γόνου στις κηρήθρες των θέσεων “4”, “5” και “6” είχε ως συνέπεια η θερμορρύθμιση να επιδιώκεται μόνο στη γονοφωλιά. Στις περιπτώσεις με μεγαλύτερο πληθυσμό, η σταθεροποίησή της γινόταν πολύ πιο αποτελεσματικά σε μεγαλύτερο αριθμό κηρηθρών.

Τέλος, κατά το χειμώνα που ο γόνος ήταν σχεδόν ανύπαρκτος και ο πληθυσμός είχε μειωθεί αρκετά, η θερμοκρασία ήταν υψηλότερη από το κέντρο προς την περιφέρεια. Σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος μικρότερες από 20-25°C οι μέλισσες δε μπορούν να ρυθμίσουν τη θερμοκρασία τους (Harrison and Fewell, 2002). Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται γι αυτό, ωθεί τις μέλισσες να συμπεριφέρονται ανάλογα με την ύπαρξη γόνου ή όχι.

Οι πιο υψηλές θερμοκρασίες τους έτους σημειώνονται το καλοκαίρι ενώ οι πιο χαμηλές το χειμώνα. Το καλοκαίρι, ενώ η ελάχιστη και μέγιστη ημερήσια τιμή στο περιβάλλον ήταν περίπου 23 και 31°C, στην κενή κυψέλη, κατά τη διάρκεια της ημέρας, προσέγγισε τους 17 και 44°C αντίστοιχα. Το χειμώνα, στο περιβάλλον η ελάχιστη και μέγιστη ημερήσια τιμή ήταν 9 και 17°C ενώ στην κενή κυψέλη η ελάχιστη και μέγιστη τιμή της ήταν 4 και 21°C αντίστοιχα.

Όπως προκύπτει από τις μετρήσεις, οι συνθήκες που επικρατούσαν στο εσωτερικό της ξύλινης κυψέλης, που χρησιμοποιείται από τους περισσότερους μελισσοκόμους, όταν ήταν κενή, δεν ταυτίζονταν με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν έξω από αυτή. Συγκεκριμένα, όταν δεν περιείχε κηρήθρες και μέλισσες, τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα, η διακύμανση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της ήταν μεγαλύτερη καθώς η ελάχιστη ήταν μικρότερη και η μέγιστη τιμή της ήταν υψηλότερη από του περιβάλλοντος.

Η επάνω επιφάνεια του καπακιού της κυψέλης καλύπτεται από γαλβανισμένη λαμαρίνα. Το καλοκαίρι, όπως ισχύει και στα κτίρια, η άμεσα προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία καθώς και η είσοδος θερμού αέρα από την είσοδο της κυψέλης και τις σήτες αερισμού που υπάρχουν στο καπάκι αυξάνουν τη θερμοκρασία στο εσωτερικό της (Χρονοπούλου-Σερέλη και Χρονόπουλος, 2011). Το καλοκαίρι, κατά τη διάρκεια της ημέρας, όσο αφορά στη μέγιστη θερμοκρασία, το καπάκι απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα να εγκλωβίζεται η ηλιακή ενέργεια στο εσωτερικό της αυξάνοντάς τη σε σχέση με του αέρα. Ομοίως, ισχύει το χειμώνα αλλά το εύρος των θερμοκρασιών είναι πιο στενό. Κατά τη νύχτα, οπότε και επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, σε συνδυασμό με την αυξημένη σχετική υγρασία, το καπάκι ψύχεται με συνέπεια το εσωτερικό της κενής κυψέλης να έχει μικρότερη ελάχιστη θερμοκρασία από ότι το περιβάλλον.

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο μελισσοκομείο κατά τη διάρκεια του έτους, παίζουν σημαντικό ρόλο στη θερμική συμπεριφορά των κυψελών. Παράγοντες όπως είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία, ο άνεμος κ.α. διαμορφώνουν το θερμικό καθεστώς μέσα σε αυτή, ενώ το υλικό κατασκευής της είναι καθοριστικό για την ενεργειακή της συμπεριφορά. Η ηλιακή ενέργεια που εισέρχεται στο εσωτερικό της καθώς και η δυνατότητα ανανέωσης του αέρα, επηρεάζονται επίσης από το υλικό της κυψέλης και παίζουν αξιόλογο ρόλο στη θερμική του συμπεριφορά (Χρονοπούλου- Σερέλη και Χρονόπουλος, 2011).

Λόγω της μόνωσης που παρέχει το ξύλο, παρατηρήθηκε πως όταν δεν υπήρχαν πολλές μέλισσες, οι συνθήκες στο εσωτερικό της κυψέλης ήταν αντίστοιχες με του αέρα καθώς το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος ήταν αντίστοιχο του περιβάλλοντος. Οι μέλισσες μπορούσαν να το περιορίσουν και μάλιστα στην περίπτωση της γονοφωλιάς το εύρος αυτό πολλές φορές προσέγγιζε το μηδέν. Επομένως, σε κάθε κηρήθρα, ανάλογα με το τί αυτή περιείχε, γόνου, μέλι, γύρη, και τον αριθμό των μελισσών που την κάλυπταν, υπήρχε και η αντίστοιχη θερμοκρασία.

Όσο αφορά στη σύγκριση της θερμοκρασίας στις δύο κυψέλες, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους με τη μέση θερμοκρασία ($\pm TA$) στην κυψέλη “A1” να είναι $23,7 \pm 8,3^\circ C$ ενώ στη “M3” να είναι $28,9 \pm 5,6^\circ C$. Στην κυψέλη “M3” καταγράφηκε η υψηλότερη και πιο σταθερή θερμοκρασία, λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας γόνου που είχε. Ενώ την άνοιξη και το καλοκαίρι η θερμοκρασία μεταξύ των δύο κυψελών ήταν σχεδόν όμοια, το φθινόπωρο και το χειμώνα στην “A1”, που η ποσότητα του γόνου μειώθηκε αξιόλογα, σημείωσε μεγαλύτερο εύρος μεταξύ των κηρηθρών της. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται τόσο στην έλλειψη γόνου όσο και στη μεγάλη μείωση που παρατηρήθηκε στον πληθυσμό της.

Στις δύο κυψέλες κατά τις εποχές άνοιξη, καλοκαίρι και φθινόπωρο, η κηρήθρα στη θέση “5” είχε θερμοκρασία $34-35^\circ C$ ενώ το χειμώνα ειδικά η θέση “1” και ιδιαίτερα στην “A1” είχε πολύ χαμηλή τιμή, $14^\circ C$. Όπως διαπιστώθηκε η θερμοκρασία στην κυψέλη που υπήρχε γόνος ήταν περίπου $34^\circ C$. Η διακύμανσή της στην κυψέλη χωρίς γόνου ήταν μεγαλύτερη από ότι στην κυψέλη με γόνου και κυμάνθηκε μεταξύ $3-4,5^\circ C$.

Στην περίπτωση της κυψέλης που δεν είχε καθόλου γόνου η θερμοκρασία παρουσίαζε πολύ χαμηλότερες τιμές και είχε μεγαλύτερη διακύμανση σε σχέση με την κυψέλη που είχε γόνου. Ωστόσο, οι τιμές της στις θέσεις “3” και “5” ήταν υψηλότερες σε σχέση με της κενής κυψέλης.

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως οι μέλισσες είναι ικανές, ιδιαίτερα παρουσία γόνου, να δημιουργούν μέσα στην κυψέλη το κατάλληλο μικροκλίμα για τη σωστή τους διαβίωση. Ωστόσο, οι μελισσοκόμοι θα πρέπει να μεριμνούν ώστε να περιορίσουν την ενέργεια που καταναλώνουν οι μέλισσες για να ρυθμίσουν τις συνθήκες μέσα στην κυψέλη τους· οι μέλισσες καταναλώνουν μέλι για να μειώσουν τη θερμοκρασία το καλοκαίρι (Hazelhoff, 1954). Επομένως κατά το καλοκαίρι, οι κυψέλες θα πρέπει να τοποθετούνται με τρόπο τέτοιο ώστε να περιορίζεται η έκθεσή

τους στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία, π.χ. κάτω από δένδρα, ή να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα τις ημέρες που έχει καύσωνα π.χ. με τοποθέτηση κλαδιών επάνω στο καπάκι τους. Κατά το χειμώνα, η τοποθέτησή τους θα πρέπει να είναι νότια ώστε να προστατεύονται από τους ψυχρούς, βόρειους ανέμους αλλά από τις βροχές.

4.3.2 Σχετική υγρασία

Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία που επικρατούν σε μία κυψέλη έχουν άμεση σχέση μεταξύ τους. Οι Ellis et al. (2008) σε πειράματα που πραγματοποίησαν απέδειξαν πως όταν δεν υπάρχει γόνος μέσα στην κυψέλη, οι νεαρές εργάτριες επιδεικνύουν μια προτίμηση για σχετική υγρασία σχεδόν 75% σε θερμοκρασία 34,5°C. Παρουσία γόνου, η προτίμηση αυτή εκδηλωνόταν σε μικρότερο βαθμό ενώ σε ενδεχόμενη αύξησή της σε μια ανεπιθύμητη τιμή, δημιουργούσαν ρεύμα αέρα με τις πτέρυγές τους για να τη μειώσουν. Διαπίστωσαν λοιπόν ότι η ιδανική υγρασία για τη γονοφωλιά ήταν 75% και συγκεκριμένα κυμαινόταν μεταξύ 55-90%.

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, η σχετική υγρασία στην κηρήθρα της θέσης “1” ήταν πιο υψηλή από των άλλων θέσεων ενώ και οι τρεις καμπύλες παρουσίαζαν παραπλήσια διακύμανση. Η σχετική υγρασία στη θέση “3” ήταν η πιο σταθερή από όλες ενώ στη θέση “1” ήταν αρκετά ασταθής. Στις περιπτώσεις που υπήρχε και μέτρηση από την κενή κυψέλη, η καμπύλη της απεικονιζόταν παράλληλη με τις άλλες τρεις αλλά με μεγαλύτερη διακύμανση.

Στις μέλισσες, η σχετική υγρασία είναι ιδιαίτερος σημαντική για την εκκόλαψη των προνυμφών από τα αυγά ενώ σε αντίθεση με άλλα έντομα, π.χ. μυρμήγκια, δε μπορούν να μετακομίσουν το γόνο τους σε σημεία της κυψέλης που να επικρατεί επιθυμητή τιμή της υγρασίας (Ellis et al., 2008).

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων οι καμπύλες “1”, “3” και “5” ήταν συμμετρικές μεταξύ τους αλλά και με τις καμπύλες που απεικόνιζαν τη σχετική υγρασία στην κενή κυψέλη και στον αέρα (δεδομένα του Μετεωρολογικού Σταθμού του Γ.Π.Α.).

Την άνοιξη, όταν η ποσότητα του γόνου δεν ήταν ακόμη αρκετή, περισσότερη υγρασία είχε ο αέρας και η κηρήθρα στη θέση “1”. Καθώς αυξανόταν ο γόνος, η κηρήθρα στη θέση “5” είχε την περισσότερη υγρασία. Η αύξηση στον αριθμό των αυγών και στην ποσότητα του γόνου συνεπάγονταν την αύξηση στην απαιτούμενη

υγρασία. Οι μέλισσες μπορούν να ρυθμίσουν τις συνθήκες τους καλύτερα όχι μόνο όταν υπάρχει γόνος αλλά και όταν υπάρχει αρκετός πληθυσμός μέσα στην κυψέλη.

Το καλοκαίρι, στις περισσότερες περιπτώσεις, η πιο χαμηλή τιμή ήταν στις θέσεις “1” και “3” ενώ διαπιστώθηκε πως όσο πιο λίγος ήταν ο πληθυσμός, τόσο μικρότερο ήταν το εύρος της σχετικής υγρασίας το οποίο και διαμορφώθηκε μεταξύ 35-50 και 41-45% αντίστοιχα.. Η τιμή της για τον αέρα ήταν μεγαλύτερη από το εσωτερικό της κυψέλης ενώ δεν παρατηρήθηκε κάποια τάση μεταξύ των διαφορετικών θέσεων.

Το φθινόπωρο που η υγρασία του περιβάλλοντος ήταν αυξημένη, η υγρασία στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν υψηλότερη στο περιβάλλον και στη θέση “1” ενώ στις άλλες δύο θέσεις ήταν μικρότερη.

Το χειμώνα, συνήθως η κηρήθρα “5”, που βρισκόταν στο κέντρο της γονοφωλιάς, είχε την πιο χαμηλή υγρασία ενώ η θέση “1” είχε υψηλή τιμή που σε ορισμένες μετρήσεις υπερέβαινε και της κενής κυψέλης ή του αέρα. Η απουσία γόνου κατά τους χειμερινούς μήνες καθώς και ο λίγος πληθυσμός, είχε ως συνέπεια την επιδίωξη της δημιουργίας ευνοϊκών συνθηκών για την καλύτερη διαβίωση των μελισσών που δημιουργούσαν τη μελισσόσφαιρα, γι αυτό και επιδιωκόταν ο περιορισμός της υγρασίας στο κέντρο αυτής.

Η μέση σχετική υγρασία στην κενή κυψέλη κατά το καλοκαίρι και το χειμώνα συνήθως είχε υψηλότερη τιμή από τις θέσεις “1”, “3” και “5”. Στο σύνολο σχεδόν των μετρήσεων, η σχετική υγρασία μέσα στην κενή κυψέλη είχε πιο χαμηλή ελάχιστη και πιο υψηλή μέγιστη τιμή σε σχέση με το εσωτερικό της κυψέλης με τις μέλισσες. Εξαιρέση αποτελούσαν κάποιες ελάχιστες τιμές της θέσης “1”, κατά το χειμώνα, που ήταν ακόμη πιο χαμηλή. Το υλικό κατασκευής της κυψέλης που ήταν ξύλινη με γαλβανισμένη λαμαρίνα στο καπάκι, ίσως ευθύνεται για τη διαφορά αυτή. Παρουσία γόνου, η σχετική υγρασία ήταν πιο υψηλή στο κέντρο της κυψέλης ώστε να αποφεύγεται το ενδεχόμενο αφυδάτωσης του γόνου.

Όσο αφορά στις τιμές του Μετεωρολογικού Σταθμού, η μέση σχετική υγρασία που επικρατούσε στο περιβάλλον, ήταν συνήθως πιο υψηλή σε σχέση με της κυψέλης, με εξαίρεση τη θέση “1” σε κάποιες περιπτώσεις κατά το χειμώνα οπότε και ο πληθυσμός ήταν λιγότερος.

Την άνοιξη και το καλοκαίρι, ο μεγάλος αριθμός αυγών που υπήρχαν στα κελιά απαιτούσε αρκετή υγρασία και έτσι δικαιολογείται η υψηλή τιμή της στη θέση “5”,

στο κέντρο της γονοφωλιάς. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί πως κατά τις εποχές αυτές, η υγρασία μέσα στην κυψέλη και ιδιαίτερα στις κηρήθρες που είχαν ασφράγιστο μέλι, αυξανόταν και λόγω της συμπύκνωσης του νέκταρος από τις οικιακές εργάτριες.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί πως η σχετική υγρασία δεν επηρεάστηκε από την παρουσία της πλαισιοθήκης, ενώ επίσης παρουσία ή απουσία γόνου δεν παρατηρήθηκε κάποια συγκεκριμένη τάση μεταβολής.

Η κυψέλη παρουσιάζει ένα μικροκλίμα διαφορετικό από το περιβάλλον και η διαφορά αυτή συνοδεύεται και από αλλαγές στις δραστηριότητες των μελισσών της. Με παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούν μέσα στην κυψέλη καθώς και της συμπεριφοράς των μελισσών της για μεγάλα διαστήματα, θα ήταν δυνατό να γίνουν αντιληπτοί οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση των συνθηκών αυτών. Οι μηχανισμοί αυτοί αποτελούν μία από τις συμπεριφορές που χαρακτηρίζουν τις μέλισσες ως κοινωνικά έντομα (Ohashi et al., 2009).

Το μικροκλίμα που δημιουργούν οι μέλισσες μέσα στην κυψέλη αφορά και στη σχετική υγρασία. Γι αυτό ο μελισσοκόμος, θα πρέπει να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα π.χ. με τοποθέτηση των κυψελών του σε τοποθεσίες με μικρή κλίση και όχι σε μέρη με αυξημένη περιβαλλοντική υγρασία, για ενεργειακή οικονομία στις μέλισσές του.

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, η καταγραφή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας σε τρεις διαφορετικές θέσεις εντός της κυψέλης καθώς και η σύγκρισή τους τόσο με τις εξωτερικές συνθήκες όσο και με τις αντίστοιχες συνθήκες σε μία κυψέλη χωρίς κηρήθρες και μέλισσες είναι η πρώτη φορά που πραγματοποιείται στην Ελλάδα τόσο εκτενώς και λεπτομερώς. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο μπορεί να ρυθμίσει τις συνθήκες ανάπτυξής του το μελίσι, είναι πολύ σημαντική προκειμένου να γίνεται σωστός συγχρονισμός του με τους μελισσοκομικούς χειρισμούς.

4.4 Γενικά συμπεράσματα

1. Για πρώτη φορά πραγματοποιήθηκε στη χώρα μας μία πλήρης μελέτη που παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για το σχεδιασμό οργανωμένων προγραμμάτων βελτίωσης και την παραγωγή βασιλισσών με επιθυμητά χαρακτηριστικά. Με τον τρόπο αυτόν, οι Έλληνες μελισσοκόμοι θα μπορούν να παράγουν πολλές και καλές βασίλισσες ώστε να καλύπτουν τις αυξημένες ανάγκες τους.

2. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, πρόκειται για τον πρώτο ακριβή προσδιορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου της *A. m. macedonica* που σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη του ακάρεως *Varroa*. Η αυξημένη διάρκεια που διαπιστώθηκε είναι, σε μεγάλο βαθμό, υπεύθυνη για την αυξημένη προσβολή των ελληνικών πληθυσμών μελισσών από το άκαρι. Προγράμματα βελτίωσης με στόχο την πιο σύντομη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου θα είχαν ως αποτέλεσμα μελίτσια με μικρότερο ποσοστό προσβολής από αυτό.

3. Τέλος, για πρώτη φορά στη Ελλάδα έγινε λεπτομερής καταγραφή των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών σε διαφορετικές θέσεις μέσα στην κυψέλη και διαπιστώθηκε πόσο σημαντική είναι η θερμορρύθμιση στην ανάπτυξη του γόνου.

Το κλίμα και το ανάγλυφο της χώρας μας με τα πολλά απομονωμένα νησιά, είναι ιδανικά για την παραγωγή βασιλισσών όχι μόνο για τους Έλληνες μελισσοκόμους, στους οποίους υπάρχει μεγάλη έλλειψη, αλλά και για τροφοδότηση όλης της Ευρώπης. Επιπλέον, τα καλά χαρακτηριστικά που έχουν οι ελληνικοί πληθυσμοί δίνουν το βασικό πλεονέκτημα σε σχέση με τις άλλες χώρες. Η παραγωγή βασιλισσών αποτελεί το πιο σημαντικό κομμάτι της ελληνικής επιχειρηματικής μελισσοκομίας το οποίο δεν έχει αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Με τον τρόπο αυτόν, θα αυξανόταν σημαντικά το εισόδημα πολλών επαγγελματιών μελισσοκόμων καθώς η παραγωγή μελιού δεν είναι κάθε χρόνο εξασφαλισμένη. Η αξιοποίηση των ευρημάτων της παρούσας μελέτης θα μπορούσε να οδηγήσει στη δημιουργία οργανωμένων μονάδων παραγωγής βασιλισσών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά.

Βιβλιογραφία

Ξενογλώσση βιβλιογραφία

- Allen, M.D. 1958.** The ages and occupations of honey bees attending their queen. *Animal Behaviour* 6: 115.
- Anderson, D. and J.W.H. Trueman 2000.** *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24 (3): 165–189.
- Arathi, H.S., I. Burns and M. Spivak 2000.** Ethology of hygienic behaviour in the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera Apidae): behavioural repertoire of hygienic bees. *Ethology* 106 (4): 365-379.
- Arathi, H.S., G. Ho and M. Spivak 2006.** Inefficient task partitioning among nonhygienic honeybees, *Apis mellifera* L., and implications for disease transmission. *Animal Behaviour* 72 (2): 431-438.
- Arathi, H.S. and M. Spivak 2001.** Influence of colony genotypic composition on the performance of hygienic behaviour in the honeybee, *Apis mellifera* L.. *Animal Behaviour* 62 (1): 57-66.
- Awise, J.C., J. Arnold, R.M. Ball, E. Bermingham, T. Lamp, J.E. Neigel, C.A. Reeb and N.C. Saunders 1987.** Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 18: 489-522.
- BABE (Biodiversity in Apis and Beekeeping in Europe) 2005.** Beekeeping and conserving biodiversity of honeybees. Sustainable bee breeding. Theoretical and practical guide. Northern Bee Books, UK, 179 pp.
- Bailey, L. 1967.** The incidence of virus diseases of the honey bee. *Annals of Applied Biology* 60: 43-48.
- Bailey, L. 1981.** Honey bee pathology. Academic Press, London, 124 pp.
- Bailey, L.L. and B.V. Ball 1991.** Honey bee pathology. Second edition, Academic Press, London, UK, 193 pp.
- Ball, B.V. and M.F. Allen 1988.** The prevalence of pathogens in honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni*. *Annals of Applied Biology* 113 (2): 237-244.

- Behura, S.K. 2006.** Molecular marker systems in insects: current trends and future avenues. *Molecular Ecology* 15 (11): 3087–3113.
- Beshers, S.N. and J.H. Fewell 2001.** Models of division of labor in social insects. *Annual Review of Entomology* 46: 413–440.
- Bienefeld, K. 1986.** Estimation of heritability of honey production in the honey-bee. *Apidologie* 17 (4): 353-356 (summary).
- Bienefeld, K. 1993.** Relationship between some morphological traits and duration of precapping and postcapping stage in honeybee queens (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 24 (5): 513-515 (abstract).
- Bienefeld, K. 1996.** Factors affecting duration of the postcapping period in brood of the honey bee (*Apis mellifera carnica*). *Journal of Apicultural Research* 35 (1): 11-17.
- Bienefeld, K., K. Ehrhardt and F. Reinhardt 2007.** Genetic evaluation in the considering queen and worker effects - A BLUP-animal model approach. *Apidologie* 38 (1): 77-85.
- Bienefeld, K. and F. Pirchner 1990.** Heritabilities for several colony traits in the honeybee *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 21 (3): 175-184.
- Boecking, O., K. Bienefeld and W. Drescher 2000.** Heritability of the Varroa-specific hygienic behaviour in honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Animal Breeding and Genetics* 117 (6): 417-424.
- Boecking, O. and W. Drescher 1991.** Response of *Apis mellifera* L. colonies infested with *Varroa jacobsoni* Oud.. *Apidologie* 22 (3): 237-241.
- Boecking, O. and W. Drescher 1992.** The removal response of *Apis mellifera* L. colonies to brood in wax and plastic cells after artificial and natural infestation with *Varroa jacobsoni* Oud. and to freeze-killed brood. *Experimental and Applied Acarology* 16 (4): 321-329.
- Boecking, O. and M. Spivak 1999.** Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud.. *Apidologie* 30 (2-3): 141-158.
- Bouga, M., P.C. Harizanis, G. Kiliadis and S. Alahiotis 2005.** Genetic divergence and phylogenetic relationships of honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)

- populations from Greece and Cyprus using PCR - RFLP analysis of three mtDNA segments. *Apidologie* 36 (3): 335-344.
- Breed, M.D., G.E. Robinson and R.E. Page Jr 1990.** Division of labor during honey bee colony defense. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 27 (6): 395-401.
- Breed, M.D., T.M. Stiller, M.S. Blum and R.E. Page Jr 1992.** Honeybee nestmate recognition: effects of queen fecal pheromones. *Journal of Chemical Ecology* 18 (9): 1633-1640.
- Brødsgaard, C.J., H. Hansen and W. Ritter 2000.** Progress of *Paenibacillus larvae* larvae infection in individually inoculated honey bee larvae reared singly in vitro, in microcolonies, or in full-size colonies. *Journal of Apicultural Research* 39: 19-27.
- Büchler, R., S. Berg and Y. Le Conte 2010.** Breeding for resistance to *Varroa destructor* in Europe. *Apidologie* 41 (3): 393-408.
- Büchler, R. and W. Drescher 1990.** Variance and heritability of the capped developmental stage in European *Apis mellifera* L. colonies and its correlation with increased *Varroa jacobsoni* Oud. infestation. *Journal of Apicultural Research* 29: 172-176.
- Calatayud, F. and M.J. Verdu 1993.** Hive debris counts in honeybee colonies: a method to estimate the size of small populations and rate of growth of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae). *Experimental and Applied Acarology* 17 (12): 889-894.
- Cantwell, G.E. 1970.** Standard methods for counting Nosema spores. *American Bee Journal* 110 (6): 222-223.
- Carreck, N.L. 2011.** Breeding honey bees for varroa tolerance. In: Carreck N.L. (Ed.), *Varroa - still a problem in the 21st century?*, IBRA, Cardiff, UK, pp 43-52.
- Coelho, J.R. 1991.** Heat transfer and body temperature in honey bee (Hymenoptera: Apidae) drones and workers. *Environmental Entomology* 20 (6): 1627-1635.
- Collins, A.M. 1981.** Effects of temperature and humidity on honeybee response to alarm pheromones. *Journal of Apicultural Research* 20: 13-18.

- Collins, A.M. and T.E. Rinderer 1985.** Effect of empty comb on defensive behavior of honeybees. *Journal of Chemical Ecology* 11 (3): 333-338.
- 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.
- Dainat, B., J.D. Evans, Y.P. Chen, L. Gauthier and P. Neumann 2012.** Dead or alive: Deformed wing virus and *Varroa destructor* reduce the life span of winter honeybees. *Applied and Environmental Microbiology* 78 (4): 981-987.
- Daly, H.V., J.T. Doyen and P.R. Ehrlich 1978.** Introduction to insect biology and diversity. McGraw-Hill, New York, 564 pp.
- Deans, A.S.C. 1940.** Chalk brood. *Bee World* 21 (4): 46.
- Degrandi-Hoffman, G., M. Spivak and J.H. Martin 1993.** Role of thermoregulation by nestmates on the development time of honey bee (Hymenoptera: Apidae) queens. *Annals of the Entomological Society of America* 86 (2): 165–172.
- De Jong, D., D. De Andrea Roma and L.S. Gonçalves 1982.** A comparative analysis of shaking solutions for the detection of *Varroa jacobsoni* on adult honeybees. *Apidologie* 13 (3): 297-306.
- Delaplane, K.S. 2011.** Integrated pest management in Varroa. In: Carreck N.L. (Ed.), *Varroa - still a problem in the 21st century?*, IBRA, Cardiff, UK, pp 43-52.
- Dietemann, V., J. Pflugfelder, D. Anderson, J.-D. Charrière, N. Chejanovsky, B. Dainat, J. de Miranda, K. Delaplane, F.-X. Dillier, S. Fuch, P. Gallmann, L. Gauthier, A. Imdorf, N. Koeniger, J. Kralj, W. Meikle, J. Pettis, P. Rosenkranz, D. Sammataro, D. Smith, O. Yañez and P. Neumann 2012.** *Varroa destructor*: research avenues towards sustainable control. *Journal of Apicultural Research* 51(1): 125-132.
- Doull, K.M. 1961.** Nosema disease. *The Australasian Beekeeper* 62: 228-235.
- Doull, K.M. 1976.** The effects of different humidities on the hatching of the eggs of honeybees. *Apidologie* 7 (1): 61–66.

- Ellis, M.B. 2008.** Homeostasis: humidity and water relations in honeybee colonies (*Apis mellifera*). Msc Dissertation, Department of Zoology and Entomology, University of Pretoria, Pretoria, South Africa, 113 pp.
- Ellis, M.B., S.W. Nicolson, R.M. Crewe and V. Dietemann 2008.** Hygropreference and brood care in the honeybee (*Apis mellifera*). *Journal of Insect Physiology* 54 (12): 1516-1521.
- vanEngelsdorp, D. and G.W. Otis 2000.** Application of a Modified Selection Index for Honey Bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology* 93 (6): 1606-1612.
- Esch, H., F. Goller and B. Heinrich 1991.** How Do Bees Shiver? *Naturwissenschaften* 78 (7): 325-328.
- Estoup, A., M. Solignac and J.M. Cornuet 1994.** Precise assessment of the number of patrines and of genetic relatedness in honeybee colonies. *Proceedings of the Royal Society of London B* 258 (1351): 1-7 (abstract).
- Findlay, J.R. 2010.** Effects of queen source and age of colony on *Nosema* (*Nosema apis*) spore load in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Extension* 48(4): 1-6.
- Fletcher, D.J.C. 1978.** The African bee, *Apis mellifera adansonii*, in Africa. *Annual Review of Entomology* 23: 151-171 (abstract).
- Flores, J.M., J.A. Ruiz, J.M. Ruz, F. Puerta, M. Bustos, F. Padilla and F. Campano 1996.** Effect of temperature and humidity of sealed brood on chalkbrood development under controlled conditions. *Apidologie* 27 (4): 185–192.
- Fries, I. 1988a.** Contribution to the study of *Nosema* disease (*Nosema apis* Z.) in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. PhD thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Fries, I. 2010.** *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology* 103: S73–S79.
- Fries, I., S. Camazine and J. Sneyd 1994.** Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: a model and a review. *Bee World* 75: 5-28.
- Fries, I., G. Ekbohm and E. Villumstad 1984.** *Nosema apis*, sampling techniques and honey yield. *Journal of Apicultural Research* 23 (2): 102-105.

- Fries, I., F. Feng, A. da Silva, S.B. Slemenda and N.J. Pieniazek 1996.** *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *European Journal of Protistology* 32 (3): 356–365.
- Fries, I., A. Imdorf, and P. Rosenkranz 2006.** Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a Nordic climate. *Apidologie* 37 (5): 564-570.
- Fuchs, S. 1990.** Preference for drone brood cells by *Varroa jacobsoni* Oud in colonies of *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 21 (3): 193-199.
- Fukuda, H. and S.F. Sakagami 1968.** Worker brood survival in honeybees. *Researches on Population Ecology* 10 (1): 31-39.
- Gates, B.N. 1914.** The temperature of the bee colony. *Bulletin of United States Department of Agriculture* 96: 1-29.
- Gilliam, M., S. Taber III, B.J. Lorenz and D.B. Prest 1988.** Factors affecting development of chalkbrood disease in colonies of honey bees, *Apis mellifera*, fed pollen contaminated with *Ascosphaera apis*. *Journal of Invertebrate Pathology* 52 (2): 314–325.
- Gilliam, M., S. Taber III and G.V. Richardson 1983.** Hygienic behavior of honey bees in relation to chalkbrood disease. *Apidologie* 14 (1): 29-39.
- Graham, S., M.R. Myerscough, J.C. Jones and B.P. Oldroyd 2006.** Modelling the role of intracolony genetic diversity on regulation of brood temperature in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Insectes Sociaux* 53 (2): 226–232.
- Gramacho, K.P., Gonçalves L.S. and P. Rosenkranz 1998.** Study of the temperature of brood killed by the pin-killing method in worker bees of *Apis mellifera carnica*. *Apiacta* 33: 33-41.
- Gramacho, K.P. and M. Spivak 2003.** Differences in olfactory sensitivity and behavioral responses among honey bees bred for hygienic behavior. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 54 (5): 472–479.

- Guzmán-Novoa, E., G.J. Hunt, R.E. Page, Jr, J.L. Uribe-Rubio, D. Prieto-Merlos and F. Becerra-Guzmán 2005.** Paternal effects on the defensive behavior of honeybees. *Journal of Heredity* 96 (4): 376-380.
- Guzmán-Novoa, E. and R.E. Page Jr 1994b.** The impact of Africanized bees on Mexican beekeeping. *American Bee Journal* 134: 101-106.
- Guzmán-Novoa, E., R.E. Page Jr, H.G. Spangler and E.H. Erickson Jr 1999.** A comparison of two assays to test the defensive behaviour of honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research* 38: 205–209.
- Hadley, N.F. 1994.** Water relations of terrestrial arthropods. Academic Press, San Diego, USA, 356 pp.
- Harbo, J.R. 1992.** Breeding honey bees (Hymenoptera: Apidae) for more rapid development of larvae and pupae. *Journal of Economic Entomology* 85 (6): 2125-2130.
- Harbo, J.R. and J.W. Harris 1999.** Heritability in honey bees (Hymenoptera: Apidae) of characteristics associated with resistance to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economic Entomology* 92 (2): 261-265.
- Harbo, J.R., and T.I. Szabo 1984.** A comparison of instrumentally inseminated and naturally mated queens. *Journal of Apicultural Research* 23 (1): 31-36.
- Harris, J.W., R.G. Danka and J. Villa 2010.** Honey bees (Hymenoptera: Apidae) with the trait of Varroa sensitive hygiene remove brood with all reproductive stages of Varroa Mites (Mesostigmata: Varroidae). *Annals of the Entomological Society of America* 103 (2): 146-152 (abstract).
- Harrison, J.F. and J.H. Fewell 2002.** Environmental and genetic influences on flight metabolic rate in the honey bee, *Apis mellifera*. *Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular and Integrative Physiology* 133 (2): 323–333.
- Hassanein, M.H. 1951.** The influence of *Nosema apis* on the larval honeybee. *Annals of Applied Biology* 38 (4): 844-846.
- Hazel, L.N. and J.L. Lush 1942.** The efficiency of three methods of selection. *Journal of Heredity* 33 (11): 393-399 (abstract).

- Hazelhoff, E.H. 1954.** Ventilation in a bee-hive during summer. *Physiologia Comparata et Oecologia* 3: 343-364
- Heinrich, B. 1980.** Mechanisms of body-temperature regulation in honeybees, *Apis mellifera*: Regulation of thoracic temperature at high air temperatures. *Journal of Experimental Biology* 85: 61-87.
- Heinrich, B. 1985.** The social physiology of temperature regulation in honeybees. In: *Experimental Behavioral Ecology and Sociobiology* (eds B. Hölldobler, M. Lindauer), Sunderland MA: Sinauer, pp 393-406.
- Heinrich, B. and H. Esch 1994.** Thermoregulation in bees. *American Scientist* 82: 164-170.
- Heintz, C., M. Ribotto, M. Ellis and K. Delaplane 2011.** Best management practices (BMPs) for beekeepers pollinating California's agricultural crops. Managed Pollinator CAP Coordinated Agricultura Project. *Bee Culture*: 17–19.
- Heyndrickx, M., K. Vandemeulebroecke, B. Hoste, P. Janssen, K. Kersters, P. De Vos, N.A. Logan, N. Ali and R. Berkeley 1996.** Reclassification of *Paenibacillus* (formerly *Bacillus*) *pulvificiens* (Nakamura 1984) Ash et al. 1994, a later subjective synonym of *Paenibacillus* (formerly *Bacillus*) *larvae* (White 1906) Ash et al. 1994, as a subspecies of *P. larvae*, with emended descriptions of *P. larvae* as *P. larvae* subsp. *larvae* and *P. larvae* subsp. *pulvificiens*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 46: 270–279.
- Higes, M., R. Martin, A. Meana 2006.** *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *Journal of Invertebrate Pathology* 92 (2): 93-95.
- Hornitzky, M. 2005.** *Nosema* disease: literature review and survey of beekeepers. NSW Agriculture, Elizabeth Macarthur Agricultural Institute, Menangle, 18 pp.
- Hoy, M.A. 1994.** *Insect Molecular Genetics, An Introduction to Principles and Applications*, Academic Press, Inc. San Diego, California 546 pp.
- Human, H., S.W. Nicolson and V. Dietemann 2006.** Do honeybees, *Apis mellifera scutellata*, regulate humidity in their nest? *Naturwissenschaften* 93 (8): 397–401.

- Hunt, G.J., E. Guzmán-Novoa, M.K. Fondrk and R.E. Page Jr 1998.** Quantitative trait loci for honey bee stinging behavior and body size. *Genetics Society of America* 148 (3): 1203-1213.
- Ibrahim, A., G.S. Reuter and M. Spivak 2007.** Field trial of honey bee colonies bred for mechanisms of resistance against *Varroa destructor*. *Apidologie* 38 (1): 67-76.
- Ifantidis, M.D. 1983.** Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in the worker and drone brood cells of the honeybee *Apis mellifera cecropica*. *Journal of Apicultural Research* 23 (4): 227-233.
- Ifantidis, M.D. 1984.** Parameters of the population dynamics of the Varroa mite on honeybees. *Journal of Apicultural Research* 23 (4): 227-233
- Invernizzi, C. 2001.** Resistencia a la enfermedad de cría yesificada por colonias de *Apis mellifera* con eficiente comportamiento higiénico (Hymenoptera: Apidae) [Spanish]. [Chalkbrood disease resistance in *Apis mellifera* colonies with efficient hygienic behaviour (Hymenoptera: Apidae)] *Iheringia Serie Zoologia* 91: 108-114 (abstract in English).
- Issa, M.R.C., D. DeJong and L.S. Goncalves 1986.** Study of the preference of the mite *Varroa jacobsoni* for *Apis mellifera* drones. In: Japan National Organizing Committee of the XXXth International Apicultural Congress and Japan Beekeeping Association (eds.), *The XXXth International Apicultural Congress of Apimondia*, Takizawa Shinbun Printing Co., Tokyo.
- Issa, M.R.C. and L.S. Gonçalves 1984.** Study on the preferences of the acarid *Varroa jacobsoni* for drones of Africanized honey bees. In: *Advances in Invertebrate Reproduction*. (ed. Engels W.), Elsevier, Amsterdam, NY, Oxford, 598 pp.
- Jay, S.C. 1962.** Colour changes in honeybee pupae. *Bee World* 43: 119-122.
- Jay, S.C. 1963.** The development of honeybees in their cells. *Journal of Apicultural Research* 2: 117-134.
- Jones, J.C., M.R. Myerscough, S. Graham and B.P. Oldroyd 2004.** Honey bee nest thermoregulation: diversity promotes stability. *Science* 305 (5682): 402-404 (abstract).

- Kerr, W.E. 1967.** The history of the introduction of African bees to Brazil. *The South African Bee Journal* 39: 3-5.
- Kleinhenz, M., B. Bujok, S. Fuchs and J. Tautz 2001.** Regulation of brood nest temperature in honeybee colonies (*Apis mellifera carnica*). IVth European Workshop of Invertebrate Ecophysiology, 9-15 September 2001, St. Petersburg, Russia, 36-39 pp.
- Kleinhenz, M., B. Bujok, S. Fuchs and J. Tautz 2003.** Hot bees in empty broodnest cells: heating from within. *The Journal of Experimental Biology* 206: 4217–4231.
- Korpela, S., A. Aarhus, I. Fries and H. Hansen 1992.** *Varroa jacobsoni* Oud. in cold climates: population growth, winter mortality and influence on the survival of honey bee colonies. *Journal of Apicultural Research* 31 (3-4): 157-164 (abstract).
- Kralj, J. 1998.** Selection of honey bees with rapid development as a component of *Varroa* mite resistance. M.Sc. thesis, University of Guephl, Canada, 88pp
- Kraus, B. and H.H.W. Velthuis 1997.** High humidity in the honey bee (*Apis mellifera* L.) brood nest limits reproduction of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud.. *Naturwissenschaften* 84 (5): 217–218.
- Kronenberg, F. and H.C. Heller 1982.** Colonial thermoregulation in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, systemic and environmental physiology* 148 (1): 65–76.
- Laidlaw, H.H. and R.E. Page Jr 1986.** Mating designs. In: *Bee genetics and breeding*. ed. T.E. Rinderer, Academic Press, Orlando, USA, pp 323–342.
- Lapidge, K.L., B.P. Oldroyd and M. Spivak 2002.** Seven suggestive quantitative trait loci influence hygienic behavior of honey bees. *Naturwissenschaften* 89 (12): 565–568.
- Le Conte, Y., G. Arnold, J. Trouiller, C. Masson and B. Chappe 1990.** Identification of a brood pheromone in honeybees. *Naturwissenschaften* 77 (7): 334-336.
- Le Conte, Y., C. Bruchou, K. Benhamouda, C. Gauthier and J.M. Cornuet 1994.** Heritability of the queen brood post-capping stage duration in *Apis mellifera mellifera* L.. *Apidologie* 25 (6): 513-519.

- Le Conte, Y. and J.M. Cornuet 1988.** Variability of the post-capping stage duration of the worker brood in three different races of *Apis mellifera*. In: *Present Status of Varroa in Europe and Progress in the Varroa Mite Control* (ed R. Cavalloro) Proc Meeting EC Experts' group, Udine (Italy), Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp 171-174.
- Le Conte, Y., G. de Vaublanc, D. Crauser, F. Jeanne, J.C. Rouselle and J.M. Bécard 2007.** Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie* 38 (6): 566-572.
- Lindauer, M. 1953.** Division of labour in the honeybee colony. *Bee World* 34: 63-73, 85-91.
- Lints, F.A. and C.V. Lints 1971.** Relationship between growth and ageing in *Drosophila melanogaster*. *Nature* 229 (5280): 86-87 (abstract).
- Martin, S.J. 1994.** Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Experimental and Applied Acarology* 18 (2): 87-100.
- Matheson, A. 1993.** World bee health update. *Bee World* 74: 176-212.
- Mattila, H.R. and T.D. Seeley 2007.** Genetic diversity in honey bee colonies enhances productivity and fitness. *Science* 317 (5836): 362-364.
- McMullan, J.B. and M.J.F. Brown 2005.** Brood pupation temperature affects the susceptibility of honeybees (*Apis mellifera*) to infestation by tracheal mites (*Acarapis woodi*). *Apidologie* 36 (1) 97-105.
- Michener, C.D. 1974.** The social behavior of the bees: A comparative study. Harvard University Press, Cambridge, 404 pp.
- Milne, Jr C.P. 1985.** Estimates of the heritabilities of and genetic correlation between two components of honey bee (Hymenoptera: Apidae) hygienic behavior: Uncapping and removing. *Annals of the Entomological Society of America* 78 (6): 841-844.
- Milum, V.G. 1930.** Variations in time of development of the honey bee. *Journal of Economic Entomology* 23 (2): 441-446.

- Moritz, C., T.E. Dowling and W.M. Brown 1987.** Evolution of animal mitochondrial DNA: Relevance for population biology and systematic. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 269-292.
- Moritz, R.F.A. 1985.** Heritability of the postcapping stage in *Apis mellifera* and its relation to varroatosis resistance. *The Journal of Heredity* 76 (4): 267-270 (abstract).
- Moritz, R.F.A. and H. Hänel 1984.** Restricted development of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. in the Cape honeybee *Apis mellifera capensis* Esch.. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie (Journal of Applied Entomology)* 97 (1-5): 91-95.
- Moritz, R.F.A. and M. Jordan 1992.** Selection of resistance against *Varroa jacobsoni* across caste and sex in the honeybee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *Experimental and Applied Acarology* 16 (4): 345-353.
- Moritz, R.F.A. and D. Mautz 1990.** Development of *Varroa jacobsoni* in colonies of *Apis mellifera capensis* and *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 21(1): 53-58.
- Morse, R.A. and K. Flottum, 1990.** The ABC and XYZ of bee culture. Fortieth edition. The A.I. Root Co. Medina, Ohio, 516 pp.
- Nash, J.H.E. 1991.** DNA frag, Version 3.03. Institute for Biological Sciences, National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- Neumann, P. and N.L. Carreck 2010.** Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research* 49 (1): 1-6.
- Neumann, P., C.W.W. Pirk, H.R. Hepburn, A.J. Solbrig, F.L.W. Ratnieks, P.J. Elzen and J.R. Baxter 2001.** Social encapsulation of beetle parasites by Cape honeybees colonies (*Apis mellifera capensis* Esch.). *Naturwissenschaften* 88 (5): 214-216.
- Nielsen, D.I., P.R. Ebert, G.J. Hunt, E. Guzmán-Novoa, S.A. Kinnee and R.E. Page Jr 1999.** Identification of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) incorporating morphometrics and an improved polymerase chain reaction mitotyping procedure. *Annals of the Entomological Society of America* 92 (2): 167-174.

