

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Τίτλος: «Ορεινή γεωργία στην περιοχή Φλαμπουρεσίου του Νομού Τρικάλων:
παραγωγικότητα και συμβολή στη διατήρηση της βιοποικιλότητας»**



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: Πλεξίδα Σοφία, Γεωπόνος
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Σφουγγάρης Αθανάσιος, Επίκουρος Καθηγητής

ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

- Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής
- Παπαδόπουλος Νικόλαος, Επίκουρος Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	8
2.1 Ορεινός χώρος και πρωτογενής τομέας	8
2.1.1 Διάρθρωση και προβλήματα του ορεινού αγροτικού χώρου.....	9
2.1.2 Εγκατάλειψη των ορεινών καλλιεργειών και φυσική επέκταση του δάσους	13
2.2 Παραγωγικότητα καλλιεργειών	15
2.2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα.....	19
2.2.2 Συγκριτική απόδοση καλλιεργειών ορεινής, ημιορεινής και πεδινής ζώνης	23
2.3 Βιοποικιλότητα	24
2.4 Εκτίμηση της βιοποικιλότητας	28
2.4.1 Δείκτες πλούτου ειδών.....	30
2.4.2 Δείκτες ποικιλότητας.....	31
2.4.3 Δείκτης κυριαρχίας	33
2.4.4 Δείκτης ισοκατανομής ειδών	33
2.4.5 Δείκτες ομοιότητας	34
2.5 Μορφές γεωργίας και επίδρασή τους στη ζωϊκή ποικιλότητα των αγροτικών οικοσυστημάτων	35
2.6 Ποικιλότητα εντομοπανίδας σε αγροτικά οικοσυστήματα	38
2.7 Ποικιλότητα ορνιθοπανίδας.....	41
2.8 Επίδραση ετερογένειας του ενδιαιτήματος και επίδραση του ορίου (<i>edge</i> <i>effect</i>) στην ποικιλότητα της εντομοπανίδας και ορνιθοπανίδας.....	44
3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	47
4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	48
4.1 Οριοθέτηση της περιοχής.....	48
4.2 Γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά	50
4.3 Μετεωρολογικά στοιχεία	53
4.4 Καθεστώς προστασίας	56
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	59

5.1	Πρωτογενής παραγωγή	59
5.2	Δειγματοληψίες εντομοπανίδας και ορνιθοπανίδας	59
5.3	Στατιστική ανάλυση	64
6.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	67
6.1	Αποδόσεις πρωτογενούς παραγωγής	68
6.2	Αφθονία της εντομοπανίδας	71
6.3	Επίδραση του ενδιαιτήματος στην κατανομή της εντομοπανίδας.....	80
6.3.1	Χειμερινά σιτηρά	83
6.3.2	Καλαμπόκι	85
6.3.3	Εκτάσεις σε αγρανάπαυση	87
6.3.4	Ακακίες	89
6.3.5	Λιβάδια	91
6.3.6	Οικοτόνος.....	93
6.3.7	Δρυοδάσος	95
6.4	Δείκτες βιοποικιλότητας για την εντομοπανίδα	97
6.5	Ομαδοποίηση των ενδιαιτημάτων με βάση την εντομοπανίδα	99
6.6	Αφθονία εντόμων σε φυσικά και αγροτικά οικοσυστήματα.....	101
6.7	Παρουσία και κατανομή ορνιθοπανίδας.....	104
6.7.1	Ομαδοποίηση ενδιαιτημάτων με βάση την ορνιθοπανίδα.....	106
6.7.2	Ορνιθοπανίδα και ετερογένεια του ενδιαιτήματος	108
7.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	110
7.1	Μορφή ορεινής γεωργίας και προβλήματα παραγωγικότητας σιτηρών	110
7.2	Κοινή Αγροτική Πολιτική και ορεινή γεωργία.....	111
7.3	Επίδραση της ορεινής γεωργίας στην ποικιλότητα των ειδών	113
7.3.1	Εντομοπανίδα	114
7.3.2	Ορνιθοπανίδα	116
7.4	Αειφορική διαχείριση των αγροοικοσυστημάτων του ορεινού χώρου.....	118
8.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	120
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	123

