



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

"Έξυπνο" Σύστημα Παρακολούθησης Κυψελών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΧΡΥΣΟΜΑΛΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Επιβλέπουσα : κ. Χούστη Αικατερίνη
Μέλος : κ. Χούστης Ηλίας

Βόλος, Ιούλιος 2014

© 2014 Χρυσόμαλλος Γιώργος

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Περίληψη

Σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας, είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος, με χρήση νέων τεχνολογιών, για τη μέτρηση μιας σειράς από παραμέτρους, που βοηθούν στο να φτάσει η μελισσοκομεία, στο βέλτιστο δυνατό βαθμό παραγωγικότητας. Η μεθοδολογία αυτή εφαρμόστηκε πιλοτικά σε μια σειρά από μελισσοκόμους, σε πραγματικές συνθήκες και είχε ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Αυτά μπορούν να συμβάλουν όχι μόνο στη βελτιστοποίηση της απόδοσης των μελισσών, αλλά και στην εξαγωγή χρήσιμων επιστημονικών συμπερασμάτων, τόσο για τα γενικά πρότυπα, όσο και για τις ειδικές συνθήκες στην περιοχή εφαρμογής- παρακολούθησης.

Συγκεκριμένα στα σημεία όπου εφαρμόστηκε, ο μελισσοκόμος είδε μια αύξηση παραγωγής της τάξης του 30%, λόγω της συνεχούς βελτίωσης των συνθηκών διαβίωσης των μελισσών. Επίσης λόγω της απομακρυσμένης παρακολούθησης, καταφέραμε όχι μόνο την βελτίωση της απόδοσής, αλλά και ένα σημαντικό οικονομικό όφελος του παραγωγού, από την αισθητή μείωση των μετακινήσεων, από και προς το πεδίο των μελισσών.

Η μεθοδολογία αυτή μπορεί να αποτελέσει έναν οδηγό, με χρήση διαφορετικών τεχνολογιών κάθε φορά, για να κάνουμε τη μελισσοκομεία μια από τις πιο κερδοφόρες και αποδοτικές επενδύσεις πρωτογενούς τομέα στη χώρα μας, που τόσο το έχει ανάγκη. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αύξηση της ενασχόλησης με τη μελισσοκομεία είναι της τάξης του 30%. Επίσης, το 60% των μελισσοκόμων είναι νέοι κάτω των 40 ετών. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας, την εύκολη πρόσβαση σε αυτή και τη μείωση του κόστους της, θα οδηγήσει στο να γίνει η μελισσοκομεία μια από τις πολλά υποσχόμενες επενδύσεις τα επόμενα χρόνια.

Τέλος, να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, θα προσπαθήσει ουσιαστικά να παρουσιάσει τα αποτελέσματα πειραματικής δουλειάς, που είναι προϊόν έρευνας τριών και πλέον χρόνων.

Περιεχόμενα

	Σελ.
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εισαγωγή	6
1.1 Κίνητρο – Σκοπός της διπλωματικής εργασίας	6
1.2 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας – Συνεισφορά	7
1.2.1 Σχετικές Μελέτες – Αναφορές	7
1.3 Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Παράμετροι Εποπτείας	9
2.1 Ρυθμός παραγωγής μελιού	10
2.2 Μετρήσεις παραμέτρων εντός της κυψέλης	12
2.2.1 Μέτρηση Θερμοκρασίας εντός της κυψέλης	12
2.2.2 Μέτρηση Υγρασίας και Επιπέδων Διοξειδίου και Μονοξειδίου του Άνθρακα (CO ₂ και CO) Εντός της κυψέλης	13
2.2.3 Μέτρηση Επιπέδων Φωτός και Θορύβου εντός της κυψέλης	14
2.3 Μέτρηση και Παρακολούθηση Περιβαλλοντικών Παραμέτρων	15
2.4 Έλεγχος Θέσης Κυψέλης	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Διάταξη του Συστήματος	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Ηλεκτρονικά Συστήματα και Λογισμικό	20
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	22
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	25

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή και μέντορά μου, κ. Ηλία Χούστη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του, κατά τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας και της γενικότερης ακαδημαϊκής μου πορείας. Επίσης, είμαι ευγνώμων στην επιβλέπουσα της διπλωματικής μου εργασίας κυρία Χούστη Αικατερίνη, για τις πολύτιμες υποδείξεις της. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κυρία Παπαλεξανδρή Μαρία, για την πολύτιμη βοήθειά της. Οφείλω επίσης ευχαριστίες στους μελισσοκόμους που με εμπιστεύτηκαν καθώς και στην ομάδα ανάπτυξης του μικροεπεξεργαστή «Arduino» και ιδιαίτερα στον Massimo Banzi, ιδρυτή της προσπάθειας, για την στενή και ειλικρινή συνεργασία που είχαμε για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων αλλά και εφαρμογών πάνω σε έτοιμα προϊόντα.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο – Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Αρχικά θα ήταν φρόνιμο να γίνει σαφές πιο ήταν το κίνητρο για την ενασχόλησή μας με τον τομέα της μελισσοκομίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι στους περισσότερους τομείς της σημερινής ζωής και ειδικότερα του πρωτογενούς τομέα και της παραγωγής, η τεχνολογία είναι πανταχού παρούσα. Η παρουσία αυτή της τεχνολογίας έχει βοηθήσει στο να γίνουν άλματα στην εξέλιξη της γενικότερης παραγωγικής διαδικασίας σχεδόν σε όλους τους τομείς. Αυτό έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας, της ποιότητας και γενικότερα τη βέλτιστη χρήση ανθρώπινων και φυσικών πόρων.

Όσον αφορά στην εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στον τομέα της μελισσοκομίας, βρισκόμαστε ακόμα σε νηπιακό στάδιο, ειδικά στη χώρα μας. Για να γίνει πιο κατανοητό, ένας ασφαλής παραλληλισμός θα ήταν σαν να είχαμε ακόμα κτηνοτροφικές μονάδες, που άρμεγαν τα ζώα τους με το χέρι. Ο λόγος που δεν έχουν εφαρμοστεί οι νέες τεχνολογίες στο τομέα της μελισσοκομίας, είναι ότι στις χώρες του ευρωπαϊκού βορρά δεν είχε μέχρι τώρα την απόδοση που έχουν άλλες μορφές κτηνοτροφικών επενδύσεων. Επίσης είναι γενικότερα γνωστό ότι στις λοιπές ευρωπαϊκές χώρες, εφαρμόζουμε τελευταίοι τα τεχνολογικά επιτεύγματα των «πρώτων» τεχνολογικά χωρών (Γερμανία, Σουηδία, Αγγλία κτλ).

Κλείνοντας αξίζει να σημειωθεί ότι στις περιοχές της μεσογείου η δυνατότητα παραγωγής μελιού είναι εξήντα (60) φορές μεγαλύτερη ποσοτικά, από τις πιο βόρειες χώρες, λόγω εδαφοκλιματολογικών συνθηκών. Τα ποιοτικά δε, χαρακτηριστικά του μελιού των μεσογειακών, είναι κατά πολύ ανώτερα των λοιπών ευρωπαϊκών χωρών και αυτό το καθιστά ένα άριστο εξαγωγίμο προϊόν. Αυτός είναι ένας ακόμα παράγοντας για την απουσία ανάπτυξης νέων τεχνολογιών πάνω στη μελισσοκομία. Ο λόγος είναι ότι όσο πιο άρτιο είναι ένα προϊόν, τόσο ανεβαίνει η αξία του και ως εκ τούτου και η διαπραγματευτική ισχύς της παραγωγού χώρας. Αυτό όπως είναι σαφές δεν θα ευνοούσε τις μη παραγωγούς -δυνατότερες οικονομικά- χώρες.

Συμπέρασμα όλων των παραπάνω διαπιστώσεων είναι ότι θα πρέπει, με το δυνατόν γρηγορότερους ρυθμούς, να εφαρμόσουμε τις νέες τεχνολογίες και στον τομέα της μελισσοκομίας και με τη βοήθεια και αρωγή των τεχνολογικών ιδρυμάτων να γίνουμε όχι μόνο τεχνολογικά αυτόνομοι, αλλά και εξαγωγοί επιστημονικής γνώσης, εμπειρίας και τεχνολογικής εφαρμογής.

1.2 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας – Συνεισφορά

Το αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας, είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων ενός πειραματικού συστήματος, που δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό και αφορά στην εποπτεία μελισσοκομικών κυψελών. Πρόκειται για την καταγραφή παραμέτρων, για τις οποίες η επιστημονική κοινότητα ανά τον κόσμο, έχει αποφανθεί ότι είναι ζωτικής σημασίας για την ευημερία των μελισσών.

Λόγω μη ύπαρξης αντίστοιχων ολοκληρωμένων συστημάτων, που θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ως βάση, έπρεπε να υλοποιήσουμε ένα δικό μας σύστημα. Με γνώμονα πάντα τη βελτιστοποίηση της απόδοσης της μελισσοκομίας και την οικονομική βιωσιμότητα αυτής, εκτός από την καταγραφή των παραμέτρων εποπτείας, δημιουργήθηκε η ανάγκη υλοποίησης ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι έπρεπε να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί ένα «turn key» σύστημα, που κάθε μελισσοκόμος θα μπορούσε να τοποθετήσει. Δεν θα ήταν φρόνιμο να τοποθετούσαμε άναρχα απλά κάποιους αισθητήρες.

Το πρόβλημα λοιπόν που έρχεται να λύσει η συγκεκριμένη εργασία, είναι :

- 1 Η αλλαγή από παραδοσιακό σε σύγχρονο τρόπο μελισσοκομίας.
- 2 Η βελτιστοποίηση της απόδοσης των μελισσών, μέσω της απόλυτης γνώσης των συνθηκών, εντός και εκτός κυψέλης.
- 3 Η μείωση του κόστους διαχείρισης μιας τέτοιας μορφής επιχείρησης.
- 4 Ο συντονισμός σε εθνικό επίπεδο της μελισσοκομίας, μέσω της γνώσης παραγωγικών και μη, περιοχών.

Εκτός της παραπάνω συνεισφοράς που διεκδικεί η εν λόγω εργασία, έχει και ως στόχο να αφυπνίσει τεχνολογικά καταρτισμένους ανθρώπους, για να ασχοληθούν με νέους, πολλά υποσχόμενους τομείς.