- Nixon, M. 1982.** Preliminary world maps of honey bee diseases and parasites. *Bee World* 63 (1): 23-42.
- Nuñez, J.A. 1979.** Comparative study of thermoregulation between European and Africanized *Apis mellifera* in Brazil. *Journal of Apicultural Research* 18 (2): 116-121.
- Ohashi, M., R. Okada, T. Kimura and H. Ikeno 2009.** Observation system for the control of the hive environment by the honeybee (*Apis mellifera*). *Behavior Research Methods* 41 (3): 782-786.
- Oldroyd, B.P. 1996.** Evaluation of Australian commercial honey bees for hygienic behaviour, a critical character for tolerance to chalkbrood. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36 (5): 625-629.
- Omholt, S.W. and G.V. Amdam 2004.** Epigenetic regulation of aging in honeybee workers. *Science of Aging Knowledge Environment* 26: pe28 (abstract).
- Oxley, P.R., M. Spivak and B.P. Oldroyd 2010.** Six quantitative trait loci influence task thresholds for hygienic behaviour in honeybees (*Apis mellifera*). *Molecular Ecology*: 19 (7): 1452–1461.
- Page, Jr R.E., G.E. Robinson, M.K. Fondrk and M.E. Nasr 1995.** Effects of worker genotypic diversity on honey bee colony development and behavior (*Apis mellifera* L.). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 36 (6): 387–396.
- Page, R.E. and G.E. Robinson 1991.** The genetics of division of labour in honey bee colonies. *Advances in Insect Physiology* 23: 118-220.
- Palacio, M.A., E.E. Figini, S.R. Ruffinengo, E.M. Rodriguez, M.L. Del Hoyo and E.L. Bedascarrasbure 2000.** Changes in a population of *Apis mellifera* L. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. *Apidologie* 31 (4): 471-478.
- Pappas, N. and A. Thrasyvoulou 1986.** Searching for an accurate method to evaluate the degree of Varroa infestation in honeybee colonies. European research on varroaosis control: Proceedings of a meeting of the EC Experts' Group, Bad Homburg, 15-17 October 1986.

- Park, O.W., F.C. Pellet and F.B. Paddock 1937.** Disease resistance and American foulbrood. *American Bee Journal* 77: 20-25.
- Pawsey, R.K. 1974.** Techniques with bacteria. Hutchinson Educational Ltd., London.
- Peng, Y.S., Y. Fang, S. Xu and L. Ge 1987a.** The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr., to an ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Invertebrate Pathology* 49 (1): 54-60.
- Peng, Y.S., Y. Fang, S. Xu, L. Ge and M.E. Nasr 1987b.** Response of foster Asian (*Apis cerana* Fabr.) colonies to the brood of European honeybee (*Apis mellifera* L.) infested with parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Invertebrate Pathology* 49 (3): 259-264.
- Rath, W. and W. Drescher 1990.** Response of *Apis cerana* Fabr. towards brood infested with *Varroa jacobsoni* Oud. and infestation rates of colonies in Thailand. *Apidologie* 21 (4): 311-321.
- Rehm, S.M. and W. Ritter 1989.** Sequence of the sexes in the offspring of *Varroa jacobsoni* and the resulting consequences for the calculation of the developmental period. *Apidologie* 20 (4): 339-343.
- Ribbands, C.R. 1954.** The defense of the honeybee community. *Proceedings of the Royal Society of London B* 142 (909): 514-524 (abstract).
- Rinderer, T.E. 1977.** Measuring the heritability of characters of honeybees. *Journal of Apicultural Research* 16: 95-98.
- Rodrigues, I., J. Beetsma, W.J. Boot and J. Calis 1996.** Testing hygienic behavior in four different honeybee strains (*Apis mellifera* L.). *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society* 7: 83-88.
- Rosenkranz, P. 1988.** Temperaturpräferenz der *Varroa*-Milbe und Stocktemperaturen in Bienenvölkern an Tropenstandorten (Acarina: Varroidae/Hymenoptera: Apidae). (Temperature preference in *Varroa* mites and hive temperatures in bee colonies at different tropical study sites (Acarina: Varroidae/Hymenoptera: Apidae)). *Entomologia Generalis* 14 (2): 123-132 (abstract in English).

- Rosenkranz, P., P. Aumeier and B. Ziegelmann 2010.** Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology* 103: S96-S119.
- Rosenkranz, P. and W. Engels 1994.** Genetic and environmental influences on the duration of preimaginal worker development in eastern (*Apis cerana*) and western (*Apis mellifera*) honey bees in relation to varroatosis. *Brazilian Journal of Genetics* 17 (4): 383-391.
- Rothenbuhler, W.C. 1964a.** Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. I. Responses of four inbred lines to disease killed brood. *Animal Behaviour* 12 (4): 578-583.
- Rothenbuhler, W.C. and V.C. Thompson 1956.** Resistance to American foulbrood in honey bees. I. Differential survival of larvae of different genetic lines. *Journal of Economic Entomology* 49 (4): 470-475.
- Ruttner F. 1988.** Breeding techniques and selection for breeding of the honeybee. British Isles Bee Breeders' Association, Derby, UK, 151 pp.
- Ruttner, H. and F. Ruttner 1972.** Untersuchungen über die flugaktivität und das paarungsverhalten der drohnen. (Investigations on the flight activity and the mating behavior of drones part 5 drone congregation areas and mating distance.) *Apidologie* 3 (3): 203-232 (summary in English).
- Saiki, R.K., S. Scharf, F. Faloona, K.B. Mullis, G.T. Horn, H.A. Erlich and N. Arnheim 1985.** Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* 230 (4732): 1350-1354 (abstract).
- Sall J., A. Lehman and L. Creighton 2001.** JMP start statistics: A guide to statistics and data analysis using JMP and JMP IN software, Duxbury Press, Belmont, USA.
- Schmidt, J. 1994.** Hat die Verkürzung der verdeckelten Brutphase bei *Apis mellifera* einen Einfluss auf die Entwicklung von *Varroa*-bzw Bienenpopulationen? (Does a shortening of the post-capping period influence the development of *Varroa* and bee populations respectively?) *Apidologie* 25(5): 497-498 (summary in English).
- Schöning, C., S. Gisder, S. Geiselhardt, I. Kretschmann, K. Bienefeld, M. Hilker and E. Genersch 2012.** Evidence for damage-dependent hygienic behaviour

- towards *Varroa destructor*-parasitised brood in the western honey bee, *Apis mellifera*. *The Journal of Experimental Biology* 215: 264-271 (summary).
- Schousboe, C. 1986.** Undersogelse af forseglingsperiodens længde hos honningbiyngel (*Apis mellifera* L.) med henblik på forbedring af resistens mod *Varroa*-miden (*Varroa jacobsoni* Oud.). (The duration of closed cell stage in worker brood of Danish honey-bees (*Apis mellifera* L.) in relation to increased resistance to the *Varroa* mite (*Varroa jacobsoni* Oud.)), *Tidsskrift for Planteavl* 90 (4): 293-299 (summary in English).
- Schulz, A.E. 1984.** Reproduktion und populationsentwicklung der parasitischen milbe *Varroa jacobsoni* Oud. in abhängigkeit vom brutzyklus ihres wirtes *Apis mellifera* L. (I. TEIL). (Reproduction and population dynamics of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. and its dependence on the brood cycle of its host *Apis mellifera* L.). *Apidologie* 15 (4): 401-420 (summary in English).
- Seeley, T.D. 1985.** Honeybee ecology: a study of adaptation in social life. Princeton University Press, Princeton, 201 pp.
- Seeley, T.D. 1995.** The wisdom of the hive: the social physiology of honey bee colonies. Harvard University Press, USA, 295 pp.
- Seeley, T.D. and B. Heinrich 1981.** Regulation of temperature in the nests of social insects. In: Heinrich B. (Ed.). Insect Thermoregulation, Wiley Press, New York, USA, 159–234 pp.
- Sokal, R.R., and F.J. Rohlf 1995.** Biometry. Third edition. W.H. Freeman and Company, New York, USA.
- Southwick, E.E. and R.F.A. Moritz 1987.** Effects of meteorological factors on defensive behaviour of honey bees. *International Journal of Biometeorology* 31 (3): 259-265.
- Spivak, M. 1996.** Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 27 (4): 245-260.
- Spivak, M. and D.L. Downey 1998.** Field assays for hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology* 91 (1): 64-70.

- Spivak, M., D.J.C. Fletcher and M.D. Breed 1991.** The “African” Honey Bee. Westview Press, Boulder, San Francisco, Oxford. 435 pp
- Spivak, M. and M. Gilliam 1993.** Facultative expression of hygienic behaviour of honey bees in relation to disease resistance. *Journal of Apicultural Research* 32 (3/4): 147-157.
- Spivak, M. and M. Gilliam 1998a.** Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa mites. Part I: Hygienic behaviour and resistance to American foulbrood. *Bee World* 79 (3): 124-134.
- Spivak, M. and M. Gilliam 1998b.** Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa mites. Part II: Studies on hygienic behaviour since the Rothenbuhler era. *Bee World* 79 (4): 169-186.
- Spivak, M. and G.S. Reuter 1998a.** Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary. *Apidologie* 29 (3): 291–302.
- Spivak, M. and G.S. Reuter 1998b.** Honey bee hygienic behavior. *American Bee Journal* 138: 283–286.
- Spivak, M. and G.S. Reuter 2001a.** Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies, *Apis mellifera*, bred for hygienic behavior. *Apidologie* 32 (6): 555-565.
- Spivak, M. and G.S. Reuter 2001b.** *Varroa destructor* infestation in untreated honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies selected for hygienic behavior. *Journal of Economic Entomology* 94 (2): 326-331.
- Stabentheiner, A., H. Pressl, T. Papst, N. Hrassnigg and K. Crailsheim 2003.** Endothermic heat production in honeybee winter cluster. *The Journal of Experimental Biology* 206: 353–358.
- Starks, P.T. and D.C. Gilley 1999.** Heat shielding: A novel method of colonial thermoregulation in honey bees. *Naturwissenschaften* 86 (9): 438–440.
- Tarpy, D.R. 2003.** Genetic diversity within honeybee colonies prevents severe infections and promotes colony growth. *Proceedings of the Royal Society of London B* 270 (1510): 99-103.

- Trump, R.F., V.C. Thompson and W.C. Rothenbuhler 1967.** Behavior genetics of nest cleaning in honey bees V. Effect of previous experience and composition of mixed colonies on response to disease-killed brood. *Journal of Apicultural Research* 6: 127–131.
- Unger, P. and E. Guzmán-Novoa 2010.** Maternal effects on the hygienic behavior of Russian x Ontario hybrid honeybees (*Apis mellifera* L.) *Journal of Heredity* 101 (1): 91-96.
- Vandame, R., S. Morand, M.-E. Colin and L.P. Belzunces 2002.** Parasitism in the social bee *Apis mellifera*: quantifying costs and benefits of behavioral resistance to *Varroa destructor* mites. *Apidologie* 33 (5): 433-445
- Wilkes, K. and Oldroyd B.P. 2002.** Breeding hygienic disease resistant bees. School of Biological Sciences. University of Sydney, Sydney, 29 pp.
- Wilson-Rich, N., M. Spivak, N.H. Fefferman and P.T. Starks 2009.** Genetic, individual, and group facilitation of disease resistance in insect societies. *Annual Review of Entomology* 54: 405–423.
- Wilson-Rich, N., D.R. Tarpy and P.T. Starks 2012.** Within- and across-colony effects of hyperpolyandry on immune function and body condition in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Insect Physiology* 58 (3): 402-407.
- Winston, M.L. 1987.** The biology of the honey bee. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, 281 pp.
- Woodrow, A.W. 1935.** Some effects of relative humidity on the length of life and food consumption of honeybees. *Journal of Economic Entomology* 28 (3): 565-568.
- Woodrow, A.W. and E.C. Hoist 1942.** The mechanism of colony resistance to American foulbrood. *Journal of Economic Entomology* 35 (3): 327–330.
- Woodward, D.R. 2007.** Queen Bee: Biology, Rearing and Breeding, Balclutha New Zealand, 137 pp.
- Woyke, J. 1992.** Diurnal and seasonal variation in defensive behavior of African bees *Apis mellifera adansonii* in Ghana. *Apidologie* 23 (4): 311-322.

Yang, X. and D. Cox-Foster 2007. Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge. *Parasitology* 134: 405-412.

Young, S.S.Y. 1961. A further examination of the relative efficiency of three methods of selection for genetic gains under less-restricted conditions. *Genetical Research* 2: 106-121.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Πελεκάσης, Κ., Λ. Σαντάς και Ν. Εμμανουήλ 1978.** Βαρροϊκή Ακαρίαση, μια νέα για την Ελλάδα σοβαρή ασθένεια των μελισσών. Ειδική Έκδοση Μέλισσας, Αθήνα, 7 σελ.
- Σκούρας, Ζ. 1993.** Μόρια και γονίδια. Μια πρακτική προσέγγιση. Εκδόσεις Art of Text, Θεσσαλονίκη.
- Τσίπη, Μ.Ν. 2004.** Οι μοριακοί και μορφομετρικοί δείκτες στη διαπίστωση υβριδικών πληθυσμών μελισσών στην Ελλάδα. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Εργαστήριο Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 96 σελ.
- Χαριζάνης, Π.Χ. 1996.** Μέλισσα και Μελισσοκομική Τεχνική. Δεύτερη έκδοση, Θεσσαλονίκη, 263 σελ.
- Χρονοπούλου-Σερέλη Αικ. και Ι.Κ. Χρονόπουλος 2011.** Βιομετεωρολογία-Βιοκλιματολογία. Εφαρμογές στη διαμόρφωση υπαίθριων χώρων., Εκδόσεις Ζήτη, 228 σελ.

Ηλεκτρονικές πηγές

<http://beelab.agro.auth.gr>

<http://en.wikipedia.org>

<http://www.minagric.gr>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

<http://www.oie.int>

<http://www.onsetcomp.com>

Παράρτημα

Παράρτημα Α

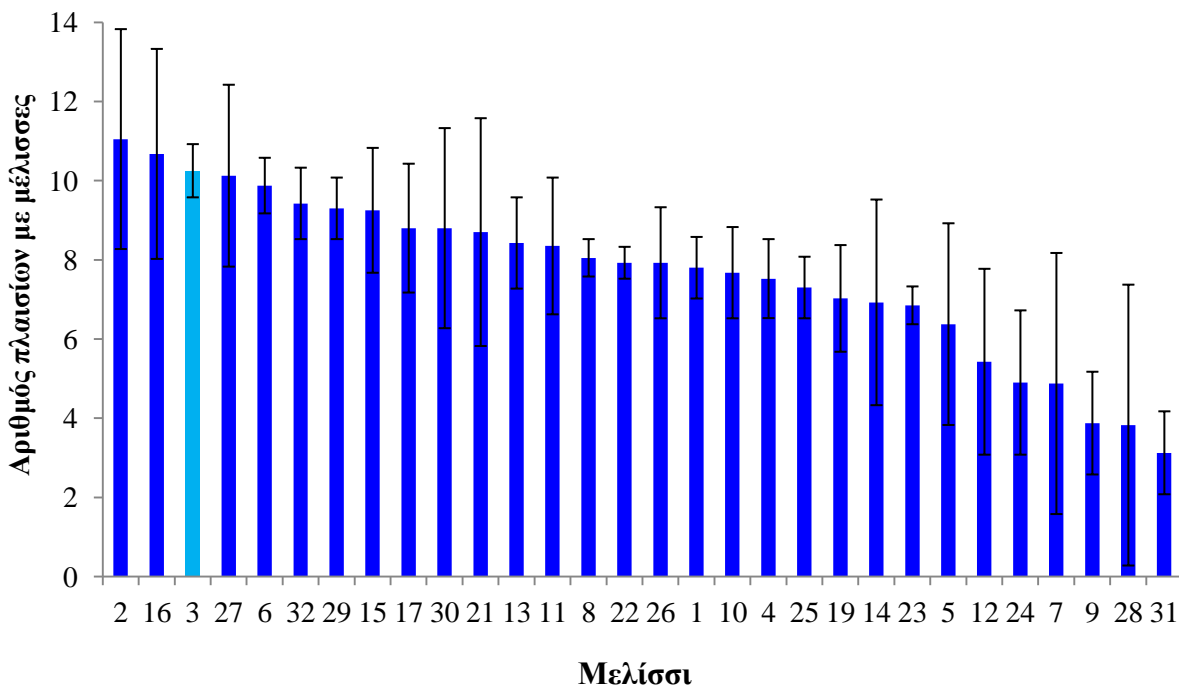
Καταγραφή, αξιολόγηση και βελτίωση των μελισσιών

Καταγραφές Μαρτίου-Μαΐου 2009

Πληθυσμός

Πίνακας 47: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε ο πληθυσμός, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	29	0,5	0,9792
υπόλοιπο	30		
σύνολο	59		

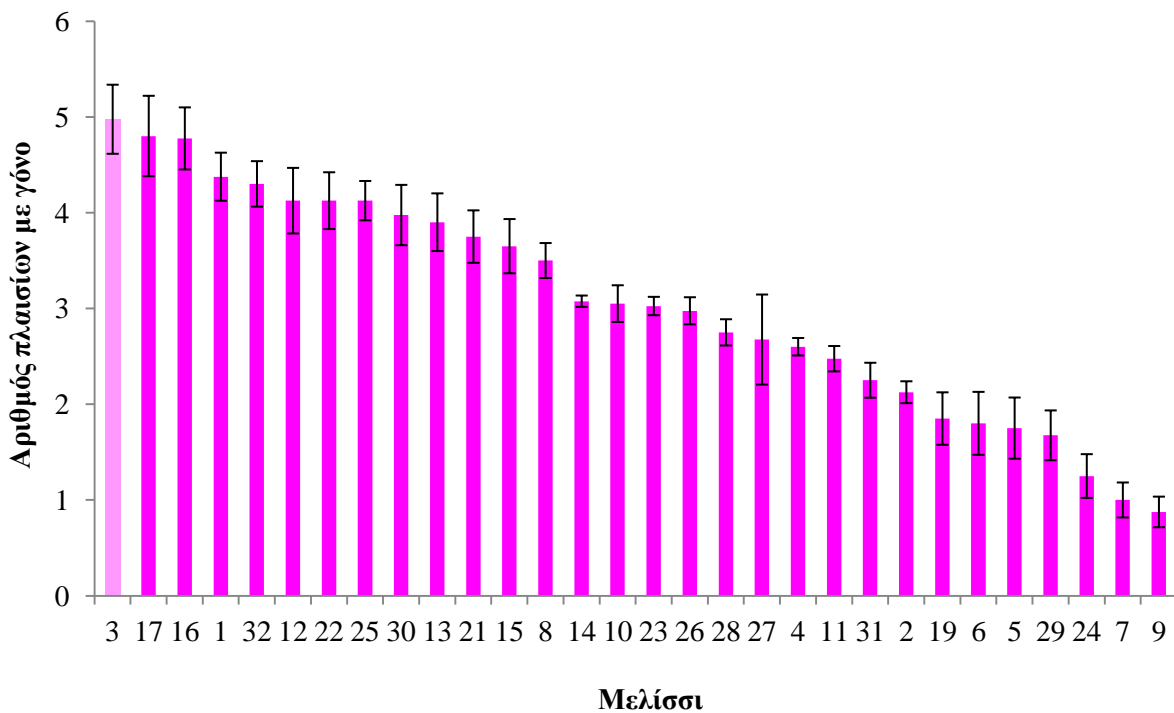


Διάγραμμα 37: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.

Γόνος

Πίνακας 48: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίτσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του γόνου, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	29	0,7	0,8376
υπόλοιπο	30		
σύνολο	59		

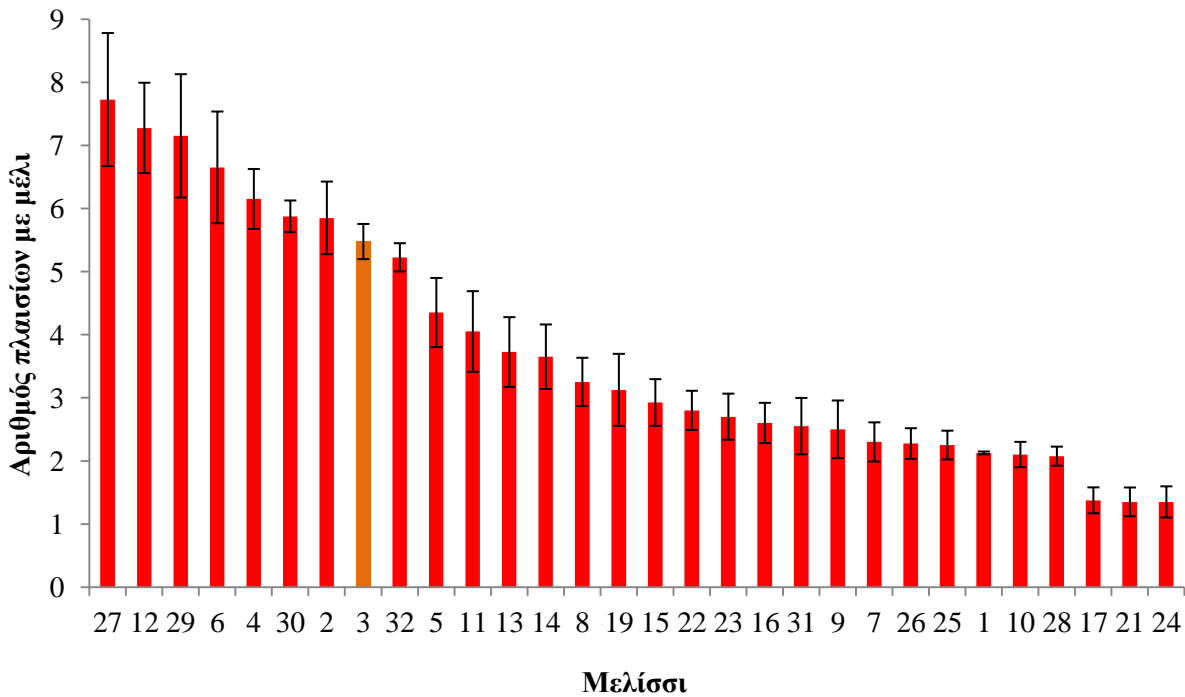


Διάγραμμα 38: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.

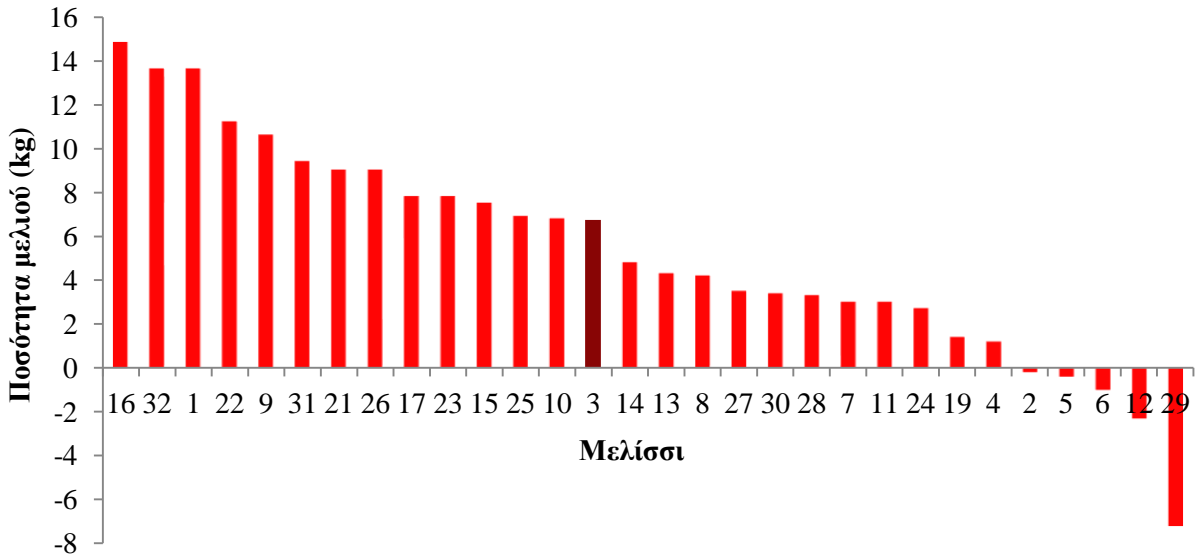
Μέλι

Πίνακας 49: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του μελιού, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).

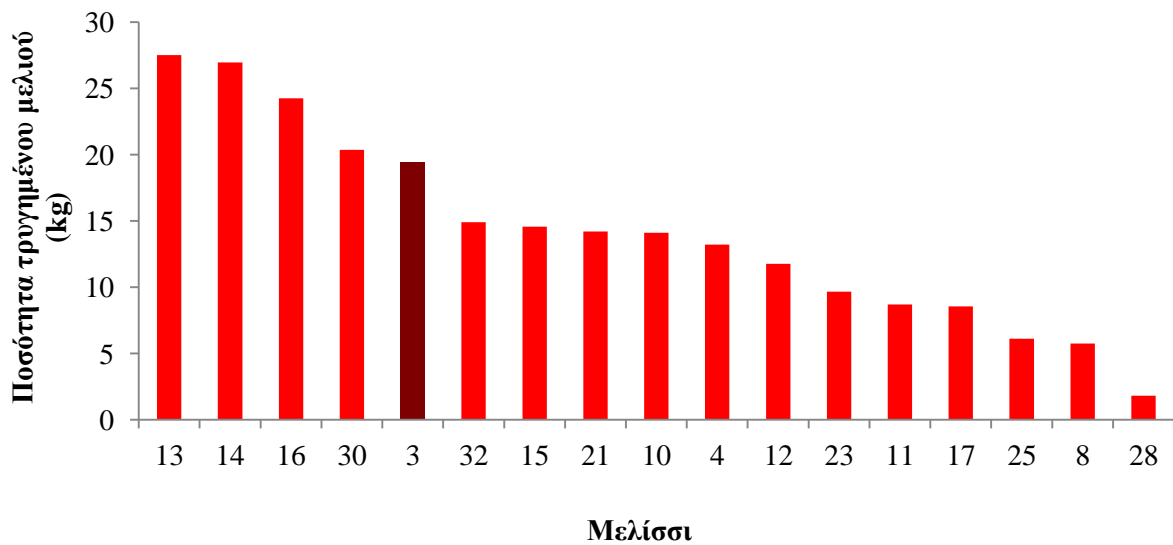
πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	29	0,5	0,9590
υπόλοιπο	30		
σύνολο	59		



Διάγραμμα 39: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.



Διάγραμμα 40: Διαγραμματική απεικόνιση της διαφοράς της ποσότητας του μελιού κατά την ανθοφορία του ευκαλύπτου τον Ιούνιο 2009.

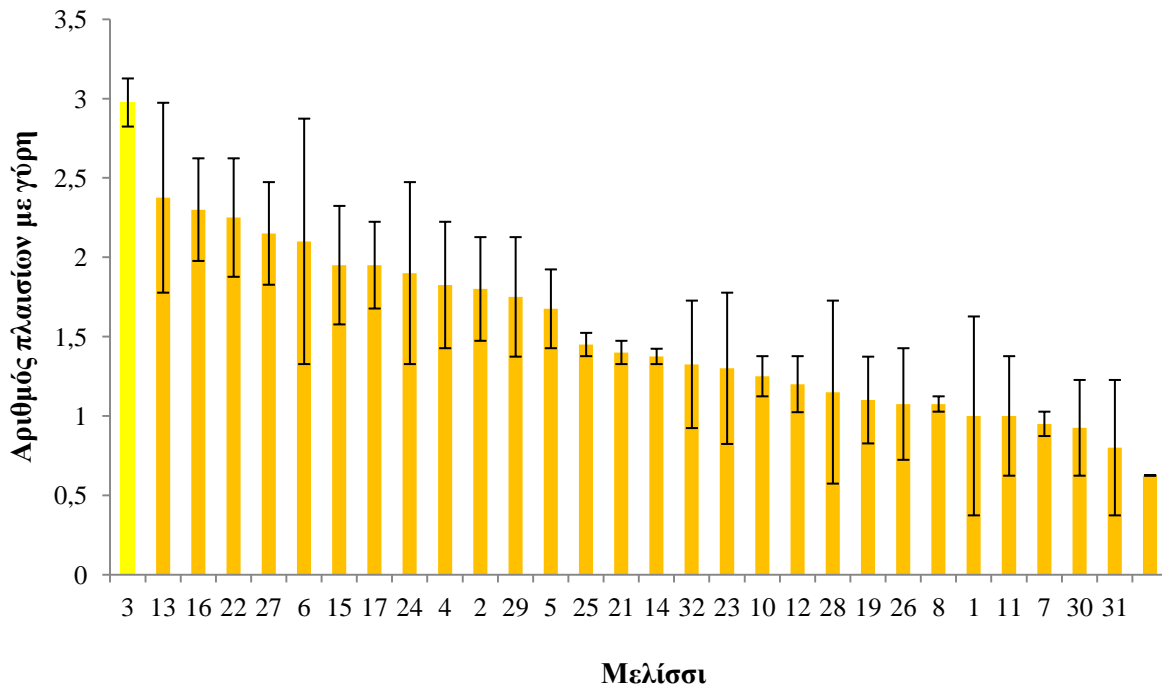


Διάγραμμα 41: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού που τρυγήθηκε τον Ιούλιο 2009.

Γύρη

Πίνακας 50: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσινα του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα της γύρης, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	29	0,6	0,9225
υπόλοιπο	30		
σύνολο	59		

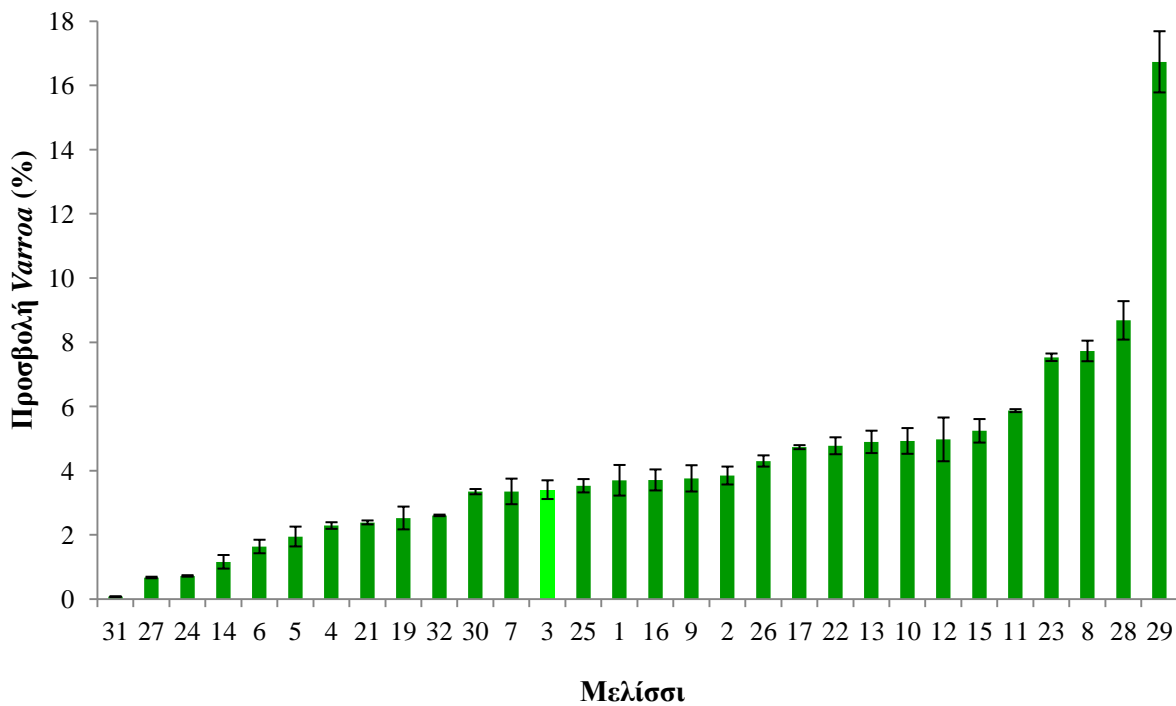


Διάγραμμα 42: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.

Προσβολή από *Varroa destructor*

Πίνακας 51: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η προσβολή από το *Varroa destructor*, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	29	2,75	0,0037
υπόλοιπο	30		
σύνολο	59		

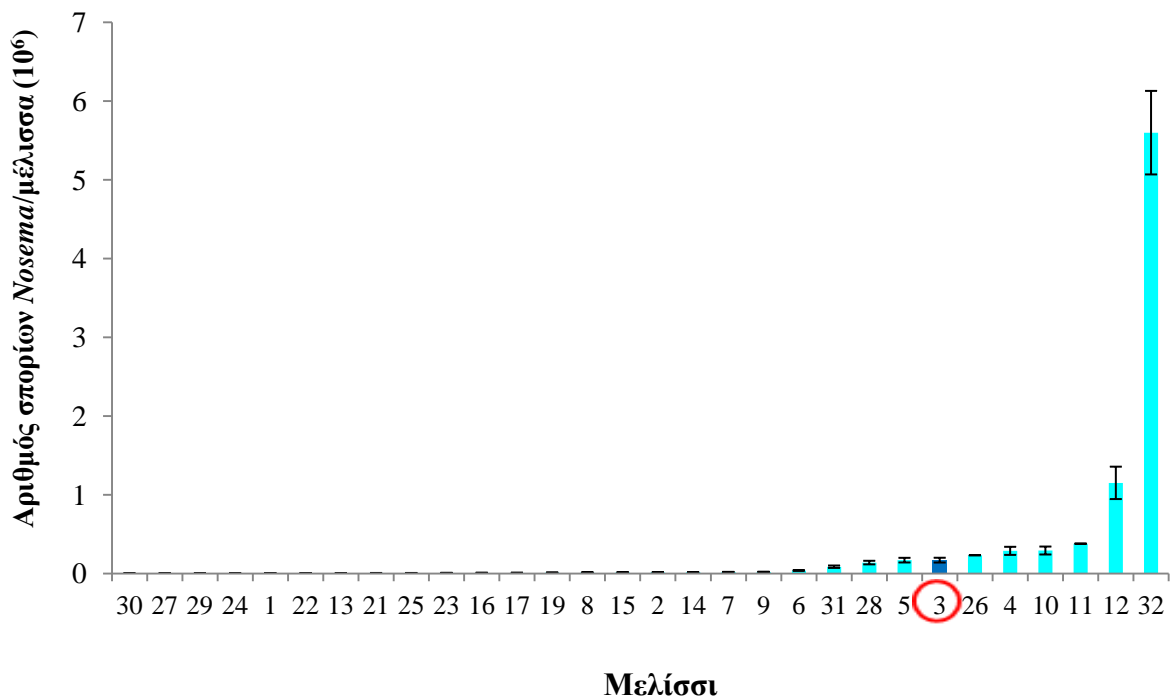


Διάγραμμα 43: Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού προσβολής από το *Varroa destructor* των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.

Αριθμός σπορίων *Nosema sp.*

Πίνακας 52: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίτσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε ο αριθμός των σπορίων του *Nosema sp./μέλιτσα*, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	29	3,2	0,0011
υπόλοιπο	30		
σύνολο	59		



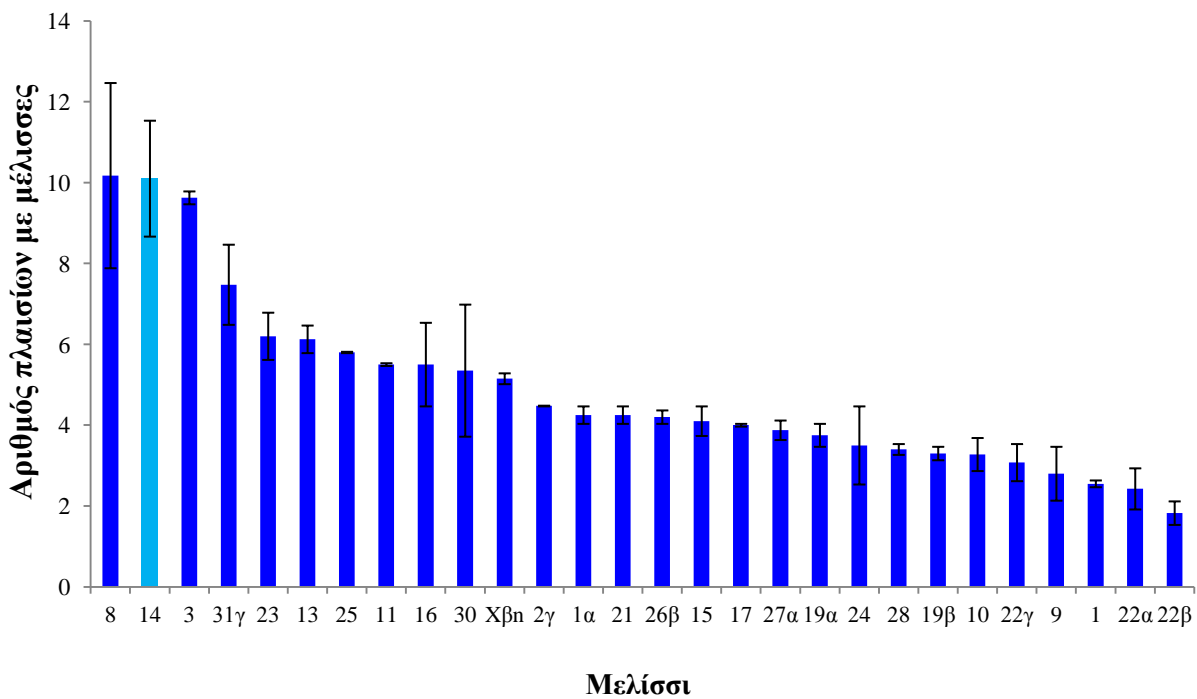
Διάγραμμα 44: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων *Nosema sp./μέλιτσα* των μελιτσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.

Καταγραφές Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου 2009

Πληθυσμός

Πίνακας 53: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του πληθυσμού, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	27	6,5	<0,0001
υπόλοιπο	28		
σύνολο	55		

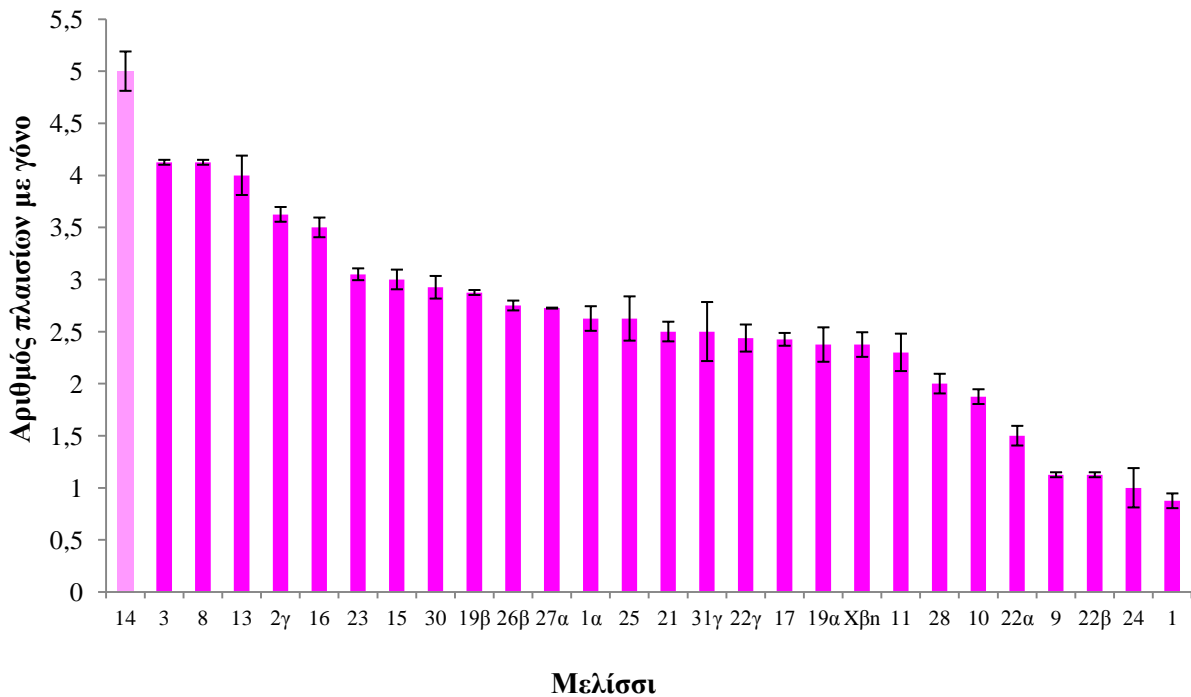


Διάγραμμα 45: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.

Γόνος

Πίνακας 54: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίτσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του γόνου, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κουφέλη	27	2,4	0,0129
υπόλοιπο	28		
σύνολο	55		

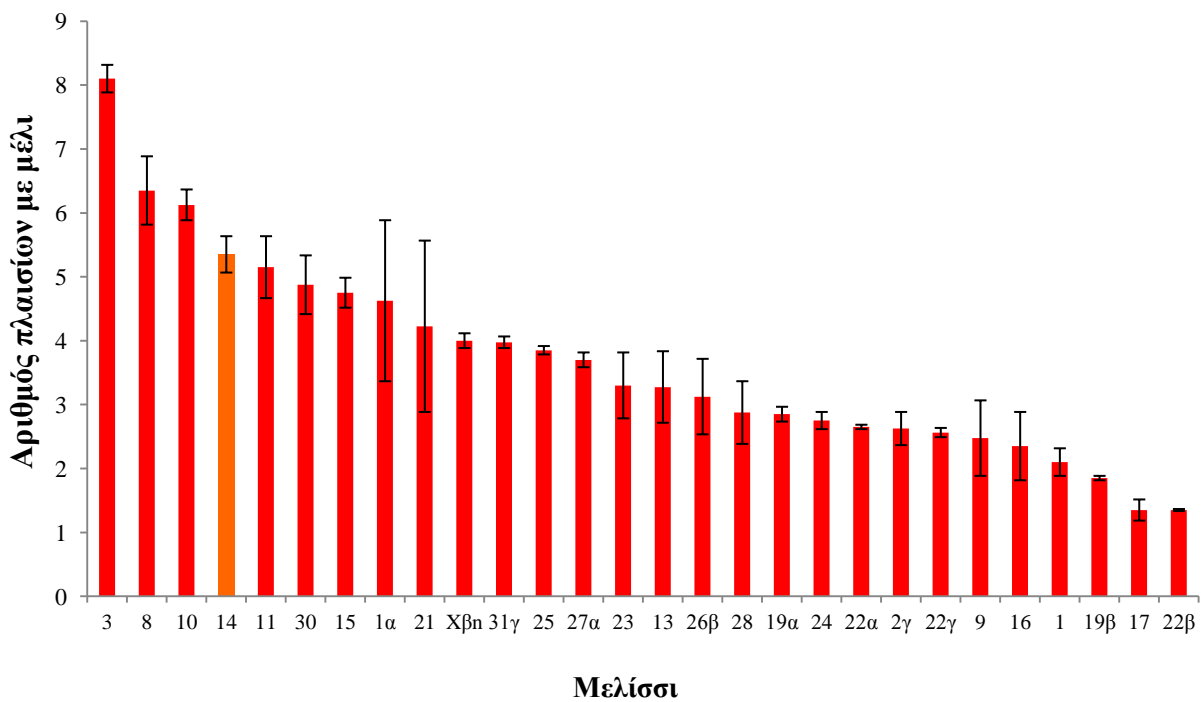


Διάγραμμα 46: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2009.