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου τόσο στον επιβλέποντα αυτής της διατριβής Επίκουρο Καθηγητή μου κ. Σφουγγάρη Αθανάσιο για τα γόνιμα ερεθίσματα και τις κρίσεις του, όσο και στα άλλα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον Καθηγητή κ. Δαναλάτο Νικόλαο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Παπαδόπουλο Νικόλαο για την καθοδήγησή τους στην πορεία προετοιμασίας της εργασίας. Ευχαριστίες οφείλονται επίσης στο γεωπόνο-εδαφολόγο του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε κ. Τούλιο Μαργαρίτη για τις υποδείξεις του σχετικά με τα γεωλογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας, καθώς και στο γεωπόνο κ. Μπαμνάρα Αθανάσιο για τη συμβολή του στη δειγματοληψία των εντόμων. Θερμές ευχαριστίες οφείλονται στο γεωπόνο κ. Θεόδωρο Τσιλιγιάννη για τη βοήθειά του στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων πεδίου. Τέλος, βαθιά ευγνωμοσύνη οφείλεται στους γονείς μου που σεβάστηκαν και υλοποίησαν το όνειρο μου και στο σύζυγό μου Χρήστο, ο οποίος υπήρξε καρτερικός συνοδοιπόρος μου κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών στην περιοχή έρευνας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χαμηλής έντασης γεωργία που εφαρμόζεται στην ορεινή περιοχή Φλαμπουρεσίου του νομού Τρικάλων σε συνδυασμό με τις τελευταίες αναμορφώσεις της κοινής αγροτικής πολιτικής επιδρούν στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η έκταση της περιοχής ξεπερνά τα 2.300 εκτάρια και βρίσκεται στα Αντιχάσια Όρη. Στην εργασία αυτή καταγράφεται η εξέλιξη κατά την τελευταία δεκαετία των γεωργικών καλλιεργειών, συνολικής έκτασης 400 εκταρίων. Ειδικότερα, καταγράφηκε ο αριθμός των στρεμμάτων ανά καλλιέργεια και οι αποδόσεις αυτών, ώστε να συγκριθούν με τα αντίστοιχα δεδομένα ημιορεινής και πεδινής περιοχής του ίδιου δήμου. Την περίοδο Μαΐου 2006-Ιανουαρίου 2007 διερευνήθηκε η σύνθεση των ειδών της εντομοπανίδας και της ορνιθοπανίδας στα αγροτικά οικοσυστήματα της περιοχής, ήτοι: σιτάρι, καλαμπόκι, εκτάσεις αγρανάπαυσης, φυτείες ψευδακακίας, λιβάδια, οικοτόνος καλλιεργειών - δρυοδάσους και δρυοδάσος. Ειδικότερα, καταγράφηκε ο αριθμός των ειδών εντόμων και πουλιών, η αφθονία τους και η πυκνότητα των αναπαραγόμενων ζευγαριών των πουλιών ανά εκτάριο. Για την σημαντικότητα του τύπου ενδιαιτήματος ως προς την ποικιλία των ειδών χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες ποικιλότητας, κυριαρχίας και ισοκατανομής. Όλες αυτές οι παράμετροι συγκρίθηκαν μεταξύ των επτά ενδιαιτημάτων της περιοχής έρευνας. Τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλή παραγωγικότητα των καλλιεργειών στην ορεινή ζώνη, αλλά υψηλή ποικιλότητα ειδών εντομοπανίδας και ορνιθοπανίδας στο μωσαϊκό τοπίο της περιοχής. Τα ενδιαιτήματα διαφοροποιούνται ως προς την εντομοπανίδα από τις εκτάσεις αγρανάπαυσης, τα λιβάδια και τα χειμερινά σιτηρά, καθώς φιλοξενούν τα περισσότερα είδη. Το καλαμπόκι έχει πολύ μικρή συνεισφορά. Στον οικοτόνο, το δρυοδάσος και τις ακακίες η πυκνότητα των αναπαραγόμενων ζευγαριών πουλιών ήταν υψηλότερη σε σχέση με τα υπόλοιπα ενδιαιτήματα. Η ορεινή γεωργία στην περιοχή έρευνας φαίνεται ότι ευνοεί την βιοποικιλότητα, ωστόσο όμως το εισόδημα του παραγωγού κινείται σε χαμηλά επίπεδα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρουσία του ανθρώπου στο νότιο άκρο της Βαλκανικής χερσονήσου είναι ιδιαίτερα μακρόχρονη δημιουργώντας ένα έντονα ανθρωπογενές περιβάλλον. Οι παραδοσιακές ανθρώπινες δραστηριότητες χαμηλής έντασης που χαρακτηρίζουν τη μεσογειακή περιοχή εδώ και εκατοντάδες έτη, όπως η χρήση της φωτιάς, η εκτενής, αλλά νομαδικής μορφή βόσκηση του ζωικού κεφαλαίου και η καλλιέργεια μικρών γεωργικών τεμαχίων, έχουν διαμορφώσει μια πλούσια σε είδη, ετερογενή μορφή ενδιαιτημάτων. Παράγοντες όπως η γεωγραφική θέση, η γεωλογία, το κλίμα, αλλά και ο άνθρωπος, είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία τοπικών «θερμών κηλίδων» (*hotspot areas*) με αυξημένη βιοποικιλότητα (Blondel and Aronson 1999).

Φαίνεται ότι η βιοποικιλότητα, η αξία της γης, η κοινωνική και πολιτιστική κληρονομιά επηρεάζονται σημαντικά από την επέκταση των δασικών περιοχών, αν και το ζήτημα αυτό είναι ακόμα αμφιλεγόμενο (Conti and Fagarazzi 2004). Ειδικότερα, η εγκατάλειψη των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, είτε με τη μορφή της γεωργίας είτε της κτηνοτροφίας, η γενικότερη εγκατάλειψη των ορεινών περιοχών από τους κατοίκους με συνέπεια την εγκατάλειψη της γης και την ανεξέλεγκτη φυσική δάσωση οδηγούν στην περιθωριοποίηση της γεωργίας (*marginalization*). Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζει τις ευρωπαϊκές ορεινές περιοχές και αποτελεί σοβαρή απειλή για την ποικιλότητα: οι ορεινές περιοχές είναι πραγματικά «μια δεξαμενή ποικιλότητας ενδιαιτημάτων και πολιτιστικών συνηθειών που εκφράζεται μέσα από μία θαυμάσια ποικιλία των πολιτιστικών τοπίων» (Euromontana 2000). «Η απώλεια βιολογικής ποικιλότητας από ένα μεγάλο μέρος του καλλιεργήσιμου εδάφους της Ευρώπης είναι κατά μεγάλο μέρος αποτέλεσμα της συνεχιζόμενης συρρίκνωσης της εκτατικού τύπου και παραδοσιακής μορφής πολυκαλλιέργειας. Η εντατικοποίηση της γεωργίας και η εγκατάλειψη της καλλιέργειας σε συγκεκριμένες περιοχές σηματοδοτεί την ανάγκη για άμεση λήψη μέτρων διατήρησης της βιοποικιλότητας».