Θα θέλαμε να γίνει σαφές ότι η καινοτομία της εν λόγω εργασίας, έγκειται στο ότι εφαρμόζει απλές λύσεις, οικονομικά βιώσιμες για κάθε μελισσοκόμο και αποτελεί σύνθεση όλων των συστημάτων, που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί στον τομέα της μελισσοκομίας. Μέχρι σήμερα, όλα τα συστήματα μερικής εποπτείας (πχ ζύγισης ή εύρεσης θέσης), ήταν αποκλειστικά για πειραματικούς σκοπούς ή όταν έγιναν προϊόντα, κανείς σχεδόν δεν τα εφάρμοσε, λόγω του δυσανάλογου κόστους και τη δυσκολία στο χειρισμό τους. Η επιτυχία του συστήματος εποπτείας που χρησιμοποιούμε, εξασφαλίζεται με την άμεση εμπλοκή των ίδιων των μελισσοκόμων στο σχεδιασμό του.

1.2.1 Σχετικές Μελέτες – Αναφορές

Για να γίνει κατανοητή η χρησιμότητα του συστήματος, του οποίου τα αποτελέσματα θα παρουσιάσει η διπλωματική αυτή εργασία, θα παραθέσουμε παρακάτω επιγραμματικά, σχετικές μελέτες πάνω στο αντικείμενο, με τις αντίστοιχες αναφορές. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει πλήθος επιστημονικών μελετών, που τονίζουν την ανάγκη γνώσης των συνθηκών διαβίωσης των μελισσών, τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα.

Παραθέτουμε παρακάτω μερικές από τις μελέτες, με αναφορά της πηγής εξαγωγής των συμπερασμάτων :

- «Σύστημα Εντατικής Εκμετάλλευσης των Μελισσών», Σοφία Γούναρη, Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών Αθηνών, ΕΘΙΑΓΕ : Αναλυτική αναφορά στη χρησιμότητα ελέγχου των εσωτερικών συνθηκών της κυψέλης (θερμοκρασία, υγρασία, CO₂).
- «Εξάσκηση της μελισσοκομίας με τις αρχές της βιολογικής γεωργίας», Αντρέας Θρασυβούλου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Εργαστήριο Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας : Επίδραση περιβαλλοντικών συνθηκών και τρόποι διαχείρισης κρίσης. Ασθένειες από κακές συνθήκες εντός κυψέλης και χρησιμότητα εποπτείας αυτών.
- «Beebook», COLOSS, Honey Bee Research Assosiation (chapter 5). Αναλυτική αναφορά επιπτώσεων, θερμοκρασίας, υγρασίας και ακτινοβολίας εντός της κυψέλης. Ανάγκη χρήσης συστημάτων διαχείρισης-εποπτείας.
- «Differences in Heat Sensitivity between Japanese Honeybees and Hornets Under High Carbon Dioxide and Humidity Conditions Inside Bee Balls», Michio Sugahara, Yasuichiro Nishimura and Fumio Sakamoto, δημοσιευμένο στο περιοδικό zoological science της Ιαπωνίας.
- «The effects of different humidities on the hatching of the eggs of honeybees», Douk KM. Επίδραση επιπέδων υγρασίας.
- «The Biology of the Honey Bee», Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, Winston ML. Αναλυτική αναφορά στις παραμέτρους επηρεασμού των μελισσών.

1.3 Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας

Το υπόλοιπο αυτής της διπλωματικής εργασίας χωρίζεται σε τρεις επιμέρους ενότητες που καταλαμβάνουν τα Κεφάλαια 2,3,4 αντίστοιχα και τον επίλογο με τα εξαχθέντα συμπεράσματα. Συγκεκριμένα :

Στο Κεφάλαιο 2 θα εξηγήσουμε αναλυτικά όλες τις παραμέτρους εποπτείας του συστήματος και ποια είναι η ανάγκη παρακολούθησης αυτών, τόσο πρακτικά όσο και επιστημονικά.

Στο Κεφάλαιο 3 θα παρουσιάσουμε τη διάταξη του συστήματος εποπτείας κυψελών και αισθητήρων παρακολούθησης. Θα δοθούν επίσης και παραδείγματα χρήσης του συστήματος όπως αυτά προέκυψαν στο πεδίο εφαρμογής.

Στο Κεφάλαιο 4 θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή των ηλεκτρονικών συστημάτων και του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκαν για το συγκεκριμένο σύστημα.

Στον τέλος θα συνοψίσουμε με τα συμπεράσματα, όπως αυτά προκύπτουν και θα προτείνουμε τομείς και κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα και εφαρμογή αυτής.

Κεφάλαιο 2

Παράμετροι Εποπτείας

Στο Κεφάλαιο αυτό θα εξηγήσουμε αναλυτικά όλες τις παραμέτρους εποπτείας του συστήματος και ποια είναι η ανάγκη παρακολούθησης των παραμέτρων αυτών, τόσο πρακτικά όσο και επιστημονικά.

Πρέπει να γίνει κατανοητό το γεγονός ότι στη μελισσοκομία, όπως και γενικότερα σε όλες τις μεθόδους ζωικής και φυτικής παραγωγής, πρωτεύοντα ρόλο παίζουν οι «συνθήκες» του περιβάλλοντος διαβίωσης. Με τον όρο «συνθήκες», εννοούμε όλες εκείνες τις φυσικές και τεχνητές παραμέτρους που μπορούν να επηρεάσουν, σε μικρό ή μεγάλο βαθμό, την ζωή και την παραγωγικότητα των έμβιων όντων.

Μέχρι σήμερα η μελισσοκομία βασιζόταν κυρίως σε εμπειρικές μεθόδους εκτροφής, παρακολούθησης και καταγραφής των παραμέτρων και συνθηκών επηρεασμού της παραγωγής. Η γνώση ήταν ατελής και βασιζόταν στην αρχή ότι η φύση γνωρίζει καλύτερα από τον άνθρωπο για το τι πρέπει να κάνει. Αυτό εν μέρει είναι σωστό, όσον αφορά την παραγωγή μελιού σε συνθήκες ελευθερίας. Όταν όμως πρόκειται για εμπορική εκμετάλλευση και μαζική παραγωγή, πρέπει να έχουμε τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα με το μικρότερο δυνατό κόστος, όπως και με την ελάχιστη αρνητική επίπτωση στο ζωικό κεφάλαιο, που αποτελεί τον παραγωγικό πυρήνα της επιχείρησης.

Για την επίτευξη των βέλτιστων δυνατών αποτελεσμάτων, ποιοτικών και ποσοτικών, όπως εξηγήσαμε και παραπάνω, πρέπει να εξασφαλίσουμε τις κατά το δυνατόν καλύτερες συνθήκες διαβίωσης του ζωικού μας κεφαλαίου. Αυτό θα γίνει με τη χρήση νέων τεχνολογιών και μεθόδων, που ως σκοπό θα έχουν την παρακολούθηση όλων των παραμέτρων, για την εύρυθμη λειτουργία της κυψέλης. Επίσης, εκτός της παρακολούθησης και καταγραφής των συνθηκών, θα γίνεται ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο του μελισσοκόμου και θα υπάρχει δυνατότητα άμεσης ειδοποίησης (Alarm), σε περίπτωση υπέρβασης των προκαθορισμένων επιτρεπτών ορίων.

Σημειώνεται ότι για τη συλλογή όλων των στοιχείων, καθώς και για την επικοινωνία των αισθητήρων των κυψελών μεταξύ τους, αλλά και με τον ιδιοκτήτη, θα χρησιμοποιηθεί ένας μικροεπεξεργαστής, ARDUINO (www.arduino.cc), ο οποίος μαζί και με το λογισμικό του, είναι ανοιχτού κώδικα (Open Source). Ο μικροεπεξεργαστής έχει δυνατότητα να προγραμματιστεί από το μηδέν και μας δίνει όλους τους βαθμούς ελευθερίας, που κάθε πρωτότυπο ερευνητικό έργο χρειάζεται. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται είναι υψηλής ακρίβειας, μικρού μεγέθους, χαμηλής κατανάλωσης, προγραμματιζόμενοι και φέρουν όλες τις απαραίτητες πιστοποιήσεις για την υγεία του ζωικού κεφαλαίου εντός της κυψέλης.

Παρακάτω θα εξηγήσουμε αναλυτικά, ποιες παραμέτρους πρέπει να παρακολουθήσουμε, ποια η χρησιμότητά τους, καθώς και με ποιον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί.

2.1 Ρυθμός παραγωγής μελιού

Μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους που θα πρέπει ένας μελισσοκόμος να γνωρίζει για την κάθε κυψέλη, είναι ο Ρυθμός Παραγωγής Μελιού της και ως επέκταση αυτού, την ποσότητα μελιού ανά πάσα στιγμή. Η σπουδαιότητα αυτής της παραμέτρου έγκειται στο ότι μας εξασφαλίζει πρωτογενώς την ύπαρξη ζωής στην κυψέλη (αφού δύναται να παράγει μέλι).

Ένα ακόμα πλεονέκτημα των μετρήσεων αυτών, είναι ότι ανά πάσα στιγμή ο μελισσοκόμος γνωρίζει, με ένα απλό μήνυμα στο κινητό του τηλέφωνο, την ποσότητα του μελιού που φέρει κάθε κυψέλη ξεχωριστά. Όπως είναι ευρύτερα γνωστό το μεγαλύτερο ποσοστό των μελισσοκόμων (~80%), ασκούν τη μελισσοκομία νομαδικά. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου, τα μελίσσια βρίσκονται μακριά από τον τόπο διαμονής του. Η μέση καταγεγραμμένη απόσταση της νομαδικής μελισσοκομίας, μαρτυρά ότι ο μελισσοκόμος καλύπτει μια απόσταση μεγαλύτερη των 200 χιλιομέτρων, κατά μέσο όρο, σε κάθε σημείο απόθεσης των μελισσιών. Αν φανταστούμε, ότι θα πρέπει να επισκέπτεται τα μελίσσια του τουλάχιστον δύο φορές το μήνα, μπορούμε να κατανοήσουμε το όφελος, της απόστασης γνώσης της ποσότητας μελιού, εντός κάθε κυψέλης. Με τον τρόπο αυτό δε θα υπάρχουν πια ανώφελες επισκέψεις στον τόπο όπου βρίσκονται τα μελίσσια και αυτό έχει ένα τεράστιο οικονομικό όφελος ως προς την εξοικονόμηση καυσίμων, που είναι ίσως το μεγαλύτερο οικονομικό βάρος των σύγχρονων μελισσοκόμων.