Μέλι

Πίνακας 55: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του μελιού, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κουφέλη	27	10,4	<0,0001
υπόλοιπο	28		
σύνολο	55		

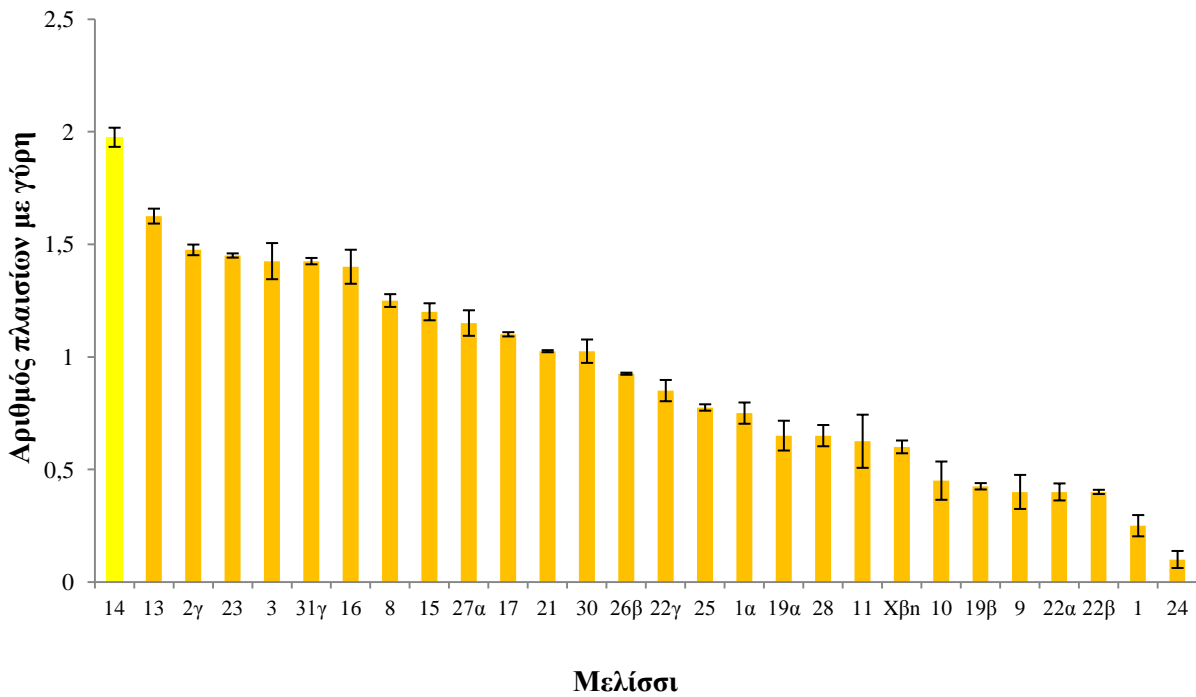


Διάγραμμα 47: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.

Γύρη

Πίνακας 56: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσινα του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα της γύρης, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	27	3,4	0,0010
υπόλοιπο	28		
σύνολο	55		

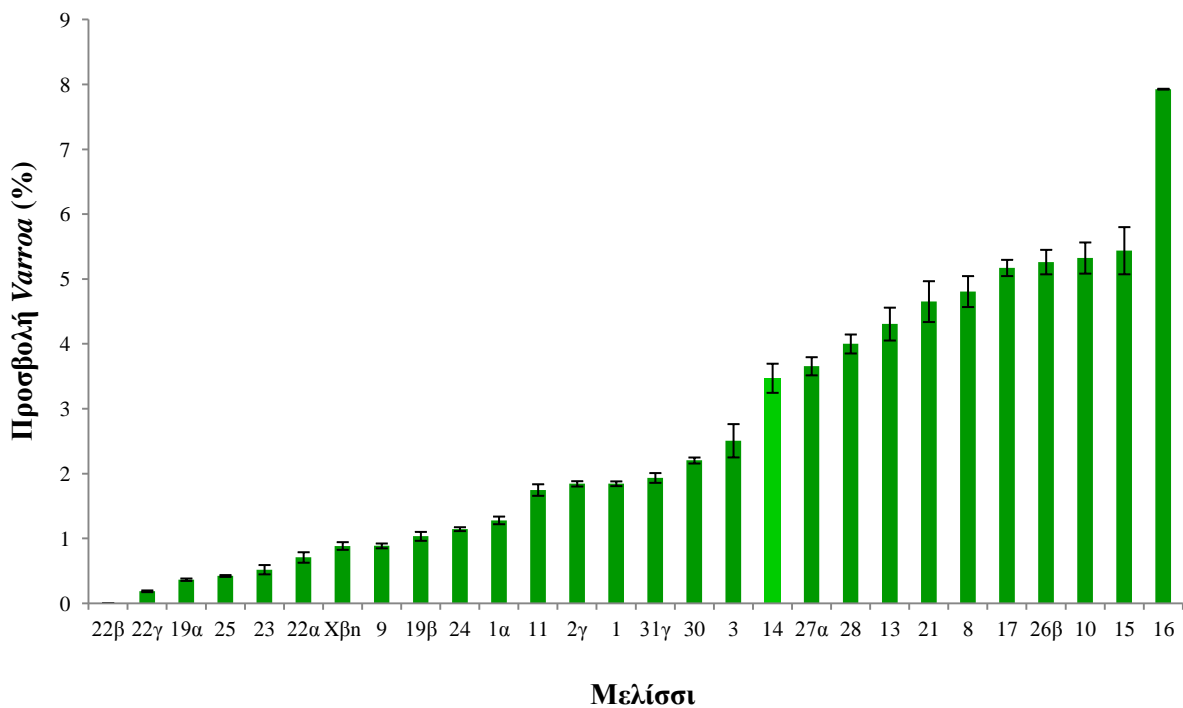


Διάγραμμα 48: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2009.

Προσβολή από *Varroa destructor*

Πίνακας 57: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η προσβολή από το *Varroa destructor*, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	27	6,6	<0,0001
υπόλοιπο	28		
σύνολο	55		

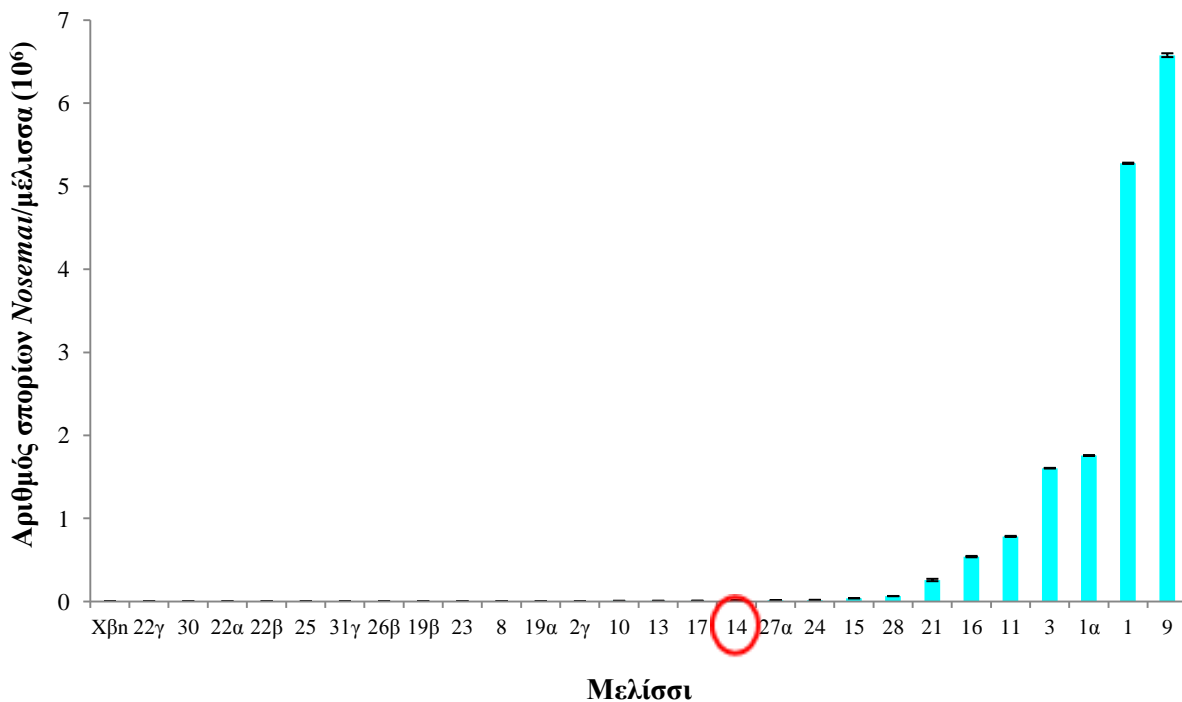


Διάγραμμα 49: Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού προσβολής από το *Varroa destructor* των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.

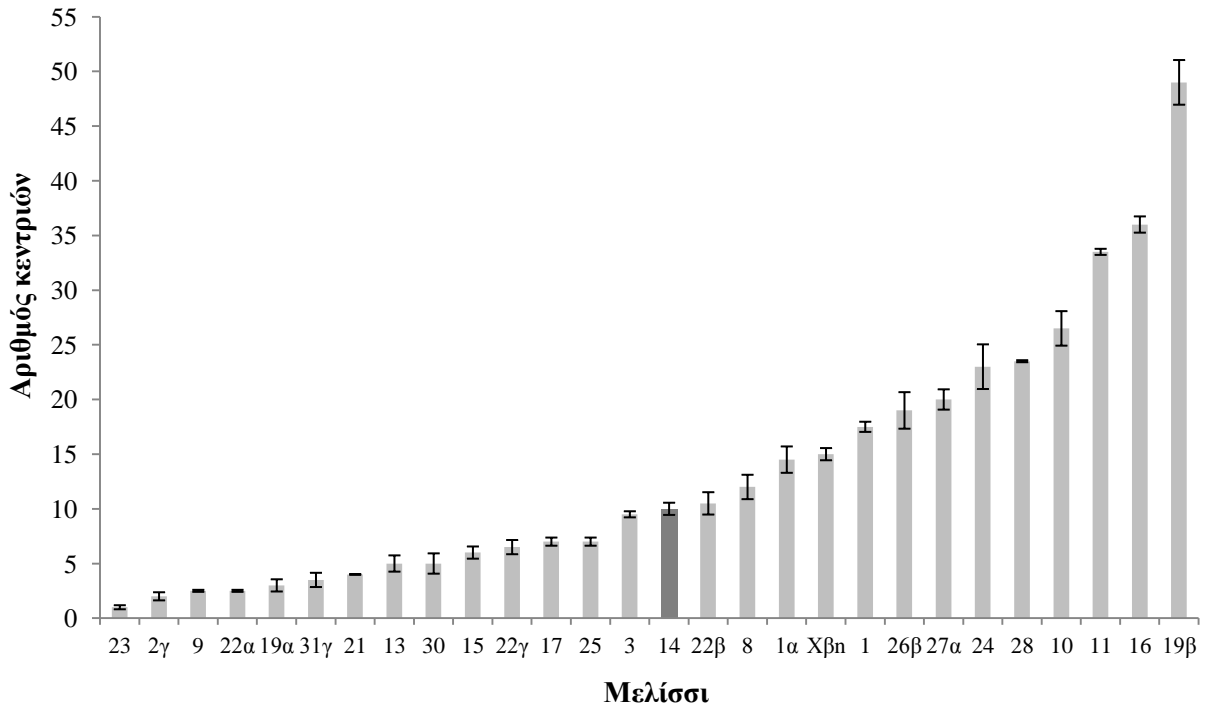
Αριθμός σπορίων *Nosema sp.*

Πίνακας 58: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίτσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε ο αριθμός των σπορίων *Nosema sp.*/μέλιτσα, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).

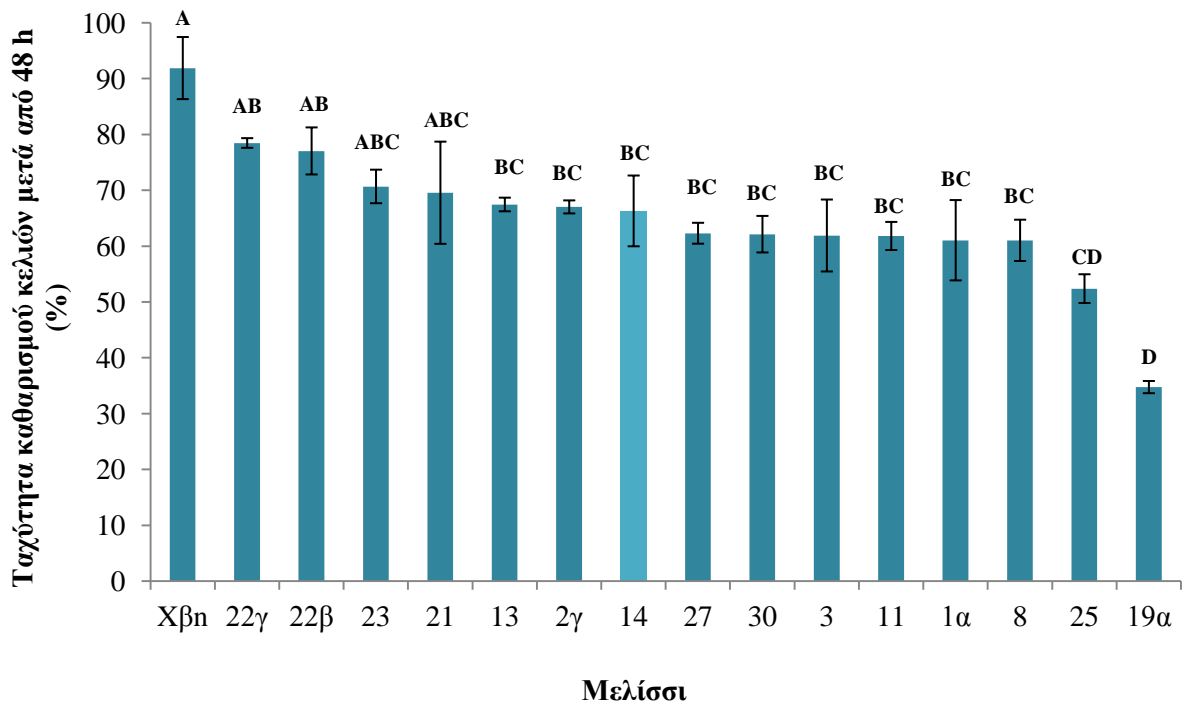
πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	27	2570,8	<0,0001
υπόλοιπο	28		
σύνολο	55		



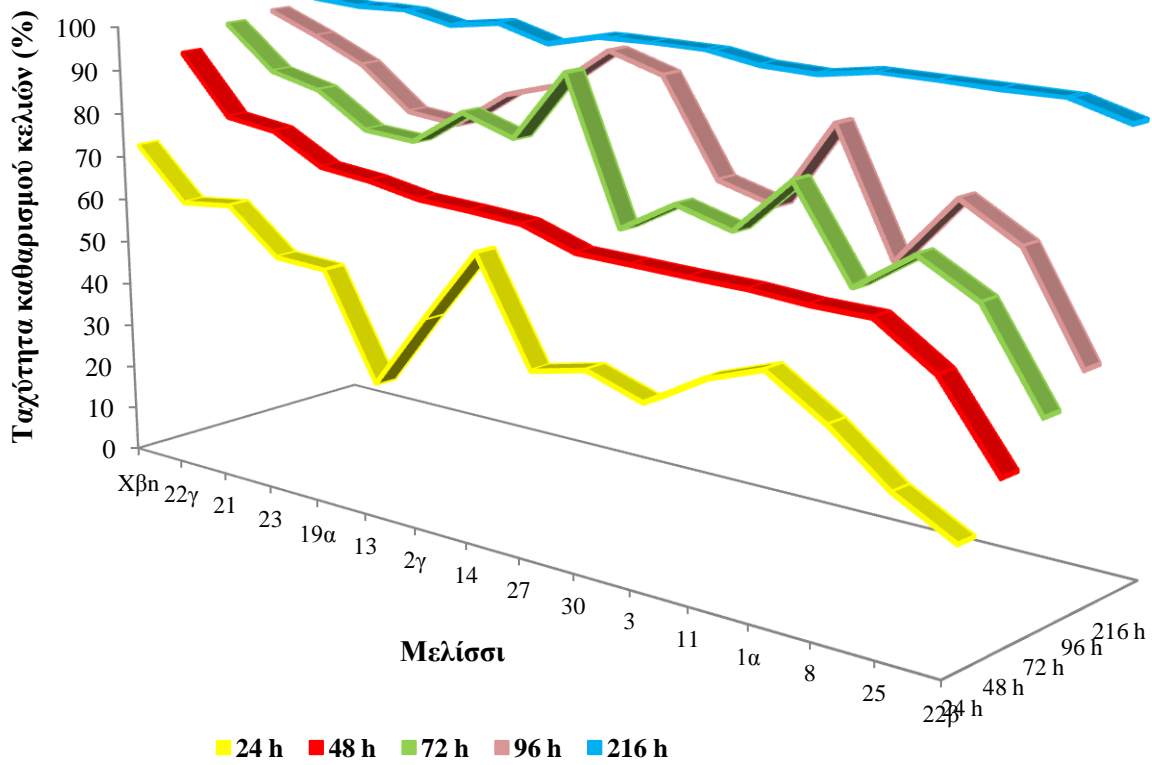
Διάγραμμα 50: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων *Nosema sp.*/μέλιτσα των μελιτσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.



Διάγραμμα 51: Διαγραμματική απεικόνιση της επιθετικότητας των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.



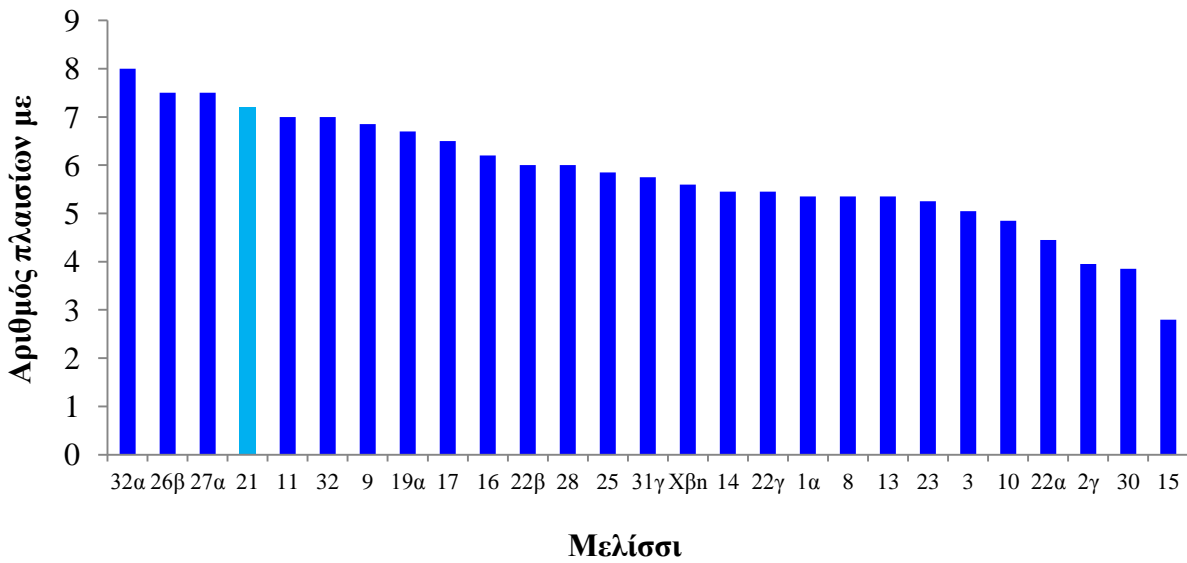
Διάγραμμα 52: Διαγραμματική απεικόνιση της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών που καταγράφηκαν τον Οκτώβριο 2009, 48 h μετά την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N₂) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε α=0.05).



Διάγραμμα 53: Διαγραμματική απεικόνιση της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών που καταγράφηκαν τον Οκτώβριο 2009 στις 24, 48, 72, 96 και 216 h αντίστοιχα από την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N₂).

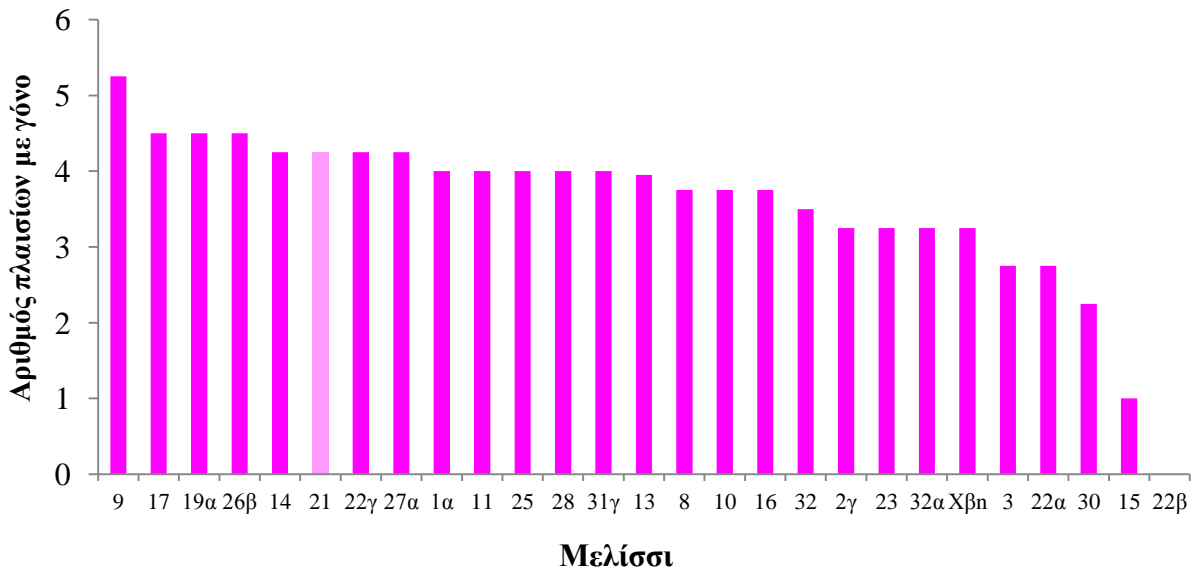
Καταγραφή Μαρτίου 2010

Πληθυσμός



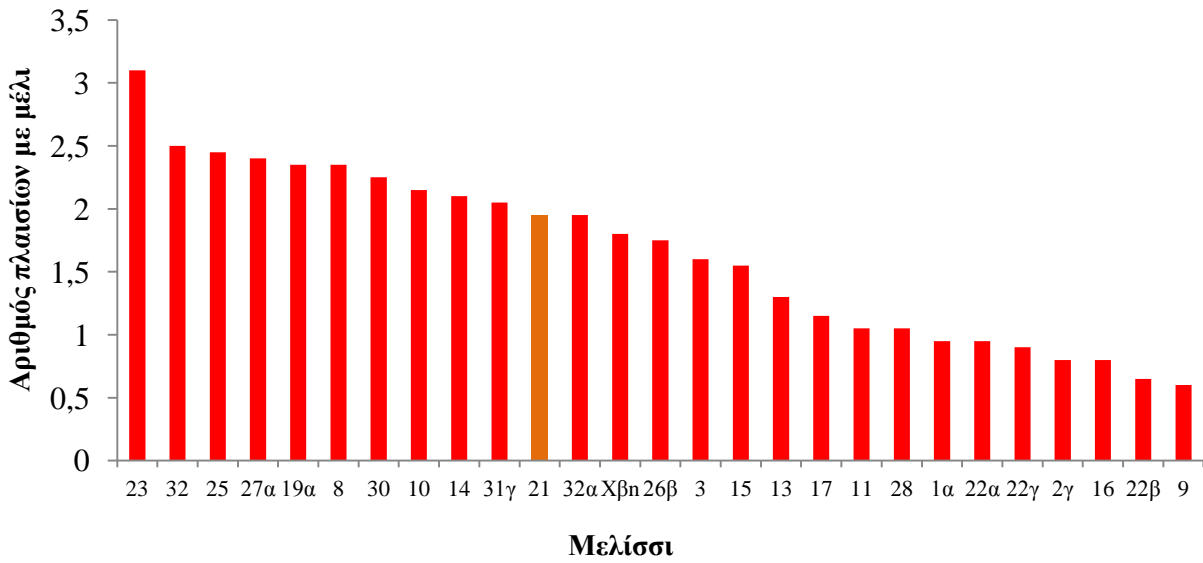
Διάγραμμα 54: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.

Γόνος



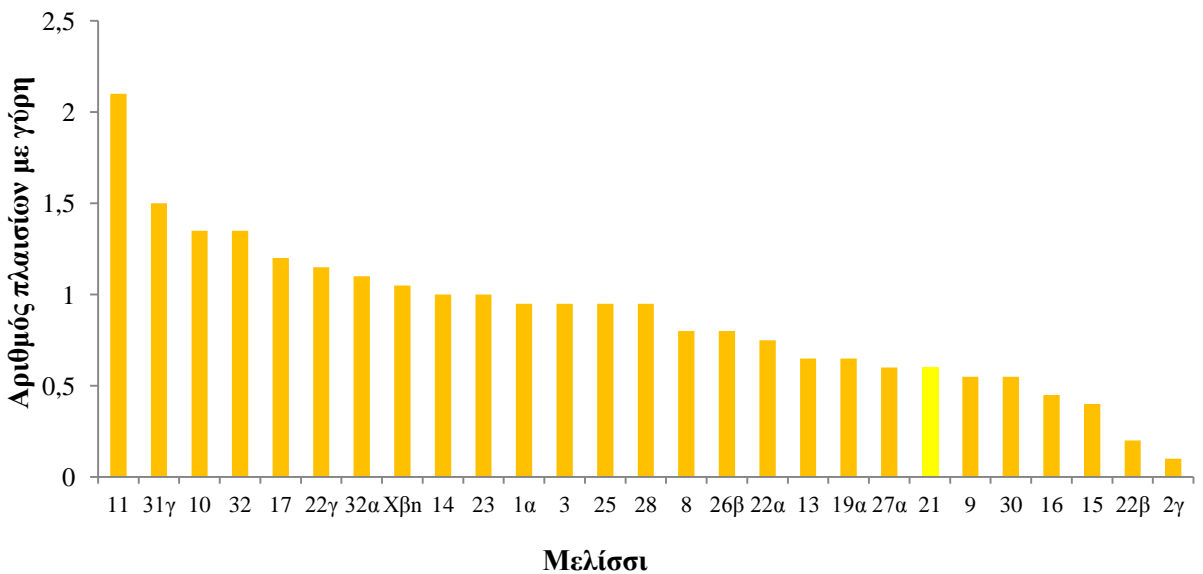
Διάγραμμα 55: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.

Μέλι



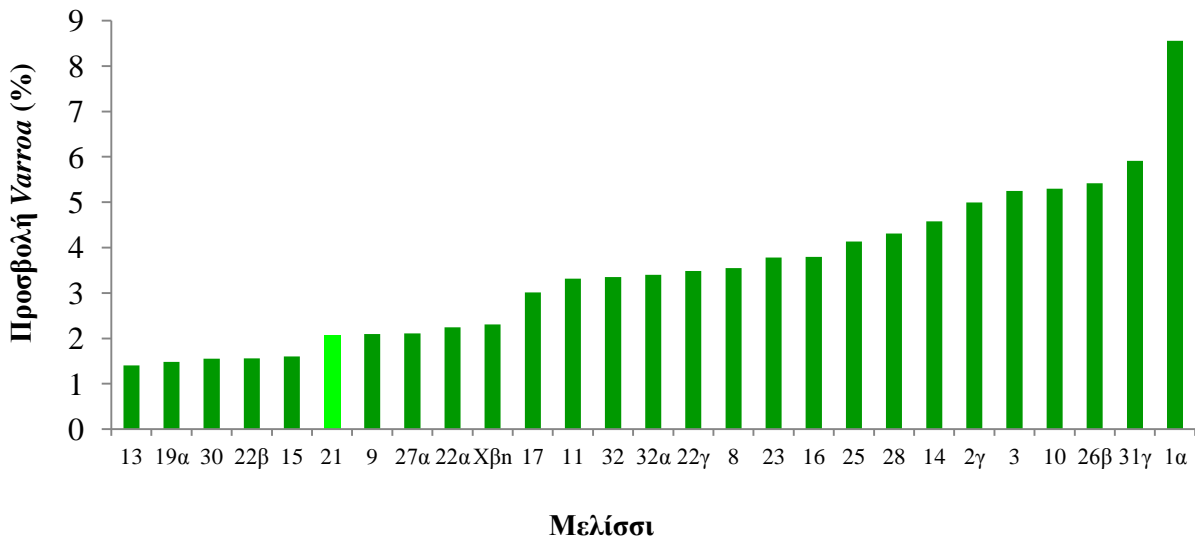
Διάγραμμα 56: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.

Γύρη



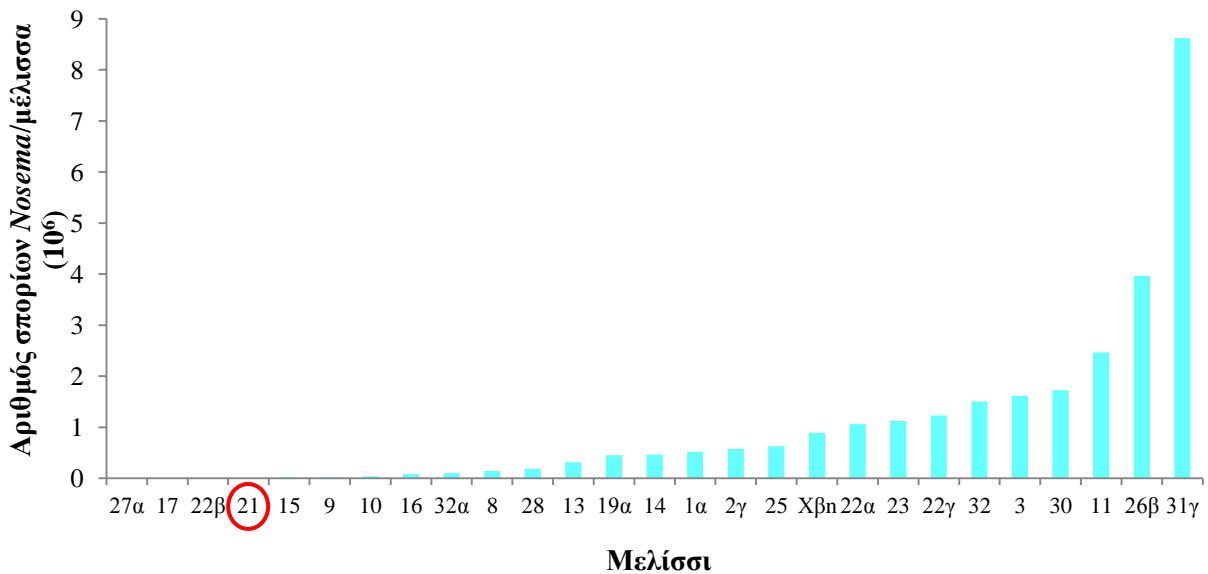
Διάγραμμα 57: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.

Προσβολή από *Varroa destructor*

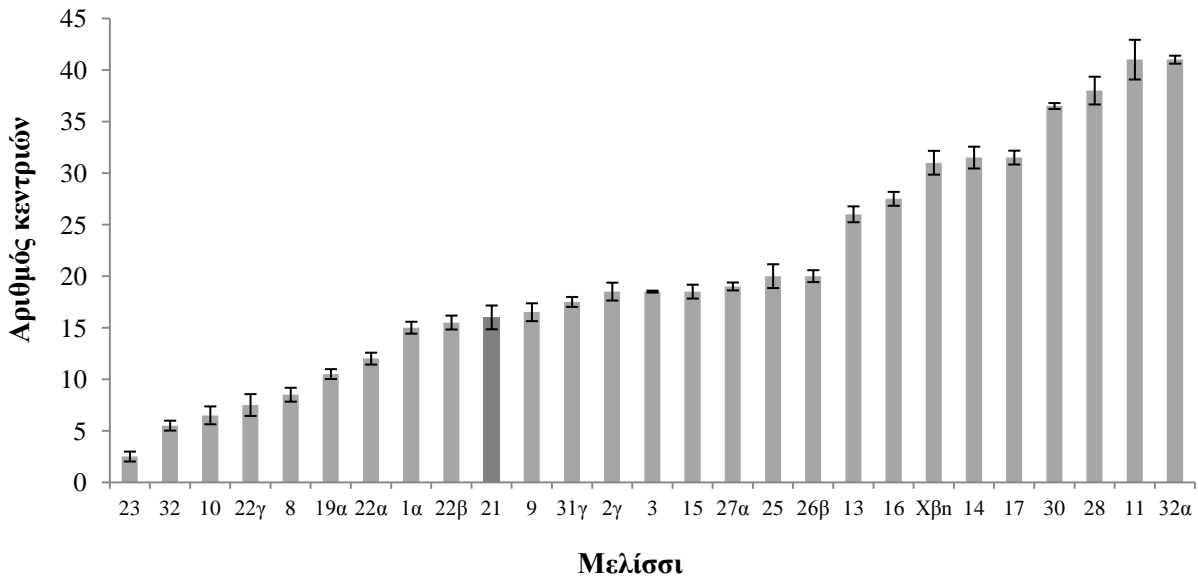


Διάγραμμα 58: Διαγραμματική απεικόνιση της προσβολής από το *Varroa destructor* των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.

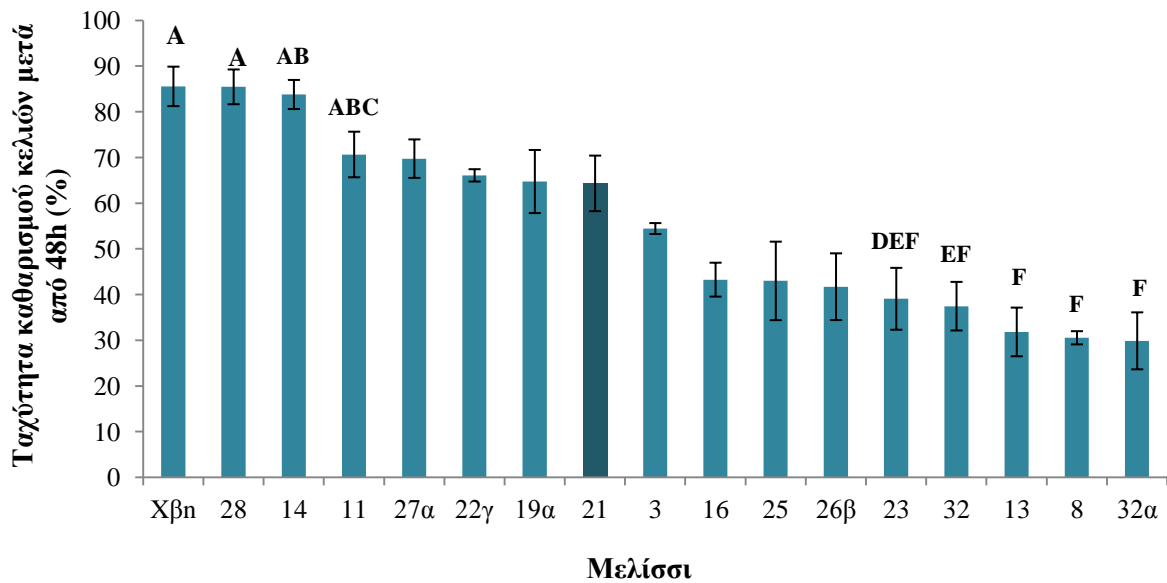
Αριθμός σπορίων *Nosema sp.*



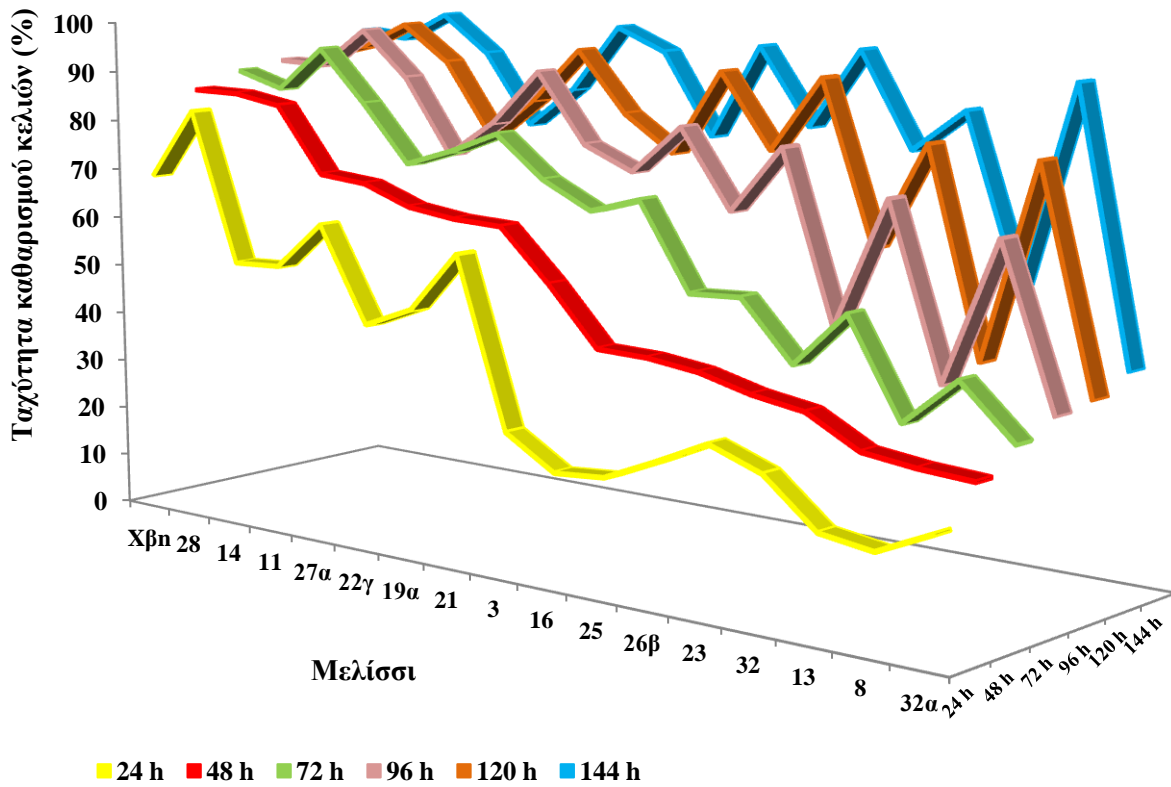
Διάγραμμα 59: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων *Nosema* των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.



Διάγραμμα 60: Διαγραμματική απεικόνιση της επιθετικότητας των μελισσιών που καταγράφηκαν το Φεβρουάριο και το Μάρτιο 2010.



Διάγραμμα 61: Διαγραμματική απεικόνιση της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010, 48 h μετά την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N_2) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).



Διάγραμμα 62: Διαγραμματική απεικόνιση της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010 στις 24, 48, 72, 96 και 144 h αντίστοιχα από την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N₂).

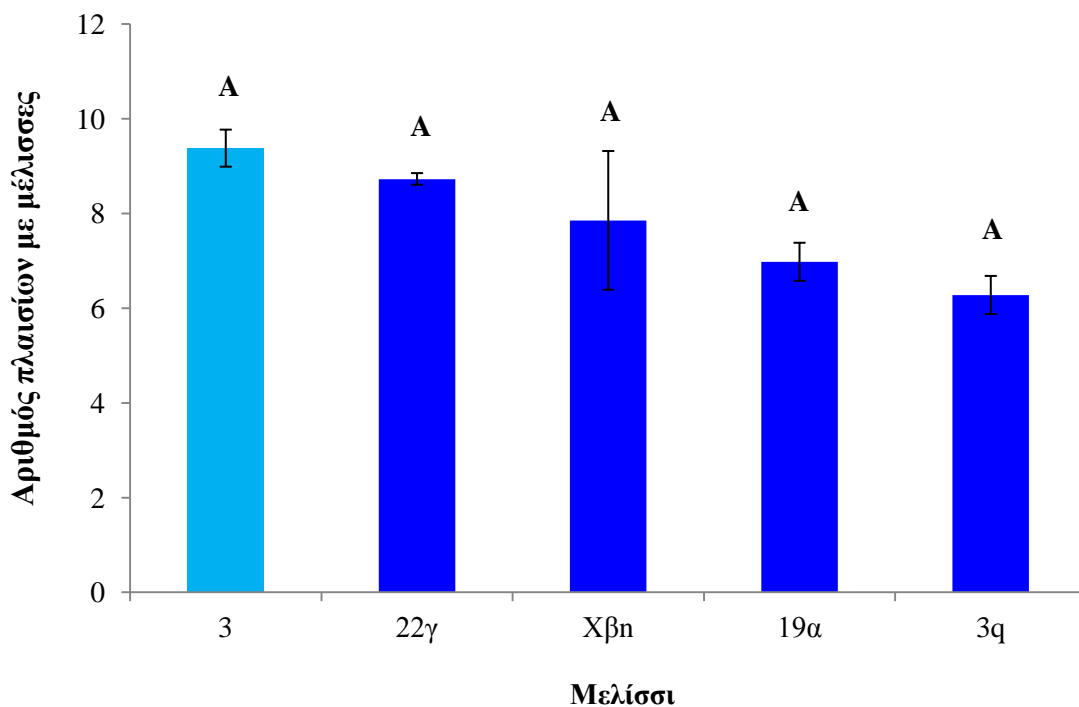
Βελτίωση μελισσών

Βασίλισσα μελισσιού “3” και απόγονοί της

Πληθυσμός

Πίνακας 59: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του πληθυσμού των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (βε συνόλου=9).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	4	0,4	0,7787
υπόλοιπο	5		
σύνολο	9		

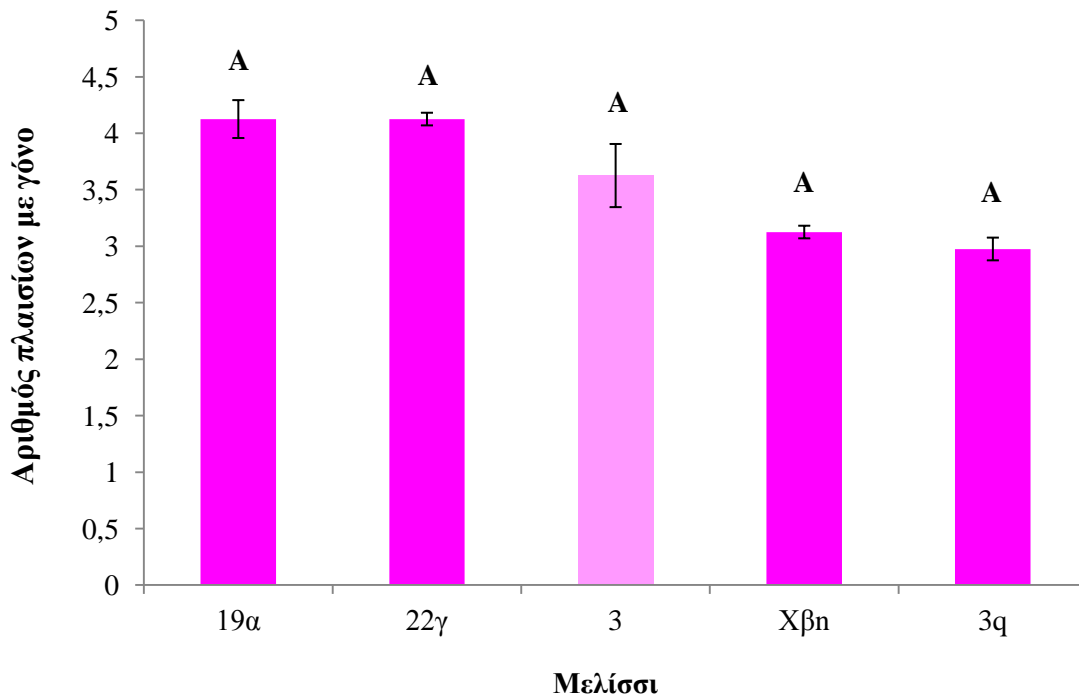


Διάγραμμα 63: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές $\alpha=0.05$).