Τα γεωργικά οικοσυστήματα υποστηρίζουν μία μεγάλη και ποικίλη μικροπανίδα εδάφους, εντομοπανίδα και αναμφίβολα μεγάλη ποικιλότητα πουλιών, των οποίων η σπουδαιότητα αναγνωρίζεται και μελετάται συνεχώς. Στα δάση και τα λιβάδια, η σημασία της δραστηριότητας της μικροπανίδας έχει ήδη αναγνωριστεί και

αξιολογηθεί, αφού επηρεάζουν τις λειτουργίες αποσύνθεσης, τη ροή της ενέργειας, τους κύκλους των θρεπτικών στοιχείων, την πρωτογενή παραγωγικότητα και τη δομή του εδάφους (Swift *et al.* 1979, Mitchell and Nakas 1986). Εντούτοις, η πανίδα στα γεωργικά οικοσυστήματα αγνοείται κατά ένα μεγάλο μέρος από τους αγρονόμους, αφού ενδιαφέρονται περισσότερο για τους παράγοντες που επηρεάζουν τις αποδόσεις, τις ασθένειες και τη βελτίωση των φυτών μεγάλης καλλιέργειας, με εξαίρεση εκείνους τους οργανισμούς που προκαλούν οικονομική ζημία στις συγκομιδές.

Τρέχοντα ερευνητικά προγράμματα τείνουν να συνδυάζουν προσπάθειες διαφορετικών ομάδων επιστημόνων, όπως οικολόγων, εντομολόγων, μικροβιολόγων, εδαφολόγων, γενετιστών, γεωπόνων, δασολόγων κ.ά. Για τους ζωολόγους, η ταξινόμηση της πανίδας σε λειτουργικές ομάδες (*functional groups*) συνέβαλε στην ερμηνεία της επίδρασης της πανίδας στις διάφορες λειτουργίες του οικοσυστήματος. Η έννοια της λειτουργικής ομάδας, που αναπτύχθηκε από τους οικολόγους ρεμάτων (*stream ecologists*) (Cummins 1974, Wallace 1988), έχει επιτύχει ιδιαίτερα στις μελέτες των ερήμων (Santos and Whitford 1981, Parker *et al.* 1984) και των λιβαδιών.

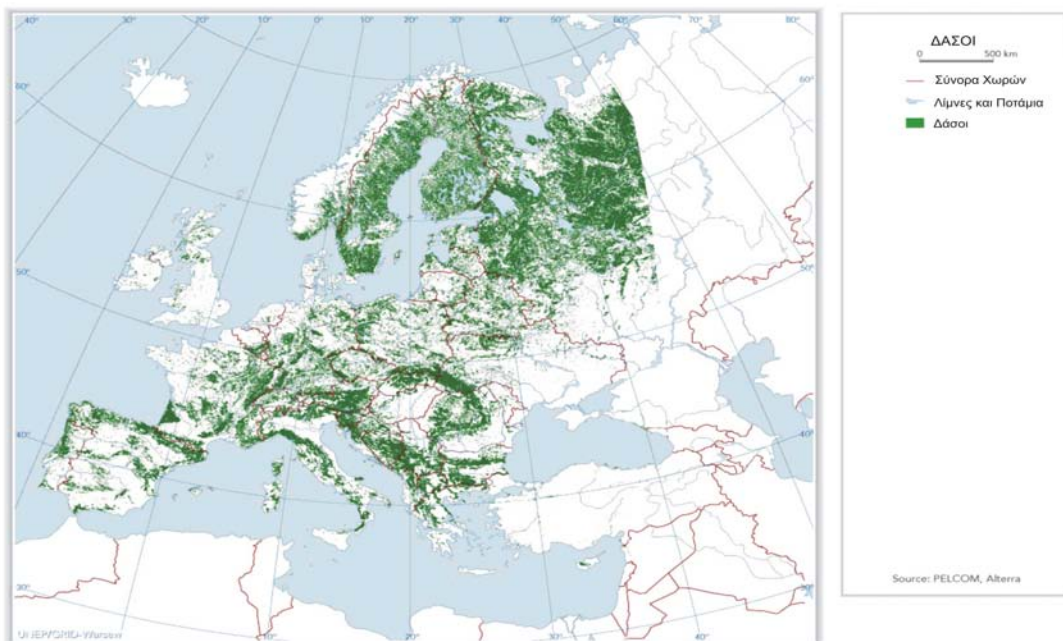
Άλλωστε, η γεωργία έχει αναγνωριστεί ως ένας τύπος χρήσης γης που επηρεάζει μέχρι και το 65% των σημαντικών για τα πουλιά περιοχών (Heath and Evans 2000). Οι πρακτικές διαχείρισης αφορούν ως επί το πλείστον τις προσθήκες σπόρων και λιπασμάτων σε οργωμένες εκτάσεις, τις οποίες ακολουθούν καλλιέργειες, άρδευση και εφαρμογές φυτοφαρμάκων. Μερικές από αυτές τις πρακτικές μιμούνται και υποκαθιστούν τις φυσικές επιδράσεις της μικροπανίδας στα φυσικά οικοσυστήματα. Με τη στροφή στη γεωργική πρακτική προς τη «χαμηλών εισροών» γεωργία ή τη βιώσιμη γεωργία, το ενδιαφέρον για το λειτουργικό ρόλο της πανίδας έχει γιγαντωθεί (Lowrance *et al.* 1984, Ryszkowski 1985, Hendrix *et al.* 1986). Πράγματι, τα καλλιεργητικά συστήματα χαμηλής έντασης εκτιμούνται όλο και περισσότερο από την κοινωνία για τη δυνατότητά τους να συμβάλουν στη διατήρηση πλούσιων ενδιαιτημάτων (EC 1997).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Ορεινός χώρος και πρωτογενής τομέας