Επιγραμματικά θα αναφέρουμε τη μαρτυρία χρήσης της παραμέτρου αυτής, από ένα μελισσοκόμο που συμμετείχε στις δοκιμές. Ο εν λόγω μελισσοκόμος διαμένει στην περιοχή της Λάρισας και έχει τα μελίσσια του δύο μήνες στην Καλαμάτα και τους υπόλοιπους μήνες στη Λήμνο. Ο άνθρωπος αυτός, πριν εγκαταστήσουμε το σύστημα παρακολούθησης, ταξίδευε μια μεγάλη απόσταση (περίπου 600 χιλιόμετρα για την Καλαμάτα), για να διαπιστώσει απλά, ότι τα μελίσσια του, λόγω κακού δικού του υπολογισμού, δεν ήταν έτοιμα για τρύγο. Η επίσκεψη γινόταν κατά μέσο όρο δύο φορές κάθε μήνα. Αυτό μειώθηκε στη μία φορά το μήνα, χωρίς επίσης να υπάρχει η αβεβαιότητα για την υγεία των μελισσών. Ας υπολογίσουμε λοιπόν το τεράστιο οικονομικό όφελος, που ως επέκταση έχει, την εξασφάλιση της βιωσιμότητας μιας τέτοιας μορφής επιχείρησης, καθώς και τη δυνατότητα μείωσης της τιμής του τελικού προϊόντος, προς όφελος της κοινωνίας και του παραγωγού.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η καταγραφή της παραγωγής μελιού, θα γίνεται κάθε ώρα καθ όλη τη διάρκεια της ημέρας. Θα κρατιέται επίσης και ιστορικό ρυθμού παραγωγής μελιού για κάθε κυψέλη, κι έτσι θα εποπτεύεται η δυναμική της. Αυτό έχει άμεση πρακτική εφαρμογή στον χώρο της μελισσοκομίας, γιατί από τις πιο παραγωγικές κυψέλες κρατιέται πάντα το γενετικό υλικό, για επέκταση ή αντικατάσταση του έμβιου δυναμικού. Ένα ακόμα χρήσιμο στοιχείο της παραμέτρου αυτής, είναι ότι σε περίπτωση που γίνει αντιληπτό από το σύστημα ότι ο ρυθμός παραγωγής έχει πέσει, από το στατιστικό μέσο όρο της κυψέλης, ειδοποιεί τον ιδιοκτήτη για την πιθανή ύπαρξη προβλήματος. Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να εξασφαλίσουμε ότι όλες οι κυψέλες θα είναι στην ακμή της παραγωγικότητας τους και δε θα χάνεται πολύτιμος χρόνος για την αντικατάσταση αυτών που οδεύουν στην παρακμή. Αυτό μέχρι τώρα γινόταν εμπειρικά (με το μάτι), και στη γενική περίπτωση γινόταν αντιληπτό, όταν ήδη είχε χαθεί πολύτιμος παραγωγικά χρόνος.

Η χρήση της παραπάνω παραμέτρου έχει και επιστημονική εφαρμογή-χρησιμότητα. Υπάρχει η δυνατότητα, με τη σύμφωνη γνώμη του μελισσοκόμου, όλα

τα στατιστικά στοιχεία να είναι άμεσα διαθέσιμα, σε μια κοινή βάση δεδομένων, όπου θα υπάρχει το σύνολο των στοιχείων για την παραγωγή και παραγωγικότητα όλων των περιοχών. Αυτό θα βοηθούσε σε μια εθνική καταγραφή των ζωνών υψηλής, μέσης και χαμηλής παραγωγικότητας, που ως συνέπεια θα είχε, εκτός από την προστασία των εν λόγω περιοχών, την εφαρμογή εθνικού στρατηγικού σχεδίου, για τη δημιουργία όμοιων περιοχών υψηλής παραγωγικότητας.

Τέλος θα αναφερθούμε στο πρακτικό τμήμα του εν λόγω συστήματος. Η βάση ζύγισης της κάθε κυψέλης αποτελείται από απλά υλικά (ξύλο και βίδες), είναι ελαφριά, ανθεκτική, μεταφέρσιμη και εύκολα προσαρμόσιμη σε κάθε είδος κυψέλης. Το ύψος της βάσης θα προσαρμόζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε μελισσοκόμου και την κλίση του εδάφους. Οι μέθοδοι ζύγισης που εφαρμόστηκαν είναι δύο : 1) δυναμοκυψέλες (load cells), 2) ανίχνευση αλλαγής τάσης, με χρήση της αρχής λειτουργίας των γραμμικών ποτενσιόμετρων. Η πρώτη μέθοδος, με δυναμοκυψέλες, είναι ευρέως γνωστή και έχει εφαρμογές σε διάφορες συσκευές ζύγισης βάρους (λχ ηλεκτρονικές ζυγαριές). Έχει γίνει προσπάθεια να εφαρμοστεί στο παρελθόν και από άλλες ερευνητικές ομάδες, αλλά υπήρχε αποτυχία λόγω του υψηλού κόστους αγοράς, υλοποίησης, μεγάλης ενεργειακής απαίτησης και μειωμένης αντοχής σε εξωτερικούς χώρους. Η δεύτερη μέθοδος αποτελεί μια πολύ απλή σύλληψη και θεωρείται καινοτομία, τόσο για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, όσο και για το χαμηλό κόστος της (10 φορές μικρότερο από τις δυναμοκυψέλες). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ανίχνευση διαφοράς τάσης, ενός ρεύματος της τάξης των मिलιβोलт (mili Volts), πάνω σε μια γραμμή κυμαινόμενης αντίστασης, υλοποιημένη από γραφίτη (αρχή λειτουργίας γραμμικών ποτενσιόμετρων).

Συμπερασματικά θα ήταν καλό να αναφέρουμε, ότι ακόμα και αν δεν ήταν δυνατό (οικονομικά) να τοποθετηθεί το σύστημα ζύγισης σε κάθε κυψέλη, έχει εξίσου θεαματικά αποτελέσματα, να τοποθετηθεί σε μέρος αυτών. Αυτό στην πρακτική του εφαρμογή έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα, όταν τοποθετήθηκε έστω και σε ένα 20% του πλήθους των κυψελών. Η ερμηνεία της παραπάνω διαπίστωσης από τους μελισσοκόμους, ορίζει ότι οι συνήθεις συνθήκες επηρεασμού της παραγωγής και της υγείας των μελισσών, είθισται να είναι κοινές για το σύνολο τους. Παράδειγμα αυτού, αποτελεί η διαπίστωση ότι όταν το 20% των κυψελών μας έχει πτώση παραγωγικότητας, πρακτικά μπορεί να σημαίνει, ότι η περιοχή εγκατάστασης έχει τέλος ανθοφορίας (άρα πρέπει να γίνει μετεγκατάσταση) ή έχει υψηλές βροχοπτώσεις-κρύο, ή ακόμα ότι έχουμε προσβολή των μελισσών από κάποια ασθένεια, που έχει ως ακόλουθο την μείωση παραγωγής. Το τελευταίο αυτό θεωρείται ένα μεγάλο εφόδιο στον αγώνα των μελισσοκόμων για επιβίωση, διότι δεν αφήνει να χαθεί πολύτιμος χρόνος. Σε άλλες περιπτώσεις, αυτή η διαπίστωση (ασθένειας) θα γινόταν μετά από την επίσκεψη του μελισσοκόμου στον χώρο εγκατάστασης και ύστερα από εξέταση κάθε μελισσιού ξεχωριστά, με το ρίσκο βέβαια να μην γίνει άμεσα αντιληπτό. Το μεγάλο λοιπόν πλεονέκτημα όλων αυτών των ηλεκτρονικών συστημάτων, είναι ότι εκτός από την έγκυρη και έγκαιρη ενημέρωση του παραγωγού, δεν αφήνουν περιθώριο για «ανθρώπινο λάθος» ή ανθρώπινη απροσεξία.

2.2 Μετρήσεις παραμέτρων εντός της κυψέλης

Όπως αναφέραμε και εισαγωγικά, ένας από τους βασικότερους παράγοντες για να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή απόδοση, στον τομέα της φυτικής και ζωικής παραγωγής, είναι οι συνθήκες διαβίωσης. Όπως λόγω χάριν σε ένα θερμοκήπιο πρέπει να έχουμε συγκεκριμένες συνθήκες φωτός, υγρασίας και θερμοκρασίας για την ανάπτυξη των φυτών, έτσι και στη ζωική παραγωγή, η εξασφάλιση συγκεκριμένων συνθηκών είναι κάτι θεμελιώδες. Στην περίπτωση της μελισσοκομίας, οι συνθήκες που επικρατούν εντός της κυψέλης, είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για την εξασφάλιση της υγείας των μελισσών. Αυτό μέχρι σήμερα ήταν σχεδόν ανέφικτο, διότι πρόκειται για μικροσκοπικά έντομα που διαβιούν σε πολύ κλειστές κοινωνίες. Είναι δύσκολο λοιπόν με εμπειρικό τρόπο να καταλάβει ένας μελισσοκόμος, ότι η υγρασία στην κυψέλη είναι 75% και όχι 60% όπως θα έπρεπε. Στον σημείο αυτό έρχονται οι νέες τεχνολογίες, με διάφορα δίκτυα αισθητήρων, να εξασφαλίσουν την απόλυτη ακρίβεια των μετρήσεων.

Οι παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται, για την εξασφάλιση της υγείας των μελισσών εντός της κυψέλης, είναι οι εξής :

- α) Μέτρηση Θερμοκρασίας
- β) Μέτρηση Υγρασίας
- γ) Μέτρηση Επιπέδων Φωτός
- δ) Μέτρηση Στάθμης Θορύβου
- ε) Μέτρηση Επιπέδων CO₂ και CO

Παρακάτω θα εξηγήσουμε αναλυτικά, ποια είναι η πρακτική χρησιμότητα των παραπάνω μετρήσεων. Να σημειωθεί ότι για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιούνται αισθητήρες βιομηχανικού τύπου, υψηλής ακρίβειας, σε ασύρματη επικοινωνία με τον μικροεπεξεργαστή που συλλέγει, αξιολογεί και αποθηκεύει τα δεδομένα.