Γόνος

Πίνακας 60: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (βε συνόλου=9).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κουφέλη	4	2,4	0,1835
υπόλοιπο	5		
σύνολο	9		

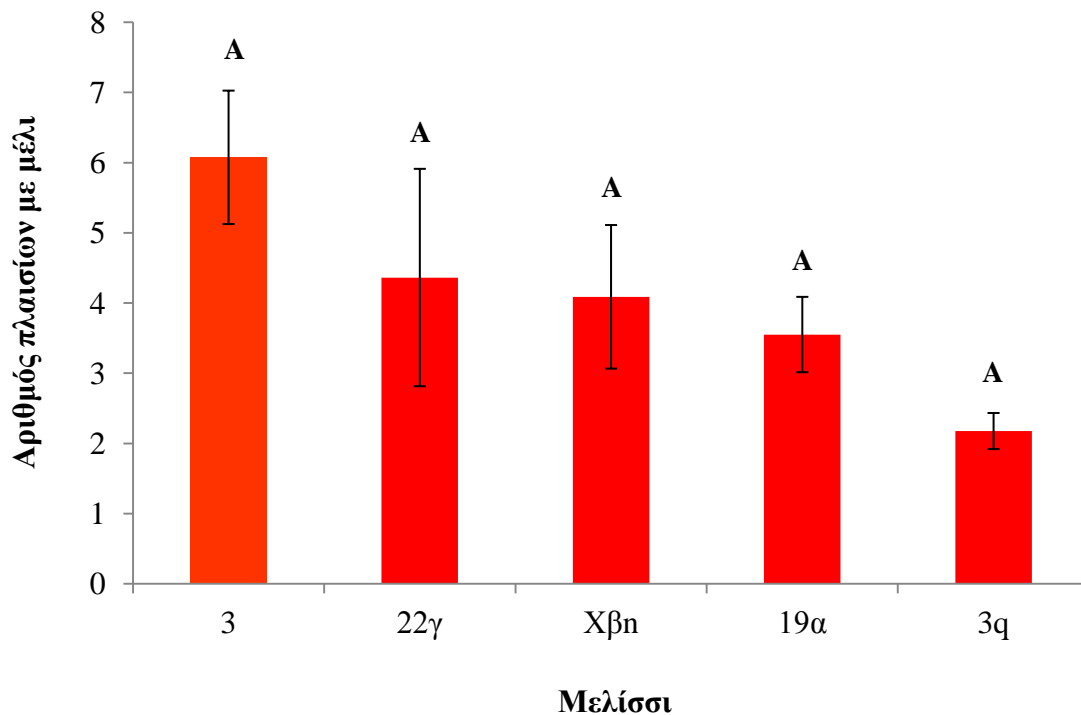


Διάγραμμα 64: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Μέλι

Πίνακας 61: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (βε συνόλου=9).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	4	0,4	0,7872
υπόλοιπο	5		
σύνολο	9		

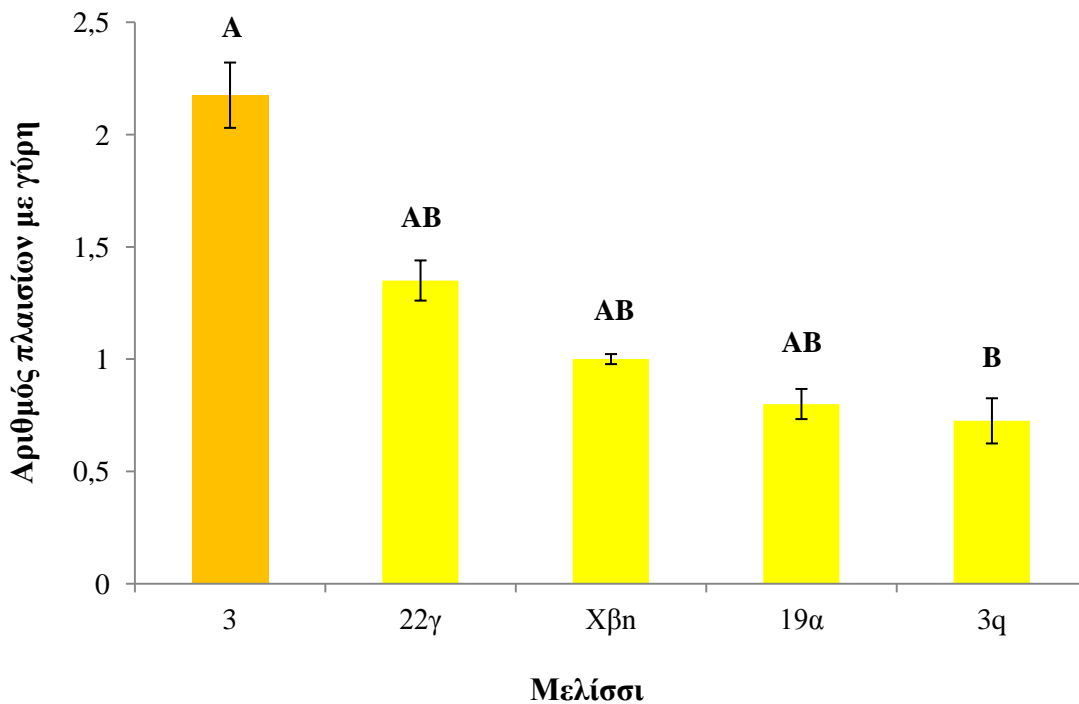


Διάγραμμα 65: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Γύρη

Πίνακας 62: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (βε συνόλου=9).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	4	7,9	0,0218
υπόλοιπο	5		
σύνολο	9		

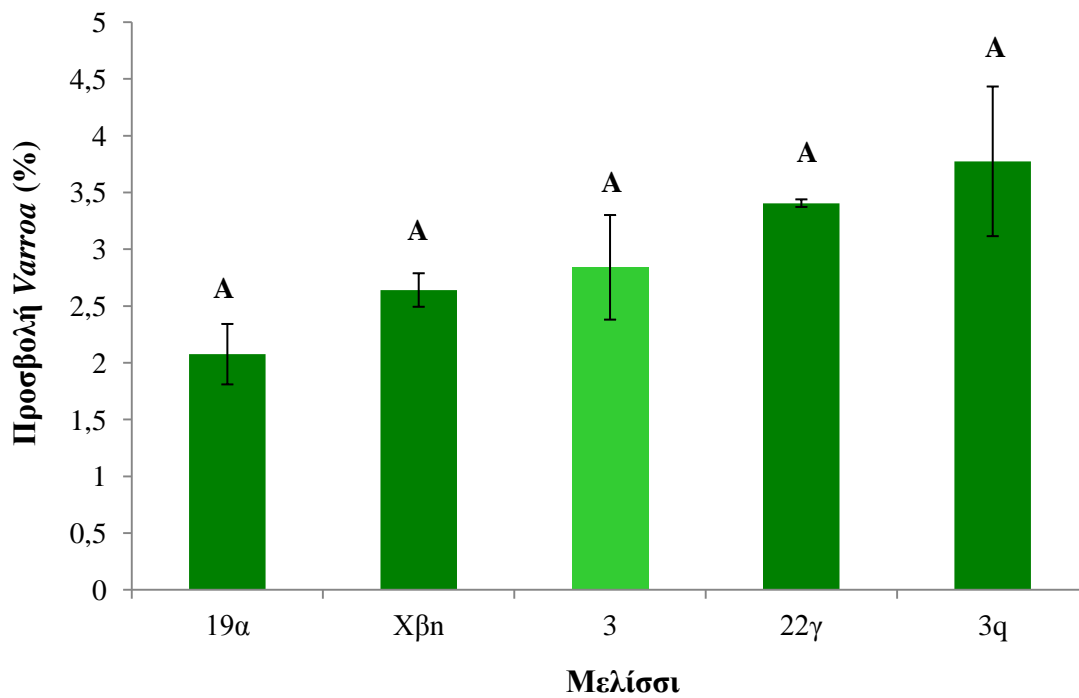


Διάγραμμα 66: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Προσβολή από *Varroa destructor*

Πίνακας 63: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της προσβολής από το *Varroa destructor* των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (βε συνόλου=9).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	4	0,6	0,6829
υπόλοιπο	5		
σύνολο	9		

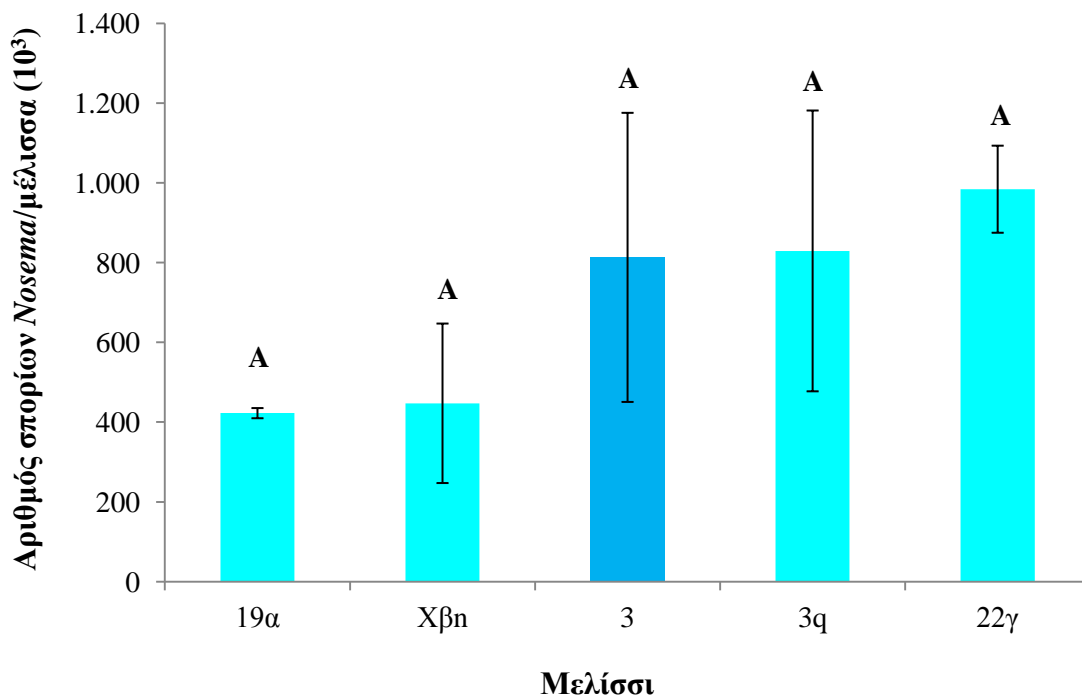


Διάγραμμα 67: Διαγραμματική απεικόνιση της προσβολής από το *Varroa* των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Αριθμός σπορίων *Nosema* sp.

Πίνακας 64: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του αριθμού των σπορίων *Nosema* των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (βε συνόλου=9).

πηγή παραλλακτικότητας	BE	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	4	0,2	0,9255
υπόλοιπο	5		
σύνολο	9		



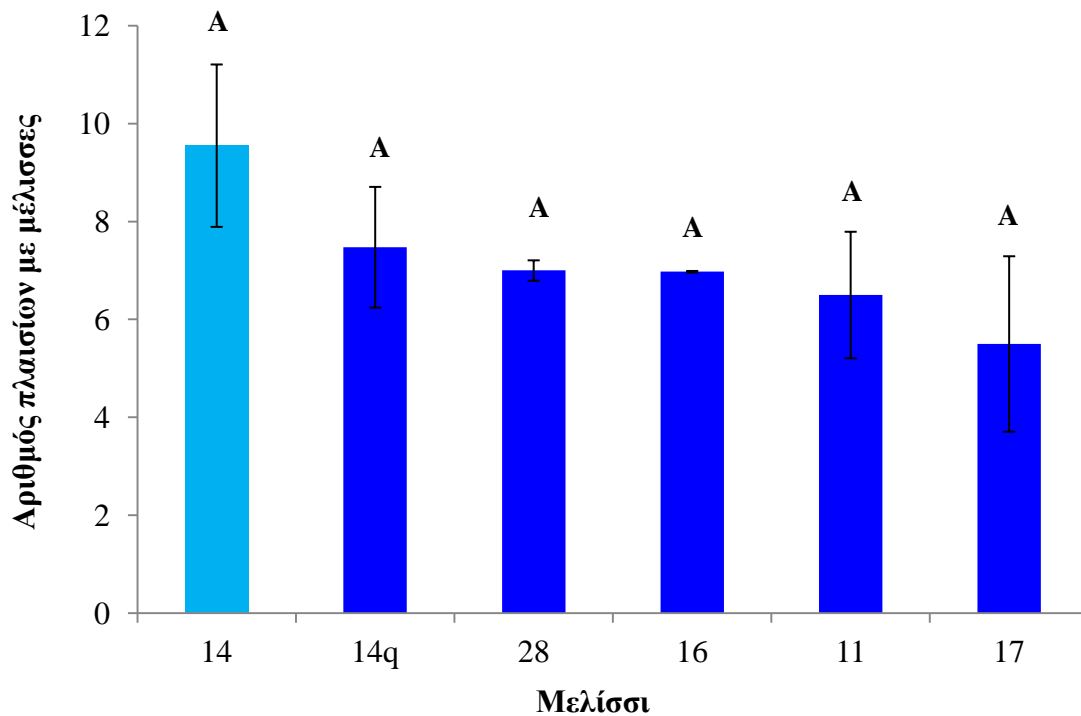
Διάγραμμα 68: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων *Nosema* των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Βασίλισσα μελισσιού “14” και απόγονοί της

Πληθυσμός

Πίνακας 65: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του πληθυσμού των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (βε συνόλου=11).

πηγή παραλλακτικότητας	BE	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	5	0,8	0,5668
υπόλοιπο	6		
σύνολο	11		

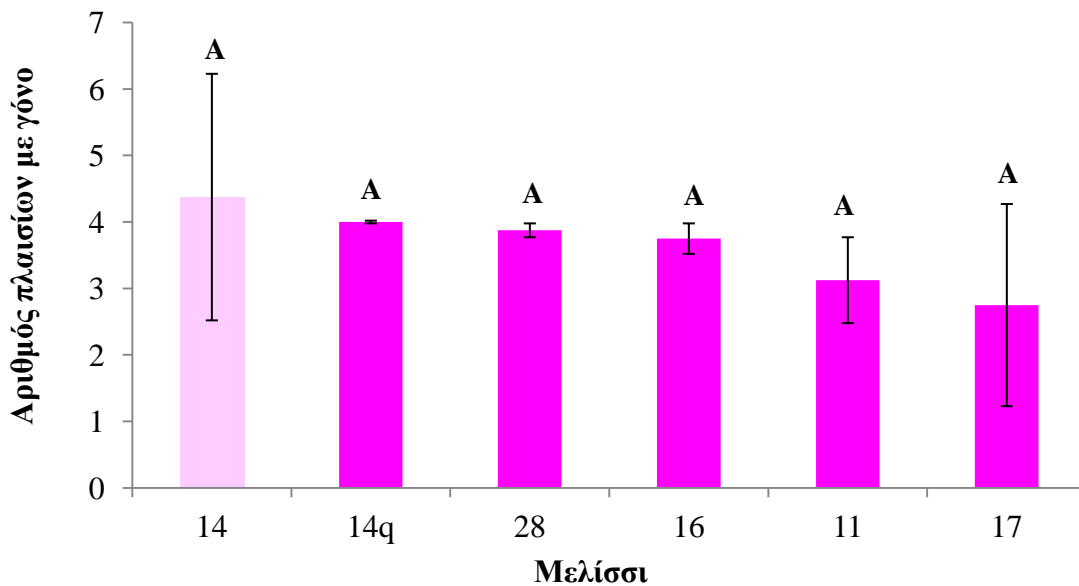


Διάγραμμα 69: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Γόνος

Πίνακας 66: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (βε συνόλου=11).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	5	0,3	0,8786
υπόλοιπο	6		
σύνολο	11		

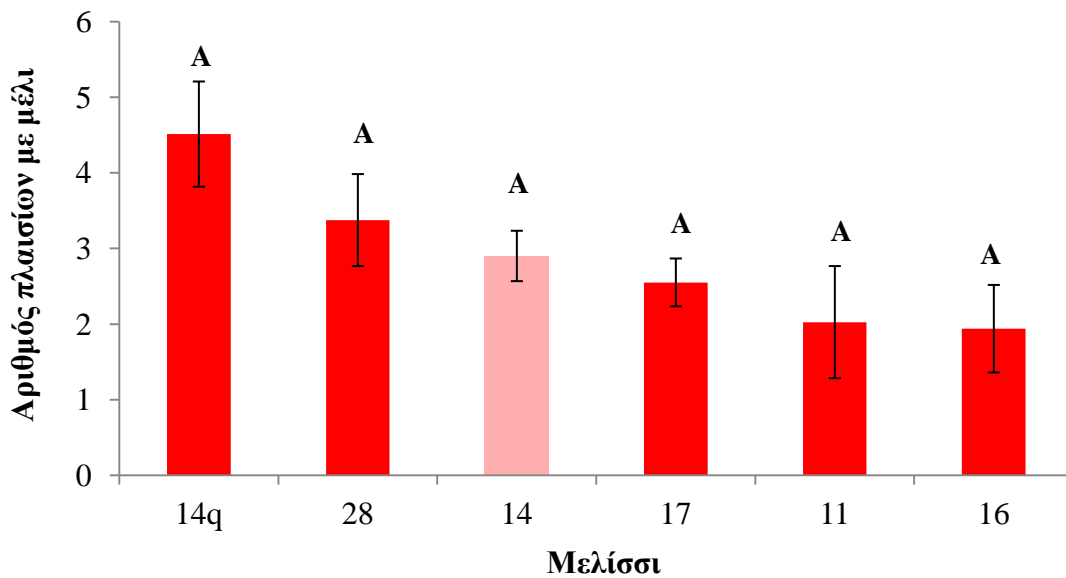


Διάγραμμα 70: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Μέλι

Πίνακας 67: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (βε συνόλου=11).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	5	0,3	0,9060
υπόλοιπο	6		
σύνολο	11		

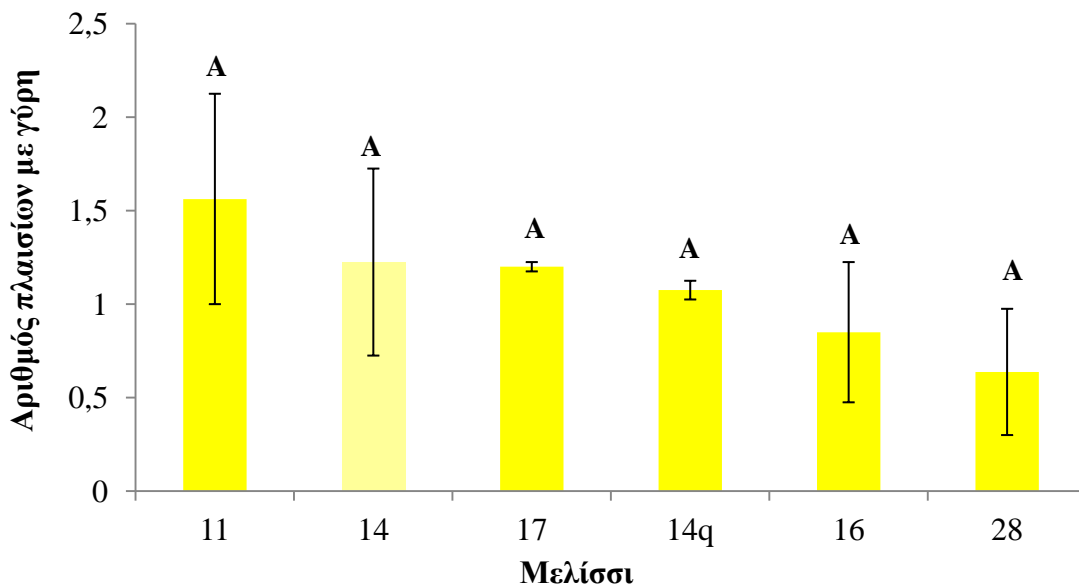


Διάγραμμα 71: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha = 0.05$).

Γύρη

Πίνακας 68: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (βε συνόλου=11).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	5	0,7	0,6161
υπόλοιπο	6		
σύνολο	11		

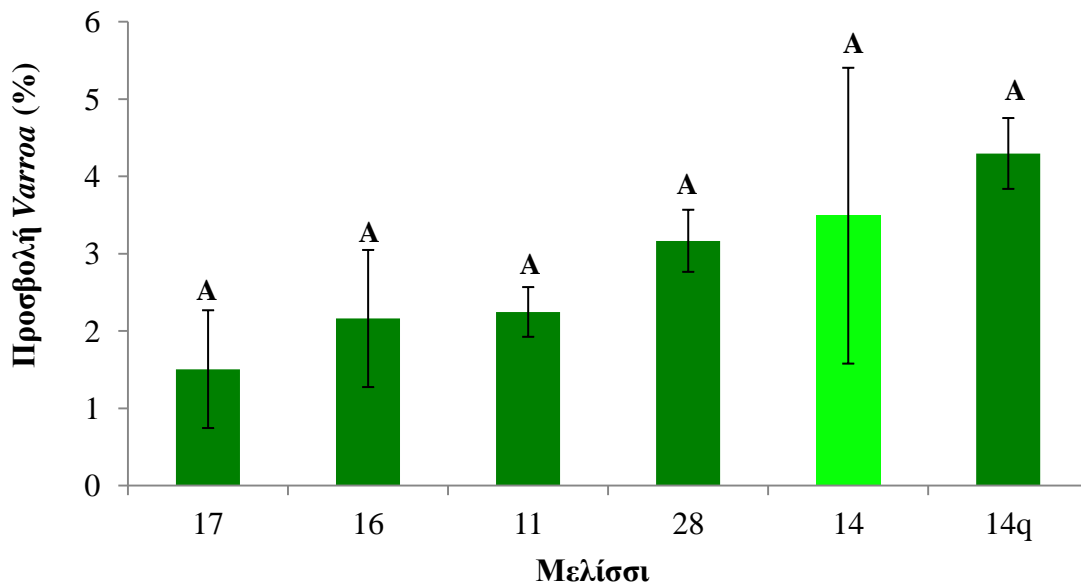


Διάγραμμα 72: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Προσβολή από *Varroa destructor*

Πίνακας 69: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της προσβολής από το *Varroa destructor* των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (βε σύνολο=11).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	5	0,7	0,6362
υπόλοιπο	6		
σύνολο	11		

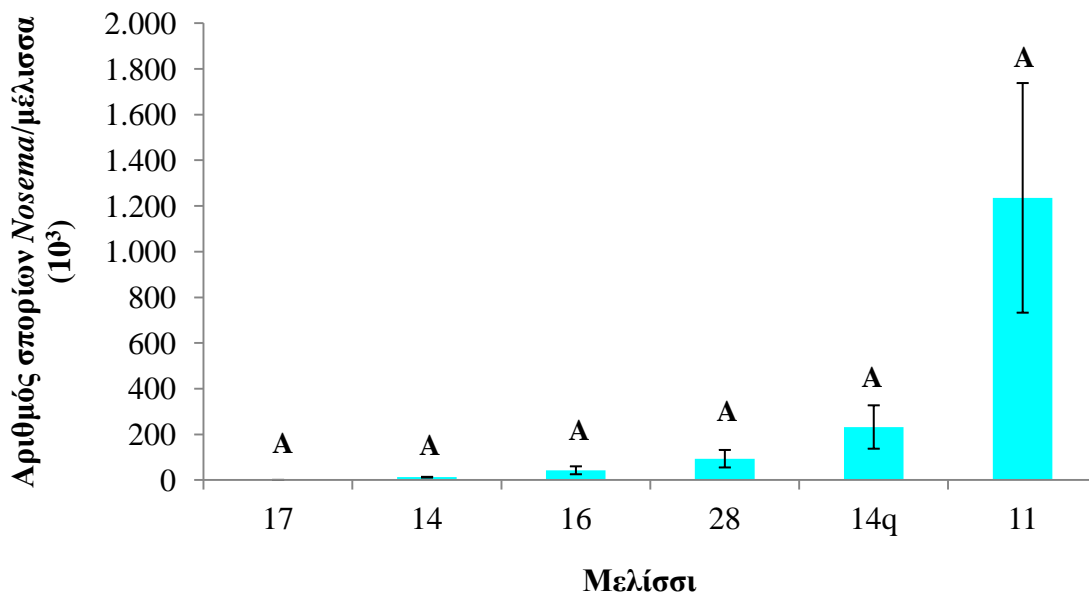


Διάγραμμα 73: Διαγραμματική απεικόνιση της προσβολής από το *Varroa* των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Αριθμός σπορίων *Nosema sp.*

Πίνακας 70: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του αριθμού των σπορίων *Nosema sp.*/μέλισσα των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (βε συνόλου=11).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	5	0,9	0,5476
υπόλοιπο	6		
σύνολο	11		



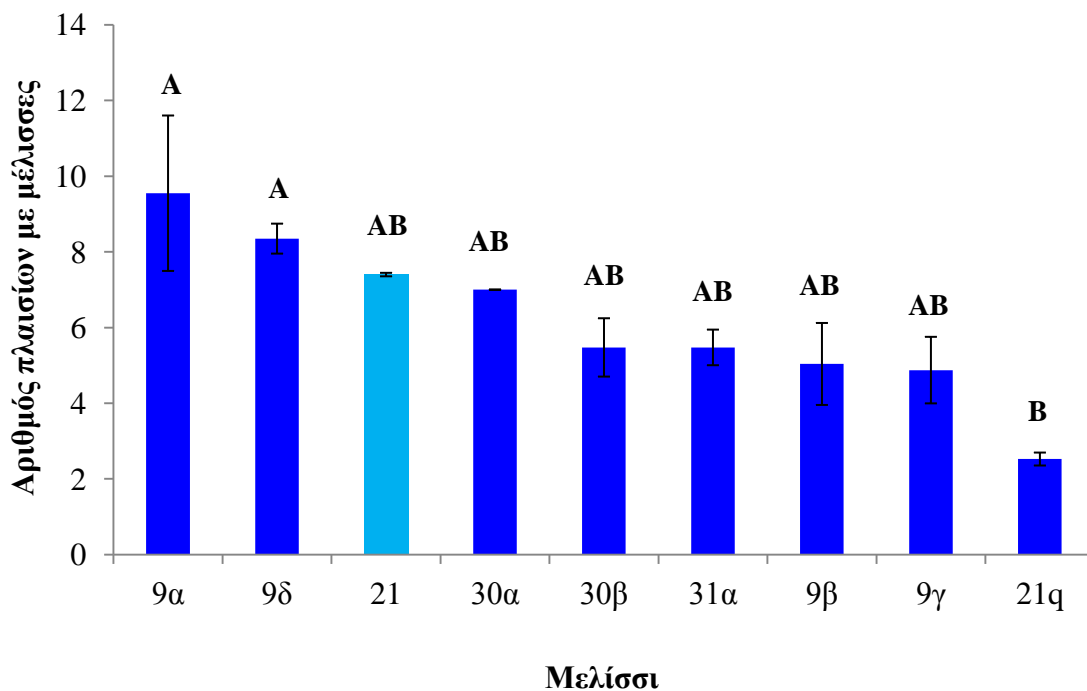
Διάγραμμα 74: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων *Nosema sp.*/μέλισσα των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Βασίλισσα μελισσιού “21” και απόγονοί της

Πληθυσμός

Πίνακας 71: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του πληθυσμού των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	8	5,2	0,0121
υπόλοιπο	9		
σύνολο	17		

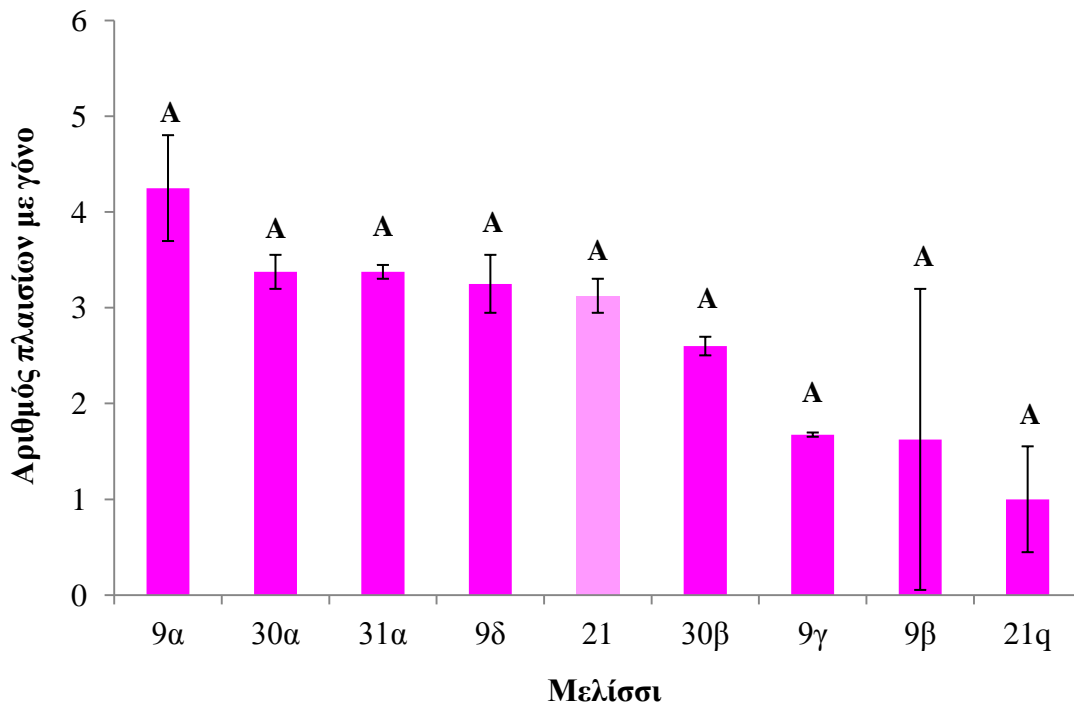


Διάγραμμα 75: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Γόνος

Πίνακας 72: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του γόνου των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	8	3,0	0,0581
υπόλοιπο	9		
σύνολο	17		

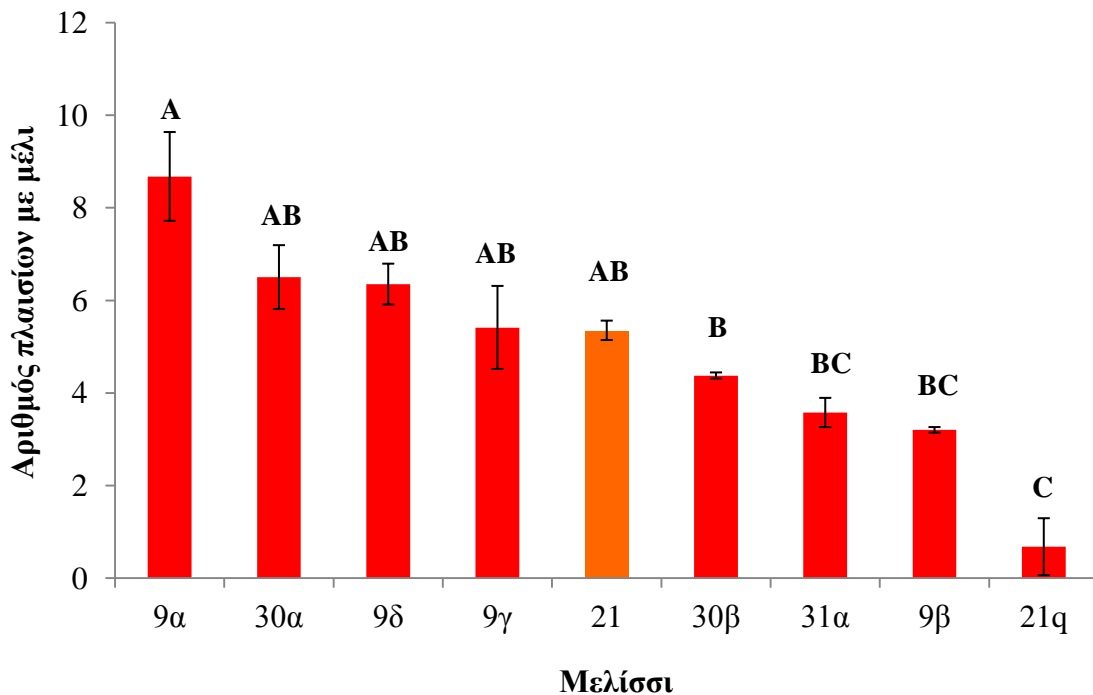


Διάγραμμα 76: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Μέλι

Πίνακας 73: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “21” (2009) και “21” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	8	6,6	0,0053
υπόλοιπο	9		
σύνολο	17		

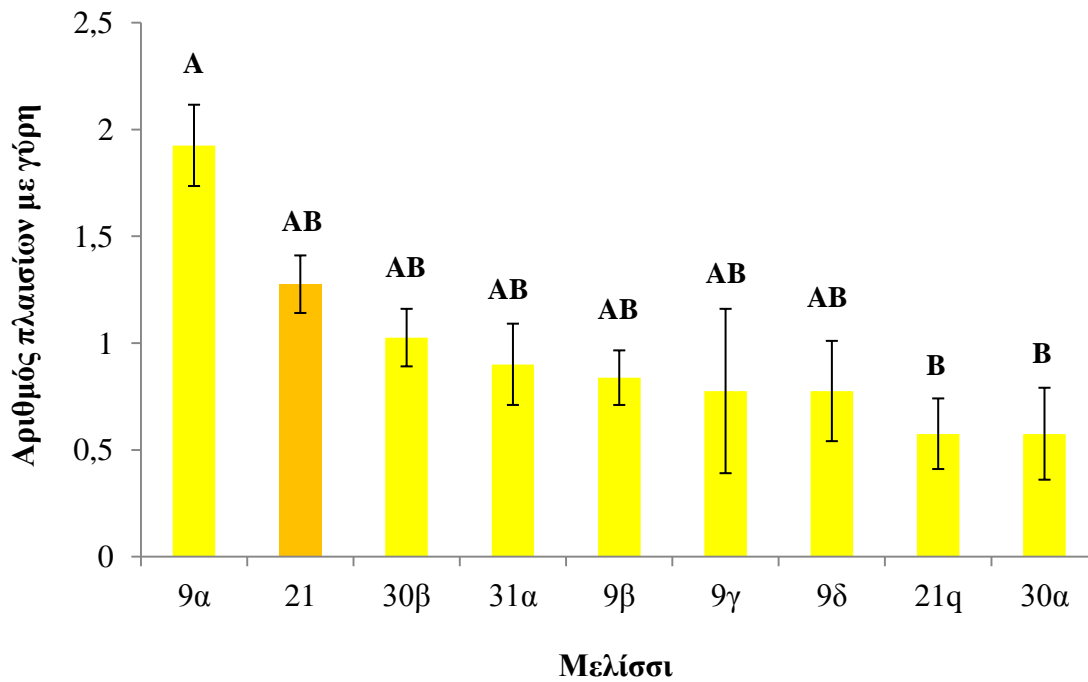


Διάγραμμα 77: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Γύρη

Πίνακας 74: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “21” (2009) και “21” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κουφέλη	8	2,5	0,0946
υπόλοιπο	9		
σύνολο	17		

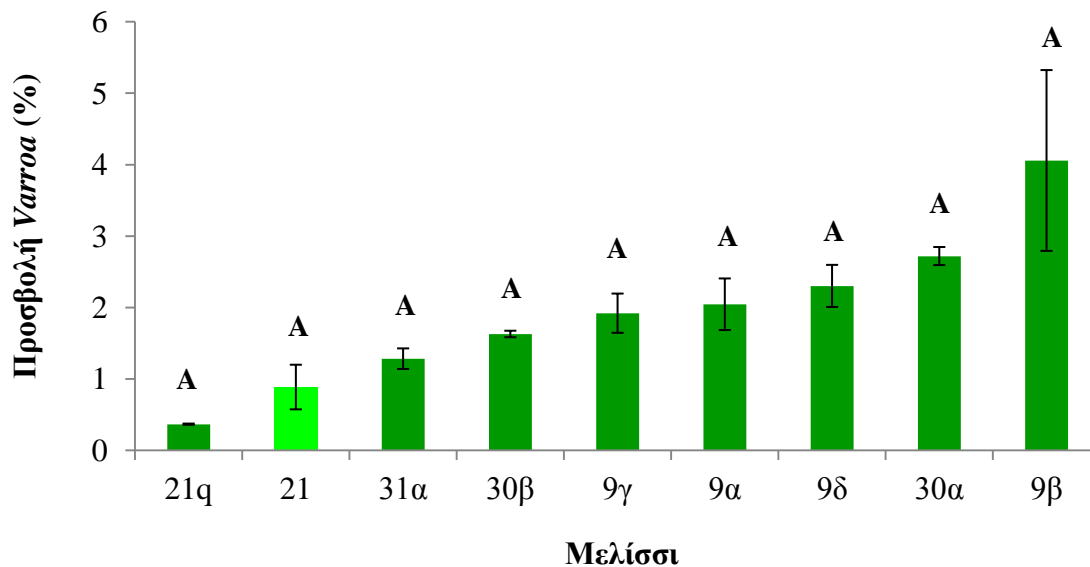


Διάγραμμα 78: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Προσβολή από *Varroa destructor*

Πίνακας 75: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της προσβολής από το *Varroa destructor* των μελισσιών “21” (2009) και “21” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).

πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	F πειράματος	Prob > F
κουφέλη	8	0,6	0,7240
υπόλοιπο	9		
σύνολο	17		

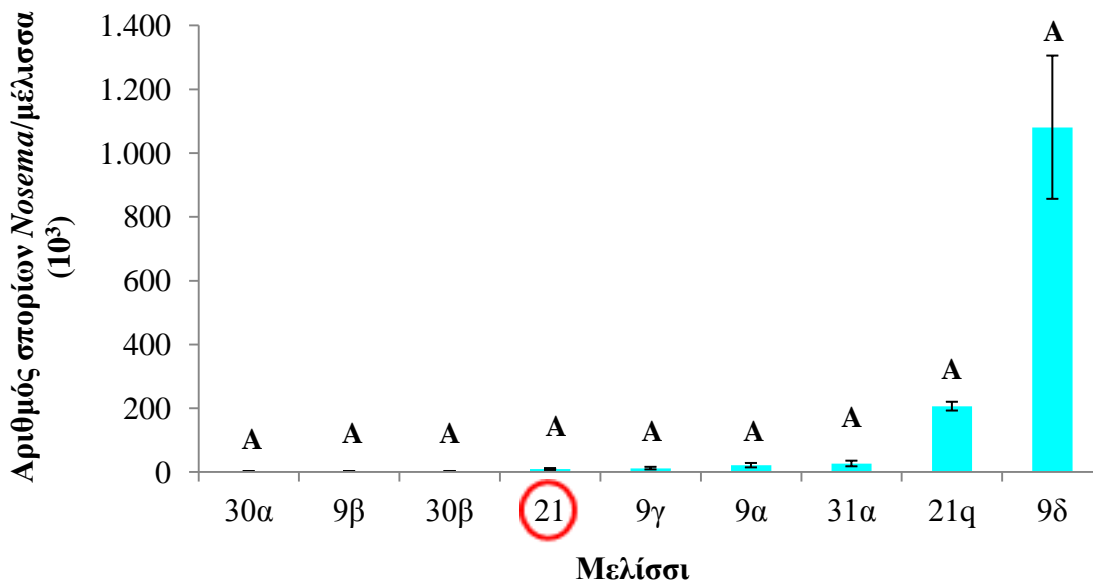


Διάγραμμα 79: Διαγραμματική απεικόνιση της προσβολής από το *Varroa* των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

Αριθμός σπορίων *Nosema* sp.

Πίνακας 76: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του αριθμού σπορίων *Nosema* sp./μέλισσα των μελισσιών “21” (2009) και “21” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).

πηγή παραλλακτικότητας	BE	F πειράματος	Prob > F
κυψέλη	8	2,5	0,0994
υπόλοιπο	9		
σύνολο	17		

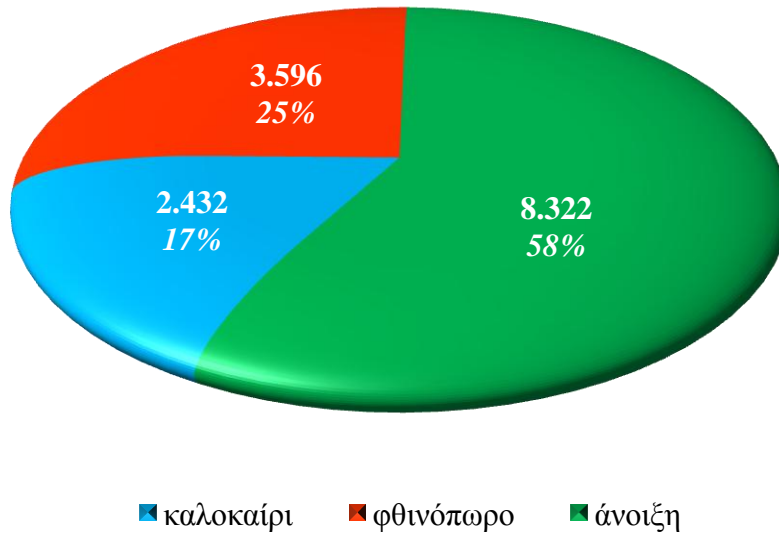


Διάγραμμα 80: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων *Nosema* sp./μέλισσα των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).

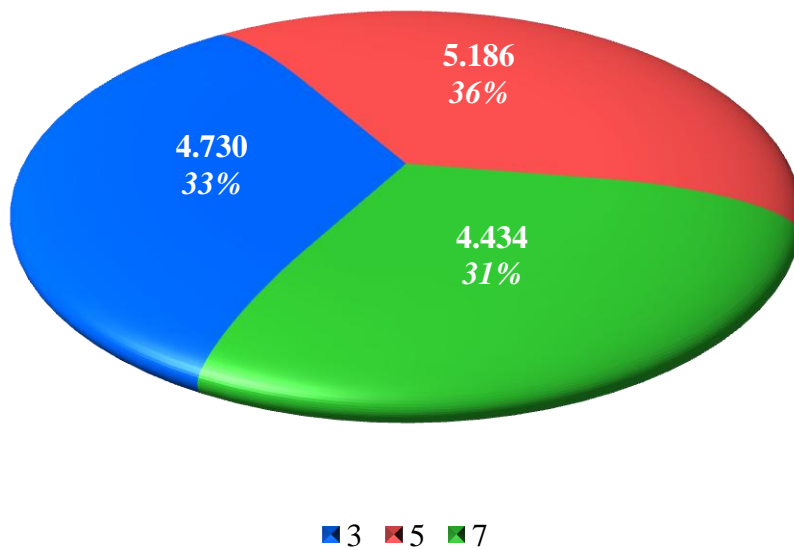
Παράρτημα Β

Διάρκεια διαφόρων σταδίων ανάπτυξης της μέλισσας *Apis mellifera macedonica*

Αυγά



Διάγραμμα 81: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των αυγών που εναποτέθηκαν το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.



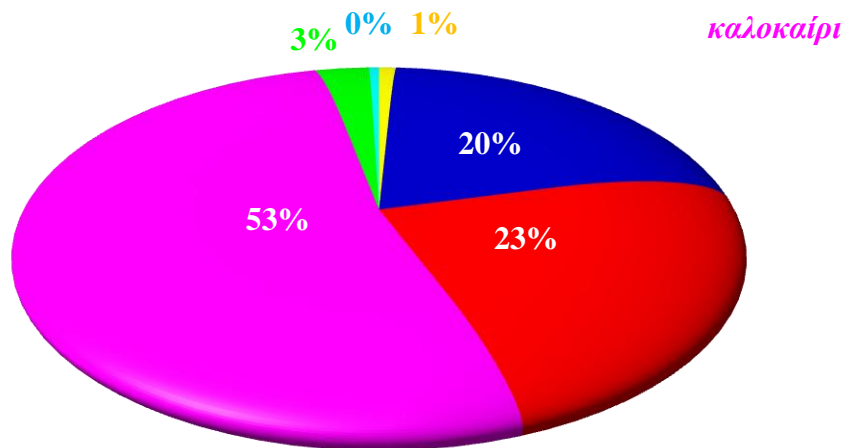
Διάγραμμα 82: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των αυγών που εναποτέθηκαν στις θέσεις “3”, “5” και “7” αντίστοιχα.