Οι ορεινοί όγκοι, όπως δηλώνεται στην Agenda 21, κεφάλαιο 13, παρέχουν ποικίλους πόρους και υπηρεσίες ζωτικής σημασίας (UNCED 1992): εδαφική προστασία, διατήρηση της βιοποικιλότητας, αύξηση του ξύλου και άλλων δασικών προϊόντων, χώρο για ψυχαγωγικές δραστηριότητες, ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων και φυσική πρόληψη κινδύνων. Τα βουνά καλύπτουν το ένα πέμπτο της επιφάνειας του παγκόσμιου εδάφους, παρέχοντας μία άμεση βάση για την υποστήριξη της επιβίωσης της ανθρωπότητας (Conti and Fagarazzi 2004). Όσο αφορά στην Ευρωπαϊκή Ένωση (EU-25), οι ορεινές περιοχές καλύπτουν το 30% της επικράτειάς της (Εικόνα 1), ενώ σε έξι χώρες μέλη, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας και της Ιταλίας, καλύπτουν ακόμη περισσότερο και από το 50% του συνολικού εδάφους. Επιπλέον, το έτος 2002 περίπου το 20% της χρησιμοποιούμενης γεωργικής γης της Ευρωπαϊκής Ένωσης χαρακτηρίστηκε ως ορεινή περιοχή και το 27% των υπολοίπων εκτάσεων συμπεριλήφθηκαν στην ορεινή επικράτεια (Price *et al.* 1998).



Εικόνα 1. Χάρτης δασών της Ευρώπης (Πηγή: <http1>).

Η Ελλάδα είναι κατεξοχήν ορεινή χώρα. Εκτιμάται ότι το 70% περίπου της ελληνικής γης αποτελείται από λόφους και όρη και οι πραγματικές πεδινές περιοχές δεν ξεπερνούν το 30% ([http 2](#)). Ο ορεινός χώρος της καταλαμβάνει έκταση 77,6 εκατ. στρεμμάτων (Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006, Υπουργείο Γεωργίας), από τα οποία τα 13,08 (17%) είναι καλλιεργήσιμη έκταση, τα 36,42 (47%) βοσκότοποι και τα 24,02 (31%) δάση. Το 60% περίπου των ελληνικών δασών και δασικών περιοχών βρίσκονται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 600m, ενώ ένα ποσοστό 18% βρίσκεται πάνω από τα 1200m (ΕΚΠΑΑ 2003). Η υψομετρική αυτή κατανομή σε συνδυασμό με την αστικοποίηση και την εγκατάλειψη των ορεινών περιοχών είχε ως αποτέλεσμα τις περιορισμένες αποψιλώσεις για τη δημιουργία καλλιεργήσιμων εκτάσεων και την επέκταση των οικισμών. Σημαντικό χαρακτηριστικό του φυσικού περιβάλλοντος των ορεινών περιοχών είναι ο εξαιρετικός πλούτος της βιοποικιλότητας. Απαντώνται, ανάλογα με την περιοχή, οικοσυστήματα και τοπία μεσογειακού τύπου, αλπικά (Όλυπος, Σμόλικας, Τύμφη, Βόρας και άλλες οροσειρές) και σκανδιναβικά (Ροδόπη). Ιδιαίτερα αυξημένη είναι και η γενετική ποικιλότητα, δηλαδή διαφορές κληρονομικών καταβολών μέσα σε ένα είδος, λόγω της γεωγραφικής θέσης της χώρας, της ποικιλίας των κλιματικών τύπων, της ορογραφικής διαμόρφωσης, αλλά και της μετανάστευσης από βορειότερα άλλων ειδών τα οποία βρήκαν σε αυτή καταφύγιο την περίοδο μετά τους παγετώνες (Παπαδημάτου 2002).

2.1.1 Διάρθρωση και προβλήματα του ορεινού αγροτικού χώρου

Κατά την απογραφή του 2001, καταγράφηκαν 1.505 ημιορεινές και 2.138 ορεινές κοινότητες, δηλαδή 3.643 ορεινοί, με την ευρύτερη έννοια, οικισμοί που καταλαμβάνουν περίπου 94 εκατ. στρέμματα, δηλαδή το 70% (41% ορεινό και 29% ημιορεινό) του συνόλου της έκτασης της χώρας (132 εκατ. στρέμματα). Η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας (ΕΣΥΕ) χαρακτηρίζει ως ημιορεινές τις κοινότητες που η εδαφική περιοχή τους βρίσκεται στους πρόποδες ορεινών όγκων ή η έκτασή τους μοιράζεται η μισή περίπου στην πεδιάδα και η άλλη μισή στον ορεινό όγκο, αλλά πάντα με υψόμετρο μέχρι 800 μέτρα για το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής της κοινότητας. Ορεινές χαρακτηρίζονται οι κοινότητες που είτε το μεγαλύτερο μέρος τους βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των 800 μέτρων ή η εδαφική τους επιφάνεια είναι πολύ κεκλιμένη και κατεξοχήν ανώμαλη, χωρίζεται δε από

χαράδρες ή καλύπτεται από ορεινούς όγκους που δημιουργούν πολλαπλές εδαφικές πτυχώσεις με υψομετρικές διαφορές μεγαλύτερες από 400 μέτρα (ΕΣΥΕ 1995).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση καθιέρωσε τους όρους ορεινές - μειονεκτικές - προβληματικές περιοχές, για τις οποίες προβλέπονται ειδικά μέτρα από την Κοινή Αγροτική Πολιτική, και τα οποία έχουν ως στόχο να αντισταθμίσουν τις συνέπειες των φυσικών και κοινωνικοοικονομικών αντιξοοτήτων (μικρότερη βλαστητική περίοδος, δυσκολία διανομής προϊόντων) σε σχέση με τις πιο προνομιούχες περιοχές, τις δυναμικές. Οι όροι αυτοί χρησιμοποιούνται και στην Ελλάδα από το 1983, στις Έρευνες Διάρθρωσης των Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων (Ε.Δ.Γ.Ε.), που διενεργούνται από την ΕΣΥΕ. Μια περιοχή χρήζει ειδικής μεταχείρισης εάν είναι ορεινή, μειονεκτική ή/και προβληματική. Σύμφωνα με το ενημερωτικό σημείωμα του Υπουργείου Γεωργίας (17/7/1997) (Καρανικόλας και Μαρτίνοβ 1999) για την ένταξη των Δήμων, Κοινοτήτων και Οικισμών της Ελλάδας στις περιοχές της Οδηγίας 75/268/ΕΟΚ :