Να σημειωθεί, πριν προβούμε στην ανάλυση της χρησιμότητας των παραμέτρων παρακολούθησης, ότι παρακάτω θα γίνει μια επιγραμματική αναφορά, για να δοθεί η γενική ιδέα, γιατί η αναλυτικότερη εξήγηση αποτελεί προϊόν της κτηνιατρικής επιστήμης και έρευνας. Για όσους θέλουν αναλυτικότερες πληροφορίες για τη μελισσοκομία, υπάρχει πλούσια ελληνική και διεθνής βιβλιογραφία, μερική από την οποία θα παραθέσουμε και στο τέλος της εργασίας αυτής.

2.2.1 Μέτρηση Θερμοκρασίας εντός της κυψέλης

Η μέτρηση θερμοκρασίας είναι μια παράμετρος καθοριστική για την επιβίωση και την αναπαραγωγική ικανότητα του μελισσιού. Συνοπτικά για να γίνει πιο κατανοητή η ανάγκη επιτήρησης-εξασφάλισης της σωστής θερμοκρασίας, αναφέρουμε τις εξής παραμέτρους :

- Η επιτυχής γονιμοποίηση της βασίλισσας, εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος της κυψέλης. Όσο πιο υψηλή, 33°-34°C, και σταθερή είναι η θερμοκρασία, τόσο πιο γρήγορα η βασίλισσα θα βγει για γονιμοποίηση.
- Ο αριθμός των σπερματοζωαρίων που θα συγκεντρωθεί στη σπερματοθήκη της βασίλισσας, επηρεάζεται από τη θερμοκρασία της κυψέλης 48 ώρες πριν τη γονιμοποίηση.

- Ένα μελίσσι που διατηρεί έστω και λίγο γόνο το χειμώνα, αναγκαστικά θα πρέπει να διατηρεί θερμοκρασία 33°–34°C στον πυρήνα της κυψέλης. Σε αντίθετη περίπτωση, μη ύπαρξης γόνου η θερμοκρασία πρέπει να διατηρηθεί περί τους 19°C. Σε οποιαδήποτε απόκλιση, έχουμε θάνατο της ομάδας.
- Πολύ σημαντική είναι η παρακολούθηση της θερμοκρασίας εντός της κυψέλης, ειδικά κατά τη χειμερινή περίοδο, διότι απότομη πτώση αυτής, μαρτυρά έλλειψη τροφής των μελισσών, που μπορεί να οδηγήσει σε λιμοκτονία.
- Απότομη αύξηση της θερμοκρασίας, μπορεί να σημαίνει ανάπτυξη επιβλαβών μυκήτων εντός της κυψέλης ή ακόμα και φράξιμο της εισόδου της κυψέλης από ξένο σώμα (πεσμένο δέντρο, φύλλα κτλ).

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί η πιλοτική εφαρμογή περσίδων εξαερισμού, με δυνατότητα χειρισμού από τον μικροεπεξεργαστή. Πρόκειται για μια απλή κατασκευή περσίδων από αλουμίνιο (για να μην υπάρχει οξειδωση), με δυνατότητα μηχανικού χειρισμού με βηματικούς κινητήρες. Η χρήση των κινητήρων αυτού του τύπου, μας δίνει τη δυνατότητα χειρισμού των περσίδων με ακρίβεια μιας μοίρας (1°), γεγονός που βοηθά στην απόλυτη ρύθμιση της θερμοκρασίας της κυψέλης, εντός των επιθυμητών ορίων. .

2.2.2 Μέτρηση Υγρασίας και Επιπέδων Διοξειδίου και Μονοξειδίου του Άνθρακα (CO₂ και CO) Εντός της κυψέλης

Η μέτρηση των επιπέδων υγρασίας εντός της κυψέλης, βοηθά εκτός από την εξασφάλιση ιδανικών συνθηκών για τη διαβίωση των μελισσών και στην αποφυγή μολύνσεων εντός αυτής. Λόγω της έντονης δραστηριότητας εντός της κυψέλης, υπάρχουν φορές που η εσωτερική θερμοκρασία, μπορεί να διαφέρει από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, μέχρι και 20°C. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συμπύκνωση των υδρατμών.

Η συμπύκνωση προέρχεται αποκλειστικά από την ψύξη του αέρα. Ο ζεστός αέρας εντός της κυψέλης, ψύχεται όταν έρθει σε επαφή με τα τοιχώματα αυτής, το καπάκι ή το κηρόπανο και υγροποιείται. Η υγρασία που οφείλεται στη συμπύκνωση εμφανίζεται σε πάρα πολλά σημεία, δημιουργεί μούχλες, μαυρίλες και γενικότερα ένα ανθυγιεινό περιβάλλον για τις μέλισσες. Το χειμώνα επίσης έχουμε πρόβλημα υγροποίησης-συμπύκνωσης σε σημεία της κυψέλης που δεν έχουν καλή μόνωση (λχ στο καπάκι ή στο πάνω μέρος των τελάρων).

Να σημειωθεί ότι από την ύπαρξη υψηλών επιπέδων υγρασίας, επηρεάζεται ακόμα και ο γόνος, που αποτελεί το μόνο μέσο εξασφάλισης μακροβιότητας ενός μελισσιού (ασθένεια σηψιγονία).

Τέλος, είναι απαραίτητο να αναφερθεί η ανάγκη μέτρησης των δύο αερίων του περιβάλλοντος της κυψέλης, του διοξειδίου και του μονοξειδίου του άνθρακα. Το μεν διοξείδιο του άνθρακα είναι προϊόν του μεταβολισμού της τροφής και της αναπνοής των μελισσών και είναι μέγιστης σημασίας η

διατήρηση των επιπέδων αυτού εντός της κυψέλης. Το μονοξειδίο του άνθρακα είναι αέριο δηλητήριο, για σχεδόν όλους του οργανισμούς και είναι προϊόν συνωστισμού και διεργασιών μυκητιακής ζύμωσης εντός της κυψέλης. Λόγω των ειδικών συνθηκών διαβίωσης των μελισσών σε σμήνη, εντός σχεδόν σφραγισμένων κυψελών, δημιουργούνται ασφυκτικές συνθήκες, που απαιτούν από το μελισσοκόμο συνεχή εποπτεία. Αυτό πλέον με την εγκατάσταση των αισθητήρων εντός της κυψέλης, γίνεται πολύ εύκολα και υπάρχει όχι μόνο η δυνατότητα ειδοποίησης του μελισσοκόμου για το πρόβλημα, αλλά και η ανάληψη πρωτοβουλίας για λύση, από τον ίδιο τον μικροεπεξεργαστή (άνοιγμα περσίδων αερισμού).

2.2.3. Μέτρηση Επιπέδων Φωτός και Θορύβου εντός της κυψέλης

Η αξία εποπτείας των παραμέτρων αυτών, ενώ σε πρώτη φάση φαίνεται μικρή, όταν κανείς το δει να εφαρμόζεται σε πραγματικές συνθήκες, θα διαπιστώσει εύκολα ότι συμβάλει κι αυτό, στην προσπάθεια βελτιστοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας. Εκτός των άλλων, το κόστος υλοποίησης της έξτρα αυτής λειτουργικότητας είναι σχεδόν μηδενικό. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένας αισθητήρας μέτρησης στάθμης φωτός και ένας μέτρησης στάθμης θορύβου, δεν κοστίζουν μαζί, πάνω από ένα Ευρώ (1Euro).

Η επιτήρηση των επιπέδων φωτός εντός της κυψέλης, συμβάλει στην άμεση ειδοποίηση του μελισσοκόμου στις εξής περιπτώσεις :

- Καταστροφής της κυψέλης από φυσικά φαινόμενα (αέρας, χαλάζι, χιόνι κτλ)
- Καταστροφή της κυψέλης από επίθεση αρκούδας ή άλλου φυσικού εχθρού των μελισσών
- Παράνομος τρύγος από κάποιον ξένο
- Κλοπή μελισσών, παραφυάδων, βασίλισσας ή και γόνου
- Γενικότερη διατάραξη ομαλής λειτουργίας της κυψέλης

Είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει αισθητήρας ελέγχου στάθμης φωτός, διότι κάποιες από τις καταστροφές της κυψέλης, δεν έχουν ως επακόλουθο τη μετακίνηση αυτής, άρα τα συστήματα αλλαγής θέσης μέσω GPS, δε θα αναγνωρίσουν το πρόβλημα.

Η μέτρηση στάθμης φωτός τόσο εντός όσο και εκτός της κυψέλης (αναγνώριση ημέρας-νύχτας), σε συνδυασμό και με τις άλλες παραμέτρους, θα μπορούσε να μας δώσει αποτελέσματα γενικότερης συμπεριφοράς των μελισσών ως σύνολο.

Ένα σημαντικό στοιχείο που προσφέρει η καταγραφή των επιπέδων φωτός, είναι το ότι παρέχει έναν έμμεσο τρόπο αναγνώρισης και καταγραφής, των ημερομηνιών που ο μελισσοκόμος έλεγξε την κυψέλη (αφού οι εργασίες γίνονται ημέρα με ανοιχτό καπάκι). Επίσης σε συνδυασμό και με τον αισθητήρα βάρους, μπορεί εύκολα να αναγνωριστεί και να καταγραφεί κάθε ημερομηνία τρύγου. Όλα αυτά σε συνδυασμό και με τη συσκευή ανίχνευσης θέσης (GPS), προσφέρουν στον μελισσοκόμο και στην επιστημονική κοινότητα, πλήρη στοιχεία και διαγράμματα, για όλη τη μελισσοκομική διαδικασία. Αυτές οι βάσεις δεδομένων θα αποτελέσουν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τη μελισσοκομία (γεωγραφικό στίγμα παραγωγικότητας περιοχών).

Όσον αφορά τη μέτρηση επιπέδων θορύβου εντός της κυψέλης, μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητή η χρησιμότητά της παραμέτρου αυτής, αν σκεφτεί κανείς, ότι όλα τα ζώα έχουν μέγιστη παραγωγή σε συνθήκες ηρεμίας-ησυχίας. Αυτό, γιατί η ηρεμία (χαμηλή στάθμη θορύβου) συντελεί στον ορισμό ενός χώρου, ως μέγιστης ασφάλειας, από την πλευρά των ζώων.