Διάρκεια ανάπτυξης του γόνου από την ωστοκία της βασίλισσας μέχρι το σφράγισμα του κελιού

Εποχή

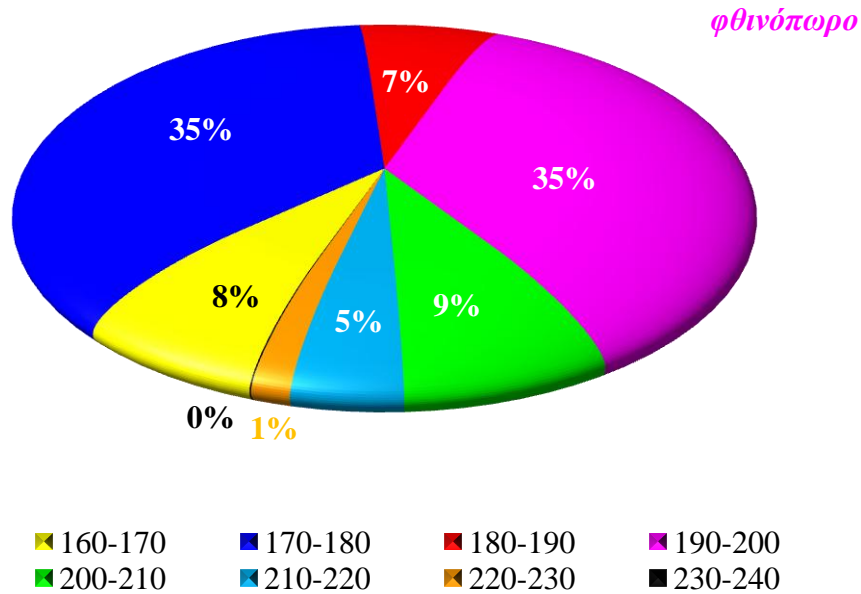
Πίνακας 77: Ομαδοποίηση των κελιών σε 10-ωρα διαστήματα σύμφωνα με τη διάρκεια του διαστήματος από την ωστοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού για τις τρεις εποχές του έτους: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.

χρονικό διάστημα (h)	χρονικό διάστημα (ημέρες)	αριθμός κελιών		
		καλοκαίρι	φθινόπωρο	άνοιξη
160-170	6,67-7,08	10	117	74
170-180	7,08-7,50	243	516	1025
180-190	7,50-7,92	276	99	39
190-200	7,92-8,33	636	511	1064
200-210	8,33-8,75	32	128	155
210-220	8,75-9,17	6	68	37
220-230	9,17-9,58	0	24	0
230-240	9,58-10,00	0	1	0
σύνολο		1.203	1.464	2.394

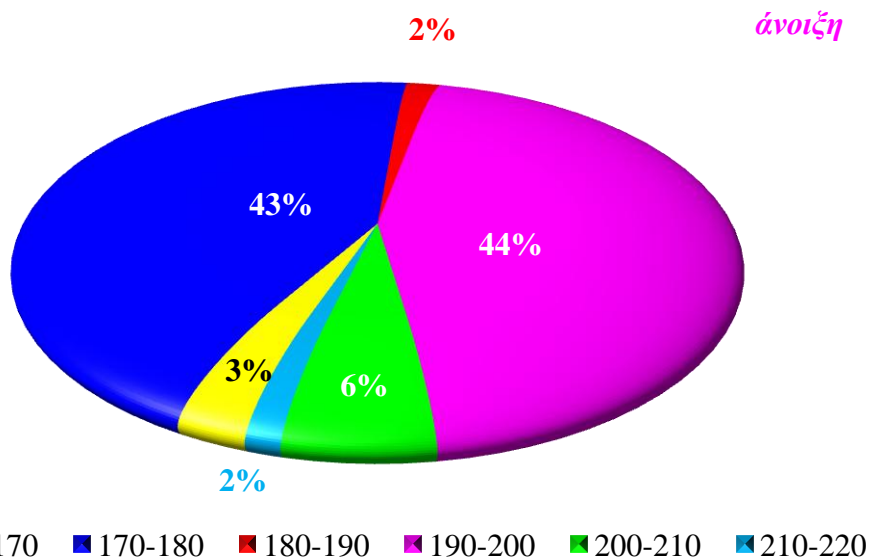


■ 160-170 ■ 170-180 ■ 180-190 ■ 190-200 ■ 200-210 ■ 210-220

Διάγραμμα 83: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210 και 210-220 h.



Διάγραμμα 84: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210, 210-220, 220-230 και 230-240 h.

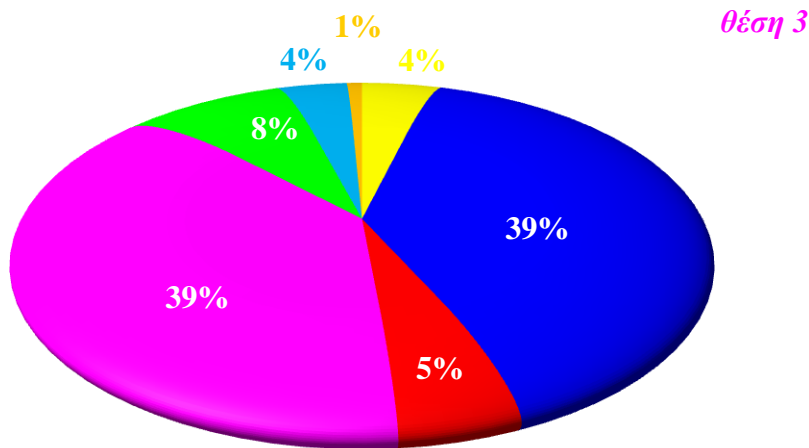


Διάγραμμα 85: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210 και 210-220 h.

Θέση

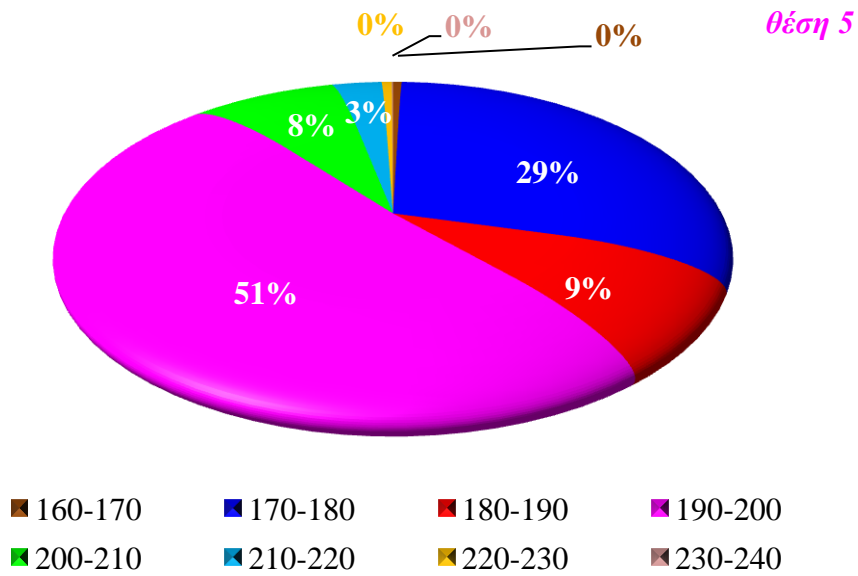
Πίνακας 78: Ομαδοποίηση των κελιών σε 10-ωρα διαστήματα σύμφωνα με τη διάρκεια του διαστήματος από το στάδιο του αυγού μέχρι το σφράγισμα του κελιού για τις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.

χρονικό διάστημα (h)	χρονικό διάστημα (ημέρες)	αριθμός κελιών		
		κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	κηρήθρα 7
160-170	6,67-7,08	82	7	112
170-180	7,08-7,50	792	424	568
180-190	7,50-7,92	112	133	169
190-200	7,92-8,33	797	757	657
200-210	8,33-8,75	164	112	39
210-220	8,75-9,17	72	39	0
220-230	9,17-9,58	16	8	0
230-240	9,58-10,00	0	1	0
σύνολο		2.035	1.481	1.545

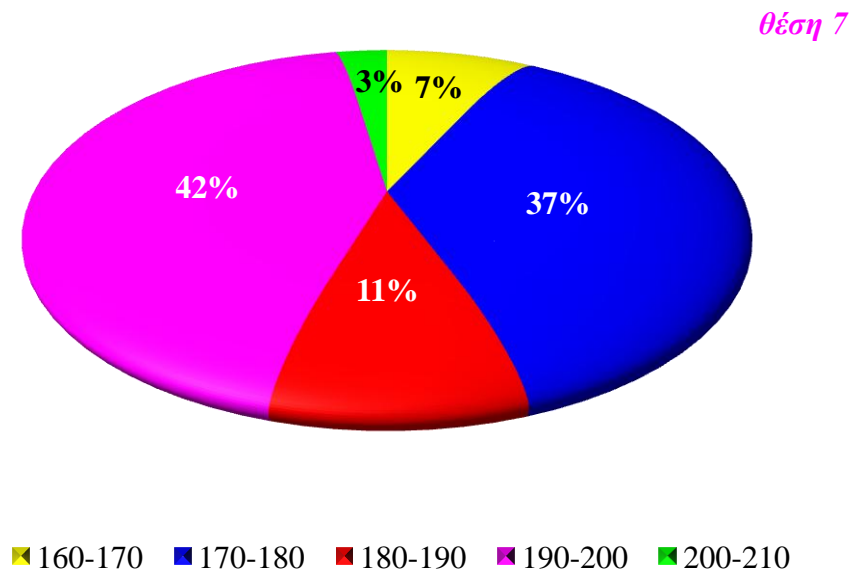


■ 160-170 ■ 170-180 ■ 180-190 ■ 190-200 ■ 200-210 ■ 210-220 ■ 220-230

Διάγραμμα 86: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας στη θέση “3” κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210, 210-220 και 220-230 h.



Διάγραμμα 87: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας στη θέση “5” κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210, 210-220, 220-230 και 230-240 h.



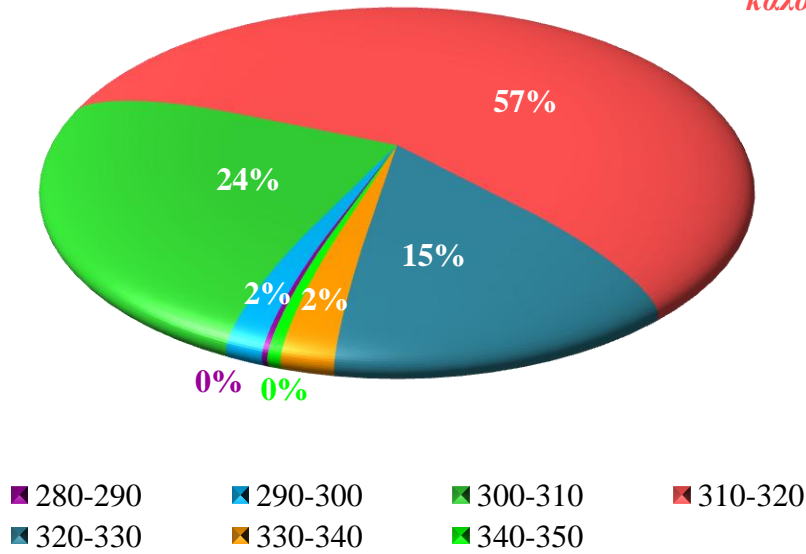
Διάγραμμα 88: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας στη θέση “7” κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, και 200-210 h.

Διάρκεια σφραγισμένου γόνου**Εποχή**

Πίνακας 79: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου για τις τρεις εποχές του έτους: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.

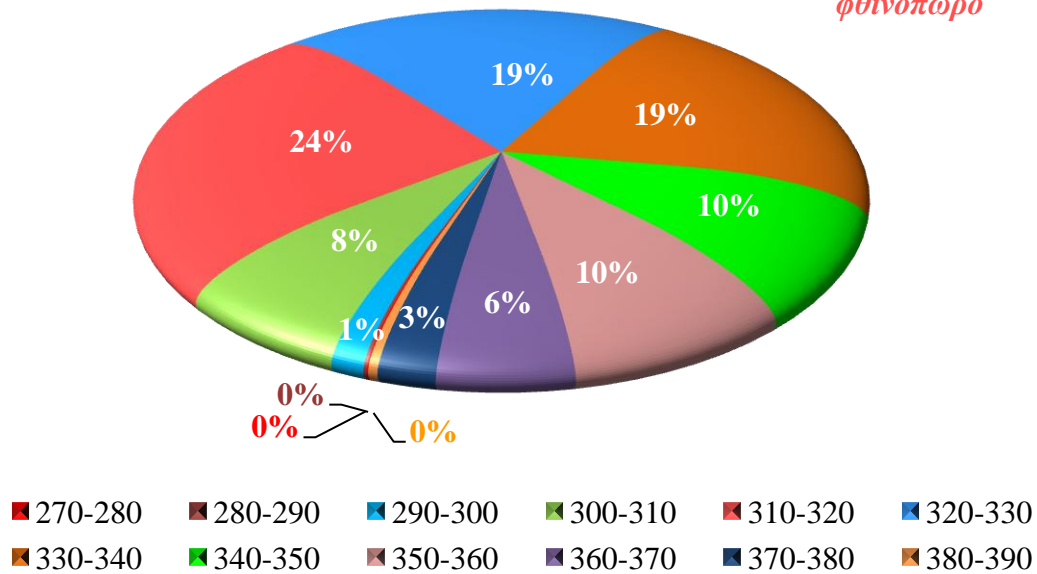
χρονικό διάστημα (h)	χρονικό διάστημα (ημέρες)	αριθμός κελιών		
		καλοκαίρι	φθινόπωρο	άνοιξη
260-270	10,83-11,25	0	0	1
270-280	11,25-11,67	0	1	0
280-290	11,67-12,08	3	2	11
290-300	12,08-12,50	20	21	53
300-310	12,50-12,92	284	111	1286
310-320	12,92-13,33	681	357	920
320-330	13,33-13,75	180	280	84
330-340	13,75-14,17	28	283	38
340-350	14,17-14,58	7	142	0
350-360	14,58-15,00	0	141	0
360-370	15,00-15,42	0	84	0
370-380	15,42-15,83	0	36	1
380-390	15,83-16,25	0	6	0
σύνολο		1.203	1.464	2.394

καλοκαίρι

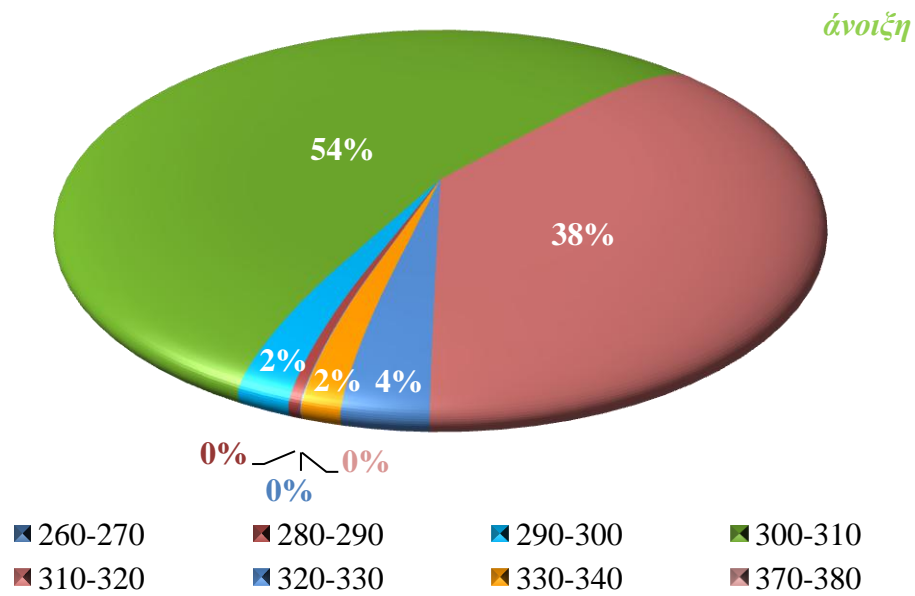


Διάγραμμα 89: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340 και 340-350 h.

φθινόπωρο



Διάγραμμα 90: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 270-280, 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340, 340-350, 350-360, 360-370, 370-380 και 380-390 h.

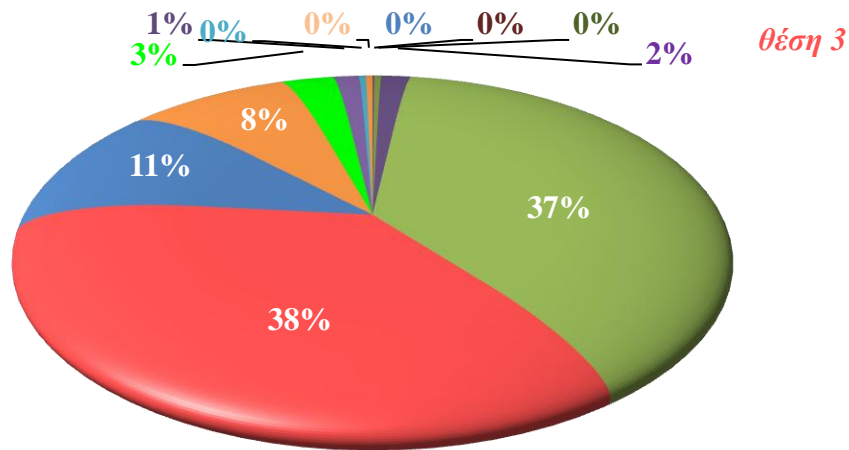


Διάγραμμα 91: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 260-270, 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340 και 370-380 h.

Θέση

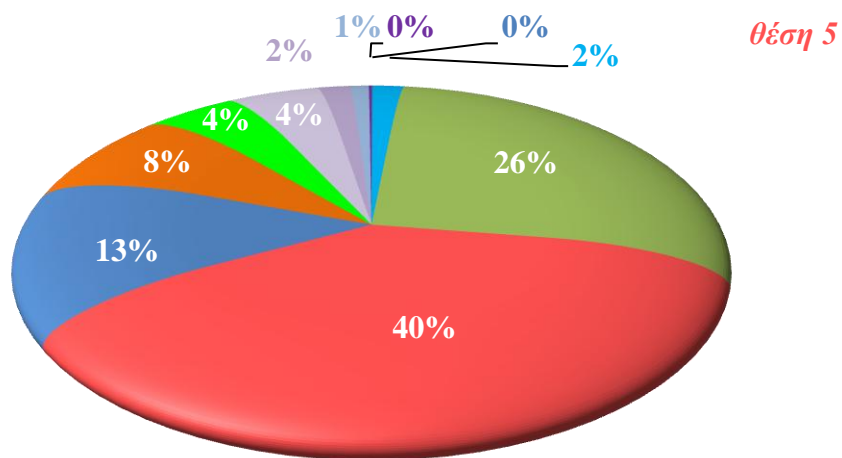
Πίνακας 80: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου για τις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.

χρονικό διάστημα (h)	χρονικό διάστημα (ημέρες)	αριθμός κελιών		
		κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	κηρήθρα 7
260-270	10,83-11,25	1	0	0
270-280	11,25-11,67	1	0	0
280-290	11,67-12,08	7	1	8
290-300	12,08-12,50	30	23	23
300-310	12,50-12,92	758	381	432
310-320	12,92-13,33	761	593	677
320-330	13,33-13,75	223	193	165
330-340	13,75-14,17	161	118	67
340-350	14,17-14,58	53	65	40
350-360	14,58-15,00	26	67	57
360-370	15,00-15,42	7	24	51
370-380	15,42-15,83	7	14	18
380-390	15,83-16,25	0	2	7
σύνολο		2.035	1.481	1.545



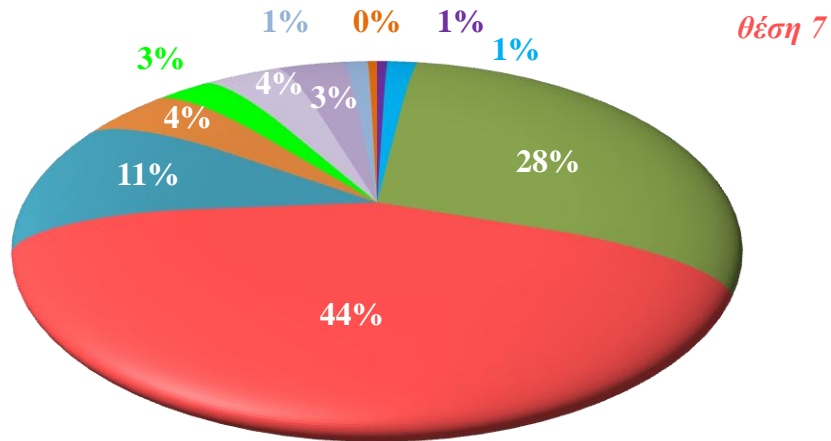
- 260-270 ■ 270-280 ■ 280-290 ■ 290-300 ■ 300-310 ■ 310-320
- 320-330 ■ 330-340 ■ 340-350 ■ 350-360 ■ 360-370 ■ 370-380

Διάγραμμα 92: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 260-270, 270-280, 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340, 340-350, 350-360, 360-370 και 370-380 h.



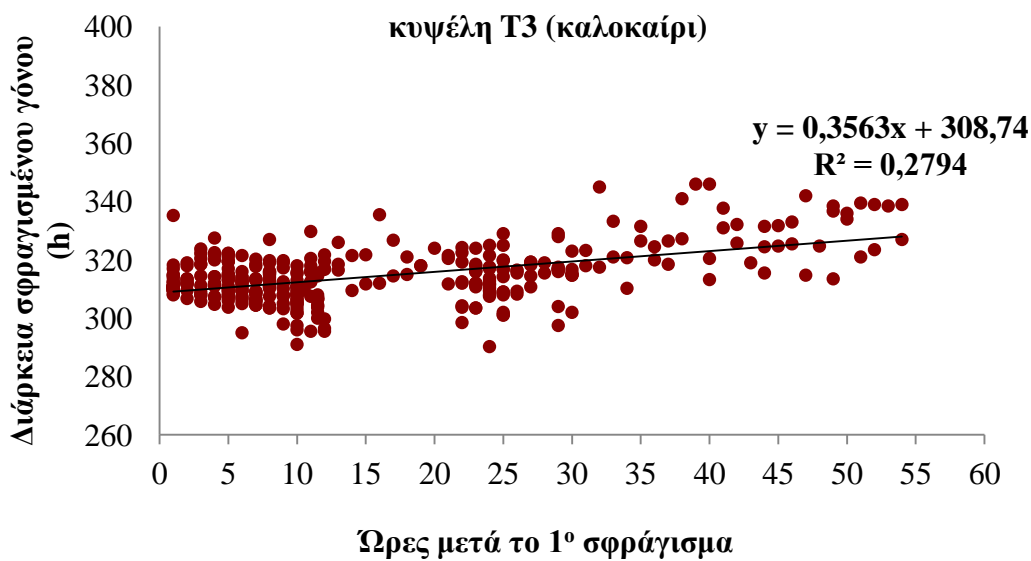
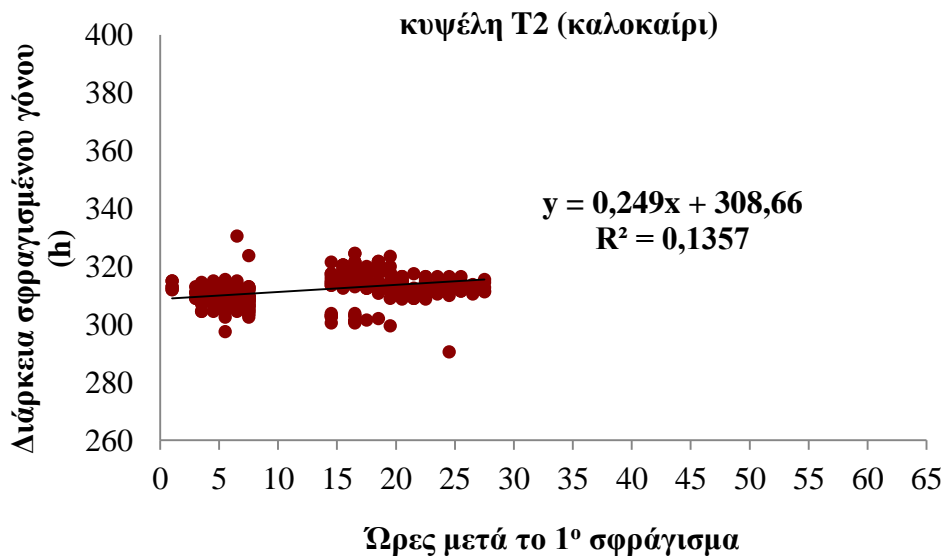
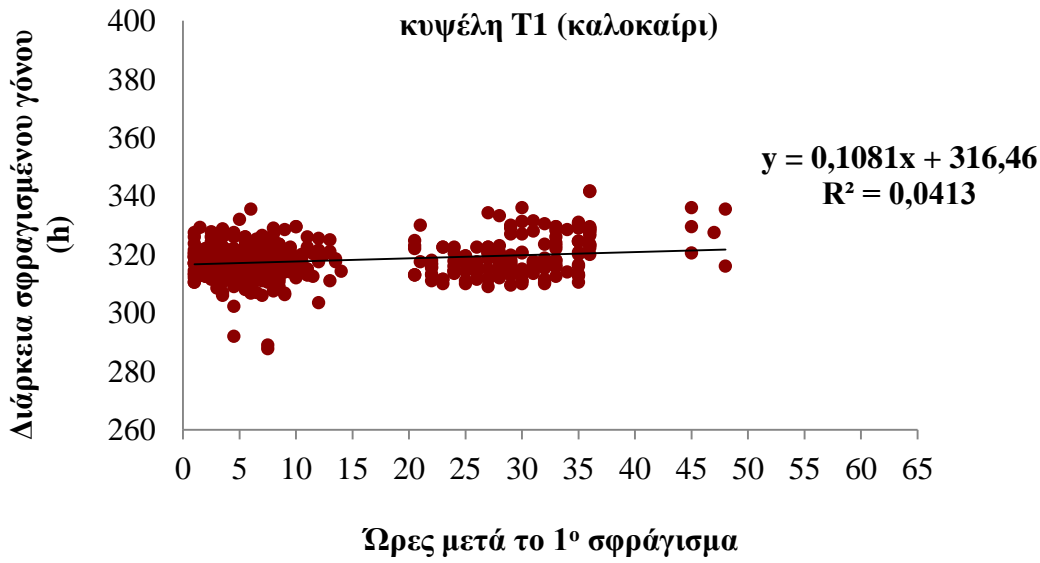
- 280-290 ■ 290-300 ■ 300-310 ■ 310-320 ■ 320-330 ■ 330-340
- 340-350 ■ 350-360 ■ 360-370 ■ 370-380 ■ 380-390

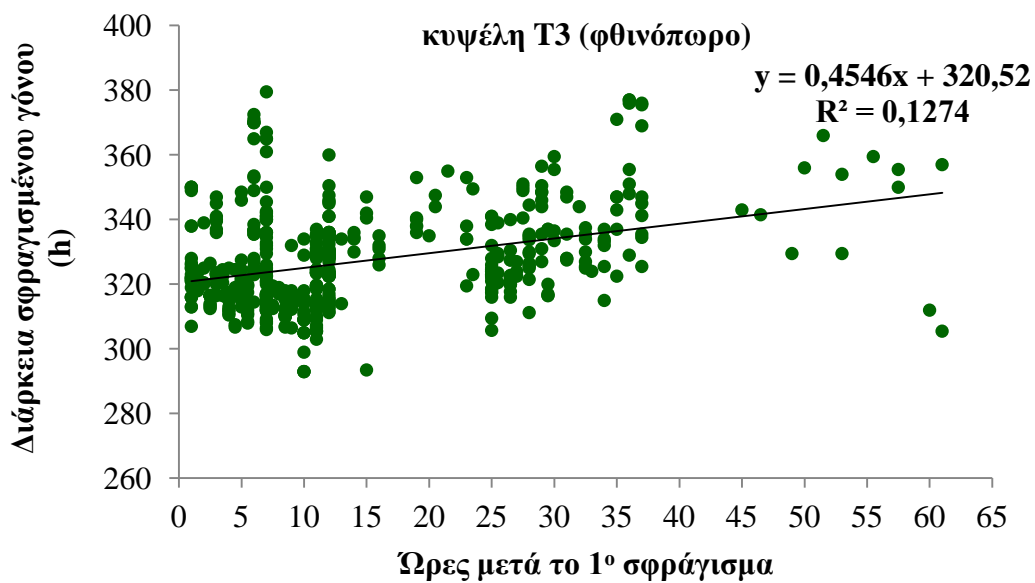
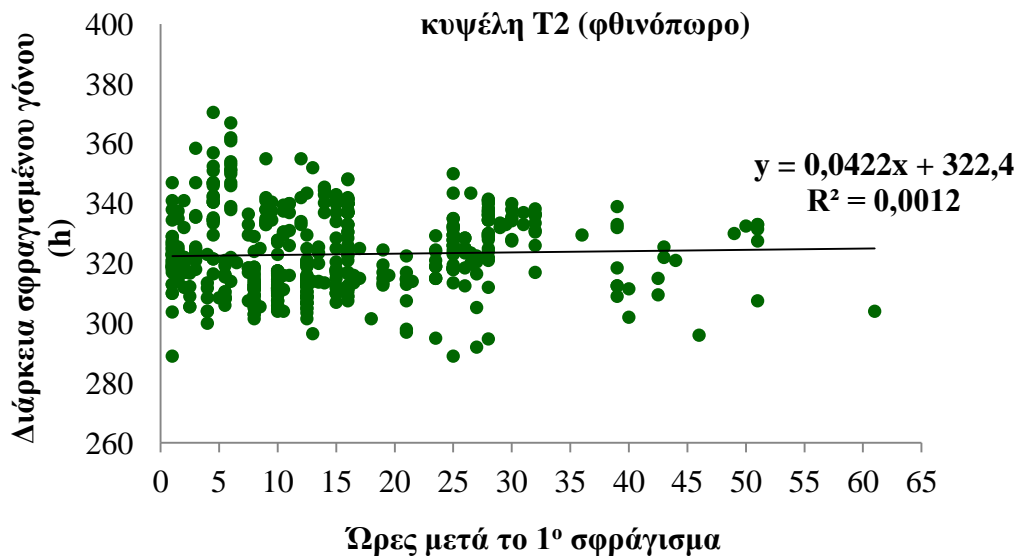
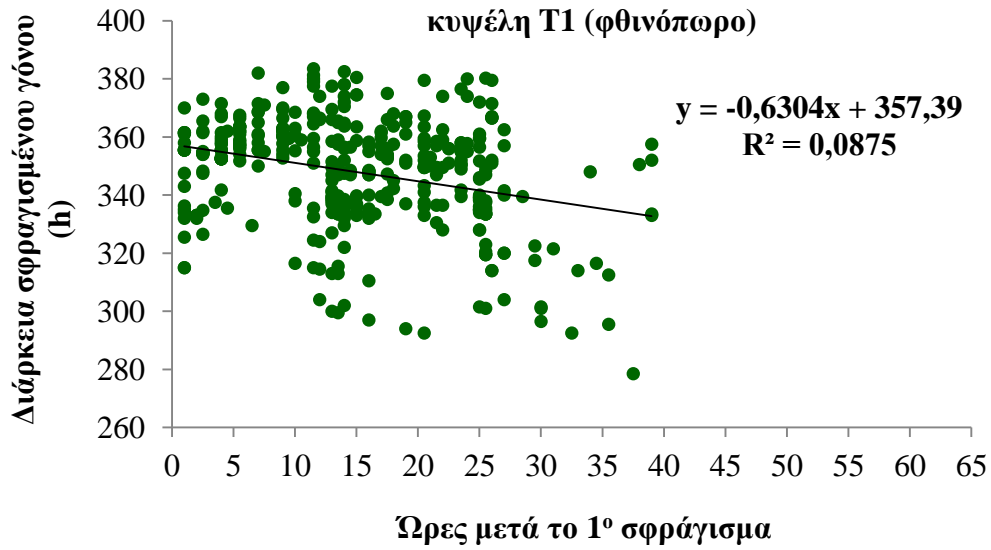
Διάγραμμα 93: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340, 340-350, 350-360, 360-370, 370-380 και 380-390 h.

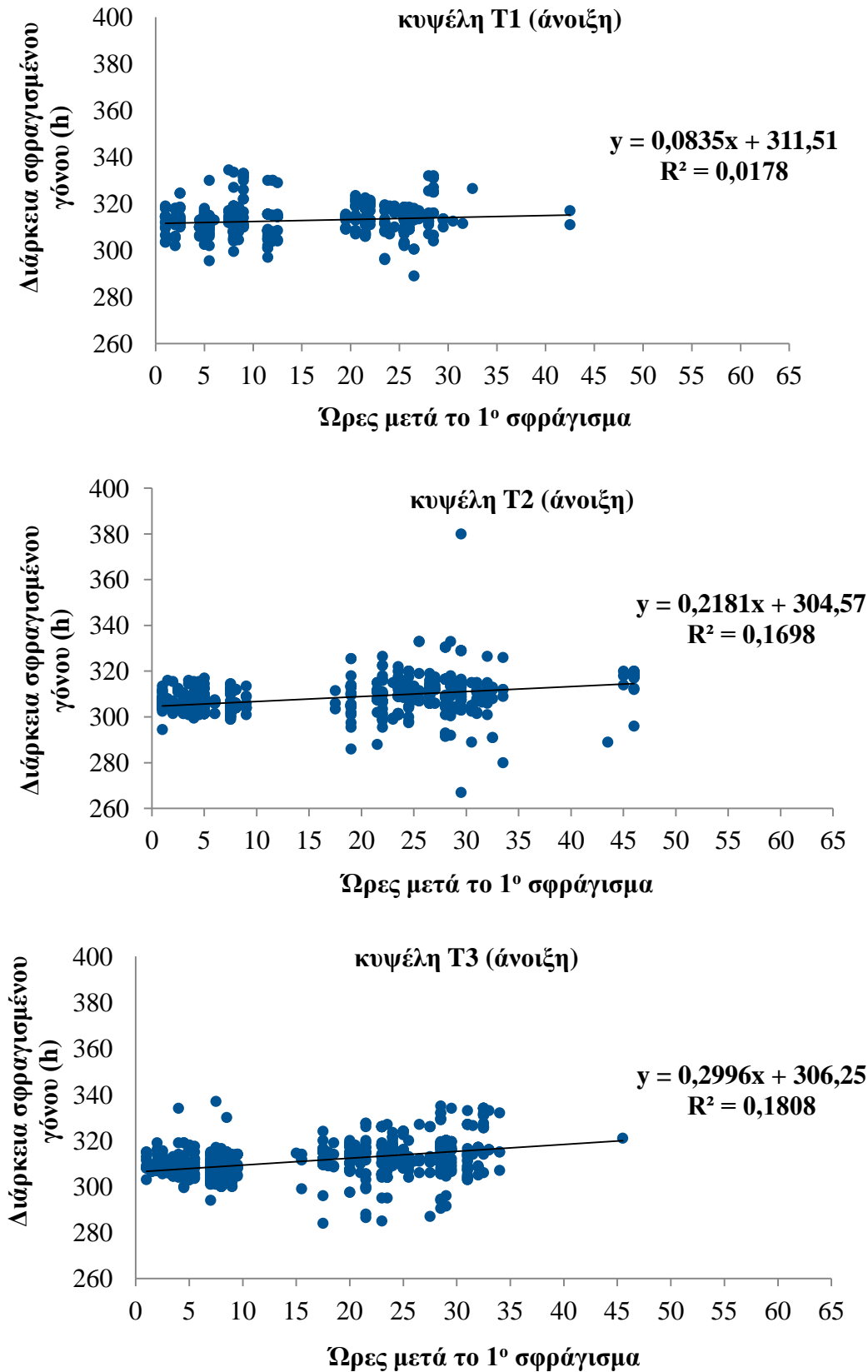


- 280-290 ■ 290-300 ■ 300-310 ■ 310-320 ■ 320-330 ■ 330-340
- 340-350 ■ 350-360 ■ 360-370 ■ 370-380 ■ 380-390

Διάγραμμα 94: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340, 340-350, 350-360, 360-370 και 370-380 και 380-390 h.







Διάγραμμα 95: Η συσχέτιση του χρόνου σφραγίσματος και του αντίστοιχου χρόνου ζεσφραγίσματος για τις τρεις εποχές καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη στις τρεις κουπέλες (“T1”, “T2” και “T3”) στις οποίες πραγματοποιήθηκε το πείραμα προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου.

Η επίδραση της πλαισιοθήκης στις συνθήκες της κηρήθρας

Θερμοκρασία

Πίνακας 81: Η ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις τρεις θέσεις της κυψέλης (“3”, “5”, “7”) και στην κενή κυψέλη από 14-09-2011 έως 06-10-2011.

	κηρήθρα 3 (πλαισιοθήκη)	κηρήθρα 5	κηρήθρα 7	Κ.Κ.*
ελάχιστη θερμοκρασία	26,3	32,8	32,76	12,6
μέγιστη θερμοκρασία	37,4	36,6	36,13	40,6
μέση θερμοκρασία	32,5±2,0	34,5±0,5	34,5±0,52	23,4±5,4
<i>* Κενή Κυψέλη</i>				

Σχετική υγρασία

Πίνακας 82: Η ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις τρεις θέσεις της κυψέλης (“3”, “5”, “7”) και στην κενή κυψέλη κατά τη διάρκεια του πειράματος.

	κηρήθρα 3 (πλαισιοθήκη)	κηρήθρα 5	κηρήθρα 7	Κ.Κ.*
ελάχιστη σχετική υγρασία	25,0	26,4	27,5	11,6
μέγιστη σχετική υγρασία	67,8	60,1	68,6	90,3
μέση σχετική υγρασία	47,4±6,2	42,2±5,2	45,8±6,1	48,6±17,8
<i>* Κενή Κυψέλη</i>				

Η επίδραση της παρουσίας γόνου στις συνθήκες της κυψέλης

Θερμοκρασία

Πίνακας 83: Η ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις δύο θέσεις (“3” και “5”) στις κυψέλες “Α” και “Β” (με και χωρίς γόνο αντίστοιχα) και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011.

	κηρήθρα 3Α	κηρήθρα 5Α	κηρήθρα 3Β	κηρήθρα 5Β	Κ.Κ.*
ελάχιστη θερμοκρασία	32,8	34,0	18,7	9,0	4,6
μέγιστη θερμοκρασία	35,3	35,7	32,3	29,9	27,9
μέση θερμοκρασία	34,0±0,5	34,8±0,3	25,2±3,0	18,0±4,5	14,2±5,0
* Κενή Κυψέλη					

Σχετική υγρασία

Πίνακας 84: Η ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις δύο θέσεις (“3” και “5”) στις κυψέλες “Α” και “Β” (με και χωρίς γόνο αντίστοιχα) και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011.

	κηρήθρα 3Α	κηρήθρα 5Α	κηρήθρα 3Β	κηρήθρα 5Β	Κ.Κ.*
ελάχιστη σχετική υγρασία	31,5	24,9	24,7	38,7	26,3
μέγιστη σχετική υγρασία	80,2	68,9	60,5	62,1	94,7
μέση σχετική υγρασία	58,5±8,9	41,4±6,7	36,8±6,3	50,2±3,5	71,1±16,9
* Κενή Κυψέλη					

Διάρκεια σφραγισμένου γόνου και *Varroa destructor*

Πίνακας 85: Ποσοστό προσβολής από το *Varroa destructor*, σε σφραγισμένο γόνο και ενήλικες μέλισσες, στα μελίσσια του πειράματος προσδιορισμού της διάρκειας που ο εργατικός γόνος ήταν σφραγισμένος (μελίσσια “T1”, “T2”, “T3”).

εποχή	κυψέλη	% προσβολής		% προσβολής
		σφραγισμένος γόνος	ενήλικες μέλισσες	
καλοκαίρι 2008	T1	0,89	0,75	0,82
	T2	1,10	0,83	0,97
	T3	1,22	0,93	1,08
φθινόπωρο 2008	T1	1,91	1,12	1,52
	T2	1,78	1,02	1,40
	T3	1,65	1,78	1,72
άνοιξη 2009	T1	0,74	0,84	0,79
	T2	1,54	0,22	0,88
	T3	1,71	1,80	1,76
καλοκαίρι 2009	T1	0,84	1,18	1,01
	T2	1,05	0,87	0,96
	T3	1,02	1,19	1,11
φθινόπωρο 2009	T1	1,41	1,35	1,38
	T2	1,15	1,30	1,23
	T3	1,49	1,64	1,57
άνοιξη 2010	T1	0,92	0,71	0,82
	T2	2,11	0,62	1,37
	T3	1,96	1,64	1,80
καλοκαίρι 2010	T1	1,13	0,62	0,88
	T2	1,55	0,41	0,98
	T3	0,65	0,94	0,80
φθινόπωρο 2010	T1	1,22	1,35	1,29
	T2	1,26	1,45	1,36
	T3	1,43	1,22	1,33

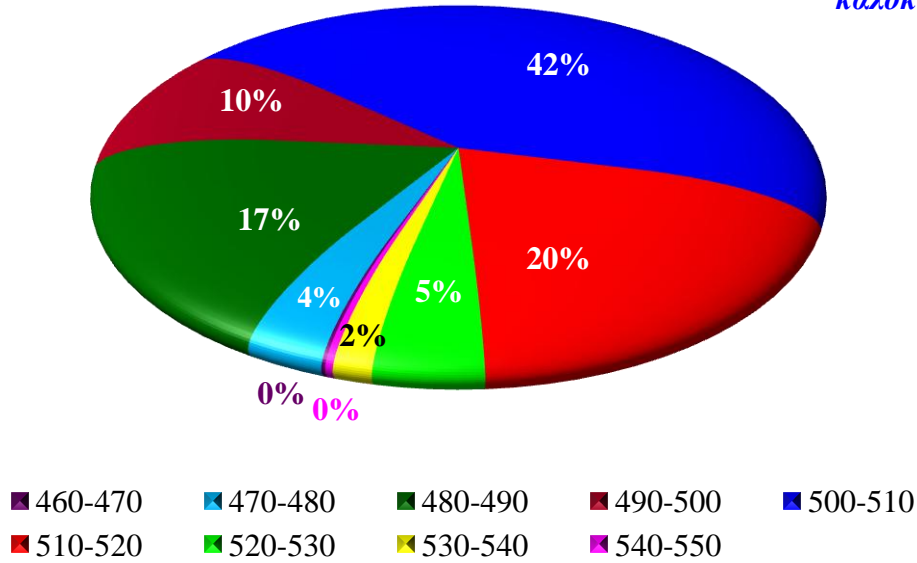
Συνολική διάρκεια ανάπτυξης ανήλικης εργάτριας

Εποχή

Πίνακας 86: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων εργατριών που αναπτύχθηκαν σε αυτά κατά τις τρεις εποχές.