A. Στις **Ορεινές Περιοχές** (Άρθρο 3, Παρ. 3) εντάσσονται Δήμοι, Κοινότητες και Οικισμοί που έχουν τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- (α) η κτηματική τους έκταση βρίσκεται σε υψόμετρο πάνω από 800 μέτρα,
- (β) η κτηματική τους έκταση βρίσκεται μεταξύ 600-800 μέτρων και οι κλίσεις του εδάφους είναι τουλάχιστον 16%,
- (γ) η κτηματική τους έκταση βρίσκεται σε υψόμετρο κάτω από 600 μέτρα με κλίσεις εδάφους τουλάχιστον 20%.

B. στις **Μειονεκτικές Περιοχές** (Άρθρο 3, Παρ. 4) εντάσσονται Δήμοι, Κοινότητες ή οικισμοί που αποτελούν ομοιογενείς ζώνες και χαρακτηρίζονται από χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού, άγονο έδαφος και χαμηλό εισόδημα. Ειδικότερα θα πρέπει:

- (α) η πυκνότητα του πληθυσμού να είναι μέχρι 45 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο,
- (β) το γεωργικό εισόδημα να είναι μικρότερο του 80% του μέσου όρου της χώρας,
- (γ) οι αποδόσεις των κυριότερων καλλιεργειών να είναι μέχρι 80% του μέσου όρου της χώρας.

Γ. στις **Περιοχές με Ειδικά Προβλήματα** (Άρθρο 3, Παρ. 5) εντάσσονται σε ζώνες, Δήμοι και Κοινότητες νησιωτικών και παραμεθόριων περιοχών, που έχουν, λόγω της θέσης τους, ειδικά προβλήματα, το γεωργικό εισόδημά τους φθάνει μέχρι το 80% του μέσου όρου της χώρας και η γονιμότητα των εδαφών τους είναι χαμηλή,

με αποδόσεις των κυριότερων καλλιεργειών μικρότερες του 80% του μέσου όρου της χώρας.

Ο πρωτογενής τομέας της παραγωγής θεωρείται ως παράγοντας κοινωνικής και οικονομικής συνοχής, ο οποίος συμβάλλει ιδιαίτερα στην απασχόληση των κατοίκων των ορεινών περιοχών της χώρας. Οι απασχολούμενοι στον πρωτογενή τομέα που κατοικούν σε ορεινές και μειονεκτικές περιοχές αντιπροσωπεύουν το 61,7% του συνόλου των απασχολουμένων στον πρωτογενή τομέα. Αδιαμφισβήτητα υπάρχει στενή εξάρτηση των ορεινών περιοχών από τη γεωργία, την κτηνοτροφία και τη δασοπονία, γι' αυτό τα μέτρα πολιτικής της γης που λαμβάνονται, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο, αφορούν ως επί το πλείστον στους τομείς αυτούς και τις συναφείς δράσεις.

Είναι γνωστό ότι η διάρθρωση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων είναι προβληματική για αντικειμενικούς λόγους, όπως:

- το έντονο και ραγδαία εναλλασσόμενο ανάγλυφο,
- ο κατακερματισμός και η μεγάλη διασπορά των μοναδιαίων ιδιοκτησιών,
- το μέσο μέγεθος των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στις ορεινές περιοχές δεν ξεπερνά τα 33 στρέμματα που αντιστοιχεί μόλις στο 75% του μέσου όρου της χώρας,
- η πολυσχιδής υδρογραφική μορφολογία επιτείνει το πρόβλημα του πολυτεμαχισμού (6,8 αγροτεμάχια έναντι 4,8 του μέσου όρου της χώρας) (Καρανικόλας και Μαρτίνοσ 1999),
- οι δυσμενείς εδαφοκλιματικές συνθήκες, όπως μεγάλο υψόμετρο, έντονες κλίσεις εδάφους, φτωχή άρδευση [παρά το μεγαλύτερο ύψος βοχοπτώσεων το ποσοστό των αρδευόμενων εκτάσεων φτάνει μόνο το 20,2% ενώ στο σύνολο της χώρας αρδύεται το 35,2% των καλλιεργούμενων εκτάσεων (ΕΣΥΕ 1993)], μικρή βλαστητική περίοδος, βοσκότοποι κατάλληλοι μόνο για αιγοπρόβατα,
- η χαμηλή παραγωγική δυνατότητα των καλλιεργειών,
- οι γεωργικές εκτάσεις σταδιακά εγκαταλείπονται, και
- ο δείκτης γήρανσης των αρχηγών των εκμεταλλεύσεων είναι σημαντικά υψηλότερος σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές.

Η εθνική πολιτική γης στον αγροτικό τομέα και τις ορεινές περιοχές, όπως άλλωστε συμβαίνει πλέον και σε κάθε μορφή πολιτικής, αποτελεί κυρίως υιοθέτηση της ευρωπαϊκής αγροτικής πολιτικής, όπως αυτή περιγράφεται στην αναθεωρημένη «**Κοινή Αγροτική Πολιτική**» και στο «**Σχέδιο Ανάπτυξης του Κοινοτικού Χώρου**». Για την αντιμετώπιση του φαινομένου εγκατάλειψης του ορεινού χώρου

και την ανάπτυξη των ορεινών περιοχών εφαρμόζονται μέτρα, όπως αυτό των εξισωτικών αποζημιώσεων για την αντιστάθμιση του εισοδήματος των παραγωγών λόγω των φυσικών μειονεκτημάτων των περιοχών που καλλιεργούν, παρέχονται αυξημένα κίνητρα για την εγκατάσταση νέων αγροτών στις ορεινές περιοχές και προβλέπονται αυξημένες ενισχύσεις και επιδοτήσεις για εγκατάσταση νέων αγροτών στις περιοχές αυτές.