Χαρακτηριστικό είναι ότι σε ένα μελισσοκόμο από τα Τρίκαλα Θεσσαλίας, που εφαρμόστηκε και ο αισθητήρας αυτός, αναγνωρίστηκε εύκολα η πηγή της ελάττωσης παραγωγής του μελιού και η επιθετικότητα των μελισσών. Όσο ο μελισσοκόμος ήταν στο χώρο των κυψελών, δεν υπήρχε κανένα πρόβλημα. Εν απουσία του, τις απογευματινές κυρίως ώρες, που οι μέλισσες επέστρεφαν με το μέλι και για να διανυχτερεύσουν, υπήρχε μια αγέλη από σκυλιά, που δημιουργούσαν πανικό στα μελίσσια. Συνέπεια αυτού ήταν, εκτός των άλλων, ότι κάποιες μέλισσες διανυχτέρευαν ακόμα και εκτός κυψέλης. Σε άλλη μια περίπτωση, κάποια παιδιά, όταν έφευγε ο μελισσοκόμος, έπαιζαν στο χώρο των κυψελών, πετώντας πέτρες και βρέχοντας της κυψέλες.

Τα παραπάνω βέβαια, θα μπορούσαν να διαπιστωθούν και με τοποθέτηση καμερών, πράγμα το οποίο έχει μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις και δυσβάσταχτο οικονομικό κόστος. Επίσης συνήθως αποτελεί αντικείμενο βανδαλισμών ή κλοπής, όπως η εμπειρία έχει δείξει.

2.3 Μέτρηση και Παρακολούθηση Περιβαλλοντικών Παραμέτρων

Μεγάλη είναι η χρησιμότητα παρακολούθησης και καταγραφής των περιβαλλοντικών συνθηκών όπου βρίσκονται εγκατεστημένα τα μελίσσια, διότι υπάρχει άμεση σύνδεση αυτών, με την παραγωγικότητα και την υγεία του ζωικού κεφαλαίου. Υπάρχει πλήθος επιστημονικών εργασιών, τόσο στην εγχώρια όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνουν τη σύνδεση και την επίδραση των συνθηκών του περιβάλλοντος, στην διαδικασία παραγωγής. Έχοντας μια συνεχή καταγραφή όλων αυτών των μετρήσεων και κάνοντας χρήση της υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης, μπορούμε να οδηγήσουμε τη μελισσοκομία στο βέλτιστο δυνατό παραγωγικό αποτέλεσμα.

Δημιουργώντας μια γενικευμένη βάση δεδομένων, με όλα τα περιβαλλοντικά στοιχεία, θα μπορούσαν να οριστούν παραγωγικές ζώνες ανά τον κόσμο, όσον αφορά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά.

Τα περιβαλλοντικά στοιχεία που καταγράφονται είναι τα παρακάτω :

- Θερμοκρασία
- Υγρασία Ατμόσφαιρας
- Υγρασία Εδάφους
- Βροχόπτωση
- Επίπεδα Φωτός
- Βαρομετρική Πίεση
- Ένταση Ανέμου

Ένα ακόμα πλεονέκτημα που προκύπτει από τη χρήση όλων αυτών των αισθητήρων περιβάλλοντος, είναι η δυνατότητα άμεσης ειδοποίησης του παραγωγού για καιρικά φαινόμενα που είναι αρνητικά για τις μέλισσες (δυνατοί άνεμοι, υψηλή υγρασία, πάγος, καταιγίδες κτλ). Με το συνδυασμό χρήσης των δεδομένων από τους αισθητήρες και των μαθηματικών-μετεωρολογικών μοντέλων, υπάρχει η δυνατότητα βραχυπρόθεσμης, απόλυτα τοπικής πρόβλεψης καιρικών φαινομένων. Αυτό έχει ως

αποτέλεσμα τη δυνατότητα για άμεση δράση, από τη μεριά του μελισσοκόμου. Ένα ακόμα πλεονέκτημα, είναι η απόκτηση εμπειρίας για τη συμπεριφορά των μελισσών κάθε μελισσοκόμου, σε αντίστοιχες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η εμπειρία χρήσης περιβαλλοντικών αισθητήρων από τους μελισσοκόμους, έδειξε ότι έχουν στα χέρια τους ένα ακόμα χρήσιμο εργαλείο, στον αγώνα για αύξηση της παραγωγής και επιλογής ιδανικών μελισσοκομικά περιοχών. Επίσης, η πρότασή τους ήταν να γίνει ένα δίκτυο αισθητήρων, τοποθετώντας κυψέλες-μάρτυρες σε περιοχές που φαίνονται παραγωγικές, να γίνουν μετρήσεις για ένα με δύο χρόνια και να προβούν σε εξαγωγή συμπερασμάτων. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να βρεθούν νέες περιοχές μελισσοκομίας, χωρίς να ληφθεί μεγάλο ρίσκο από τους μελισσοκόμους.

2.4 Έλεγχος Θέσης Κυψέλης

Μια πολύ σημαντική παράμετρος που κάθε μελισσοκόμος, αλλά και κάθε κτηνοτρόφος γενικότερα, θα ήθελε να γνωρίζει, είναι η θέση που βρίσκεται το ζωικό του κεφάλαιο ανά πάσα στιγμή. Ειδικότερα σε ένα τομέα όπως είναι η μελισσοκομία, όπου το ζωικό κεφάλαιο κάθε παραγωγού μπορεί να βρίσκεται εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά, είναι επιτακτική η ανάγκη γνώσης, της ακριβούς θέσης κάθε κυψέλης. Στις μέρες μας τα κρούσματα κλοπής κυψελών και μελιού, σύμφωνα με τις μαρτυρίες των παραγωγών, έχουν πάρει ανησυχητικές διαστάσεις. Η ασφάλιση των μελισσιών γίνεται ακόμα πιο δύσκολη, αν σκεφτεί κανείς ότι είναι υποχρεωτικό να βρίσκονται εκτός κατοικημένων περιοχών. Αυτό εκτός των άλλων, σημαίνει την ανθρώπινη απουσία, έλλειψη ηλεκτρικού ρεύματος και δημόσιου φωτισμού. Στο πρόβλημα αυτό και πάλι η τεχνολογία είναι αυτή που θα δώσει τη βέλτιστη δυνατή λύση.

Όπως εξηγήσαμε και προηγουμένως υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης κάμερας, αλλά αυτό έχει μειονεκτήματα. Το βασικό μειονέκτημα είναι το μεγάλο κόστος και η μεγάλη ανάγκη σε ενέργεια. Ένα δεύτερο μειονέκτημα είναι το γεγονός, ότι ενώ υπάρχει η δυνατότητα να γνωρίζουμε ότι μας έκλεψαν κάποιες κυψέλες, δεν γνωρίζουμε που τις έχουσε πάει. Όσο για την αναγνώριση των κλεφτών, είναι συνήθως αδύνατη, διότι γνωρίζουν ότι υπάρχει κάμερα και έχουν τα πρόσωπά τους καλυμμένα.

Η καλύτερη δυνατή λύση, είναι η εγκατάσταση συστήματος δορυφορικής αναγνώρισης της θέσης της κυψέλης (GPS). Αντλώντας πληροφορίες από την πρακτική γνώση, συμπεραίνουμε ότι δε χρειάζεται να φέρουν σύστημα GPS όλες οι κυψέλες, αλλά αρκεί να έχει ένα 20% του συνόλου, με τυχαία την επιλογή εγκατάστασης (στατιστικά ασφαλές).

Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος αυτού είναι γενικότερα γνωστός, από τις πολυάριθμες εφαρμογές του, σε συστήματα GPS tracking, που χρησιμοποιούνται ευρύτατα για να ασφαλίσουν οχήματα και όχι μόνο. Υπάρχει λοιπόν μεγάλη εμπειρία και ένα μεγάλο εύρος εργαλείων που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε.

Στα δικά μας πειραματικά μοντέλα έχουμε τον εξής τρόπο εφαρμογής και λειτουργίας. Τοποθετείται στο κάτω μέρος της κυψέλης σε προστατευτικό κλωβό, μια μονάδα δορυφορικής αναγνώρισης θέσης (GPS module). Αυτή ηλεκτροδοτείται ανεξάρτητα από τους αισθητήρες, από μια μικρή μπαταρία κλειστού τύπου, τοποθετημένη στο κάτω μέρος της κυψέλης. Το GPS module, μέσω ασύρματης σύνδεσης επικοινωνεί με τον μικροεπεξεργαστή. Στη γενική περίπτωση βρίσκεται σε λειτουργία αδράνειας, για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας (idle process). Σε άμεση

συνεργασία με το GPS module βρίσκεται ένα αισθητήρας ανίχνευσης κραδασμών (vibrator sensor). Όταν ανιχνευτεί δόνηση της κυψέλης πάνω από τα επιτρεπτά όρια, ο αισθητήρας αυτός ενεργοποιεί το μηχανισμό ανίχνευσης τρέχουσας θέσης και στέλνονται άμεσα τα δεδομένα στον μελισσοκόμο. Από τη στιγμή εκείνη και κάθε 15 λεπτά στέλνονται οι συντεταγμένες της κυψέλης στον ιδιοκτήτη και σε δύο ακόμα άτομα που εξ αρχής εκείνος έχει ορίσει, για μεγαλύτερη ασφάλεια. Τα δεδομένα που στέλνει το GPS module, εκτός από μήνυμα στο κινητό του ιδιοκτήτη, οπτικοποιούνται πάνω σε χάρτη (google maps), και έτσι υπάρχει η δυνατότητα σε πραγματικό σχεδόν χρόνο, να καταγράφεται όλη η πορεία των απολεσθέντων κυψελών.

Τέλος εκτός από την περίπτωση κλοπής κυψελών, υπάρχει και άλλη μια μεγάλη κατά τους μελισσοκόμους χρησιμότητα. Γίνεται πλέον εύκολο να τοποθετηθούν στο χάρτη, όλες οι περιοχές που κάθε παραγωγός έχει κατά καιρούς εγκαταστήσει τα μελίσσια του και δίπλα να υπάρχουν οι λοιπές πληροφορίες για την τοποθεσία εκείνη : α) ρυθμός παραγωγής μελιού, β) συνολική ποσότητα παραχθέντος μελιού, γ) καιρικές συνθήκες που επικράτησαν, δ) επίπεδα υγρασίας και άλλα σύνθετα στοιχεία αναλόγως των αισθητήρων που έχουν εγκατασταθεί.