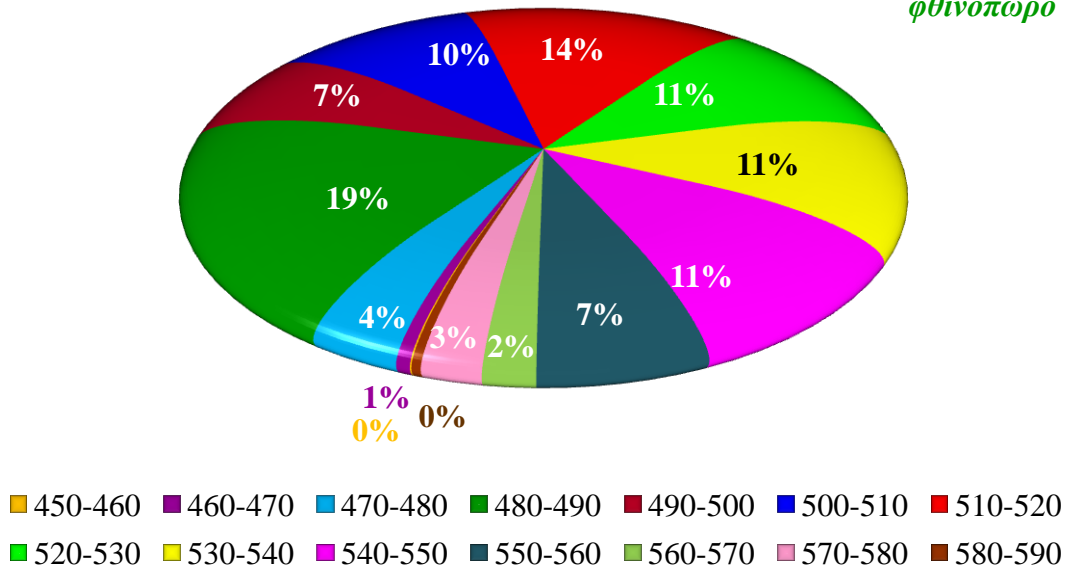
χρονικό διάστημα (h)	χρονικό διάστημα (ημέρες)	αριθμός κελιών		
		καλοκαίρι	φθινόπωρο	άνοιξη
450-460	18,75-19,17	0	1	0
460-470	19,17-19,58	2	9	3
470-480	19,58-20,00	41	59	570
480-490	20,00-20,42	207	275	495
490-500	20,42-20,83	122	105	155
500-510	20,83-21,25	509	144	752
510-520	21,25-21,67	242	207	321
520-530	21,67-22,08	56	159	47
530-540	22,08-22,50	20	156	50
540-550	22,50-22,92	4	164	0
550-560	22,92-23,33	0	108	0
560-570	23,33-23,75	0	33	0
570-580	23,75-24,17	0	38	1
580-590	24,17-24,58	0	6	0
σύνολο		1.203	1.464	2.394

καλοκαίρι

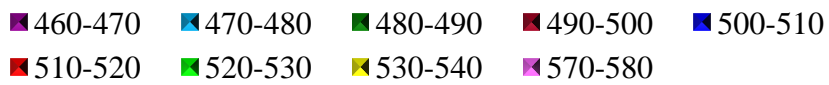
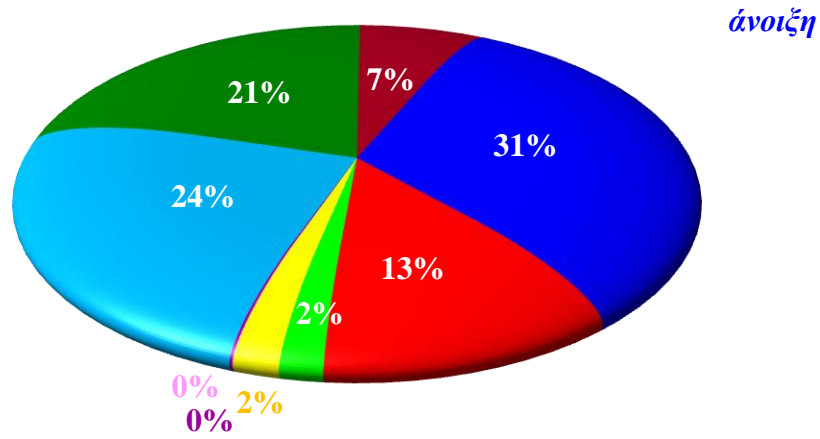


Διάγραμμα 96: Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540 και 540-550 h.

φθινόπωρο



Διάγραμμα 97: Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 450-460, 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540, 540-550, 550-560, 560-570, 570-580 και 580-590 h.

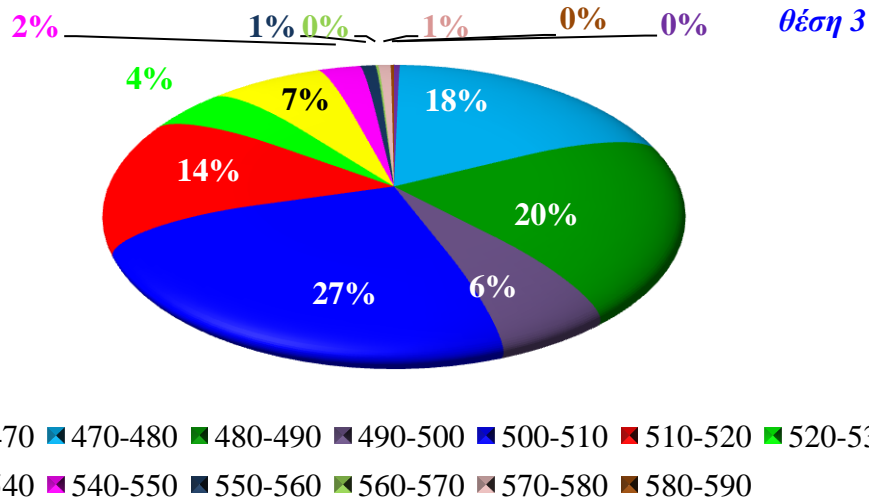


Διάγραμμα 98: Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540 και 570-580 ώρες.

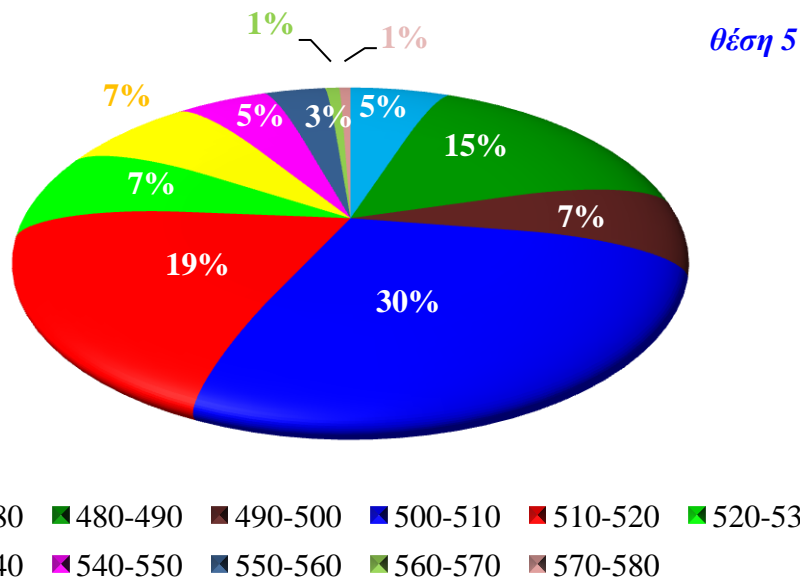
Θέση

Πίνακας 87: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων εργατριών που αναπτύχθηκαν σε αυτά στις τρεις θέσεις.

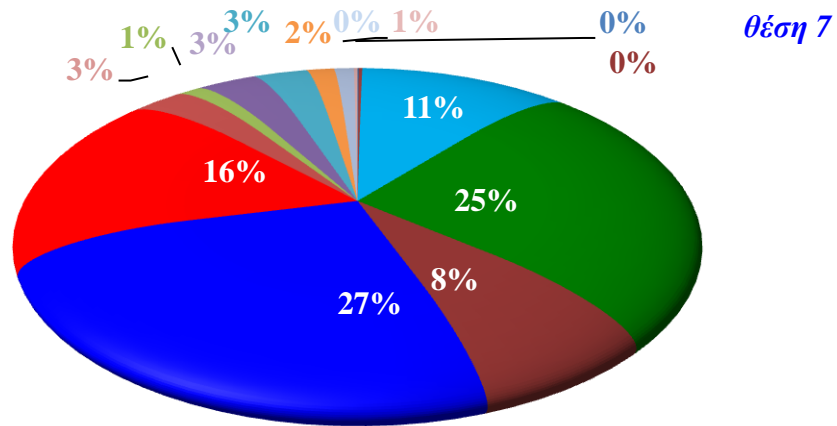
χρονικό διάστημα (h)	χρονικό διάστημα (ημέρες)	αριθμός κελιών		
		κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	κηρήθρα 7
450-460	18,75-19,17	0	0	1
460-470	19,17-19,58	7	0	3
470-480	19,58-20,00	359	78	168
480-490	20,00-20,42	397	228	381
490-500	20,42-20,83	130	99	130
500-510	20,83-21,25	547	443	419
510-520	21,25-21,67	282	281	253
520-530	21,67-22,08	91	111	41
530-540	22,08-22,50	132	103	18
540-550	22,50-22,92	50	70	47
550-560	22,92-23,33	18	48	43
560-570	23,33-23,75	3	11	22
570-580	23,75-24,17	15	9	16
580-590	24,17-24,58	4	0	3
σύνολο		2.35	1.481	1.545



Διάγραμμα 99: Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540, 540-550, 550-560, 560-570, 570-580 και 580-590 h.



Διάγραμμα 100: Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540, 540-550, 550-560, 560-570 και 570-580 h.



- 450-460 ■ 460-470 ■ 470-480 ■ 480-490 ■ 490-500 ■ 500-510 ■ 510-520
- 520-530 ■ 530-540 ■ 540-550 ■ 550-560 ■ 560-570 ■ 570-580 ■ 580-590

Διάγραμμα 101: Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 450-460, 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540, 540-550, 550-560, 560-570, 570-580 και 580-590 h.

Παράρτημα Γ

Παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούν στην κυψέλη

Θερμοκρασία

Εποχιακή διακύμανση της θερμοκρασίας

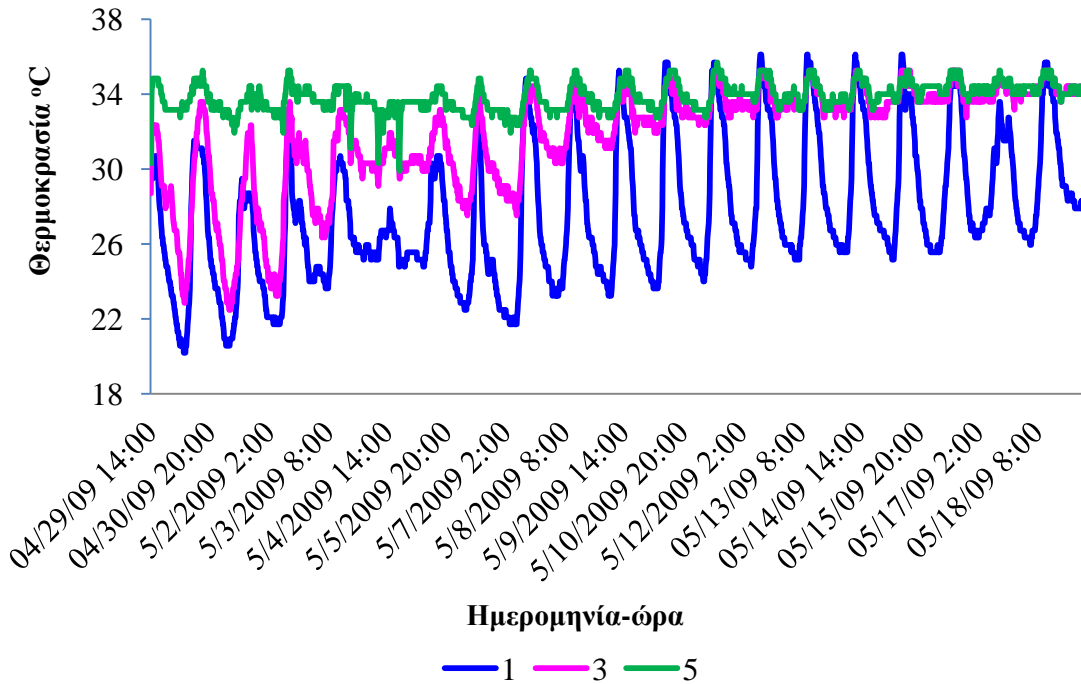
Άνοιξη

➤ Από 29-4-2009 έως 19-5-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 88: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία στις θέσεις “1”, “3” και “5” ($^{\circ}C \pm TA$) αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 29-4-2009 έως 19-5-2009.

από 29-4-2009 έως 19-5-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	20,2	22,5	29,9	15,8
μέγιστη θερμοκρασία	36,1	35,3	35,7	24,4
μέση θερμοκρασία	27,7 \pm 3,7	31,9 \pm 2,8	33,9 \pm 0,7	19,6

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



Διάγραμμα 102: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 29-4-2009 έως 19-5-2009.

Πίνακας 89: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 29-4-2009 και 19-5-2009 αντίστοιχα.

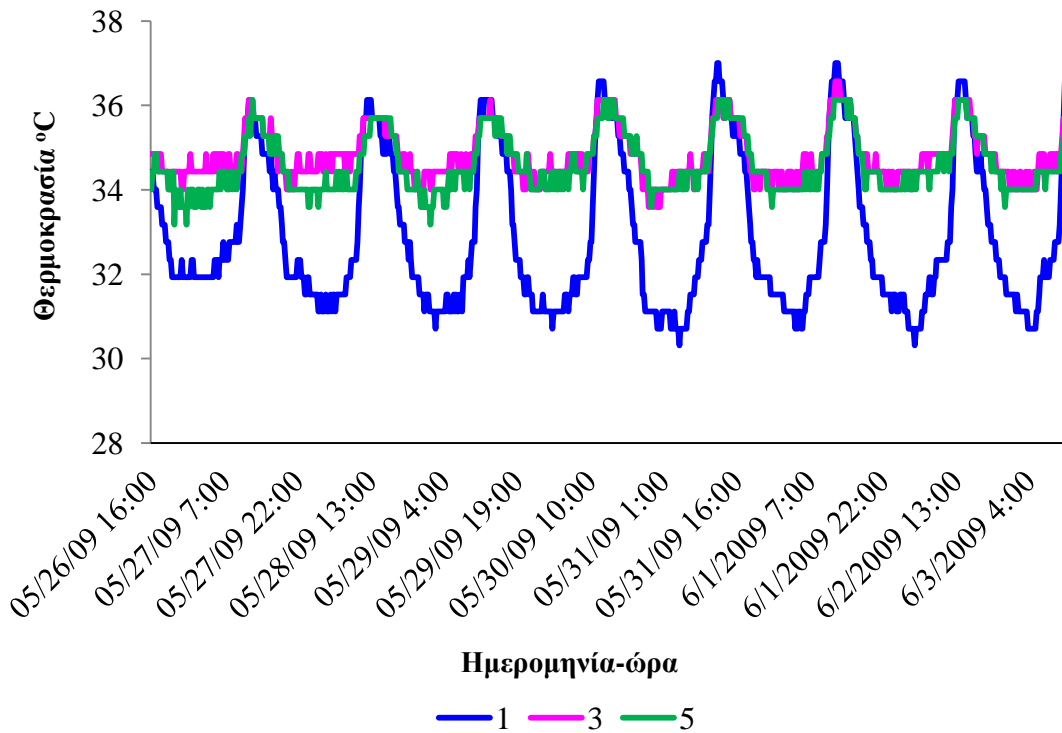
	τοποθέτηση Η08-004-02	αφαίρεση Η08-004-02
γόνος	4	5
πληθυσμός	7	8,5

➤ Από 26-5-2009 έως 3-6-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 90: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία στις θέσεις “1”, “3” και “5” ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 26-5-2009 έως 3-6-2009.

από 26-5-2009 έως 3-6-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	30,3	33,6	33,2	22,3
μέγιστη θερμοκρασία	37,0	36,6	36,1	24,3
μέση θερμοκρασία	32,9±1,8	34,8±0,6	34,6±0,7	23,4

** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.



Διάγραμμα 103: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 26-5-2009 έως 3-6-2009.

Πίνακας 91: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “Α1” κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 26-5-2009 και 3-6-2009 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	5	4
πληθυσμός	7	8

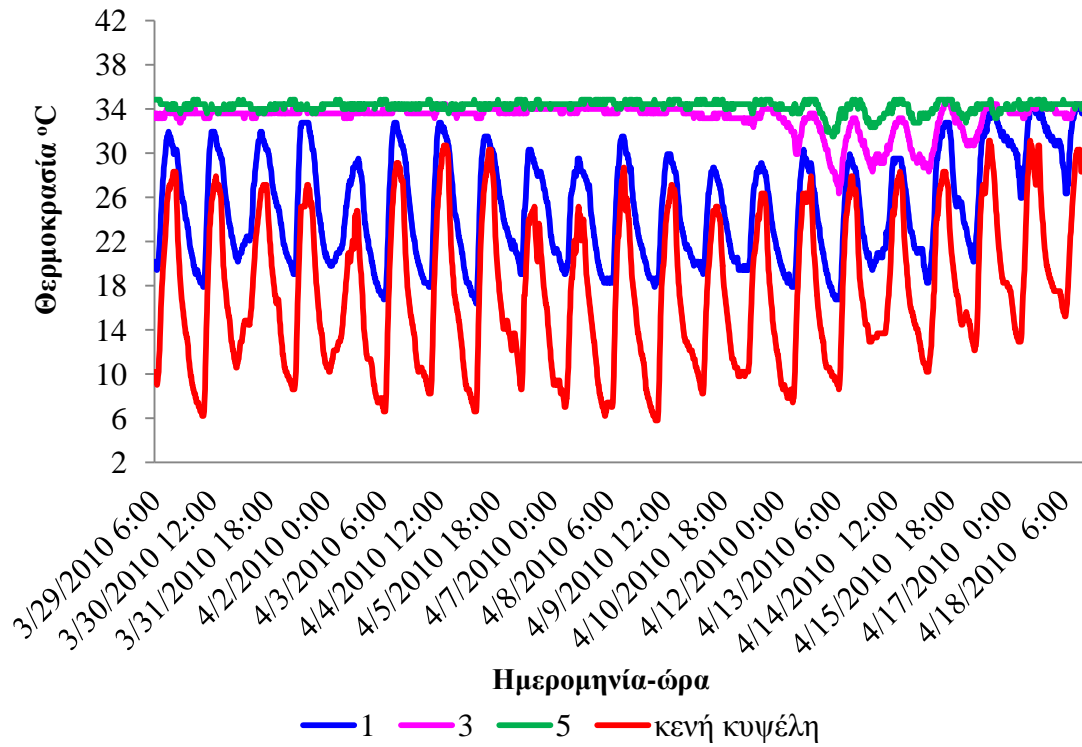
➤ Από 29-3-2010 έως 18-4-2010 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 92: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.

από 29-3-2010 έως 18-4-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	16,4	26,3	31,5	5,8	14,8
μέγιστη θερμοκρασία	34,4	34,9	34,9	31,1	20,1
μέση θερμοκρασία	25,2±4,8	33,2±1,4	34,2±0,5	17,4±6,8	16,4

* Κενή Κυψέλη

** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.



Διάγραμμα 104: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.

Πίνακας 93: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 29-3-2010 και 18-4-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	5	6,1
πληθυσμός	11,45	16,75

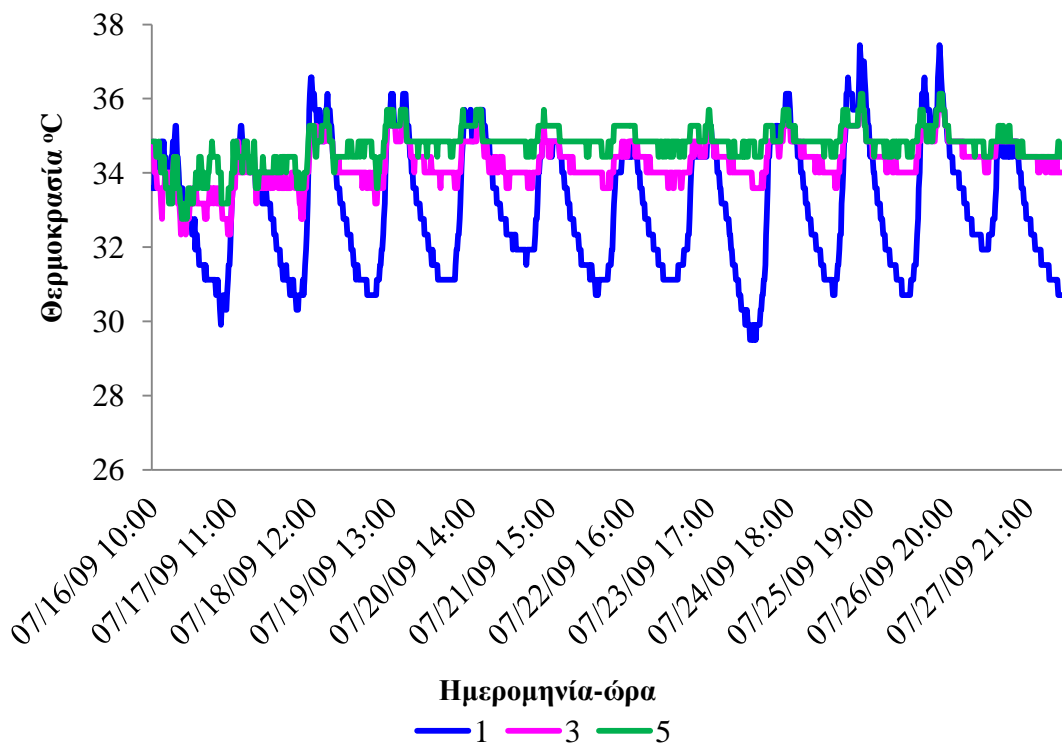
Καλοκαίρι

➤ Από 16-7-2009 έως 28-7-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 94: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-7-2009 έως 28-7-2009.

από 16-7-2009 έως 28-7-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	29,5	32,3	32,8	28,3
μέγιστη θερμοκρασία	37,4	36,1	36,1	31,2
μέση θερμοκρασία	33,0 \pm 1,7	34,3 \pm 0,6	34,7 \pm 0,5	29,9

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



Διάγραμμα 105: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 16-7-2009 έως 28-7-2009.

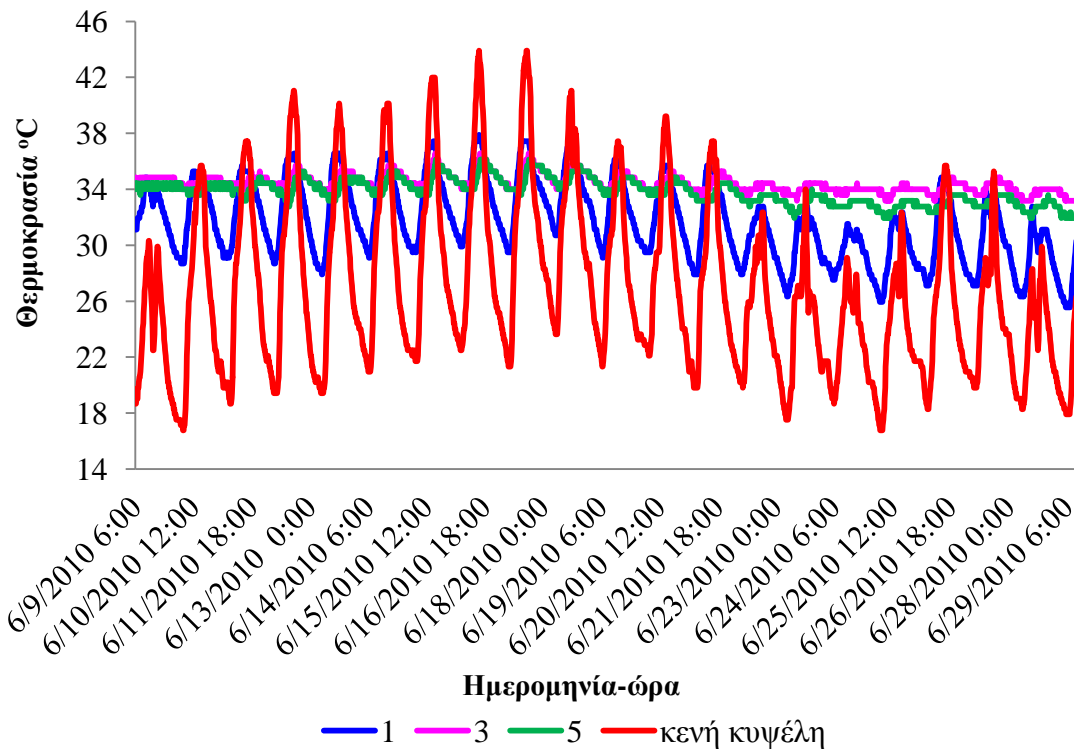
Πίνακας 95: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “Α1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 16-7-2009 και 28-7-2009 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	6	5
πληθυσμός	8	8

➤ Από 9-6-2010 έως 29-6-2010 (κυψέλη “Μ3”)

Πίνακας 96: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A.}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Μ3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.

από 9-6-2010 έως 29-6-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	25,6	33,2	31,9	16,8	22,9
μέγιστη θερμοκρασία	37,9	36,6	36,1	43,9	30,6
μέση θερμοκρασία	31,7±2,8	34,5±0,6	33,9±0,9	26,8±6,1	26,1
* Κενή Κυψέλη					
** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.					



Διάγραμμα 106: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.

Πίνακας 97: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 9-6-2010 και 29-6-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	1,35	0,85
πληθυσμός	5,85	3,85

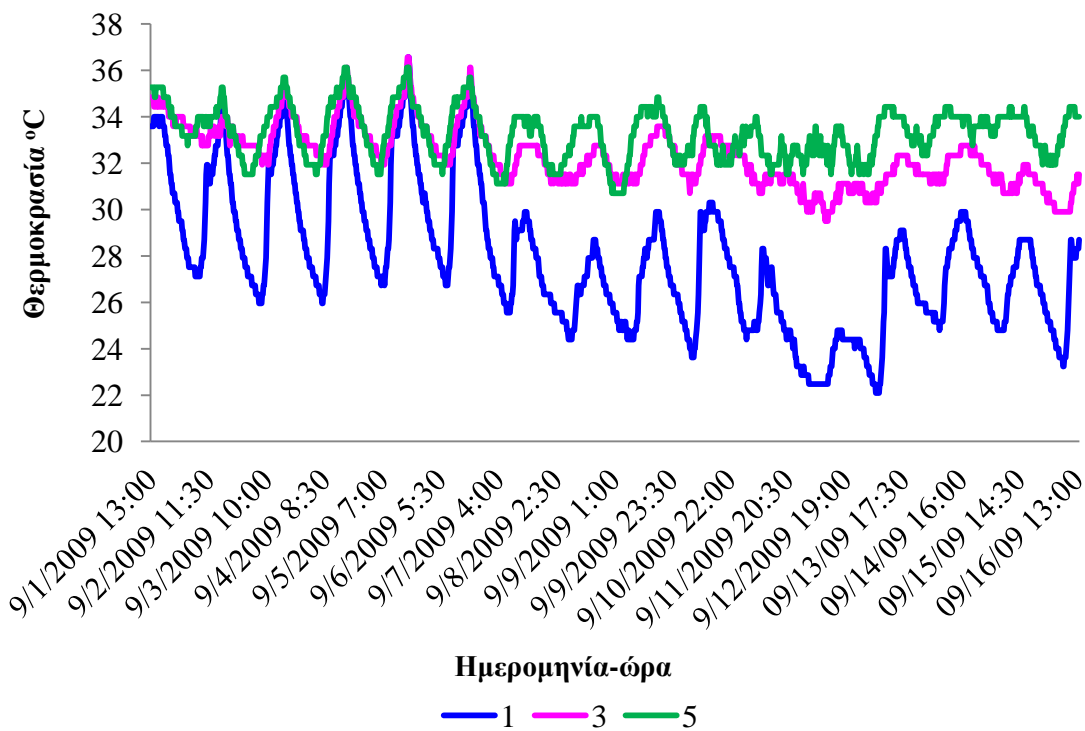
Φθινόπωρο

➤ Από 1-9-2009 έως 16-9-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 98: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-9-2009 έως 16-9-2009.

από 1-9-2009 έως 16-9-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	22,1	29,5	30,7	20,3
μέγιστη θερμοκρασία	36,6	36,6	36,1	26,9
μέση θερμοκρασία	27,9 \pm 3,1	32,3 \pm 1,3	33,3 \pm 1,1	24,0

** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.



Διάγραμμα 107: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-9-2009 έως 16-9-2009.

Πίνακας 99: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “Α1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 1-9-2009 και 16-9-2009 αντίστοιχα.

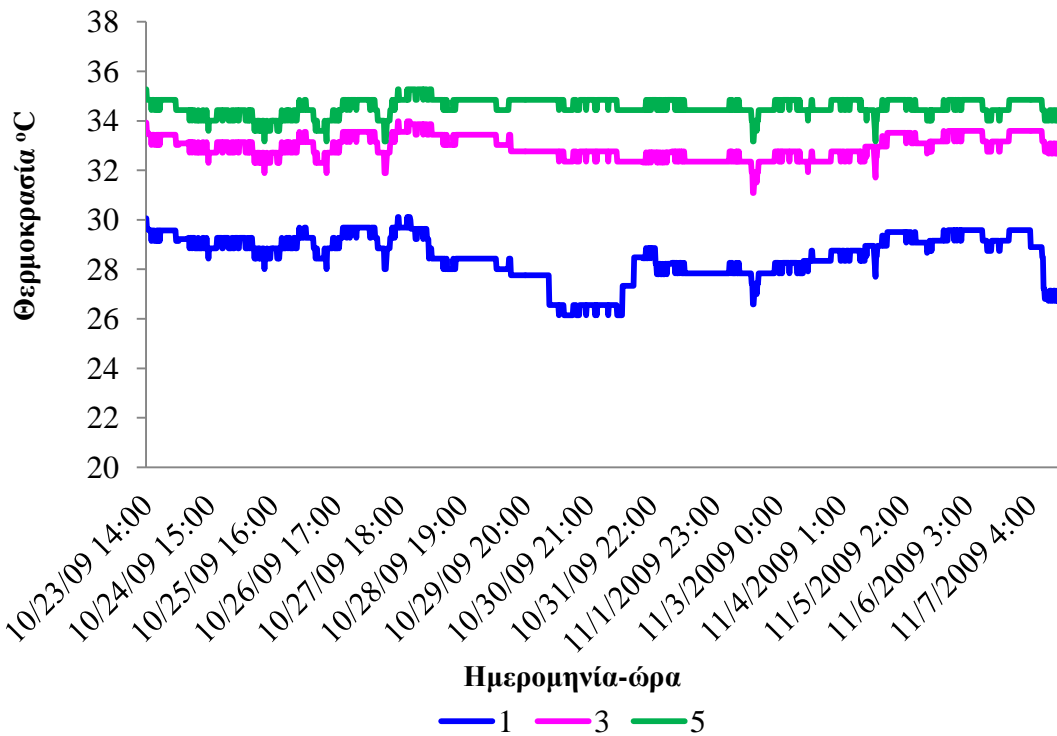
	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	5	4
πληθυσμός	7	7

➤ Από 23-10-2009 έως 7-11-2009 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 100: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.

από 23-10-2009 έως 7-11-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	26,1	31,1	33,2	10,8
μέγιστη θερμοκρασία	30,1	34	35,3	20,4
μέση θερμοκρασία	28,5 ± 0,9	32,9 ± 0,5	34,5 ± 0,4	16,2

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



Διάγραμμα 108: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.

Πίνακας 101: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών οργάνων, 23-10-2009 και 7-11-2009 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	5	3,75
πληθυσμός	7	8,75

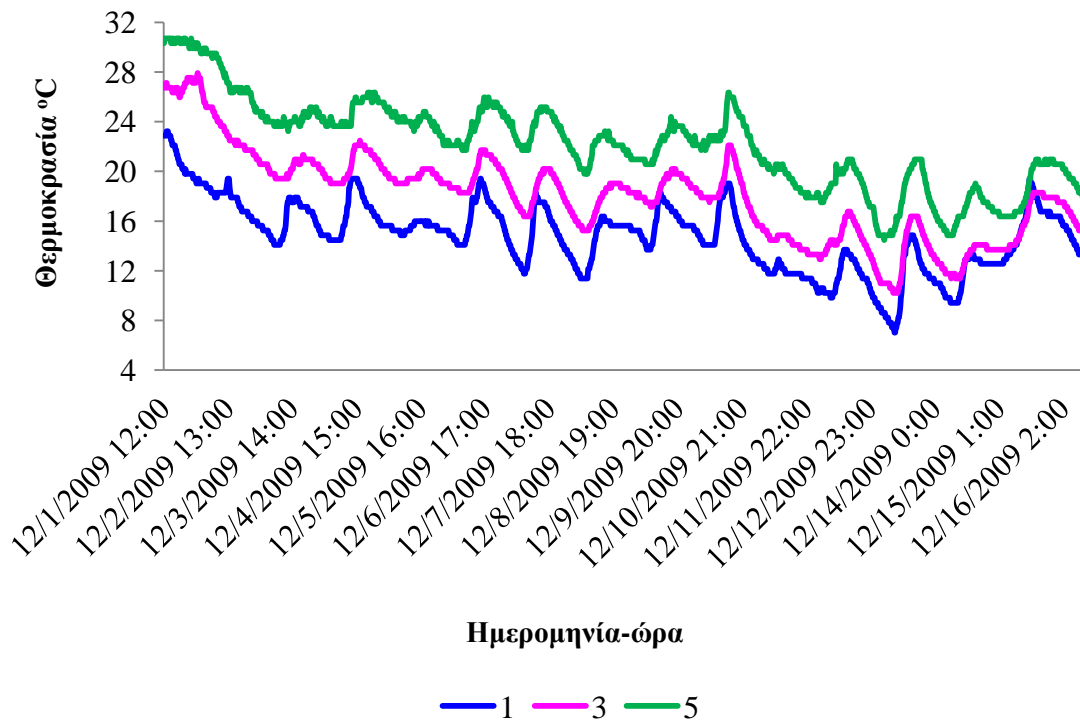
Χειμώνας

➤ Από 1-12-2009 έως 16-12-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 102: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία (°C±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.

από 1-12-2009 έως 16-12-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	7,0	10,2	14,5	9,5
μέγιστη θερμοκρασία	23,2	27,9	30,7	16,6
μέση θερμοκρασία	14,8±2,8	18,0±3,6	22,2±3,6	13,2

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



Διάγραμμα 109: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.

Πίνακας 103: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “Α1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 1-12-2009 και 16-12-2009 αντίστοιχα.

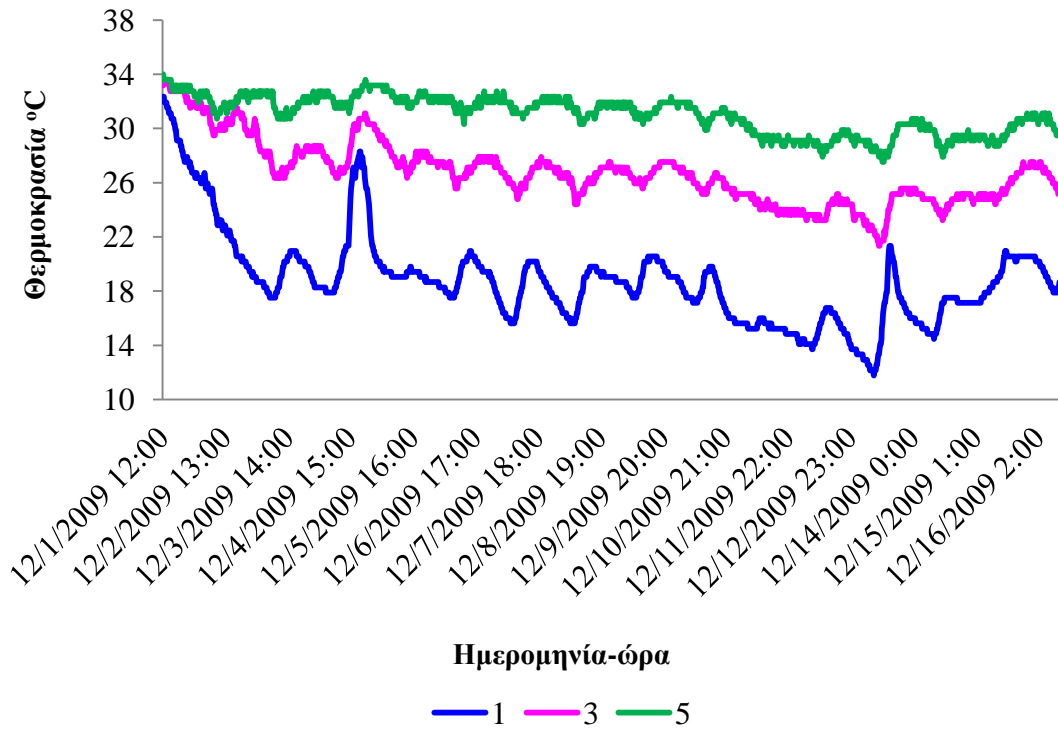
	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	0,75	0
πληθυσμός	7,75	6,5

➤ Από 1-12-2009 έως 16-12-2009 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 104: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.

από 1-12-2009 έως 16-12-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	11,8	21,3	27,5	9,5
μέγιστη θερμοκρασία	32,3	33,6	34,0	16,6
μέση θερμοκρασία	18,8±3,4	26,7±2,3	31,0±1,4	13,2

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



Διάγραμμα 110: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.

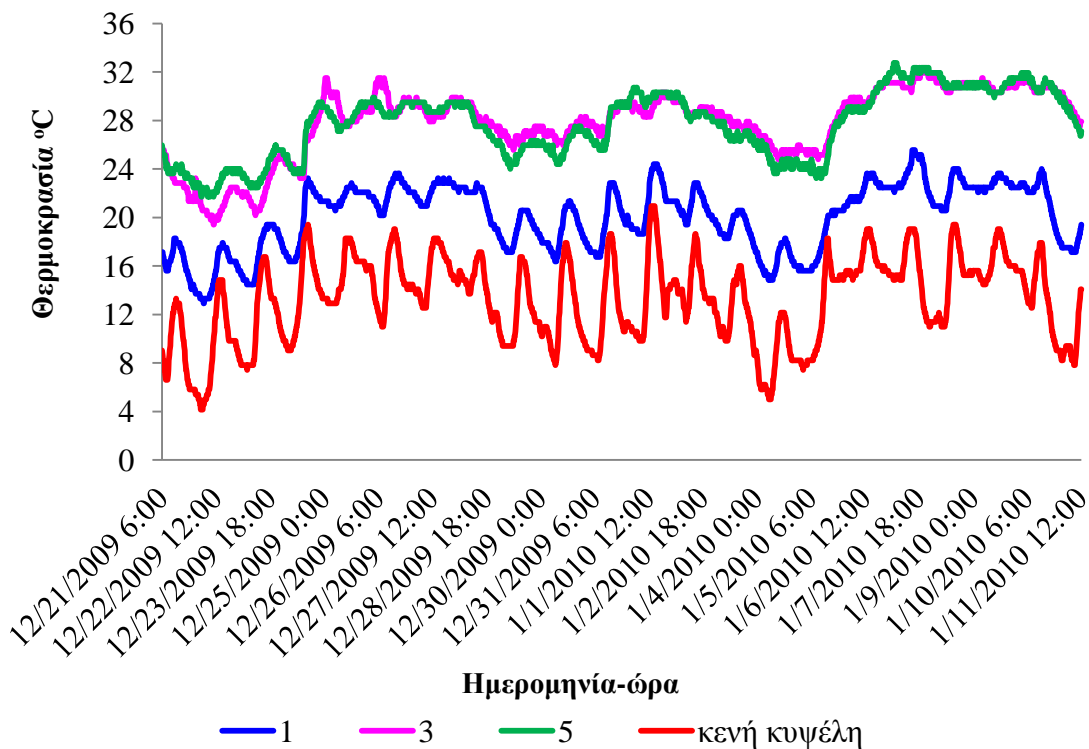
Πίνακας 105: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 1-12-2009 και 16-12-2009 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	1,1	0,6
πληθυσμός	8,5	6,5

➤ Από 21-12-2009 έως 11-1-2010 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 106: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.

από 21-12-2009 έως 11-1-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	12,9	19,4	21,7	4,2	8,9
μέγιστη θερμοκρασία	25,6	31,9	32,8	21,0	16,9
μέση θερμοκρασία	20,0±2,7	27,8± 2,9	27,7±2,8	13,2±3,5	13,9
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					



Διάγραμμα 111: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.

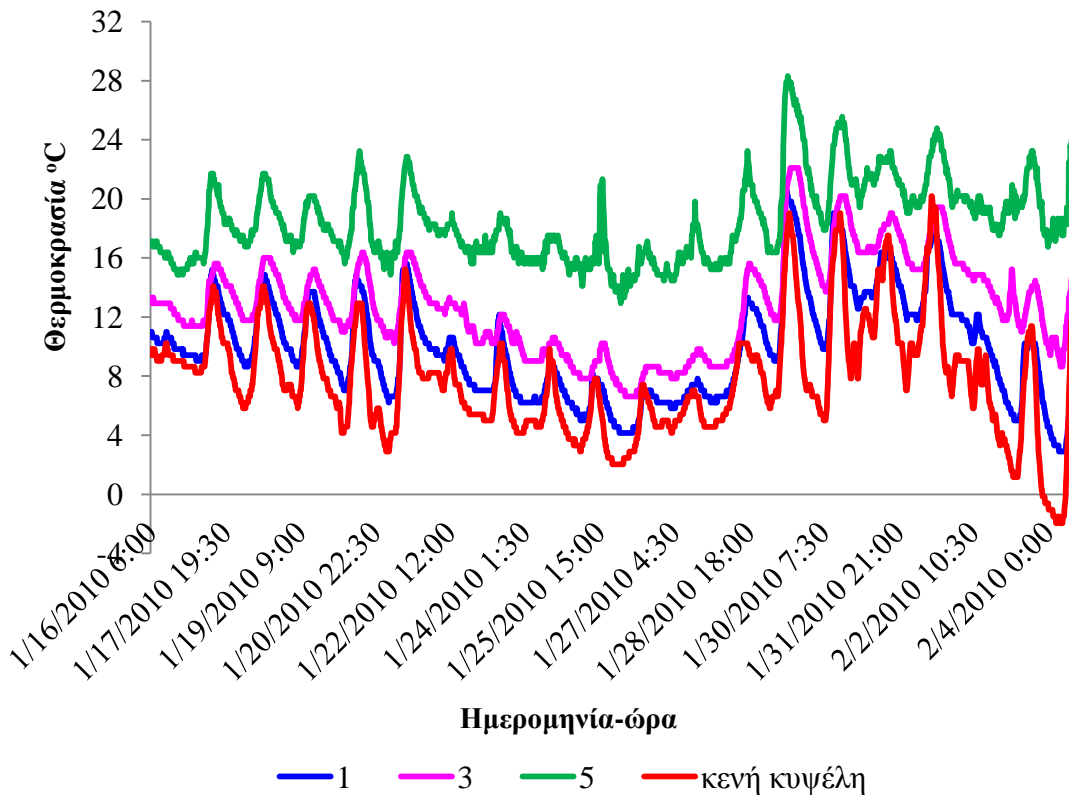
Πίνακας 107: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “Μ3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 21-12-2009 και 11-1-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	0,6	0,75
πληθυσμός	6,5	6,6

➤ Από 16-1-2010 έως 4-2-2010 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 108: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.

από 16-1-2010 έως 4-2-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	2,9	6,6	12,9	-2,0	4,1
μέγιστη θερμοκρασία	20,6	22,1	28,3	20,2	13,2
μέση θερμοκρασία	9,9±3,6	12,8±3,3	18,5±2,7	7,8±3,9	8,1
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					



Διάγραμμα 112: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.