Με τον αθέμιτο ανταγωνισμό και τις χαμηλές αποδόσεις οι ορεινές γεωργικές επιχειρήσεις αδυνατούν να επιβιώσουν. Όμως, η αγροτική πολιτική αλλάζει χαρακτήρα και προωθείται η διαφοροποίηση των αγροτικών οικονομιών με στόχο να μην εξαρτώνται μόνο από το γεωργικό εισόδημα. Ενθαρρύνεται η επέκταση των δραστηριοτήτων των αγροτών και σε άλλους τομείς, όπως είναι οι μικρές βιοτεχνικές και βιομηχανικές επιχειρήσεις, με ιδιαίτερη έμφαση στην παραγωγή γαλακτοκομικών και τυροκομικών προϊόντων (χαρακτηριστικό των σύγχρονων πολιτικών κατευθύνσεων και στρατηγικών, οι οποίες τείνουν προς τη σύνδεση πρωτογενούς, δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα). Η προοπτική, τέλος, ανάπτυξης του αγροτουρισμού εμφανίζεται στις πολιτικές αυτές ως πανάκεια για την «ανάπτυξη» κάθε ορεινής περιοχής, ανεξάρτητα από τις ιδιαίτερες φυσικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περίπτωση (Μιχαηλίδου 2001).

Όσο αφορά στο **ανθρωπογενές ορεινό περιβάλλον**, η Ελλάδα διακρίνεται για το μικρό μέγεθος, αλλά και το μεγάλο πλήθος των ορεινών οικισμών. Οι ημιαστικοί οικισμοί (2.000 - 10.000 άτομα) αποτελούν μόνο το 13% των ορεινών οικισμών. Το μικρό μέγεθος των οικισμών έχει συντελέσει στη διαφύλαξη του ορεινού φυσικού περιβάλλοντος, των νερών, των εδαφών και της ατμόσφαιρας, που δεν κακοποιήθηκαν από τη μαζική υπεράντληση υδάτων, την εντατική γεωργία και μονοκαλλιέργεια και την υπερσυγκέντρωση βιομηχανιών και οχημάτων. Έτσι, σε αντίθεση με τις πεδινές αγροτικές και αστικές περιοχές, οι ορεινές περιοχές της Ελλάδας χαρακτηρίζονται από έναν αναντικατάστατο φυσικό πλούτο, που φιλοξενεί σημαντικό αριθμό άγριων φυτικών και ζωικών ειδών, προσαρμοσμένων στις εκάστοτε τοπικές συνθήκες.

Βασικό χαρακτηριστικό του ορεινού πληθυσμού της Ελλάδας είναι η γήρανσή του, καθώς με στοιχεία του 2001, το 19,3% έχει ηλικία μεγαλύτερη των 65 ετών, ποσοστό πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο για το σύνολο της χώρας που είναι 13,7%. Αναμφίβολα, η διαμονή των νέων στον τόπο τους είναι ένας σημαντικός

δείκτης του φυσικού δυναμικού και της κατάστασης της περιοχής και συνδέεται άμεσα με τις ευκαιρίες και δυνατότητες απασχόλησης και τον τρόπο ζωής των κατοίκων (Παπαδημάτου 2002). Δυστυχώς όμως, η καταγιστική προώθηση από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης του αστικού καταναλωτικού τρόπου ζωής οδηγεί στην πληθυσμιακή ερήμωση των ορεινών κοινοτήτων. Συνέπειες αυτού του γεγονότος είναι η εγκατάλειψη της γης, η επερχόμενη δάσωση, η διάβρωση των εδαφών, η συσσώρευση ανέργων στα αστικά κέντρα και η γήρανση του ορεινού πληθυσμού.

2.1.2 Εγκατάλειψη των ορεινών καλλιεργειών και φυσική επέκταση του δάσους

Τα τελευταία 15 χρόνια έχουν εγκαταλειφθεί 2,5 εκατομμύρια στρέμματα γεωργικής γης και το 10% των ζωικών μονάδων στη χώρα μας. Αναπόφευκτη συνέπεια ήταν η ευρεία μετατροπή της αρόσιμης γης σε δενδροκαλλιέργειες (ελιές, αμυγδαλιές, πορτοκαλιές, συκιές κ.α.) (Caraveli 2000). Η κτηνοτροφία παίζει ακόμα σημαντικό ρόλο στα ορεινά (Καρανικόλας και Μαρτίνος 1999), όπου εκτρέφεται ο μισός αριθμός των αιγών και το ένα τρίτο των προβάτων που εκτρέφονται συνολικά στην Ελλάδα. Όμως η ανεξέλεγκτη βόσκηση οδήγησε στην καταστροφή πολλών δασικών οικοσυστημάτων, ιδιαίτερα στις καμένες και τις νησιωτικές ορεινές περιοχές, όπου η αναγέννηση της χλωρίδας είναι δυσκολότερη. Η αλόγιστη βόσκηση στον ορεινό και ημιορεινό χώρο οφείλεται κυρίως στο κοινόχρηστο καθεστώς βόσκησης που, δίνει το δικαίωμα σε κάθε βοσκό για ελεύθερη βόσκηση χωρίς σχεδιασμό για ορθολογική χρήση των βοσκοτόπων. Αυτή η επιμονή των βοσκών για ελεύθερη βόσκηση χωρίς προϋποθέσεις και η έλλειψη πολιτικής βούλησης παρεμποδίζουν την αντιμετώπιση του προβλήματος (Παπαναστάσης 1994).