Κεφάλαιο 3

Διάταξη του Συστήματος

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τη διάταξη του συστήματος εποπτείας των κυψελών και των αισθητήρων παρακολούθησης.

Αρχικά πρέπει να γίνει σαφές ότι σε κάθε επιλεγμένη κυψέλη θα υπάρχουν αισθητήρες μετρήσεων. Όσον αφορά τους αισθητήρες μέτρησης των παραμέτρων του εξωτερικού περιβάλλοντος, δεν υπάρχει ανάγκη τοποθέτησης σε όλες τις κυψέλες. Η εγκατάσταση των αισθητήρων αυτών, στην πράξη έδειξε ότι είναι αρκετό να τοποθετηθούν, είτε σε ένα ιστό στο χώρο όπου βρίσκονται εγκατεστημένα τα μελίσσια, είτε στις δύο ακριανές κυψέλες (βορράς-νότος). Για την εποπτεία των συνθηκών διαβίωσης εντός κάθε κυψέλης, όπως έχει προαναφερθεί, αν δεν είναι οικονομικά εφικτό να τοποθετηθούν αισθητήρες σε κάθε μια, στατιστικά θα ήταν ασφαλές να βρίσκονται στο 20% του συνολικού πλήθους. Αυτό γιατί οι συνήθειες παράγοντες επηρεασμού, είναι στατιστικά κοινοί, για το σύνολο του ζωικού κεφαλαίου.

Σε κάθε επιλεγμένη κυψέλη θα υπάρχουν εσωτερικά αισθητήρες μέτρησης : α) θερμοκρασίας, β) υγρασίας, γ) επιπέδων διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα, δ) στάθμης φωτός, ε) επιπέδου θορύβου. Το μέγεθος αυτών των αισθητήρων είναι εξαιρετικά μικρό και τοποθετούνται εύκολα εντός της κυψέλης, χωρίς καμία τροποποίηση αυτής.

Στη βάση της κυψέλης εφαρμόζεται εξωτερικά, μια ειδικά κατασκευασμένη για το σκοπό αυτό, βάση ζύγισης, που δεν είναι παρά μια έδρα με προσαρμοσμένους πάνω της αισθητήρες. Ύστερα από συστάσεις των μελισσοκόμων, η βάση αυτή φέρει πόδια ρυθμιζόμενου ύψους και αυτό για να καλύπτονται και οι περιπτώσεις επικλινών εδαφών. Όπως είναι γενικότερα γνωστό, όλοι οι μελισσοκόμοι είναι υποχρεωμένοι να κατασκευάζουν βάσεις στήριξης, διότι αν οι κυψέλες εφάπτονται στο έδαφος, δημιουργούνται αρνητικές επιπτώσεις και στις μέλισσες (μυρμήγκια, σαύρες, υγρασίας κτλ), αλλά και στις κυψέλες καθαυτές (σάπισμα του ξύλου). Έχοντας λοιπόν καταφέρει να κάνουμε το σύστημά μας εύκολα προσαρμόσιμο, ακόμα και στις υπάρχουσες βάσεις, ελαχιστοποιήθηκε περαιτέρω το κόστος του συστήματος ζύγισης.

Στην κάτω έδρα της κυψέλης, προσαρμόζουμε το σύστημα ελέγχου θέσης (GPS). Αυτό τοποθετείται εκ των προτέρων σε ένα ανθεκτικό κουτί, μικρού μεγέθους, για να προστατευτεί από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Το γεγονός ότι οι κυψέλες είναι κατά 99% κατασκευασμένες από ξύλο, συμβάλει στον να μην υπάρχει καμία επίδραση του σήματος λήψης, από την κεραία του GPS. Ακόμα όμως και να παρουσιαζόταν πρόβλημα λήψης, υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθεί ο δέκτης GPS, στο ίδιο σημείο με πριν, αλλά η κεραία να προσαρμοστεί στο καπάκι της κυψέλης.

Μια και μόνο κυψέλη, θα φέρει όλες τις ηλεκτρονικές συσκευές, που είναι απαραίτητες για να λειτουργεί ως εξυπηρετητής (server). Ο ρόλος του server, είναι να συλλέγει τα στοιχεία από κάθε επιμέρους κυψέλη που φέρει αισθητήρες, από τους αισθητήρες περιβάλλοντος και τέλος να ενημερώνει τον παραγωγό ή να δρα αυτοβούλως, όπως έχει προγραμματιστεί. Συνεπώς αυτή, θα πρέπει να φέρει και τη μονάδα επικοινωνίας μέσω GSM/GPRS, με χρήση κάρτας SIM, ενός εκ των παρόχων κινητής τηλεφωνίας της χώρας. Το λογισμικό του server θα φέρει όλα τα πρωτόκολλα ασφάλειας και επικοινωνίας με τις κυψέλες και με τον χρήστη. Αυτό πρακτικά

σημαίνει ότι θα πρέπει να παίρνει όλες τις τελικές αποφάσεις, για τις κρίσιμες συνθήκες, όπως για παράδειγμα το αν θα πρέπει να ανοίξουν οι περσίδες αερισμού μιας κυψέλης, σε περίπτωση ανόδου της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Η απόφασή μας για ύπαρξη κυψέλης «αρχηγού» στο σύστημα, προέκυψε από την ευκολία που παρέχεται με τον τρόπο αυτό, για τηλεχειρισμό του συστήματος. Ο παραγωγός παίρνει μια απόφαση σύμφωνα με τα δεδομένα που λαμβάνει και αναθέτει στο server να την εκτελέσει. Για να είναι το σύστημά μας ασφαλές σε περίπτωση βλάβης του server (fail safe), μετά από αδυναμία σύνδεσης της κυψέλης-πελάτη (client) με αυτόν, υπάρχει λογισμικό για τη λήψη ατομικών αποφάσεων.

Η καταγραφή των δεδομένων των αισθητήρων κάθε κυψέλης, αποφασίσαμε να γίνεται τοπικά. Αυτό έχει ως πλεονέκτημα την ελάττωση της επιβάρυνσης του server και ότι σε οποιαδήποτε περίπτωση βλάβης κάποιου κόμβου του συστήματος, υπάρχει πλήθος διαθέσιμων στοιχείων από τους λοιπούς κόμβους (κυψέλες). Η καταγραφή των στοιχείων θα γίνεται σε κάρτες SD με συγκεκριμένο τρόπο, για να είναι εύκολη η συμπίεση και η ανάκτηση των αποθηκευμένων πληροφοριών. Ο τρόπος που ο μελισσοκόμος μπορεί να λαμβάνει τα αποθηκευμένα στοιχεία, είναι εκτός από μήνυμα στο κινητό του τηλέφωνο από τον server, βγάζοντας απλά την κάρτα SD από την κάθε κυψέλη και τοποθετώντας τη στο κινητό τηλέφωνο ή τον υπολογιστή του.

Στο κομμάτι της επικοινωνίας του server με τον παραγωγό, είναι υποχρεωτική η ύπαρξη σύνδεσης κινητής τηλεφωνίας. Αυτό γιατί ένας από τους πιο γρήγορους και ασφαλείς τρόπους επικοινωνίας σε μεγάλη απόσταση, είναι μέσω GSM/GPRS. Η σύνδεση της κάρτας SIM της κυψέλης, δεν είναι απαραίτητο να είναι «πλήρης σύνδεση τηλεφώνου» (φωνή, ήχος, δεδομένα), αλλά αρκεί να έχει μια ελάχιστη λειτουργικότητα χρήσης για δεδομένα GPRS. Ο καλύτερος τρόπος που διαπιστώθηκε στη χρήση σε πραγματικές συνθήκες, είναι η αγορά μιας «αλά καρτ» σύνδεσης, μόνο για χρήση ιντερνετ, με ένα προκαθορισμένο όγκο σε MegaBytes. Αν το πλήθος των MegaBytes εξαντληθεί, τότε απλά ο χρήστης το ανανεώνει, αγοράζοντας μια κάρτα από οποιοδήποτε περίπτερο ή άλλο σημείο πώλησης.

Τέλος να σημειωθεί ότι η διάταξη για την αυτονομία του συστήματος, μπορεί να αλλάξει ανάλογα τις ειδικές συνθήκες. Αυτή που εφαρμόστηκε από εμάς για το πειραματικό μοντέλο ήταν η εξής : χρησιμοποιήθηκε μια παλιά άδεια κυψέλη, όπου στην οροφή της τοποθετήθηκε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο, το οποίο φόρτιζε μια μπαταρία 12 Volt, που υπήρχε εντός αυτής. Από εκεί με καλώδια μεταφερόταν το ρεύμα στους διάφορους αισθητήρες. Υπάρχει όμως πλήθος παραλλαγών για τη ρευματοδότηση των ηλεκτρονικών συστημάτων. Για παράδειγμα ένας μελισσοκόμος στην Αρκαδία, προτίμησε αντί για φωτοβολταϊκά, να κάνει χρήση μιας διαθέσιμης μπαταρίας από φορτηγό που κατείχε. Κάθε φορά που ήταν απαραίτητο (δείκτης φόρτισης μπαταρίας), ο παραγωγός αντικαθιστούσε την μπαταρία αυτή, με μια εφεδρική πλήρως φορτισμένη. Αυτό είχε ως άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους επένδυσης.

Κεφάλαιο 4

Ηλεκτρονικά Συστήματα και Λογισμικό

Στο Κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή των ηλεκτρονικών συστημάτων και του λογισμικού, που χρησιμοποιήθηκαν για το συγκεκριμένο σύστημα. Να σημειωθεί ότι όλες οι πλατφόρμες είναι «ανοιχτού κώδικα» (Open Source), και το λογισμικό είναι δημιούργημα του συγγραφέα της εργασίας αυτής. Αξίζει να αναφερθεί ότι η διάταξη που εφαρμόστηκε, καθώς και οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν, είναι απλά μια επιλογή, από τις εκατοντάδες που υπάρχουν στις ημέρες μας, στο πεδίο των ηλεκτρονικών συστημάτων και αισθητήρων.