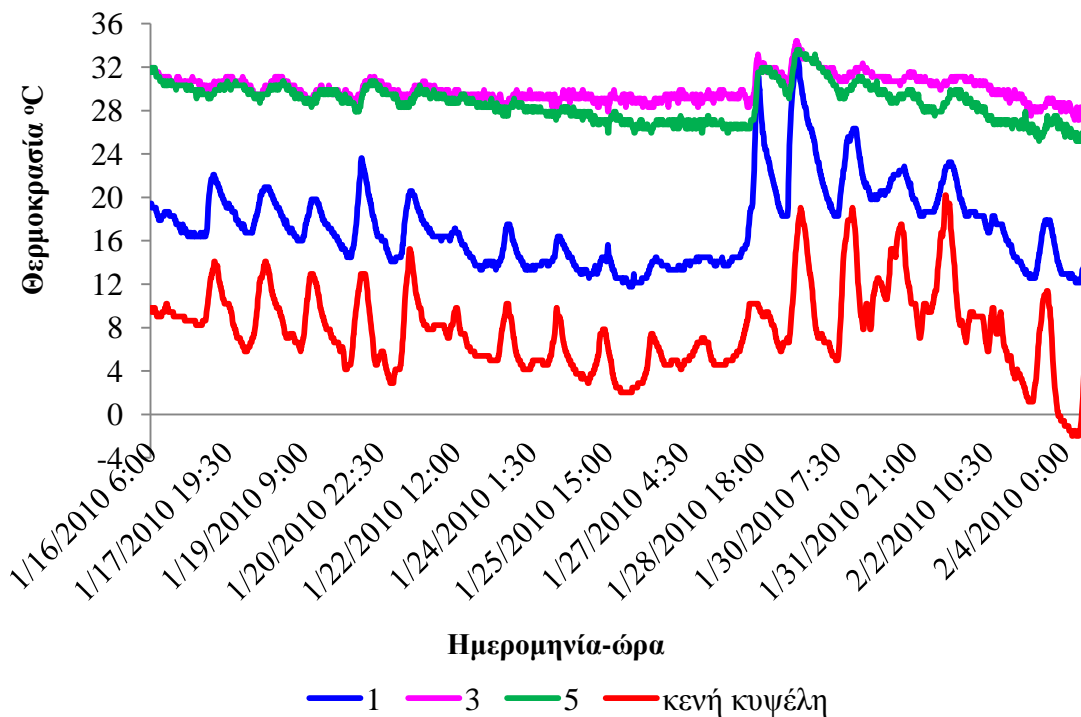
Πίνακας 109: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 16-1-2010 και 4-2-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	0,1	0,6
πληθυσμός	6,85	6,25

➤ Από 16-1-2010 έως 4-2-2010 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 110: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.

από 16-1-2010 έως 4-2-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	11,8	27,1	25,2	-2,0	4,1
μέγιστη θερμοκρασία	32,8	34,4	33,6	20,2	13,2
μέση θερμοκρασία	17,4±3,8	30,0±1,1	28,7±1,7	7,8±3,9	8,1
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					



Διάγραμμα 113: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.

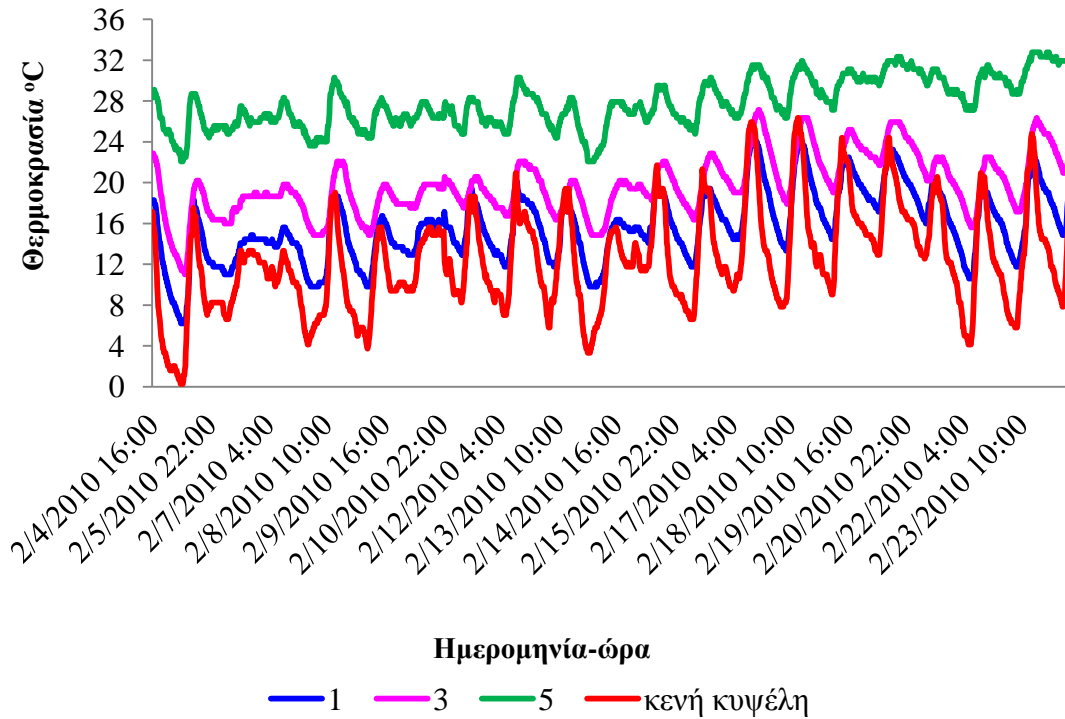
Πίνακας 111: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “Μ3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 16-1-2010 και 4-2-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση Η08-004-02	αφαίρεση Η08-004-02
γόνος	0,75	0,5
πληθυσμός	6,6	6

➤ Από 4-2-2010 έως 24-2-2010 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 112: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.

από 4-2-2010 έως 24-2-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη θερμοκρασία	6,2	11,0	22,1	0,3	6,4
μέγιστη θερμοκρασία	24,0	27,1	32,8	26,3	17,9
μέση θερμοκρασία	15,7±3,5	19,8±3,0	27,8±2,4	12,5±5,0	12,4
* Κενή Κυψέλη					
** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.					



Διάγραμμα 114: Διαγραμματική απεικόνιση της διακόμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.

Πίνακας 113: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε πλαίσια) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 4-2-2010 και 24-2-2010 αντίστοιχα.

	τοποθέτηση H08-004-02	αφαίρεση H08-004-02
γόνος	0,6	2
πληθυσμός	6,25	6,35

Σχετική Υγρασία

Εποχιακή διακύμανση σχετικής υγρασίας

Η διακύμανση της σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό της κυψέλης και συγκεκριμένα στις θέσεις “1”, “3” και “5” σε διάφορα χρονικά διαστήματα κατά τις τέσσερις εποχές του έτους είχε ως εξής:

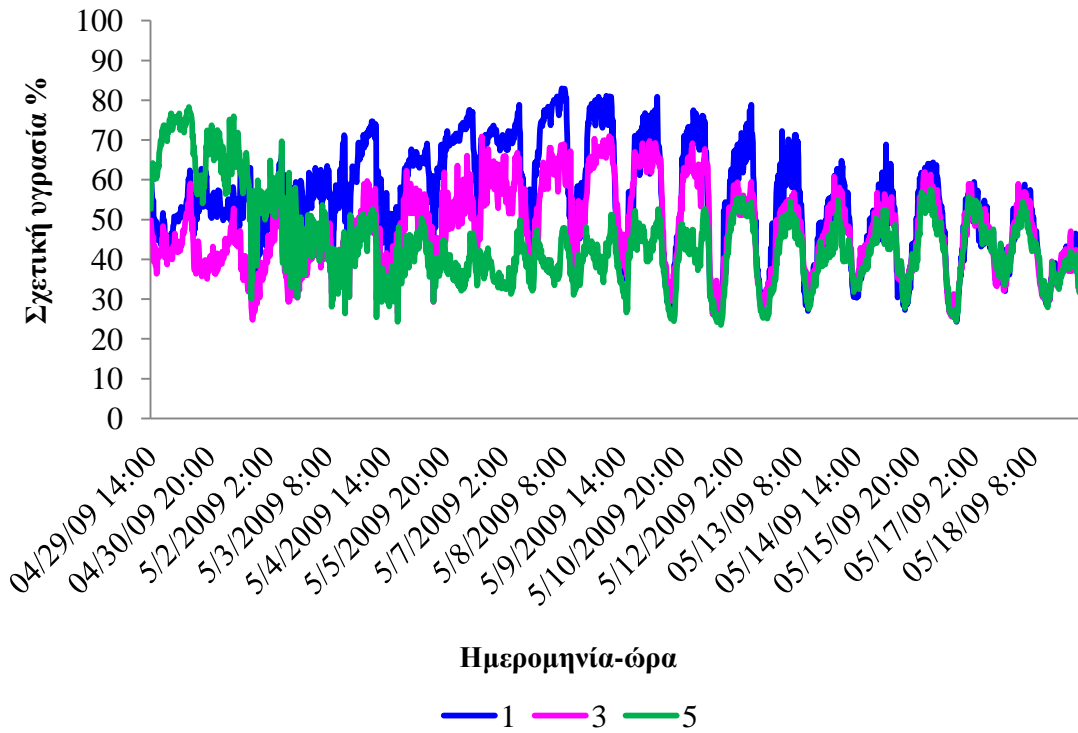
Άνοιξη

➤ Από 29-4-2009 έως 19-5-2009 (κυψέλη “A1”)

Πίνακας 114: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση τιμή της σχετικής υγρασίας (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 29-4-2009 έως 19-5-2009.

από 29-4-2009 έως 19-5-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	24,3	24,8	23,5	43
μέγιστη σχετική υγρασία	83,0	71,0	78,3	73
μέση σχετική υγρασία	54,3±13,8	47,1±10,5	44,1±10,9	58

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



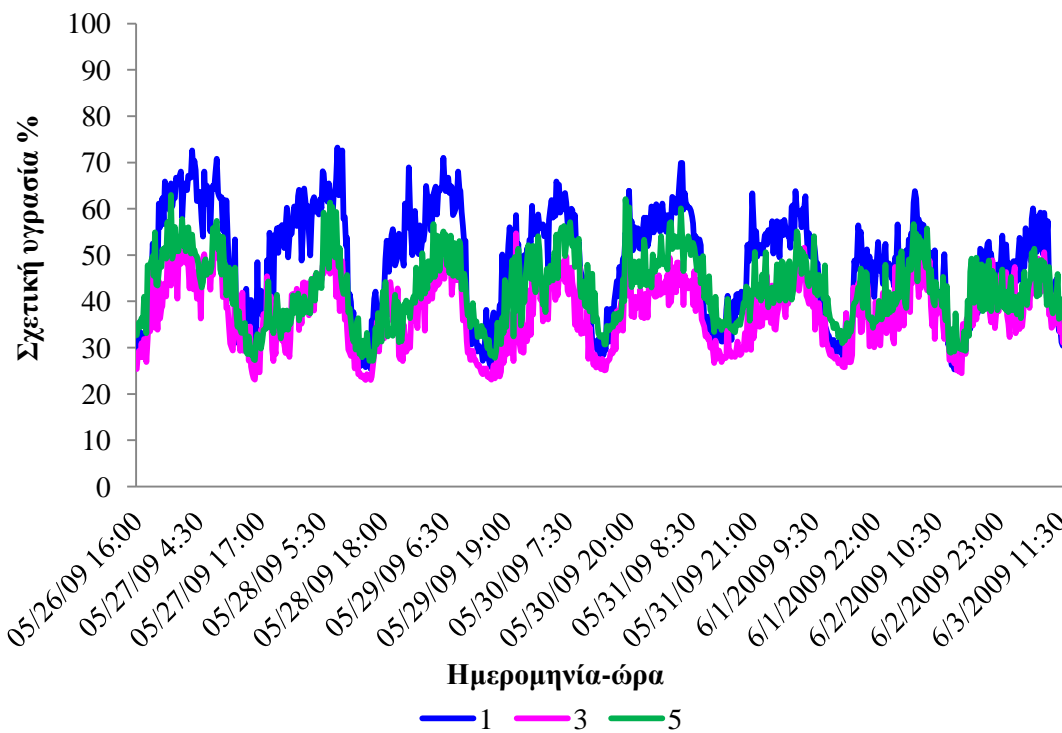
***Διάγραμμα 115:** Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 29-4-2009 έως 19-5-2009.*

➤ Από 26-5-2009 έως 3-6-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 115: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±ΤΑ) στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 26-5-2009 έως 3-6-2009.

από 26-5-2009 έως 3-6-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	25,1	23,0	27,2	37
μέγιστη σχετική υγρασία	73,2	55,1	63,0	68
μέση σχετική υγρασία	48,7±11,5	37,7±7,6	42,3±7,4	54

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**

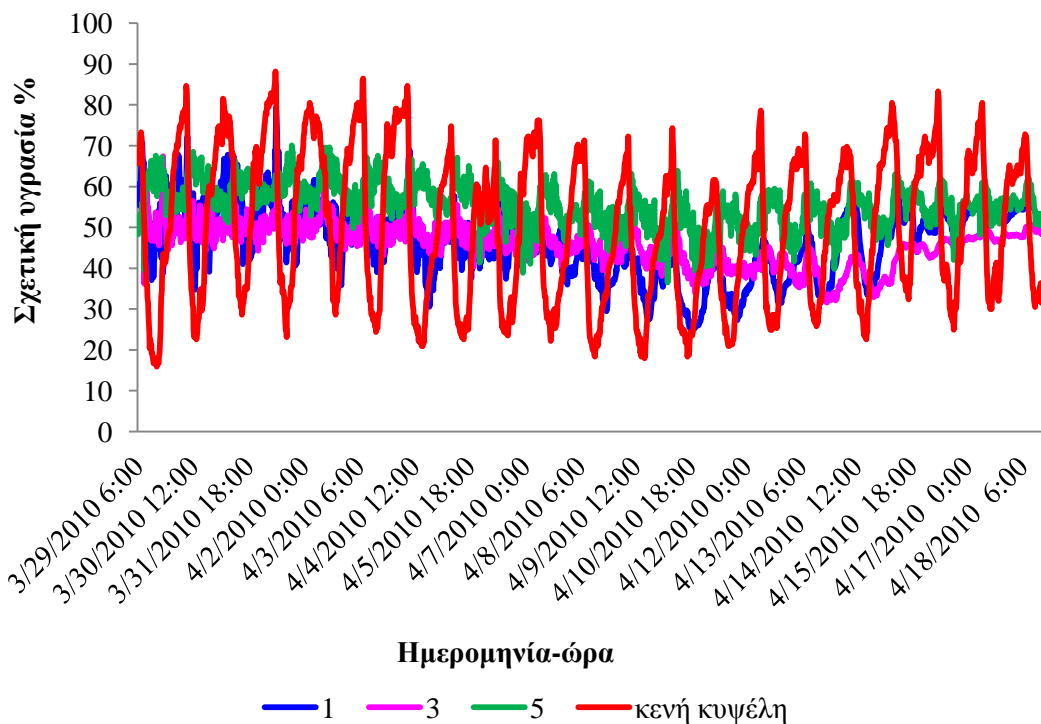


Διάγραμμα 116: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη Α1), κατά το χρονικό διάστημα από 26-5-09 έως 3-6-2009.

➤ Από 29-3-2010 έως 18-4-2010 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 116: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±ΤΑ) στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “Α1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.

από 29-3-2010 έως 18-4-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	24,9	31,6	36,5	15,9	44,4
μέγιστη σχετική υγρασία	79,3	67,4	70,1	88,2	74,3
μέση σχετική υγρασία	46,5±8,6	46,0±5,1	55,8±5,3	50,1±18,2	58,1
* Κενή Κυψέλη					
** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.					



Διάγραμμα 117: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στην κενή κυψέλη από 29-3-2010 έως 18-4-2010.

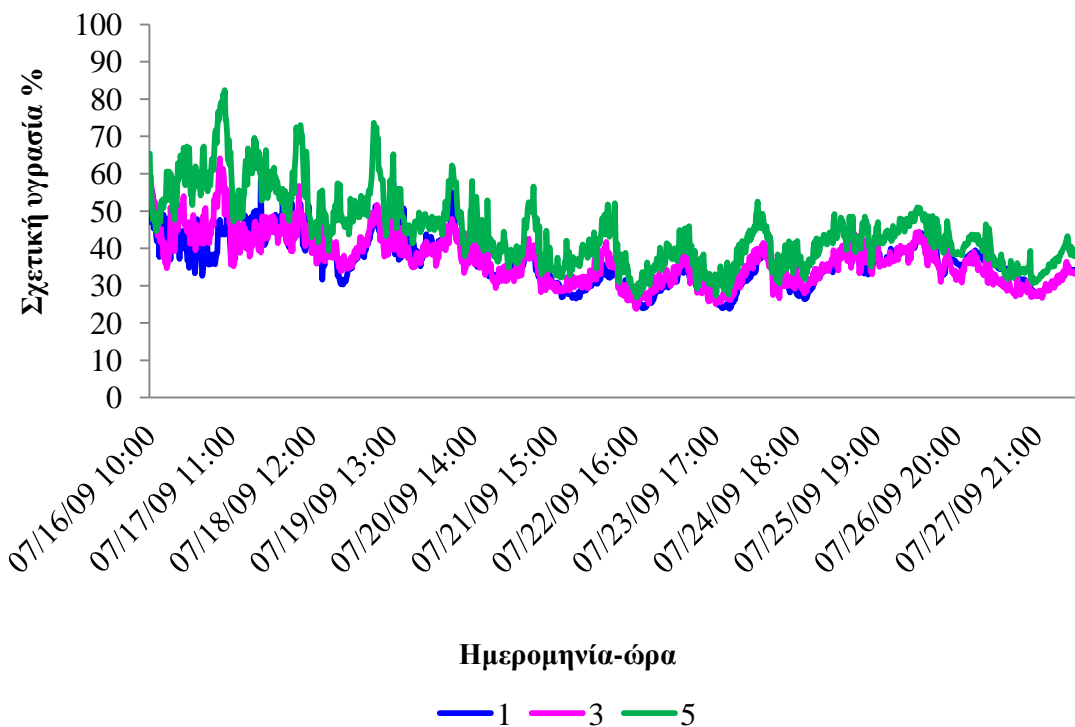
Καλοκαίρι

➤ Από 16-7-2009 έως 28-7-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 117: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-7-2009 έως 28-7-2009.

από 16-7-2009 έως 28-7-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	23,8	23,8	26,8	30
μέγιστη σχετική υγρασία	58,4	64,1	82,4	47
μέση σχετική υγρασία	36,4±6,3	36,8±6,6	44,6±9,8	38

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**

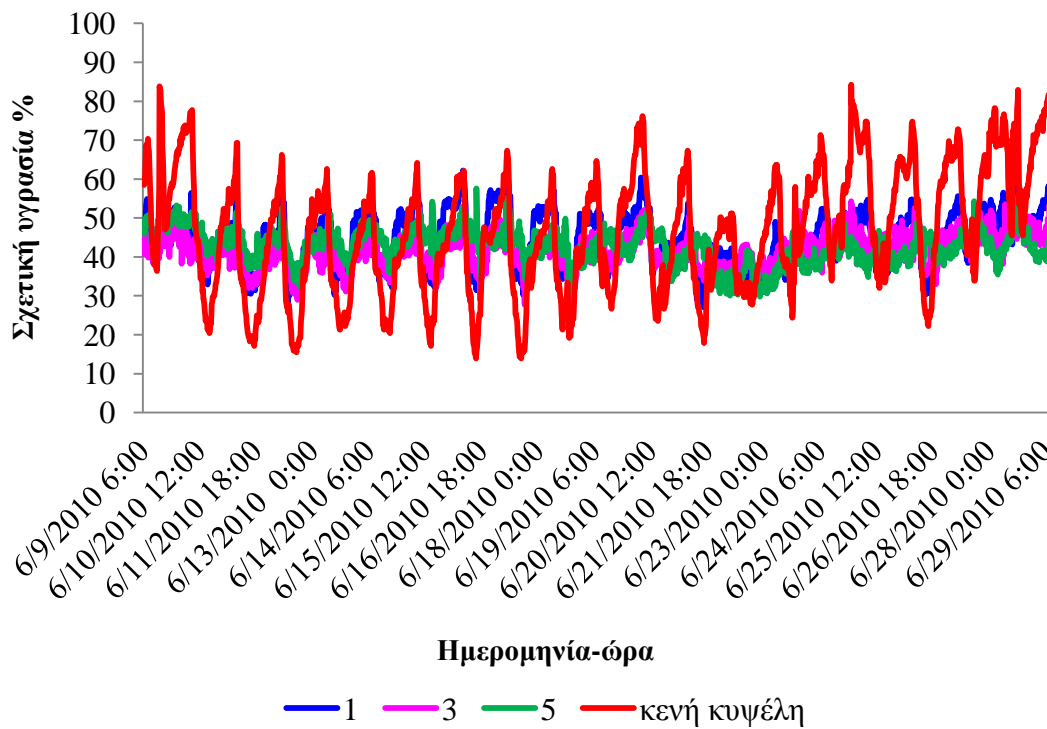


Διάγραμμα 118: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-7-2009 έως 28-7-2009.

➤ Από 9-6-2010 έως 29-6-2010 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 118: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.

από 9-6-2010 έως 29-6-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	27,0	26,7	29,8	13,9	40,9
μέγιστη σχετική υγρασία	62,2	55,8	57,6	84,2	70,8
μέση σχετική υγρασία	44,5±7,2	41,7±4,5	42,7±4,5	46,7±15,8	54,1
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					



Διάγραμμα 119: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.

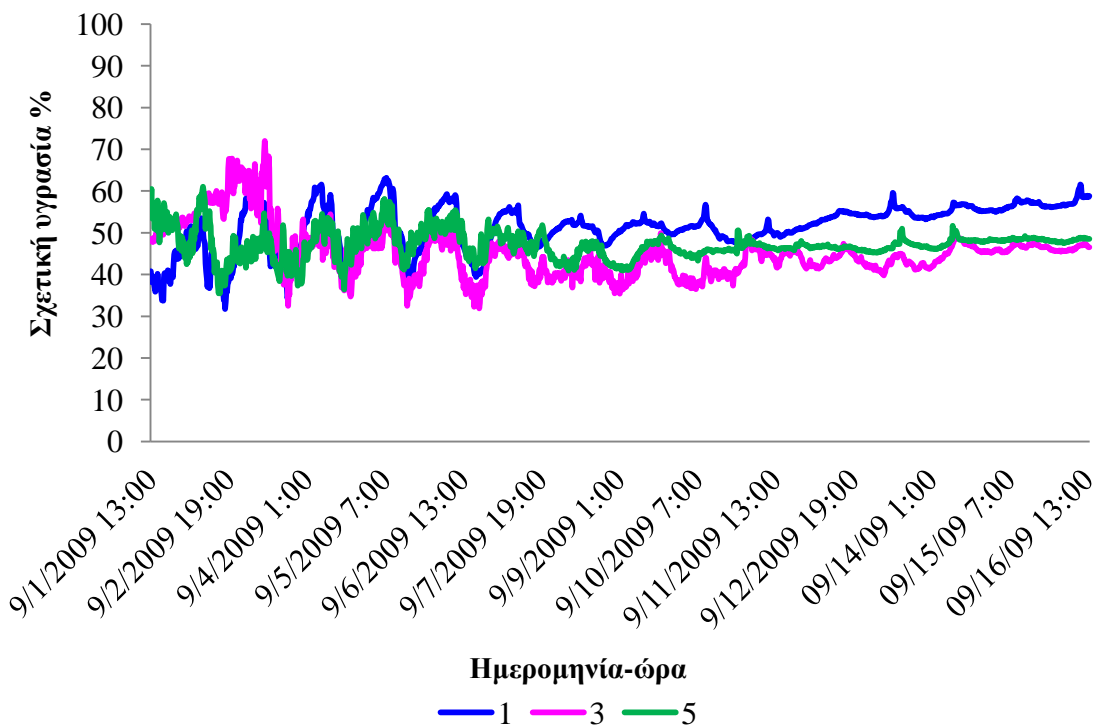
Φθινόπωρο

➤ Από 1-9-2009 έως 16-9-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 119: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-9-2009 έως 16-9-2009.

από 1-9-2009 έως 16-9-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	31,7	31,9	35,5	30
μέγιστη σχετική υγρασία	63,2	72	61	47
μέση σχετική υγρασία	51,3±5,7	45,3±6,1	47,2±3,4	38

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



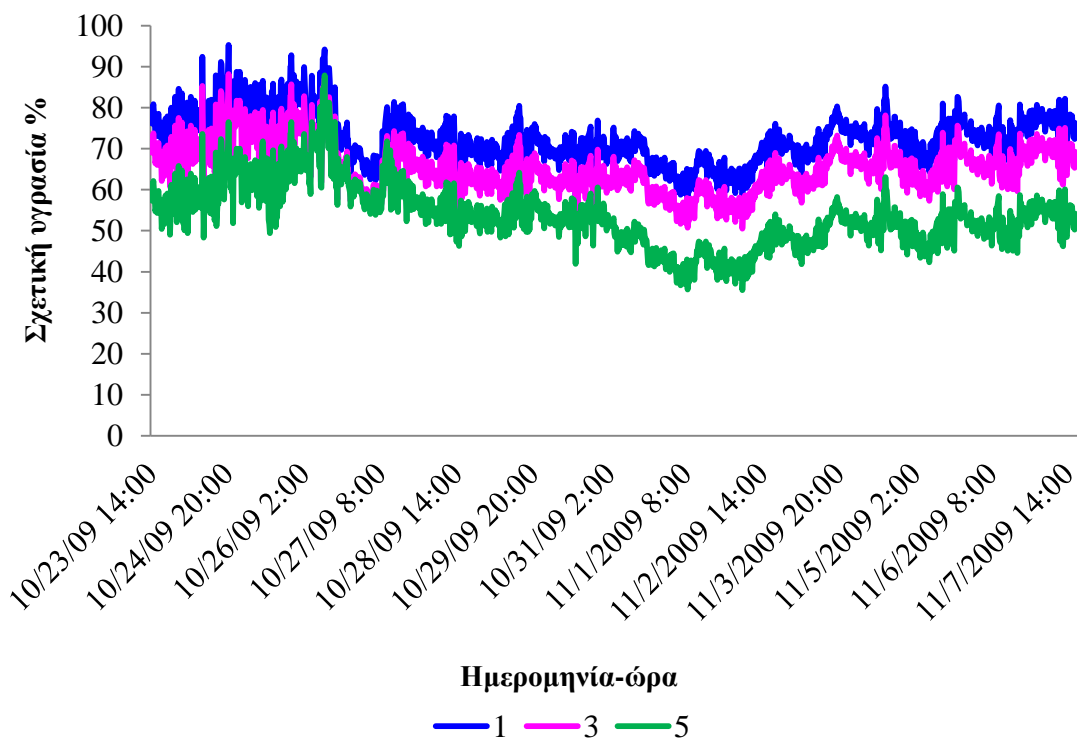
Διάγραμμα 120: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-9-2009 έως 16-9-2009.

➤ Από 23-10-2009 έως 7-11-2009 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 120: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.

από 23-10-2009 έως 7-11-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	57,6	50,5	35,5	60
μέγιστη σχετική υγρασία	95,3	88,2	87,9	83
μέση σχετική υγρασία	72,5±6,1	65,4±6,1	53,7±7,8	75

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



Διάγραμμα 121: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, από 23-10-2009 έως 7-11-2009.

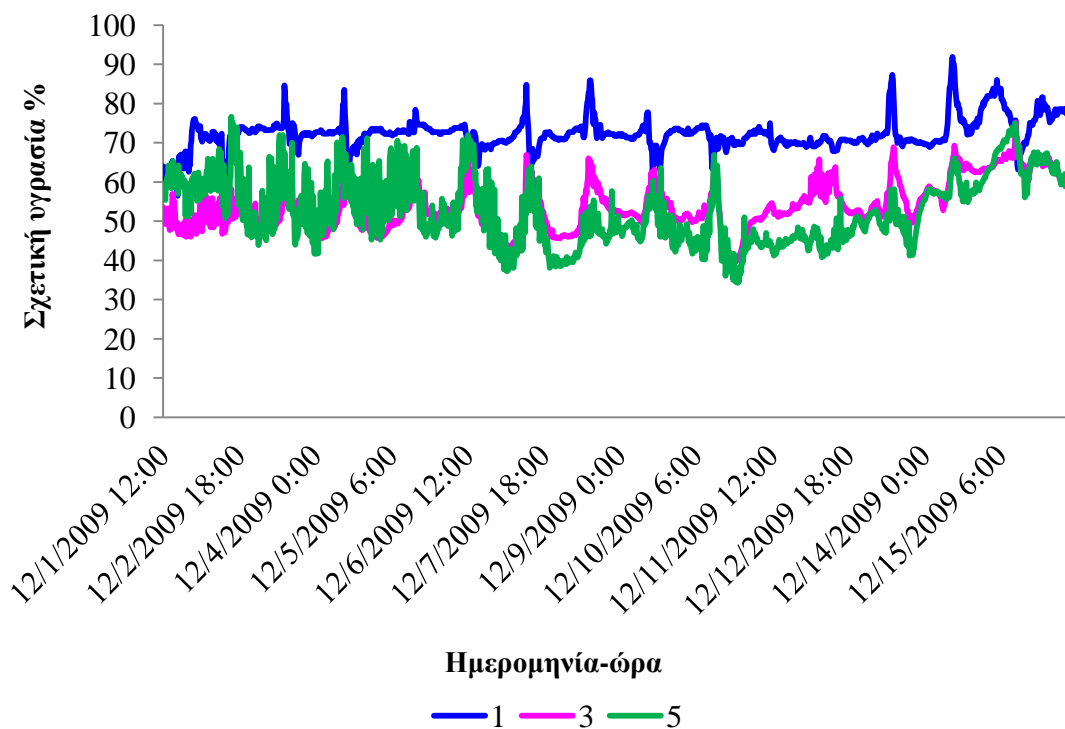
Χειμώνας

➤ Από 1-12-2009 έως 16-12-2009 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 121: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.

από 1-12-2009 έως 16-12-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	56,5	39,3	34,3	77
μέγιστη σχετική υγρασία	91,9	75,2	76,6	85
μέση σχετική υγρασία	72,3±4,1	53,9±6,1	52,8±8,6	80

**** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.**



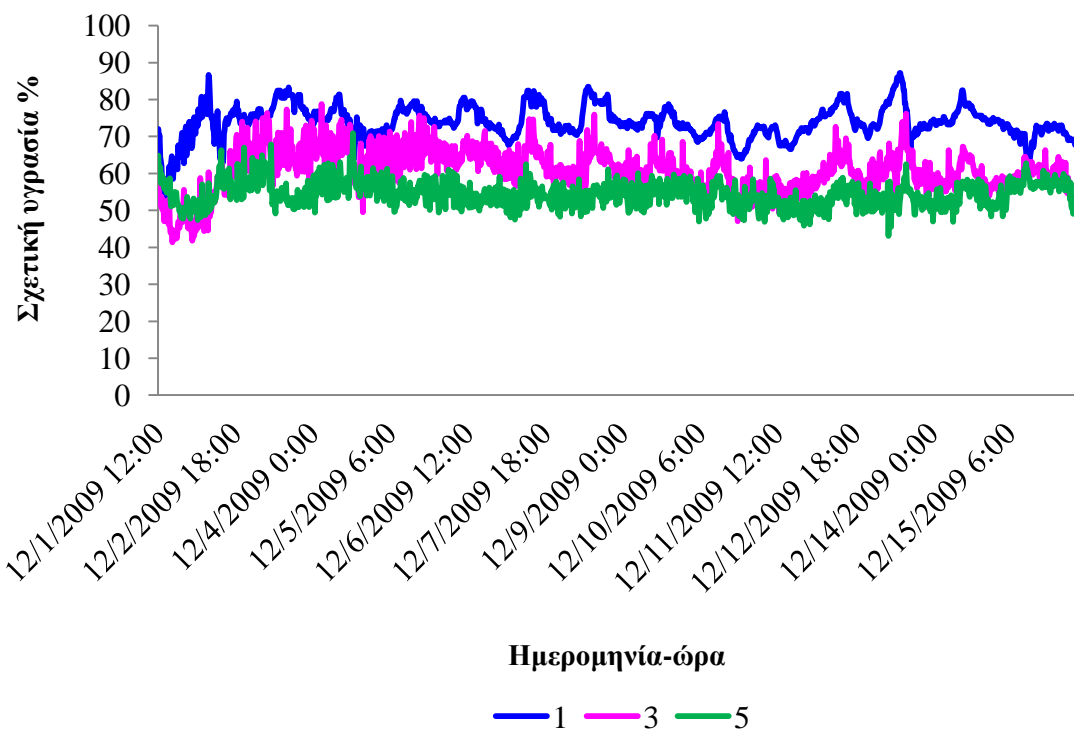
Διάγραμμα 122: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.

➤ Από 1-12-2009 έως 16-12-2009 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 122: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.

από 1-12-2009 έως 16-12-2009	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	52,4	41,4	43,1	77
μέγιστη σχετική υγρασία	87,2	78,8	70,9	85
μέση σχετική υγρασία	73,8±4,5	60,6±6,0	54,3±3,3	80

** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.



Διάγραμμα 123: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.

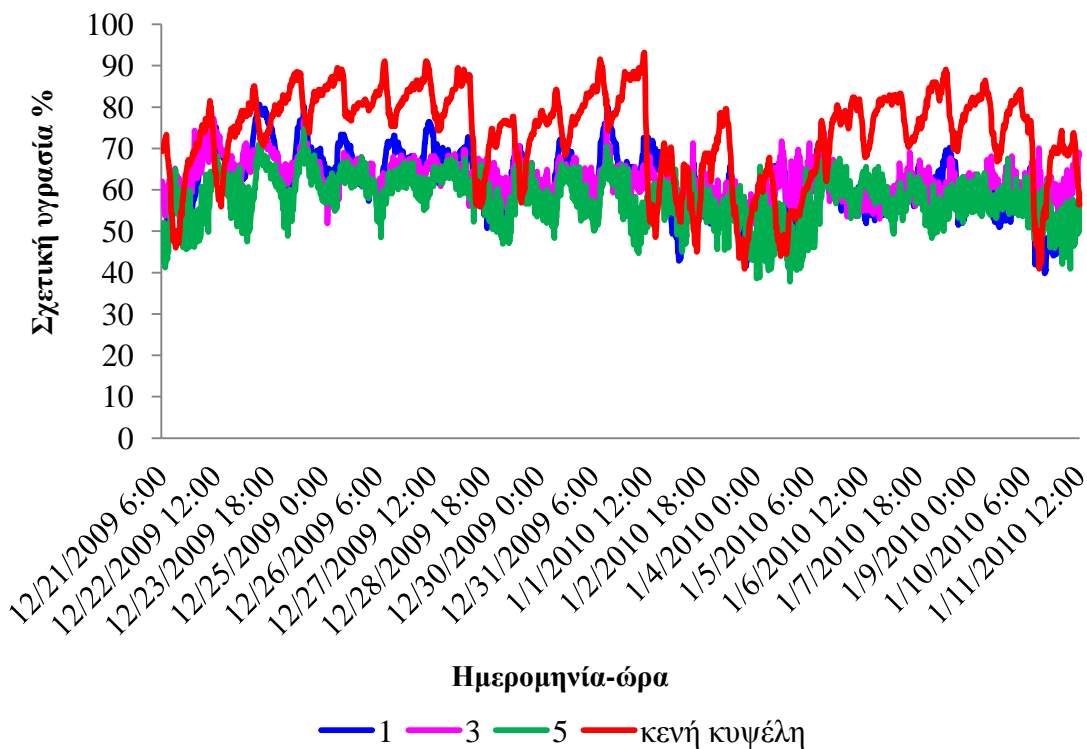
➤ Από 21-12-2009 έως 11-1-2010 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 123: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.

από 21-12-2009 έως 11-1-2010	κρηθήρα 1	κρηθήρα 3	κρηθήρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	39,8	46,7	37,8	40,9	49,5
μέγιστη σχετική υγρασία	80,7	78,0	74,7	93,2	92,0
μέση σχετική υγρασία	61,3±7,6	62,3±4,3	57,3±5,8	73,6±10,9	74,5

* Κενή Κυψέλη

** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.

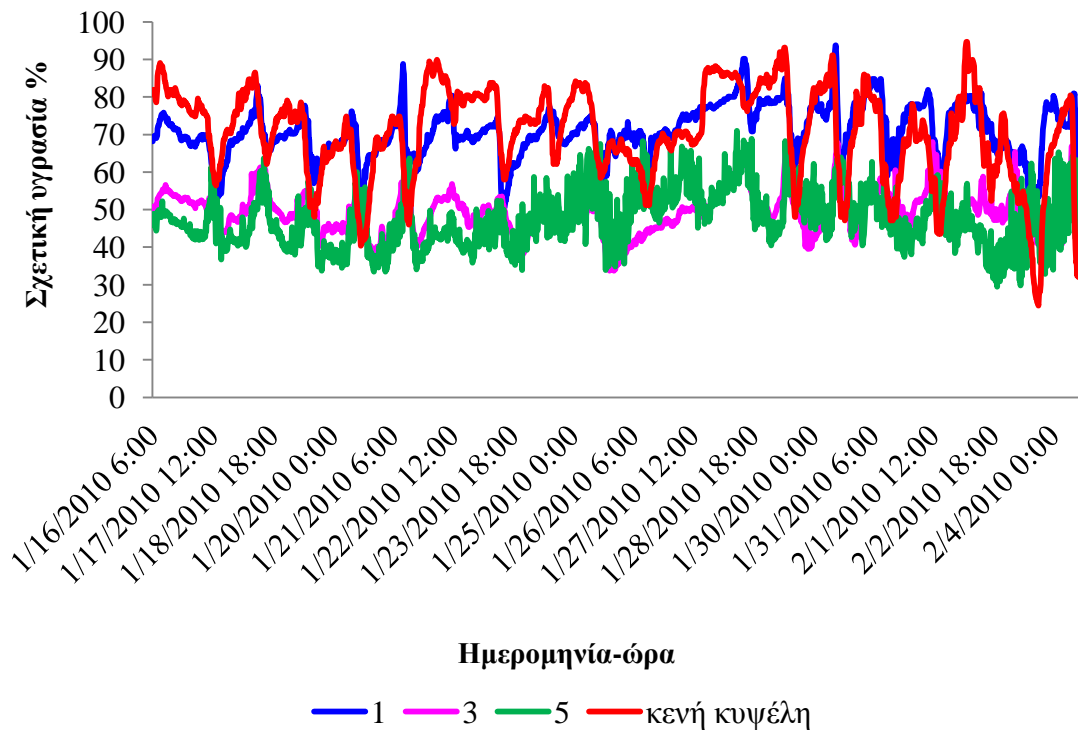


Διάγραμμα 124: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.

➤ Από 16-1-2010 έως 4-2-2010 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 124: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±ΤΑ) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.

από 16-1-2010 έως 4-2-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	43,3	33,7	29,5	24,4	45,5
μέγιστη σχετική υγρασία	93,8	68	71	94,7	84,9
μέση σχετική υγρασία	70,8±7,2	49,2±5,8	47,4±7,3	70,8±12,1	69,3
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					

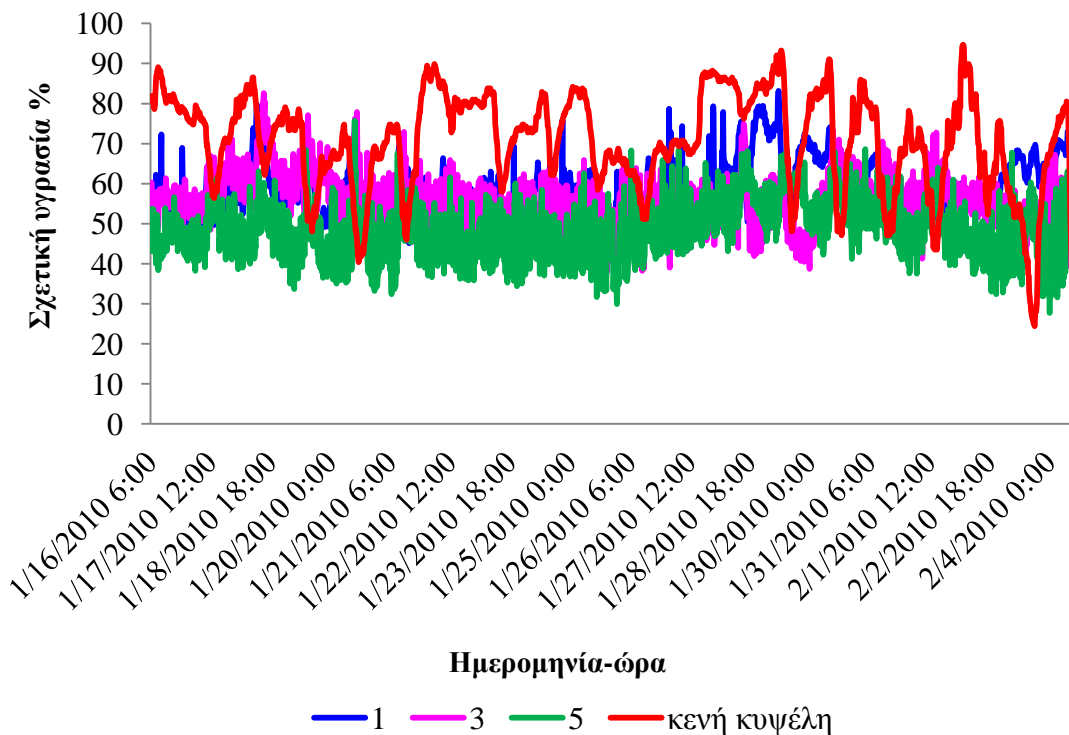


Διάγραμμα 125: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.

➤ Από 16-1-2010 έως 4-2-2010 (κυψέλη “M3”)

Πίνακας 125: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.

από 16-1-2010 έως 4-2-2010	κηρήθρα 1	κηρήθρα 3	κηρήθρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	42,1	37,1	27,8	24,4	45,5
μέγιστη σχετική υγρασία	83,2	82,6	75,7	94,7	84,9
μέση σχετική υγρασία	58,7±6,9	56,1±6,6	48,1±7,1	70,8±12,1	69,3
<i>* Κενή Κυψέλη</i>					
<i>** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.</i>					



Διάγραμμα 126: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετική υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.

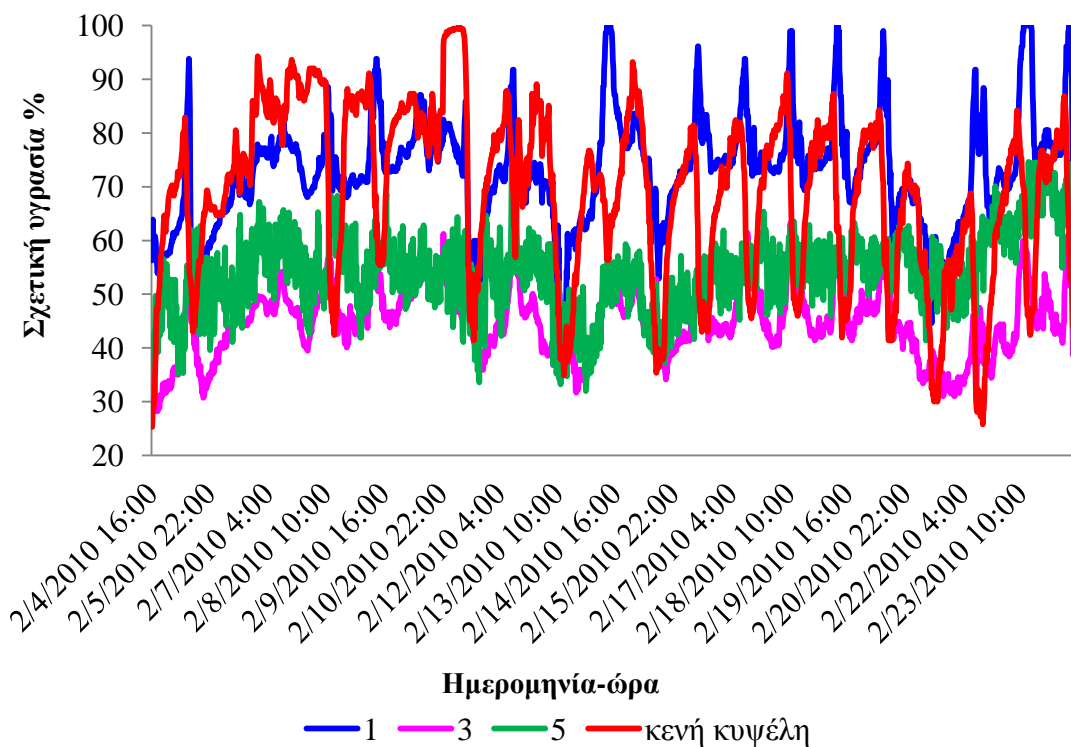
➤ Από 4-2-2010 έως 24-2-2010 (κυψέλη “Α1”)

Πίνακας 126: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (%±ΤΑ) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.