Η έλλειψη κατάλληλου φυτοκαλύμματος του εδάφους με αποτέλεσμα αυτό να είναι έρμαιο των βροχοπτώσεων και της απορροής, η σημαντική υποβάθμιση λόγω υπερβόσκησης των εκτατικών βοσκοτόπων σε επικίνδυνο σημείο, ώστε τώρα δεν είναι κατάλληλοι για βοσκή είχαν ως αποτέλεσμα τη χαμηλή παραγωγικότητα του εδάφους. Ως παραγωγικότητα του εδάφους ορίζεται η ιδιότητα ενός εδάφους να διαθέτει επαρκείς ποσότητες θρεπτικών ουσιών και νερού, να έχει τις κατάλληλες φυσικές ιδιότητες για την απρόσκοπτη αύξηση των φυτών όταν οι άλλοι οικολογικοί παράγοντες (π.χ. κλίμα) είναι ευνοϊκοί (Βερεσόγλου 2002). Η χαμηλή παραγωγική δυνατότητα των ορεινών και ημι-ορεινών εδαφών και η συνεχής περιθωριοποίηση (*marginalization*) των περιοχών οδήγησαν σε μια επιτάχυνση της διαδικασίας

ερημοποίησης, εντατικοποίηση των συνθηκών που προκαλούν διάβρωση του εδάφους και αύξηση των δασικών πυρκαγιών και των μεγάλων πλημμυρών (Caraveli 2000). Ειδικότερα στις μεσογειακές περιοχές, που είναι περισσότερο ξηροθερμικές, όταν τις πυρκαγιές ακολουθήσουν δυνατές βροχοπτώσεις τότε συμβαίνει διάβρωση του παραγωγικού χώματος, που μπορεί τελικά να οδηγήσει στην αμετάκλητη ερήμωση (Garcia-Ruiz *et al.* 1991).

Ως «**ερημοποίηση**» ορίστηκε η μείωση της παραγωγικής ικανότητας του εδάφους, εξαιτίας είτε των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως η εγκατάλειψη της γεωργίας και της κτηνοτροφίας είτε με την υπερδημιουργία αποθέματος, όπως στην περίπτωση του «μαζικού» αγροτουρισμού, ή μακροπρόθεσμων κλιματικών αλλαγών (Caraveli 1998a,b). Ίσως, η φυσική δάσωση να αποτελέσει αξιόπιστο δείκτη για την εγκατάλειψη γεωργικής γης και κατ' επέκταση για την ερημοποίηση.

Η πρώτη διαχειριστική έκθεση για το δημόσιο δάσος Φλαμπουρεσίου εγκρίθηκε για την περίοδο 1975-1984, αν και δεν εφαρμόστηκε ποτέ λόγω των έντονων αντιδράσεων των κατοίκων της κοινότητας. Η επόμενη έκθεση συντάχθηκε το 1985 και η έκταση του δημοσίου δάσους Φλαμπουρεσίου μαζί με τις περικλειόμενες συμπαγείς γεωργικές εκτάσεις από άποψη εδαφοπονικής κάλυψης κατανεμήθηκε ως εξής: δασοσκεπής έκταση (581,45ha), μερικά δασοσκεπής (672,10ha), γεωργικές καλλιέργειες (187,90ha), θαμνότοποι και βοσκότοποι (312,05ha), γυμνές και χέρσες εκτάσεις (0 ha), άγονες εκτάσεις (145,50ha) και αγροτική περιοχή (412,00ha), δηλαδή συνολικής έκτασης 2.311,00ha (Τεταγιώτης 1985).

Μέσα στο δάσος βόσκουν ελεύθερα τα κτηνοτροφικά ζώα των κατοίκων της περιοχής, εφόσον δεν ασκήθηκαν και δεν ασκούνται υλοτομίες. Επιπλέον οι κάτοικοι (περίπου 100 οικογένειες) καλύπτουν τις ατομικές τους ανάγκες σε καυσόξυλα και ξυλεία από το συγκεκριμένο δάσος. Είναι αναμφισβήτητη η αλληλεξάρτηση δάσους και καλλιεργούμενων εκτάσεων ιδιαίτερα όσο αφορά στην παραγωγικότητα των τελευταίων, διότι όπου παρατηρούνται ισχυρές κλίσεις και το υπεδάφιο πέτρωμα ρέπει προς αποσαθρωτικές διεργασίες, η προστατευτική σημασία του εδάφους είναι χαρακτηριστική. Σήμερα η έκταση του δημοσίου δάσους έχει αναμφισβήτητα επεκταθεί χωρίς να αποδεικνύεται από κάποια διαχειριστική έκθεση, αφού διακυβεύεται το ιδιοκτησιακό καθεστώς των αγροτικών εκτάσεων. Πολλές εκτάσεις έχουν περιέλθει σε αγρανάπαυση ή εγκατάλειψη από τους λιγοστούς καλλιεργητές της περιοχής, με αποτέλεσμα την εξάπλωση των θάμνων τόσο στις παλιές, όσο και στις πρόσφατα καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Είναι επιτακτική ανάγκη ο καθορισμός νέων στρατηγικών ώστε η σύγχρονη κοινωνία να υιοθετήσει την ορθολογική διαχείριση νέων δασών ως απόρροια της φυσικής δάσωσης (Piussi and Pettenella 2000). Στην πραγματικότητα, σε όλη την Ευρώπη, οι κοινωνικές και οικολογικές λειτουργίες των δασών είναι πιθανό να συνεχίζουν να κατέχουν την ύψιστη σημασία σε σύγκριση με την παραγωγή και προμήθεια του ξύλου και των άλλων δασικών προϊόντων. Αυτό θα οδηγήσει όχι μόνο στη βελτίωση της ποιότητας των δασών σε ότι αφορά στην αύξηση της βιοποικιλότητας, αλλά και στην καλύτερη προστασία των υπαρχόντων δασών, ανεξαρτήτως ποσοτικής αύξησης της δασικής κάλυψης (Gold 2003).