Αναλυτικότερα οι ηλεκτρονικές μονάδες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής :

- Ο μικροεπεξεργαστής Arduino Uno, ο οποίος είναι Open Source και έχει μεγάλες δυνατότητες προγραμματισμού και υποστηρίζει πλήθος εφαρμογών.
- Ο αισθητήρας θερμοκρασίας-υγρασίας είναι ο DHT 11, υψηλής ακρίβειας, χαμηλής κατανάλωσης, χαμηλού κόστους και υψηλής αντοχής.
- Ο αισθητήρας βαρομετρικής πίεσης BMP085 με μεγάλη ευαισθησία ακόμα και σε μικρές αλλαγές.
- Ένας πολύ μικρός αισθητήρας φωτός, που μεταβάλλει την αντίστασή του, ανάλογα με την ποσότητα του φωτός που δέχεται (μια φωτοαγώγιμη κυψέλη (CdS Photoconductive cell)).
- Αισθητήρας επιτάχυνσης ADXL335 τριών αξόνων, για ανίχνευση κραδασμών και κίνησης. Το εύρος ανίχνευσής του κυμαίνεται από +/-3g.
- Αισθητήρας ανίχνευσης επιπέδων μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα MQ-7. Το εύρος ανίχνευσής του είναι από 20 μέχρι 2000ppm.
- Μονάδα αποθήκευσης δεδομένων micro SD breakout board, που επιτρέπει σύνδεση με SD/MMC, βάρους 15 γραμμαρίων, με δυνατότητα εισόδου δεδομένων από έξι διαφορετικές πηγές.
- Πλατφόρμα ασύρματης επικοινωνίας μεταξύ όλων των αισθητήρων των κυψελών, Arduino Wireless SD shield, με δυνατότητα επικοινωνίας σε εξωτερικούς χώρους μέχρι 90 μέτρα. Βασίζεται στα Xbee modules.
- Ψηφιακό μίνι μικρόφωνο, για τη μέτρηση στάθμης θορύβου και καταγραφής ήχου, όταν η στάθμη αυτή υπερβεί κάποια όρια.
- Αισθητήρας μέτρηση ύψους βροχόπτωσης με υδατοευαίσθητα ποτενσιόμετρα.
- Δέκτης GPS είκοσι καναλιών ProGin SR-92, χαμηλής κατανάλωσης. Διαθέτει ενσωματωμένη κεραία και είναι υλοποιημένος με υπέρ υψηλής απόδοσης SiRFstarIII single chip αρχιτεκτονική.
- Βηματικός κινητήρας για την κίνηση των περσίδων αερισμού, ST-PM35 με δυνατότητα ακρίβειας 1.8 μοίρες ανά εντολή.
- Πλατφόρμα SIM900 για την επικοινωνία μέσω GSM / GPRS. Η GPRS αυτή μονάδα, μπορεί να επικοινωνεί με τους ελεγκτές μέσω των AT

εντολών (GSM 07.07 , 07.05 και εμπλουτισμένες με SIMCOM AT εντολές). Αυτό το module υποστηρίζει λογισμικό Power On και Reset. Επίσης περιλαμβάνει κεραία Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz και έχει πολύ μικρή κατανάλωση ρεύματος, 1.5mA σε λειτουργία αδράνειας. Έχει επίσης πολύ μικρό βάρος της τάξης των 40 γραμμαρίων.

- Χρησιμοποιήθηκαν ασύρματοι πομποί και δέκτες στα 433MHz σε RF, για την ενδοεπικοινωνία των κυψελών. Αυτά είναι όλα κατασκευασμένα από εμάς και έτσι ελαχιστοποιήθηκε τελικά το κόστος ασύρματης επικοινωνίας. Η διαμόρφωση που χρησιμοποιήθηκε ήταν ASK. Ενδεικτικά το βάρος έκαστης μονάδας πομπού ή δέκτη, είναι 7 γραμμάρια, με αμελητέα κατανάλωση ρεύματος. Αξίζει να αναφερθεί ότι το κόστος αυτών δεν ξεπερνάει τα πενήντα λεπτά του Ευρώ (0,50 Ευρώ).
- Για την αυτονομία σε ρεύμα χρησιμοποιήθηκαν εύκαμπτες φωτοβολταϊκές κυψέλες μονοκρυσταλλικού πυριτίου, τάσης λειτουργίας 12V και ισχύος 4.5W. Αυτά με τη χρήση ενός επιτηρητή φόρτισης και μιας διόδου αντεπιστροφής ρεύματος, φόρτιζαν μια μπαταρία αυτοκινήτου 12V, για να έχουν άμεσα διαθέσιμο ρεύμα όλα τα ηλεκτρονικά μας κυκλώματα.

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε ήταν κυρίως «C» καθώς και η ειδική έκδοση της γλώσσας προγραμματισμού, που δίνει η ομάδα υλοποίησης του μικροεπεξεργαστή Arduino. Οι χάρτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι της Google και είναι ανοιχτοί για χρήση από το κοινό.

Συμπεράσματα

Η μελισσοκομία στην Ελλάδα περνάει σε μια νέα εποχή. Διαμορφώνονται νέα κλιματολογικά δεδομένα, αλλάζουν ή και προσαρμόζονται οι χρήσεις γης, ανανεώνεται-εκσυγχρονίζεται το ανθρώπινο δυναμικό, και υπάρχει μεγάλη αύξηση της ζήτησης από το καταναλωτικό κοινό γενικά, για ποιοτικά και «υγιεινά» προϊόντα διατροφής.

Σε αυτό το περιβάλλον, η μελισσοκομία μπορεί όχι μόνο να επιβιώσει, αλλά και να εξελιχθεί σε βασικό άξονα της πρωτογενούς παραγωγής, που έτσι κι αλλιώς συρρικνώνεται.

Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να αλλάξει ο τρόπος άσκησης της μελισσοκομίας, αλλά και η στάση του μελισσοκόμου απέναντι στη διάθεση των προϊόντων του.

Αρωγοί σε όλη αυτήν την προσπάθεια θα πρέπει να είναι, εκτός από τους κτηνιάτρους και τις κτηνιατρικές σχολές, όλοι όσοι διαχειρίζονται και κατέχουν γνώσεις νέων τεχνολογιών. Όσο πιο γρήγορα γίνει χρήση της τεχνολογίας στον τομέα της μελισσοκομίας, τόσο πιο παραγωγικός θα γίνει και ο κλάδος αυτός.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στον αγώνα αυτό, της αύξησης της απόδοσης μιας τέτοιας μορφής ενασχόλησης, θα πρέπει κατά το δυνατόν οι μελισσοκόμοι, να καθετοποιούν τις διαδικασίες διάθεσης των προϊόντων. Ακόμα και αυτό, μπορεί να γίνει ευκολότερα με τη χρήση νέων τεχνολογιών και τεχνολογικά καταρτισμένων παραγωγών.

Με τη δημιουργία μελισσοκομικών χαρτών για τη χώρα μας και με τη συλλογή στοιχείων για την λειτουργία των μελισσών σε κάθε περιοχή, θα μπορούσαμε να αυξήσουμε σε τέτοιο βαθμό την ανταγωνιστικότητά μας, όπου εκτός από εξαγωγί προϊόντων των μελισσών, θα γινόμασταν εξαγωγί μελισσοκομικής τεχνολογίας και τεχνογνωσίας. Η συνεισφορά της επιστημονικής κοινότητας στον τομέα αυτό (όπως και αυτής εδώ της εργασίας), είναι, όχι να παράγει και να παρέχει ακριβά προϊόντα και υπηρεσίες στους μελισσοκόμους, αλλά απαλλαγμένοι από το στόχο του κέρδους, να υλοποιήσουμε χρηστικές-βιώσιμες λύσεις.

Συμπερασματικά αξίζει να αναφέρουμε, ότι οι παραπάνω αναλύσεις για την υλοποίηση και εφαρμογή των συστημάτων αυτών, είναι μια πειραματική-ερευνητική προσέγγιση και δεν αποτελούν εμπορικό προϊόν. Σκοπός ήταν να δημιουργηθεί κάτι λειτουργικό και να διαπιστωθεί στην πράξη, ότι μπορεί να συμβάλει ενεργά στη βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας. Με τις δυνατότητες που μας δίνει σήμερα η τεχνολογία, υπάρχουν χιλιάδες δυνατές υλοποιήσεις για το ίδιο σύστημα. Θα ήταν φρόνιμο λοιπόν, να μη διεκδικήσουμε ότι η λύση μας είναι η βέλτιστη δυνατή, διότι σε μια δεύτερη ανάγνωση της εργασίας αυτής, σε ελάχιστο χρονικό διάστημα, θα διαπιστωθεί ότι η τεχνολογία μας έχει και πάλι ξεπεράσει, παρέχοντας καλύτερες λύσεις.

Ως κατακλείδα της όλης ερευνητικής προσπάθειας, θα θέλαμε να παραθέσουμε μια μοναδική λύση, που αποτελεί πνευματικό μας παιδί και πιστεύουμε ότι θα αποτελέσει ένα εργαλείο, που μαζί με όλα τα παραπάνω, θα οδηγήσουν τη μελισσοκομία στο απόγειό της. Το σύστημα που θα παρουσιαστεί παρακάτω, προτιμήσαμε να το αναφέρουμε μόνο του και στο τέλος, αφενός μεν, γιατί δεν ανήκει

στο πλαίσιο του συστήματος εποπτείας των κυψελών, αφετέρου αποτελεί έναυσμα για έρευνα στον τομέα αυτό.

Το σύστημα αυτό εξελίχθηκε σε συνεργασία με την Ουκρανική εταιρία «nets-supplier». Ξεκίνησε ως μια ακριβή και πολύπλοκη κατασκευή και μετά από συστηματική δουλειά και πειραματισμό σε πραγματικές συνθήκες, έφτασε να είναι ένα πολύτιμο και εύχρηστο εργαλείο στα χέρια των μελισσοκόμων.

Παρακάτω θα αναφέρουμε κάποια στοιχεία για τη λειτουργικότητά της συσκευής αυτής. Πρόκειται για μια υψηλής ποιότητας, συσκευή θέρμανσης της κυψέλης. Έχει τη μορφή μεταλλικής πλάκας, είναι εξωτερικά κατασκευασμένη από INOX και εσωτερικά φέρει καλώδια χαλκού μικρής διατομής. Έχει εσωτερικό θερμοστάτη, για τη διατήρηση της θερμοκρασίας της πλάκας θέρμανσης, όχι πάνω από 50°C. Η ισχύς της είναι 12W, η τάση λειτουργίας είναι 12V και δύναται να τροφοδοτηθεί από μπαταρία αυτοκινήτου, είτε από οποιαδήποτε άλλη πηγή 12V συνεχούς ρεύματος. Η συσκευή αυτή θέρμανσης, είναι πλήρως αδιάβροχη και δεν έχει περιορισμό στις ώρες λειτουργίας της. Είναι ενσύρματα συνδεδεμένη με τον server του συστήματος και δουλεύει σε συνεργασία με το δίκτυο αισθητήρων.