από 4-2-2010 έως 24-2-2010	κρηθήρα 1	κρηθήρα 3	κρηθήρα 5	Κ.Κ.*	Α.Τ.Μ.Σ. Γ.Π.Α.**
ελάχιστη σχετική υγρασία	36,1	28,2	32	25,3	51
μέγιστη σχετική υγρασία	100	63,5	75,2	99,8	90,2
μέση σχετική υγρασία	73,0±10,1	45,0±6,5	54,1±7,3	69,4±15,7	70,8

* Κενή Κυψέλη

** Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός Γ.Π.Α.



Διάγραμμα 127: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετική υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “Α1”), κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.

Παράρτημα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Ομαδοποίηση των κελιών σε 10-ωρα διαστήματα σύμφωνα με τη διάρκεια του διαστήματος από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού για τις τρεις εποχές.	112
Διάγραμμα 2: Ομαδοποίηση των κελιών σε 10-ωρα διαστήματα σύμφωνα με τη διάρκεια του διαστήματος από το στάδιο του αυγού μέχρι το σφράγισμα του κελιού για τις τρεις θέσεις μέσα στην κυψέλη.	114
Διάγραμμα 3: Μέση διάρκεια από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού (h) το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη, αγνοώντας την επίδραση της θέσης της κηρήθρας μέσα στην κυψέλη (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	115
Διάγραμμα 4: Μέση διάρκεια από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, αγνοώντας την επίδραση της εποχής (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	116
Διάγραμμα 5: Μέση διάρκεια από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.	117
Διάγραμμα 6: Μέση διάρκεια από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού (h) κατά τις εποχές καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη, στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη αντίστοιχα.	117
Διάγραμμα 7: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σφραγισμένων κελιών για τις τρεις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη.	119
Διάγραμμα 8: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σφραγισμένων κελιών για τις τρεις θέσεις μέσα στην κυψέλη: “3”, “5” και “7”	120
Διάγραμμα 9: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου για τις τρεις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.	121
Διάγραμμα 10: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου για τις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.	123
Διάγραμμα 11: Μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου (h) το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη, αγνοώντας την επίδραση της θέσης της κηρήθρας μέσα στην κυψέλη (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	124
Διάγραμμα 12: Μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, αγνοώντας την επίδραση της εποχής (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	125
Διάγραμμα 13: Μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου (h) στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.	126
Διάγραμμα 14: Μέση διάρκεια του σφραγισμένου εργατικού γόνου (h) κατά τις εποχές καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη, στις θέσεις “3”, “5” και “7” μέσα στην κυψέλη αντίστοιχα.	126
Διάγραμμα 15: Ο αριθμός των κελιών που σφραγίστηκαν κατά τα εξής 4-ωρα διαστήματα: α) από την ανατολή του ηλίου μέχρι τις 11:00, β) μεταξύ 11:00 και 15:00 και γ) από τις 15:00 μέχρι τη δύση του ηλίου, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.	128

Διάγραμμα 16: Αριθμός κελιών που ξεσφραγίστηκαν κατά τα εξής 8-ωρα διαστήματα: από τα μεσάνυχτα μέχρι τις 8:00 το πρωί, μεταξύ 8:00 το πρωί και 16:00 και από 16:00 μέχρι τα μεσάνυχτα το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.	129
Διάγραμμα 17: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις "3", "5" και "7" και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 14-09-2011 έως 06-10-2011.	131
Διάγραμμα 18: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις "3", "5" και "7" και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 14-09-2011 έως 06-10-2011.	132
Διάγραμμα 19: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις "3" και "5" στις κυψέλες "Α" και "Β" (με και χωρίς γόνο αντίστοιχα) και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011.	134
Διάγραμμα 20: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις "3" και "5" στις κυψέλες "Α" και "Β" και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011.	135
Διάγραμμα 21: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων εργατριών που αναπτύχθηκαν σε αυτά κατά τις τρεις εποχές.	137
Διάγραμμα 22: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων εργατριών που αναπτύχθηκαν σε αυτά στις τρεις θέσεις.	139
Διάγραμμα 23: Μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας <i>A. m. macedonica</i> (h) το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη, αγνοώντας την επίδραση της θέσης της κηρήθρας μέσα στην κυψέλη (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	140
Διάγραμμα 24: Μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας <i>A. m. macedonica</i> (h) στις θέσεις "3", "5" και "7" μέσα στην κυψέλη, αγνοώντας την επίδραση της εποχής (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές: HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	141
Διάγραμμα 25: Μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας <i>A. m. macedonica</i> (h) στις θέσεις "3", "5" και "7" μέσα στην κυψέλη, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.	142
Διάγραμμα 26: Μέση τιμή της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της μέλισσας <i>A. m. macedonica</i> (h) κατά τις εποχές καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη, στις θέσεις "3", "5" και "7" μέσα στην κυψέλη αντίστοιχα.	142
Διάγραμμα 27: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις "1", "3" και "5" (κυψέλη "M3") και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.	145
Διάγραμμα 28: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις "1", "3" και "5" (κυψέλη "A1") και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.	147
Διάγραμμα 29: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις "1", "3" και "5" αντίστοιχα (κυψέλη "A1"), κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.	148
Διάγραμμα 30: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις "1", "3" και "5" (κυψέλη "A1") στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.	150
Διάγραμμα 31: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις "1", "3" και "5" (κυψέλη "M3") και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.	151
Διάγραμμα 32: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις "1", "3" και "5" αντίστοιχα (κυψέλη "M3") και στην κενή κυψέλη, από 29-3-2010 έως 18-4-2010.	158

Διάγραμμα 33: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.	159
Διάγραμμα 34: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.	161
Διάγραμμα 35: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.	162
Διάγραμμα 36: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.	164
Διάγραμμα 37: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.	219
Διάγραμμα 38: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.	220
Διάγραμμα 39: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.	221
Διάγραμμα 40: Διαγραμματική απεικόνιση της διαφοράς της ποσότητας του μελιού κατά την ανθοφορία του ευκαλύπτου τον Ιούνιο 2009.	222
Διάγραμμα 41: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού που τρυγήθηκε τον Ιούλιο 2009.	222
Διάγραμμα 42: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.	223
Διάγραμμα 43: Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού προσβολής από το <i>Varroa destructor</i> των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.	224
Διάγραμμα 44: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων <i>Nosema sp./μέλισσα</i> των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο και το Μάιο 2009.	225
Διάγραμμα 45: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.	226
Διάγραμμα 46: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2009.	227
Διάγραμμα 47: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.	228
Διάγραμμα 48: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2009.	229
Διάγραμμα 49: Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού προσβολής από το <i>Varroa destructor</i> των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.	230
Διάγραμμα 50: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων <i>Nosema sp./μέλισσα</i> των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.	231

Διάγραμμα 51: Διαγραμματική απεικόνιση της επιθετικότητας των μελισσιών που καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009.....	232
Διάγραμμα 52: Διαγραμματική απεικόνιση της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών που καταγράφηκαν τον Οκτώβριο 2009, 48 h μετά την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N_2) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).....	232
Διάγραμμα 53: Διαγραμματική απεικόνιση της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών που καταγράφηκαν τον Οκτώβριο 2009 στις 24, 48, 72, 96 και 216 h αντίστοιχα από την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N_2).	233
Διάγραμμα 54: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.	234
Διάγραμμα 55: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.	234
Διάγραμμα 56: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.	235
Διάγραμμα 57: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.	235
Διάγραμμα 58: Διαγραμματική απεικόνιση της προσβολής από το <i>Varroa destructor</i> των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.	236
Διάγραμμα 59: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων <i>Nosema</i> των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010.	236
Διάγραμμα 60: Διαγραμματική απεικόνιση της επιθετικότητας των μελισσιών που καταγράφηκαν το Φεβρουάριο και το Μάρτιο 2010.	237
Διάγραμμα 61: Διαγραμματική απεικόνιση της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010, 48 h μετά την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N_2) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).....	237
Διάγραμμα 62: Διαγραμματική απεικόνιση της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσιών που καταγράφηκαν το Μάρτιο 2010 στις 24, 48, 72, 96 και 144 h αντίστοιχα από την εφαρμογή του υγρού αζώτου (N_2).	238
Διάγραμμα 63: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές $\alpha=0.05$).	239
Διάγραμμα 64: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	240
Διάγραμμα 65: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	241
Διάγραμμα 66: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	242

Διάγραμμα 67: Διαγραμματική απεικόνιση της προσβολής από το <i>Narrosa</i> των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	243
Διάγραμμα 68: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων <i>Nosema</i> των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	244
Διάγραμμα 69: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	245
Διάγραμμα 70: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	246
Διάγραμμα 71: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	247
Διάγραμμα 72: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	248
Διάγραμμα 73: Διαγραμματική απεικόνιση της προσβολής από το <i>Narrosa</i> των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	249
Διάγραμμα 74: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων <i>Nosema</i> sp./μέλισσα των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των τεσσάρων απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	250
Διάγραμμα 75: Διαγραμματική απεικόνιση του πληθυσμού των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	251
Διάγραμμα 76: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	252
Διάγραμμα 77: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	253
Διάγραμμα 78: Διαγραμματική απεικόνιση της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).	254

Διάγραμμα 79: Διαγραμματική απεικόνιση της προσβολής από το <i>Narrosa</i> των μελισσιών “21” (2009) και “21α” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).....	255
Διάγραμμα 80: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των σπορίων <i>Nosema sp./μέλισσα</i> των μελισσιών “21” (2009) και “21α” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (όμοια γράμματα δείχνουν μη σημαντικές διαφορές· HSD-τεστ σε $\alpha=0.05$).....	256
Διάγραμμα 81: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των αυγών που εναποτέθηκαν το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και την άνοιξη αντίστοιχα.	257
Διάγραμμα 82: Διαγραμματική απεικόνιση του αριθμού των αυγών που εναποτέθηκαν στις θέσεις “3”, “5” και “7” αντίστοιχα.....	257
Διάγραμμα 83: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210 και 210-220 h.	258
Διάγραμμα 84: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210, 210-220, 220-230 και 230-240 h.....	259
Διάγραμμα 85: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210 και 210-220 h.	259
Διάγραμμα 86: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας στη θέση “3” κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210, 210-220 και 220-230 h.	260
Διάγραμμα 87: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας στη θέση “5” κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, 200-210, 210-220, 220-230 και 230-240 h.....	261
Διάγραμμα 88: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας του διαστήματος (h) μέχρι το σφράγισμα του κελιού της εργάτριας στη θέση “7” κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 160-170, 170-180, 180-190, 190-200, και 200-210 h.	261
Διάγραμμα 89: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340 και 340-350 h.	263
Διάγραμμα 90: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 270-280, 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340, 340-350, 350-360, 360-370, 370-380 και 380-390 h.....	263
Διάγραμμα 91: Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 260-270, 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340 και 370-380 h.	264

- Διάγραμμα 92:** Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 260-270, 270-280, 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340, 340-350, 350-360, 360-370 και 370-380 h. 266
- Διάγραμμα 93:** Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340, 340-350, 350-360, 360-370, 370-380 και 380-390 h..... 266
- Διάγραμμα 94:** Διαγραμματική απεικόνιση της διάρκειας (h) του σφραγισμένου γόνου της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 280-290, 290-300, 300-310, 310-320, 320-330, 330-340, 340-350, 350-360, 360-370 και 370-380 και 380-390 h..... 267
- Διάγραμμα 95:** Η συσχέτιση του χρόνου σφραγίσματος και του αντίστοιχου χρόνου ξεσφραγίσματος για τις τρεις εποχές καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη στις τρεις κυψέλες (“T1”, “T2” και “T3”) στις οποίες πραγματοποιήθηκε το πείραμα προσδιορισμού της διάρκειας του σφραγισμένου γόνου..... 270
- Διάγραμμα 96:** Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540 και 540-550 h. 275
- Διάγραμμα 97:** Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 450-460, 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540, 540-550, 550-560, 560-570, 570-580 και 580-590 h. 275
- Διάγραμμα 98:** Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540 και 570-580 ώρες 276
- Διάγραμμα 99:** Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας το καλοκαίρι κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540, 540-550, 550-560, 560-570, 570-580 και 580-590 h. 278
- Διάγραμμα 100:** Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας το φθινόπωρο κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540, 540-550, 550-560, 560-570 και 570-580 h..... 278
- Διάγραμμα 101:** Διαγραμματική απεικόνιση της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης (h) της εργάτριας την άνοιξη κατά τα εξής 10-ωρα διαστήματα: 450-460, 460-470, 470-480, 480-490, 490-500, 500-510, 510-520, 520-530, 530-540, 540-550, 550-560, 560-570, 570-580 και 580-590 h. 279
- Διάγραμμα 102:** Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 29-4-2009 έως 19-5-2009. 281
- Διάγραμμα 103:** Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 26-5-2009 έως 3-6-2009. 282
- Διάγραμμα 104:** Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας (°C±TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010. 284
- Διάγραμμα 105:** Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 16-7-2009 έως 28-7-2009. 285

Διάγραμμα 106: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.	287
Διάγραμμα 107: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-9-2009 έως 16-9-2009.	288
Διάγραμμα 108: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.	290
Διάγραμμα 109: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.	291
Διάγραμμα 110: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.	293
Διάγραμμα 111: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.	294
Διάγραμμα 112: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010. ..	296
Διάγραμμα 113: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.	297
Διάγραμμα 114: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.	299
Διάγραμμα 115: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 29-4-2009 έως 19-5-2009.	301
Διάγραμμα 116: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη A1), κατά το χρονικό διάστημα από 26-5-09 έως 3-6-2009.	302
Διάγραμμα 117: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στην κενή κυψέλη από 29-3-2010 έως 18-4-2010.	303
Διάγραμμα 118: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-7-2009 έως 28-7-2009.	304
Διάγραμμα 119: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.	305
Διάγραμμα 120: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-9-2009 έως 16-9-2009.	306
Διάγραμμα 121: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, από 23-10-2009 έως 7-11-2009.	307
Διάγραμμα 122: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετική υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.	308
Διάγραμμα 123: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.	309

Διάγραμμα 124: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετικής υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010. 310

Διάγραμμα 125: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετική υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010. 311

Διάγραμμα 126: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετική υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στην κενή κυψέλη κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010. .. 312

Διάγραμμα 127: Διαγραμματική απεικόνιση της διακύμανσης της σχετική υγρασίας στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010. 313

Παράρτημα Εικόνων

Εικόνα 1: Στόχος προγράμματος βελτίωσης.....	7
Εικόνα 2: Αντικείμενα ενδιαφέροντος μελισσοκόμου.	8
Εικόνα 3: Το μιτοχονδριακό γονιδίωμα της <i>Apis mellifera ligustica</i> (Crozier and Crozier, 1993).	26
Εικόνα 4: Νωτιαία και κοιλιακή άποψη του ακάρεως <i>Varroa destructor</i> (200x) (Dino-Lite Plus AM 313, Digital Microscope).....	35
Εικόνα 5: <i>Varroa destructor</i> μεταξύ των τεργιδών της κοιλιάς νεαρής μέλισσας.	35
Εικόνα 6: Τα δύο κόσκινα, χοντρό και ψιλό, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της προσβολής των ενήλικων μελισσών από το άκαρι <i>V. destructor</i>	37
Εικόνα 7: Εξέταση σφραγισμένου γόνου με τη μέθοδο «χιαστί» στις δύο πλευρές της κηρήθρας για τον εντοπισμό ακάρεων μέσα στα κελιά του σφραγισμένου εργατικού γόνου.	38
Εικόνα 8: Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της προσβολής από το μικροσπορίδιο <i>Nosema sp.</i>	39
Εικόνα 9: Αιματοκυττόμετρο για τη μέτρηση των σπορίων του <i>Nosema sp.</i> (με βέλος σημειώνονται τα σημεία τοποθέτησης του υγρού διαλύματος με τη βοήθεια πιπέττας Pasteur).	40
Εικόνα 10: Πλέγμα κάθετων γραμμών αιματοκυττομέτρου (www.ncbi.nlm.nih.gov).	40
Εικόνα 11: Σχηματική απεικόνιση του αιματοκυττομέτρου (www.ncbi.nlm.nih.gov).....	41
Εικόνα 12: Τα σπόρια του <i>Nosema sp.</i> στο αιματοκυττόμετρο (μεγέθυνση 400x).	42
Εικόνα 13: Το πλέγμα του αιματοκυττομέτρου για τη μέτρηση των σπορίων του μικροσποριδίου <i>Nosema sp.</i> και τα τετράγωνα στα οποία γινόταν η καταμέτρησή τους (www.ncbi.nlm.nih.gov).	43
Εικόνα 14: Προσδιορισμός της επιθετικότητας με μαύρο κομμάτι δερμάτινου υφάσματος 8x10 cm.	44
Εικόνα 15: Προσδιορισμός της επιθετικότητας στις μέλισσες.	45
Εικόνα 16: Επιθετικό και ήρεμο μελίσι.	45
Εικόνα 17: Τοποθέτηση κηρήθρας με γόνο για εκτίμηση εξυγιαντικής συμπεριφοράς.	47
Εικόνα 18: Προσθήκη υγρού αζώτου σε μεταλλικούς κυλίνδρους για τη θανάτωση του γόνου και εκτίμηση της εξυγιαντικής συμπεριφοράς.	47
Εικόνα 19: Κηρήθρα με σφραγισμένο γόνο μετά την εφαρμογή υγρού αζώτου για την εκτίμηση της εξυγιαντικής συμπεριφοράς.	48
Εικόνα 20: Η διαδικασία της επιλογής και της βελτίωσης.	50
Εικόνα 21: Τοποθεσίες προέλευσης βασιλισσών (φθινόπωρο-χειμώνας 2008).	51
Εικόνα 22: Απομονωμένη τοποθεσία για ελεγχόμενη σύζευξη μελισσών (θέση Λαμπρινό, Κανάκια Σαλαμίνας).	55
Εικόνα 23: Τοποθεσίες αποστολής βασιλισσών (καλοκαίρι 2010).	56
Εικόνα 24: Πλαίσιο βασιλοτροφίας με τρεις πήχεις με τα τεχνητά βασιλικά κελιά που χρησιμοποιήθηκε στις βασιλοτροφίες.	58
Εικόνα 25: Η διάταξη των κηρηθρών κατά τη βασιλοτροφία.	59

Εικόνα 26: Χρονοδιάγραμμα βασιλοτροφίας.....	60
Εικόνα 27: Κηφηνοκηρήθρα για παραγωγή κηφίνων.....	61
Εικόνα 28: Κηρήθρα με κηφηνοκελιά τα οποία καταστρέφονταν μηχανικά.....	61
Εικόνα 29: Διαδικασία της μελέτης του πολυμορφισμού του γονιδιακού τμήματος COI του μιτοχονδριακού DNA των μελισσών.....	63
Εικόνα 30: Πλαισιοθήκη και κηρήθρα για τον εγκλωβισμό της βασίλισσας.....	71
Εικόνα 31: Εγκλωβισμός της βασίλισσας σε κηρήθρα μέσα σε πλαισιοθήκη.....	71
Εικόνα 32: Πλαισιοθήκες τοποθετημένες σε κυψέλη στις θέσεις “3”, “5” και “7” (από Δύση προς Ανατολή) για τον προσδιορισμό της διάρκειας του σφραγισμένου εργατικού γόνου και αυτόνομο ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για την παρακολούθηση των συνθηκών εντός της κυψέλης.....	72
Εικόνα 33: Πλαστικό φύλλο διαστάσεων 23x44 cm προσαρμοσμένο στο πλαίσιο για την αποτύπωση των κελιών τα οποία περιείχαν αυγό.....	73
Εικόνα 34: Πλαστικό φύλλο διαστάσεων 23x44 cm με αποτυπωμένα τα κελιά τα οποία περιείχαν αυγό.....	73
Εικόνα 35: Πλαστικό φύλλο προσαρμοσμένο στο αντίστοιχο πλαίσιο όπου τα κελιά που περιείχαν αυγό έχουν ήδη σφραγιστεί.....	74
Εικόνα 36: Πλαστικό φύλλο με σημειωμένα τα σφραγισμένα κελιά (η εικόνα είναι θολή λόγω των υδρατμών που παράγουν οι προνύμφες κατά την αναπνοή τους).....	75
Εικόνα 37: Θερμοθάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών ($\theta=34\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ και $\Sigma.Υ.=60\pm 5\%$) όπου οι κηρήθρες στηρίζονταν σε μία άδεια κυψέλη.....	76
Εικόνα 38: Η έξοδος της ενήλικης μέλισσας από το κελί της.....	77
Εικόνα 39: Αυτόνομο ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό κυψέλης που περιείχε κηρήθρες και μέλισσες (H08-004-02).....	79
Εικόνα 40: Αυτόνομο ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας σε άδεια κυψέλη δηλαδή χωρίς κηρήθρες και μέλισσες (H08-032-08).....	79
Εικόνα 41: Θέση προσαρμογής αυτόνομου ηλεκτρονικού καταγραφικού οργάνου θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στην κηρήθρα.....	81
Εικόνα 42: Αυτόνομο ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας (H08-004-02) προστατευμένο με σίτα και τοποθετημένο στο κέντρο της κηρήθρας.....	82
Εικόνα 43: Κυψέλη στην οποία έχουν τοποθετηθεί τα τρία αυτόνομα ηλεκτρονικά καταγραφικά όργανα (H08-004-02) στις θέσεις “1”, “3” και “5”.....	82
Εικόνα 44: Ηλεκτρονικό καταγραφικό όργανο θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας μέσα σε άδεια κυψέλη (H08-032-08).....	83
Εικόνα 45: Πρόγραμμα Boxcar Software Pro 4.0 ανάλυσης δεδομένων των καταγραφικών.....	84
Εικόνα 46: Φωτογραφικά στιγμιότυπα του πειράματος προσδιορισμού της ταχύτητας καθαρισμού των μελισσών το Μάρτιο 2010.....	99

- Εικόνα 47:** Περιοριστικά πρότυπα ύστερα από πέψη με το ένζυμο NcoI σε μέλισσες των μελισσιών “3”, “14” και “21”. Στις εργάτριες των μελισσιών “3” και “21” δεν εμφανίζεται θέση αναγνώρισης ενώ στην εργάτρια του μελισσιού “14” εμφανίζονται δύο ζώνες μήκους 595 και 433 bp αντίστοιχα. 102
- Εικόνα 48:** Περιοριστικά πρότυπα ύστερα από πέψη με το ένζυμο StyI σε μέλισσες των μελισσιών “3”, “14” και “21”. Στις εργάτριες των μελισσιών “3” και “21” δεν εμφανίζεται θέση αναγνώρισης ενώ στην εργάτρια του μελισσιού “14” εμφανίζονται δύο ζώνες μήκους 626 και 402 bp αντίστοιχα. 103
- Εικόνα 49:** Περιοριστικά πρότυπα ύστερα από πέψεις με τα ένζυμα StyI (αριστερά) και NcoI (δεξιά) στα οποία παρατηρείται από μία θέση αναγνώρισης με αποτέλεσμα να προκύπτουν δύο ζώνες μήκους 626 και 402 bp και 595 και 433 bp αντίστοιχα. 108

Παράρτημα Πινάκων

Πίνακας 1: Τα ένζυμα περιορισμού που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση του mtDNA.....	64
Πίνακας 2: Τεχνικά χαρακτηριστικά αυτόνομου ηλεκτρονικού καταγραφικού οργάνου θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας μέσα στην κυψέλη (τροποποιημένος πίνακας από www.onsetcomp.com).	80
Πίνακας 3: Τεχνικά χαρακτηριστικά αυτόνομου ηλεκτρονικού καταγραφικού οργάνου θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στην κενή κυψέλη (τροποποιημένος πίνακας από www.onsetcomp.com).	80
Πίνακας 4: Διαστήματα καταγραφής παρατηρήσεων των αυτόνομων ηλεκτρονικών καταγραφικών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας και η αντίστοιχη χρονική περίοδος.	85
Πίνακας 5: Η καταγραφή των 30 μελισσιών βάσει της οποίας η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “3” επιλέχθηκε για βασιλοτροφία· οι βασίλισσες των μελισσιών “13”, “16”, “21” και “27” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων (μέσος όρος Μαρτίου και Μαΐου 2009).	93
Πίνακας 6: Η καταγραφή των 28 μελισσιών βάσει της οποίας η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “14” επιλέχθηκε για βασιλοτροφία· οι βασίλισσες των μελισσιών “3”, “8”, “13” και “23” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων (μέσος όρος Σεπτεμβρίου και Οκτωβρίου 2009).	96
Πίνακας 7: Η καταγραφή των 28 μελισσιών βάσει της οποίας η βασίλισσα του μελισσιού με τον αριθμό “21” επιλέχθηκε για βασιλοτροφία ενώ οι βασίλισσες των μελισσιών “23”, “27α”, “32” και “32α” χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κηφήνων (Μ.Ο. Μαρτίου 2010).	100
Πίνακας 8: Η τιμή του κάθε χαρακτηριστικού για τα μελίσσια με τη βασίλισσα “3” (Μάρτιος και Οκτώβριος 2009 και 2010) και τις κόρες της (Μάρτιος και Οκτώβριος 2010).	104
Πίνακας 9: Η τιμή του κάθε χαρακτηριστικού για τα μελίσσια με τη βασίλισσα “14” (Μάρτιος και Οκτώβριος 2009 και 2010) και τις κόρες της (Μάρτιος και Οκτώβριος 2010).	105
Πίνακας 10: Η τιμή του κάθε χαρακτηριστικού για τα μελίσσια με τη βασίλισσα “21” (Ιούλιο και Οκτώβριο 2009 και 2010) και τις κόρες της (Ιούλιο και Οκτώβριο 2010).	106
Πίνακας 11: Τιμή του χαρακτηριστικού το οποίο καταγράφηκε και η κατάταξη της κάθε επιλεγμένης βασίλισσας επί του συνόλου των καταγεγραμμένων μελισσιών (ο πληθυσμός και η ποσότητα του γόνου, του μελιού και της γύρης μετρώνται σε αριθμό πλασίων).	107
Πίνακας 12: Η διακύμανση και ο μέσος όρος του αριθμού των κελιών με αυγό, με σφραγισμένο εργατικό γόνο, εκείνων που αρχικά είχαν αυγό αλλά στη συνέχεια όχι, των κελιών που αρχικά σφραγίστηκαν αλλά στη συνέχεια εκκενώθηκαν, αυτών που σφραγίστηκαν και ξεσφραγίστηκαν τη νύχτα και τα κελιά που ξεσφραγίστηκαν, κατά τις τρεις εποχές του πειράματος.	109
Πίνακας 13: Τιμές της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας αέρος και της μέσης σχετικής υγρασίας αέρος για τις τρεις εποχές του πειράματος, καλοκαίρι και φθινόπωρο 2008 και άνοιξη 2009 (μετεωρολογικά δεδομένα του Αυτόματου Τηλεμετρικού Μετεωρολογικού Σταθμού του Εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α.).	110
Πίνακας 14: Διακύμανση τιμών της διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης εργάτριας από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα κατά τις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.	111

Πίνακας 15: Διακύμανση τιμών διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης μέλισσας από την ωοτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού της στις θέσεις: “3”, “5”, “7”.....	113
Πίνακας 16: Ο αριθμός των αυγών και των κελιών καθώς και το ποσοστό σφραγίσματος στις τρεις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη.....	118
Πίνακας 17: Ο αριθμός των αυγών και των κελιών καθώς και το ποσοστό σφραγίσματος στις κηρήθρες στις θέσεις: “3”, “5” και “7”.....	118
Πίνακας 18: Διακύμανση τιμών της διάρκειας σφραγισμένου γόνου της εργάτριας στις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο και άνοιξη.....	121
Πίνακας 19: Διακύμανση τιμών της διάρκειας σφραγισμένου γόνου της εργάτριας στις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.....	122
Πίνακας 20: Παράμετροι της ανάλυσης διασποράς για τα τρία μελίσσια στα οποία μετρήθηκε η προσβολή από το <i>Varroa destructor</i> (βε συνόλου=23).	136
Πίνακας 21: Διακύμανση τιμών συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης εργάτριας τις εποχές: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.....	137
Πίνακας 22: Διακύμανση τιμών συνολικής διάρκειας ανάπτυξης της ανήλικης εργάτριας στις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.....	138
Πίνακας 23: Πλήθος μετρήσεων σε κάθε καταγραφή.....	143
Πίνακας 24: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.....	145
Πίνακας 25: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 29-3-2010 και 18-4-2010 αντίστοιχα.....	146
Πίνακας 26: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.....	146
Πίνακας 27: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 9-6-2010 και 29-6-2010 αντίστοιχα.....	147
Πίνακας 28: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.....	148
Πίνακας 29: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 23-10-2009 και 7-11-2009 αντίστοιχα.....	149
Πίνακας 30: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.....	149
Πίνακας 31: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 21-12-2009 και 11-1-2010 αντίστοιχα.....	150
Πίνακας 32: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.....	151
Πίνακας 33: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε πλαίσια) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 4-2-2010 και 24-2-2010 αντίστοιχα.....	152

Πίνακας 34: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τις διάφορες εποχές και θέσεις μέσα στην κυψέλη (βε συνόλου=2255).	152
Πίνακας 35: Μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις τρεις θέσεις της κυψέλης ("1", "3", "5"), για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν (στην ίδια γραμμή, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά - στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο πεζό γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, HSD test για $\alpha=0.05$).	153
Πίνακας 36: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τις διάφορες εποχές και θέσεις μέσα σε δύο κυψέλες (βε συνόλου=3173).	154
Πίνακας 37: Μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C \pm TA$) στις τρεις θέσεις ("1", "3", "5") των δύο κυψελών, "A1" και "M3", για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν (στην ίδια γραμμή, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά - στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο πεζό γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά· HSD test για $\alpha=0.05$).	155
Πίνακας 38: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις θέσεις "1", "3" και "5" αντίστοιχα (κυψέλη "M3"), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.	157
Πίνακας 39: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις θέσεις "1", "3" και "5" της κυψέλης "A1", στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.	159
Πίνακας 40: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις θέσεις "1", "3" και "5" αντίστοιχα (κυψέλη "A1") και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.	160
Πίνακας 41: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις θέσεις "1", "3" και "5" αντίστοιχα (κυψέλη "A1") και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.	162
Πίνακας 42: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις θέσεις "1", "3" και "5" της κυψέλης "M3", στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.	163
Πίνακας 43: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τις διάφορες εποχές και θέσεις μέσα στην κυψέλη (βε συνόλου=2255).	165
Πίνακας 44: Μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις τρεις θέσεις της κυψέλης ("1", "3", "5"), για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν (στην ίδια γραμμή, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά - στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο πεζό γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, HSD test για $\alpha=0.05$).	165
Πίνακας 45: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τις διάφορες εποχές και θέσεις σε δύο κυψέλες (βε συνόλου=3173).	166
Πίνακας 46: Μέση σχετική υγρασία ($\% \pm TA$) στις τρεις θέσεις των δύο κυψελών, "A1" και "M3", για τις τέσσερις εποχές που μελετήθηκαν (στην ίδια γραμμή, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά - στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο πεζό γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά· HSD test για $\alpha=0.05$).	167
Πίνακας 47: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε ο πληθυσμός, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).	219

Πίνακας 48: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του γόνου, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).	220
Πίνακας 49: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του μελιού, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).	221
Πίνακας 50: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα της γύρης, το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).	223
Πίνακας 51: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η προσβολή από το <i>Varroa destructor</i> , το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).	224
Πίνακας 52: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 30 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε ο αριθμός των σπορίων του <i>Nosema sp./μέλισσα</i> , το Μάρτιο και το Μάιο 2009 (βε συνόλου=59).	225
Πίνακας 53: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του πληθυσμού, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).	226
Πίνακας 54: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του γόνου, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).	227
Πίνακας 55: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα του μελιού, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).	228
Πίνακας 56: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η ποσότητα της γύρης, το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).	229
Πίνακας 57: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε η προσβολή από το <i>Varroa destructor</i> , το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).	230
Πίνακας 58: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για τα 28 μελίσσια του πειράματος στα οποία καταγράφηκε ο αριθμός των σπορίων <i>Nosema sp./μέλισσα</i> , το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο 2009 (βε συνόλου=55).	231
Πίνακας 59: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του πληθυσμού των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (βε συνόλου=9).	239
Πίνακας 60: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (2010) (βε συνόλου=9). ..	240
Πίνακας 61: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (βε συνόλου=9).	241
Πίνακας 62: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (βε συνόλου=9).	242
Πίνακας 63: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της προσβολής από το <i>Varroa destructor</i> των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (βε συνόλου=9).	243

Πίνακας 64: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του αριθμού των σπορίων <i>Nosema</i> των μελισσιών “3” (2009) και “3q” (2010) και των τριών απογόνων της βασίλισσας “3” (βε συνόλου=9).	244
Πίνακας 65: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του πληθυσμού των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (βε συνόλου=11).	245
Πίνακας 66: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του γόνου των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (βε συνόλου=11).	246
Πίνακας 67: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (βε συνόλου=11).	247
Πίνακας 68: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (βε συνόλου=11).	248
Πίνακας 69: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της προσβολής από το <i>Varroa destructor</i> των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (βε συνόλου=11).	249
Πίνακας 70: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του αριθμού των σπορίων <i>Nosema</i> sp./μέλισσα των μελισσιών “14” (2009) και “14q” (2010) και των πέντε απογόνων της βασίλισσας “14” (2010) (βε συνόλου=11).	250
Πίνακας 71: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του πληθυσμού των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).	251
Πίνακας 72: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του γόνου των μελισσιών “21” (2009) και “21q” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).	252
Πίνακας 73: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας του μελιού των μελισσιών “21” (2009) και “21” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).	253
Πίνακας 74: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της ποσότητας της γύρης των μελισσιών “21” (2009) και “21” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).	254
Πίνακας 75: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή της προσβολής από το <i>Varroa destructor</i> των μελισσιών “21” (2009) και “21” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).	255
Πίνακας 76: Παράμετροι της ανάλυσης της διασποράς για την καταγραφή του αριθμού σπορίων <i>Nosema</i> sp./μέλισσα των μελισσιών “21” (2009) και “21” (2010) και των επτά απογόνων της βασίλισσας “21” (2010) (βε συνόλου=17).	256
Πίνακας 77: Ομαδοποίηση των κελιών σε 10-ωρα διαστήματα σύμφωνα με τη διάρκεια του διαστήματος από την ωτοκία μέχρι το σφράγισμα του κελιού για τις τρεις εποχές του έτους: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη. 258	

Πίνακας 78: Ομαδοποίηση των κελιών σε 10-ωρα διαστήματα σύμφωνα με τη διάρκεια του διαστήματος από το στάδιο του αυγού μέχρι το σφράγισμα του κελιού για τις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.....	260
Πίνακας 79: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου για τις τρεις εποχές του έτους: καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη.	262
Πίνακας 80: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη διάρκεια του σφραγισμένου γόνου για τις τρεις θέσεις της κυψέλης: “3”, “5”, “7”.	265
Πίνακας 81: Η ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις τρεις θέσεις της κυψέλης (“3”, “5”, “7”) και στην κενή κυψέλη από 14-09-2011 έως 06-10-2011.....	271
Πίνακας 82: Η ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\%\pm\text{TA}$) στις τρεις θέσεις της κυψέλης (“3”, “5”, “7”) και στην κενή κυψέλη κατά τη διάρκεια του πειράματος.	271
Πίνακας 83: Η ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις δύο θέσεις (“3” και “5”) στις κυψέλες “Α” και “Β” (με και χωρίς γόνο αντίστοιχα) και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011.	272
Πίνακας 84: Η ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία ($\%\pm\text{TA}$) στις δύο θέσεις (“3” και “5”) στις κυψέλες “Α” και “Β” (με και χωρίς γόνο αντίστοιχα) και στην κενή κυψέλη, από 13-10-2011 έως 21-10-2011.....	272
Πίνακας 85: Ποσοστό προσβολής από το <i>Varroa destructor</i> , σε σφραγισμένο γόνο και ενήλικες μέλισσες, στα μελίσσια του πειράματος προσδιορισμού της διάρκειας που ο εργατικός γόνος ήταν σφραγισμένος (μελίσσια “T1”, “T2”, “T3”).....	273
Πίνακας 86: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων εργατριών που αναπτύχθηκαν σε αυτά κατά τις τρεις εποχές.	274
Πίνακας 87: Ομαδοποίηση των κελιών σύμφωνα με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ανήλικων εργατριών που αναπτύχθηκαν σε αυτά στις τρεις θέσεις.	277
Πίνακας 88: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία στις θέσεις “1”, “3” και “5” ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 29-4-2009 έως 19-5-2009.....	280
Πίνακας 89: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 29-4-2009 και 19-5-2009 αντίστοιχα.	281
Πίνακας 90: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία στις θέσεις “1”, “3” και “5” ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 26-5-2009 έως 3-6-2009.....	282
Πίνακας 91: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1” κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 26-5-2009 και 3-6-2009 αντίστοιχα.	283
Πίνακας 92: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010.....	283
Πίνακας 93: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 29-3-2010 και 18-4-2010 αντίστοιχα.	284
Πίνακας 94: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-7-2009 έως 28-7-2009.....	285
Πίνακας 95: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλαισίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 16-7-2009 και 28-7-2009 αντίστοιχα.	286

Πίνακας 96: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{T.A.}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010.	286
Πίνακας 97: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλασίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 9-6-2010 και 29-6-2010 αντίστοιχα.	287
Πίνακας 98: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-9-2009 έως 16-9-2009.....	288
Πίνακας 99: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλασίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 1-9-2009 και 16-9-2009 αντίστοιχα.	289
Πίνακας 100: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009.....	289
Πίνακας 101: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλασίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών οργάνων, 23-10-2009 και 7-11-2009 αντίστοιχα.	290
Πίνακας 102: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.....	291
Πίνακας 103: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλασίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 1-12-2009 και 16-12-2009 αντίστοιχα.	292
Πίνακας 104: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009.....	292
Πίνακας 105: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλασίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 1-12-2009 και 16-12-2009 αντίστοιχα.	293
Πίνακας 106: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010.	294
Πίνακας 107: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλασίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 21-12-2009 και 11-1-2010 αντίστοιχα.	295
Πίνακας 108: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.....	295
Πίνακας 109: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλασίων) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 16-1-2010 και 4-2-2010 αντίστοιχα.	296
Πίνακας 110: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010.	297
Πίνακας 111: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε αριθμό πλασίων) στην κυψέλη “M3”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 16-1-2010 και 4-2-2010 αντίστοιχα.	298
Πίνακας 112: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}\pm\text{TA}$) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010.....	298
Πίνακας 113: Ποσότητα γόνου και πληθυσμού (σε πλαίσια) στην κυψέλη “A1”, κατά την τοποθέτηση και την αφαίρεση των καταγραφικών, 4-2-2010 και 24-2-2010 αντίστοιχα.	299

Πίνακας 114: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση τιμή της σχετική υγρασίας (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 29-4-2009 έως 19-5-2009. 300

Πίνακας 115: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 26-5-2009 έως 3-6-2009. 302

Πίνακας 116: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” (κυψέλη “A1”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 29-3-2010 έως 18-4-2010. 303

Πίνακας 117: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-7-2009 έως 28-7-2009. 304

Πίνακας 118: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”), στην κενή κυψέλη και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 9-6-2010 έως 29-6-2010. . 305

Πίνακας 119: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-9-2009 έως 16-9-2009. 306

Πίνακας 120: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 23-10-2009 έως 7-11-2009. 307

Πίνακας 121: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009. 308

Πίνακας 122: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 1-12-2009 έως 16-12-2009. 309

Πίνακας 123: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 21-12-2009 έως 11-1-2010. 310

Πίνακας 124: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010. 311

Πίνακας 125: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “M3”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 16-1-2010 έως 4-2-2010. 312

Πίνακας 126: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση σχετική υγρασία (% \pm TA) στις θέσεις “1”, “3” και “5” αντίστοιχα (κυψέλη “A1”) και στον αέρα, κατά το χρονικό διάστημα από 4-2-2010 έως 24-2-2010. 313

Βιογραφικό σημείωμα Μαρίας Ν. Τσίπη

Η Μαρία Τσίπη του Νικολάου και της Ελευθερίας κατάγεται από το Τσαγγάρι Σουλίου Θεσπρωτίας. Αποφοίτησε από το Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών το 2002, με βαθμό πτυχίου 7,48 ενώ κατά τη διάρκεια των σπουδών ήταν υπότροφος για την επίδοσή της στα μαθήματα. Στη συνέχεια, παρακολούθησε το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του ίδιου Τμήματος με τίτλο «Επιστήμη και Σύγχρονα Συστήματα Φυτικής Παραγωγής, Φυτοπροστασίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου» ακολουθώντας την κατεύθυνση «Φυτοπροστασία και Περιβάλλον» και αποφοίτησε με βαθμό 9,38. Τον Απρίλιο 2012 αναγορεύτηκε Διδάκτορας των Γεωπονικών Επιστημών ενώ κατά τη διάρκεια της Διδακτορικής της Διατριβής ήταν υπότροφος του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών στην ειδίκευση «Μελισσοκομία». Επίσης, είναι κάτοχος του Certificate of Proficiency in English του Πανεπιστημίου του Michigan.

Έχει εργαστεί στα πλαίσια Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων και στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων ενώ έχει διδάξει στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και σε σεμινάρια «Μελισσοκομίας» στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Ινστιτούτο Γεωπονικών Επιστημών καθώς και σε Ιδιωτικούς Φορείς.

Τέλος, έχει συμμετάσχει στα εξής συνέδρια:

- 21-22/10/2010: Παγκρήτιο Συνέδριο Μελισσοκομίας
Π. Χαριζάνης και Τσίπη Μ. 2010. *Πρόγραμμα βελτίωσης ελληνικών πληθυσμών μελισσών και οφέλη για τον Έλληνα μελισσοκόμο*, Ιεράπετρα Κρήτης.
- 6/12/2009: 2^ο Φεστιβάλ Ελληνικού μελιού και προϊόντων μέλισσας
Μ. Τσίπη και Χαριζάνης Π.. *Κριτήρια επιλογής και βελτίωσης της μέλισσας *Apis mellifera**, Πειραιάς.
- 19-23/09/2004: 1st European Conference of Apidology
Μ. Bouga, Tsipi M., Mavroudis M., Harizanis P., Garnery L., Arnold G. and Tselios D. 2004. *Genetic variation in Greek honey bees: Molecular and classical morphometrics approach*, Udine, Italy.
- 21-23/05/2004: 2^ο Επιστημονικό Συνέδριο Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας
Μ. Τσίπη, Π. Χαριζάνης και Μ. Μπουγά. 2004. *Οι μοριακοί και μορφομετρικοί δείκτες στη διαπίστωση υβριδικών πληθυσμών μελισσών στην Ελλάδα*, Αθήνα.