Κατασκευάστηκε για να διατηρεί τη θερμοκρασία της κυψέλης, μέχρι τους 35°C. Έχει μεγάλη εφαρμογή κατά τους χειμερινούς μήνες, όπου οι μέλισσες είναι κλεισμένες εντός των κυψελών. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μια κυψέλη που διατηρεί γόνο το χειμώνα, πρέπει να διατηρεί θερμοκρασία 32°–34°C. Για να επιτευχθεί αυτό από τις μέλισσες, απαιτεί ολοένα και μεγαλύτερη κατανάλωση μελιού. Όσο χαμηλότερη είναι η εξωτερική θερμοκρασία, τόσο αυξάνεται και η κατανάλωση. Ακόμα όμως και να μη διατηρεί γόνο, οι ενεργειακές απαιτήσεις για τους ψυχρούς μήνες, είναι μεγάλες. Αυτό είναι εμφανώς, ένα διαφυγόν κέρδος για τους μελισσοκόμους. Αξίζει να παραθέσουμε ένα παράδειγμα πλήρους συνεργασίας των συστημάτων.

Η εποπτεία του συστήματος, στις 24 Δεκεμβρίου 2012, για κυψέλες που ήταν εγκατεστημένες στην περιοχή των Τρικάλων, έδειξε το εξής :

- Θερμοκρασία εντός κυψέλης : 24°C
- Υγρασία κυψέλης 70%
- Στάθμη CO₂ εντός ορίων
- Ροπή καιρικών συνθηκών : Σχηματισμός πάχνης (σύμφωνα με έλεγχο σημείου δρόσου)

Κατόπιν γίνεται η ενημέρωση του μελισσοκόμου... Ο μελισσοκόμος αφήνει το σύστημα να δράσει αυτοβούλως. Ακολουθούν οι εξής ενέργειες :

- Ενεργοποίηση της πηγής θέρμανσης
- Αναμονή μέχρι να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία στο επιθυμητό επίπεδο. (Στην κυψέλη αυτή είναι ενεργοποιημένη και η παράμετρος «ύπαρξης γόνου»).
- Η θερμοκρασία σταθεροποιείται στους 32°C
- Το επίπεδο υγρασίας και CO₂ λόγω έντονου μεταβολισμού των μελισσών και της ανόδου της θερμοκρασίας, τίθεται εκτός ορίων.

Ειδοποιείται με ALARM ο μελισσοκόμος, ο οποίος και πάλι δεν προβαίνει σε καμία ενέργεια.

- Ο server ενεργοποιεί το άνοιγμα των περσίδων αερισμού, με ελάχιστο ρυθμό, δύο μοίρες κλίσης, κάθε δύο λεπτά, για να μην υπάρξει απότομη μεταβολή-σοκ των μελισσών.
- Διατηρεί ενεργό το σύστημα θέρμανσης

- Όταν όλα επανέλθουν στο φυσιολογικό. Δηλώνει πέρας της διαδικασίας, κλείνοντας τις περσίδες και την πηγή θέρμανσης.

Τέλος, η μεγάλη χρησιμότητα της εφαρμογής αυτού του συστήματος, για τη θέρμανση της κυψέλης, μπορεί να φανεί ακόμα καλύτερα, δίνοντας ποσοτικά στοιχεία, όπως αυτά προέκυψαν από μετρήσεις σε πραγματικό περιβάλλον :

- Υπήρξε διπλασιασμός του έμβιου δυναμικού της κυψέλης, λόγω της εκκόλαψης του γόνου σε ιδανικές συνθήκες («δυνατό μελίσσι»).
- Ο πληθυσμός ήταν πιο δραστήριος, λόγω λιγότερης καταπόνησής του, για επιβίωση τους κρύους μήνες.
- Οι κυψέλες που είχαν το σύστημα θέρμανσης, ξεκίνησαν πολύ γρηγορότερα να παράγουν μέλι. Χαρακτηριστικό είναι ότι από τις κυψέλες αυτές, πήραμε πάνω από 20 κιλά μέλι μέχρι τέλος Μαΐου, ενώ πολλές από τις υπόλοιπες ακόμα παρήγαγαν γόνο.
- Γενικότερα, ομάδες κυψελών με χρήση θέρμανσης, ακόμα και καλοκαιρινούς μήνες σε ορεινές περιοχές, μπορούν να αυξήσουν την απόδοσή τους, από 2 μέχρι 4 φορές, σε σχέση με τις λοιπές ομάδες.

Το μεγαλύτερο όμως πλεονέκτημα του παραπάνω συστήματος, είναι η εξοικονόμηση κατά μέσο όρο, 15 κιλών μελιού ανά κυψέλη, σε κάθε σεζόν. Αυτό προκύπτει από τη μειωμένη ανάγκη για παραγωγή θερμότητας από της μέλισσες, που ως φυσικό επακόλουθο έχει τη μείωση κατανάλωσης τροφής. Αν σκεφτεί κανείς ότι το μέλι έχει μέση τιμή πώλησης 10 Ευρώ ανά κιλό, μπορεί αναλογιστεί το μέγεθος του οικονομικού οφέλους. Όσο για τις ανάγκες σε ρεύμα από το δίκτυο, αυτές μπορούν σχεδόν να μηδενιστούν, με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, ειδικά στη χώρα μας, που υπάρχει επαρκής ηλιοφάνεια όλο το χρόνο. Ακόμα όμως και αν αυτό δε είναι εφικτό, το κόστος ρεύματος είναι μηδαμινό, σε σχέση με την αξία του προϊόντος που εξοικονομείται και την διατήρηση της καλής υγείας των μελισσών.

Είμαστε διαθέσιμοι σε όποιον θέλει να εξελίξει, οτιδήποτε από όσα πραγματεύονται στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία και αυτό ας αποτελέσει ένα αντισταθμιστικό όφελος για την κοινωνία, ως προς την αρτιότητα των σπουδών που μας παρείχε.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

- Γούναρη, Σ. (2004α). Μελισσοκομική Επιθεώρηση, 18(6):338-343
- Γούναρη Σ., Μαθιόπουλος Μ, Σταθάς Γ και Εμμανουήλ Ν, (2004). Στοιχεία βιοοικολογίας και φαινολογίας του *Phsykokermes hemicryphus* Dalman
- Θρασυβούλου Α. και Μανίκης Ι. (1998). Ταυτότητα του Ελληνικού Μελιού, Μελισσοκομική Επιθεώρηση, 5:217-221
- Γούναρη Σ. , Σύστημα Εντατικής Εκμετάλλευσης των Μελισσών. Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών Αθηνών, ΕΘΙΑΓΕ.
- Kidd, Sue Monk (2003). Η κρυφή ζωή των μελισσών (μυθιστόρημα), Ελληνικά Γράμματα.
- Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ (1996), «Η μέλισσα και τα προϊόντα της», πρακτικά Στ' τριημέρου εργασίας, Χαλκιδική.

Ξενόγλωσση

- Ascencot, M. and Lensky, Y. (1988). The effect of soluble sugars in stored royal jelly on the differentiation of female honeybee (*Apis mellifera*L.) larvae to queens. *Insect Biochemistry*, 18:127-133.
- Barker, R. (1990). Poisoning by plants. In: *Honey Bee Pests, Predators and Diseases*. Cornell University Press, p. 305-328.
- Bianchi, F., Careru, M. and Musci, M. (2005). Volatile norisoprenoids as markers of botanical origin of Sardinian strawberry-tree (*Arbutus unedo*L.) honey: haracterisation of aroma compounds by dynamic headspace extraction and gas chromatography–mass spectrometry. *Food Chemistry*, 89:527-532.
- Boch, R. D. A. (1970). Efficacies of two alarm substances of the honey bee. *Journal of Insect Physiology*, 16:17-24.
- Bouga M., Harizanis, P., Kiliyas, G. and Alahiotis, S. (2005). Genetic divergence and phylogenetic relationships of Honey Bee *A. mellifera* (Hymenoptera: Apidae) populations from Greece and Cyprus using PCR – RFLP analysis of three mt DNA Segments. *Apidologie*, 36(3):344-353.
- Brown, R. (1985). *Beekeeping, a seasonal guide*. B. T. Basford, London. 192 pp.
- Calderone, N.W. (1988). The genetic basis for the evolution of the organization of work in colonies of the honey bee, *Apis mellifera*(Hymenoptera: Apidae). Ph.D dissertation, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Dade, H. A. (1962). *Anatomy and Dissection of the Honeybee*. International Bee Research Association. London. 158 pp.
- del Hoyo M. L, Basulaldo, M., Corenzo, A., Palacio, M. A., Rodriguez, E. M. and Bedascarrasbure E. (2001). Effects of shaking honey bee colonies affected by American foulbrood on *Paenibacillus* larvae larvaespore loads. *Journal of Apicultural Research*, 40(2):65-69.
- Delaplane, K. (1991). Strictly for the hobbyist: Robbing. *American Bee Journal*, 131(8):487-488.

- Dobrovoda, I. (1967). Psychoneuroses and royal jelly with complement: false euphoria. In Proceedings of the XXIst International Congress of Apiculture, Bucharest. Apimondia, p. 551-553.
- Duff, S.R. and Furgala, B. (1986). Pollen trapping honey bee colonies in Minnesota. Part II: Effect on foraging activity, honey production, honey moisture and nitrogen content of adult workers. American Bee Journal, 126(11):755-768.
- Free, J. B. (1987). Pheromones of social bees. Chapman and Hall Ltd, London, UK, 218 pp.
- Geroghieva, E. and Vassiliev, V. (1983). Royal jelly in chronic renal insufficiency. In Proceedings of the XXIXth International Congress of Apiculture, Budapest. Apimondia, p. 329.
- Gilliam, M., Taber, S. and Richardson, G.V. (1983). Hygienic behavior of honey bees in relation to chalkbrood disease. Apidologie, 14:29-39.
- Greuter, W., Burdet, H. M. and Long, G. (1986). Med-checklist 3. Dicotyledones (Convolvulaceae-Labiatae). Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Geneve, Geneve. 395 pp + Appendix.
- Grout, R. A. (1953). The importance of bees wax. American Bee Journal, 93(7):286.