2.2 Παραγωγικότητα καλλιεργειών

Είναι γνωστό ότι ένα γεωργικό σύστημα αποτελείται από πόρους (έδαφος, εργασία, κεφάλαιο) που χρησιμοποιούνται σε δραστηριότητες (γεωργία, κτηνοτροφία, εξωγεωργικές) για να παράγουν ένα σύνολο εκροών (τρόφιμα, πρώτες ύλες, χρήματα) (Maxwell 1986). Η «ανθρωποκεντρική», μέχρι σήμερα, μορφή της γεωργίας επιζητούσε την υψηλή απόδοση των καλλιεργειών και κατ' επέκταση το υψηλό εισόδημα του παραγωγού. Με την είσοδο της τεχνολογίας και την ταχύτατη εκμηχάνιση της γεωργίας, η γεωργική εκμετάλλευση κατάφερε να αυξήσει την παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας της γης (Σφήκας 1991) κατά τρόπο, ώστε να συμβιβάζεται με τις εξής τρεις επιδιώξεις:

- ✚ να εξασφαλίζει το μέγιστο κέρδος,
- ✚ να ελαχιστοποιεί την αστάθεια της παραγωγής από έτος σε έτος και
- ✚ να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο, ώστε μακροχρόνια να προλαμβάνεται η υποβάθμιση της καθαρής παραγωγικότητας του γεωργικού συστήματος. Σε αυτό το γεγονός συνέβαλε αποφασιστικά και η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσα από μια σειρά Οδηγιών και Κανονισμών της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) με στόχο την πραγματοποίηση ενιαίας αγοράς στο εσωτερικό της Κοινότητας, τη στήριξη των ενδοκοινοτικών προϊόντων και την κοινή χρηματοδοτική ευθύνη. Οι βασικές αρχές της ΚΑΠ δέχθηκαν μεταρρυθμίσεις το 1992, το 2003 με την Agenda 2000, και τέλος το 2006, με στόχο τον εκσυγχρονισμό και τη βιωσιμότητα της Ευρωπαϊκής γεωργίας. Οι σημερινές τάσεις της ΚΑΠ δείχνουν προς μια αυξανόμενα περιοριστική αγροτική τιμολογιακή πολιτική, με αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή και τα εισοδήματα, με αμφίβολη επίδραση στη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Kleijn and Sutherland

2003), μια ανάδειξη και προώθηση του πολυλειτουργικού χαρακτήρα της γεωργίας πέρα της παραγωγής ειδών διατροφής, μια προώθηση της αποκέντρωσης και τέλος μια ιδιαίτερη αναφορά στο περιβάλλον και τα γεωργοπεριβαλλοντικά μέτρα. Τα νέα μέτρα πολιτικής γης για τον αγροτικό χώρο αποσκοπούν στη συρρίκνωσή του, στη συσσώρευση γεωργικών εκμεταλλεύσεων μεγαλύτερου μεγέθους σε λιγότερα άτομα, ώστε να προκύψουν οι νέοι επιχειρηματίες-αγρότες που θα ασκούν γεωργία ακριβείας και θα παράγουν προϊόντα ποιότητας.

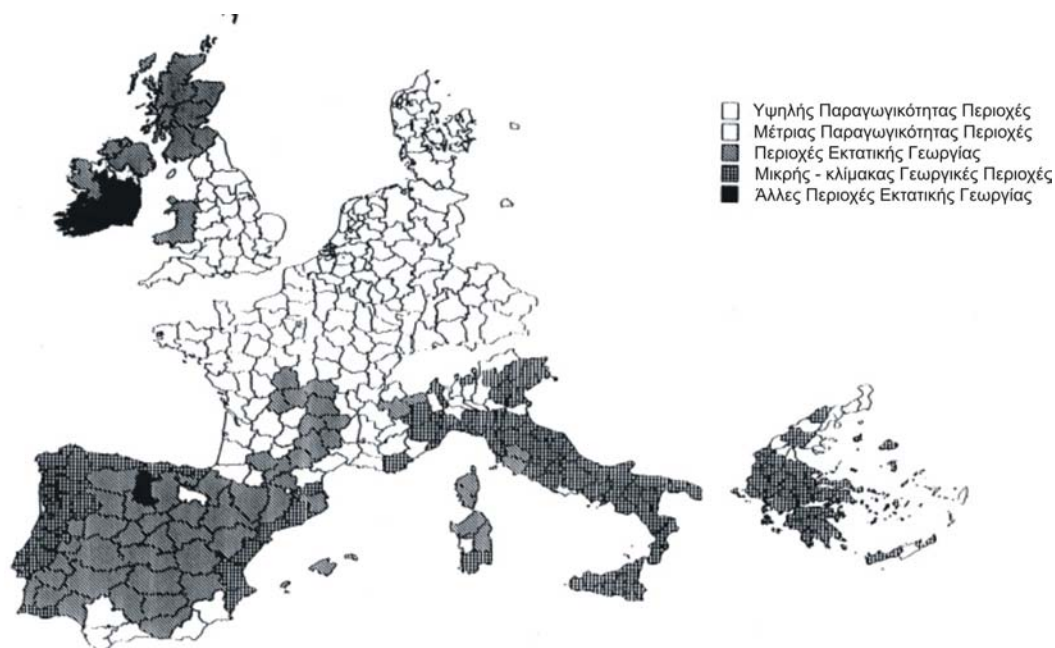
Η παραγωγή δύναται να αναφέρεται στη συνολική ποσότητα του προϊόντος και στα ποιοτικά συστατικά του, βάρος καρπού σίτου, αλλά και πρωτεΐνης, αμύλου, βιταμινών, βάρος σύσπορου βαμβακιού, αλλά και ινών, σπόρου και ελαίου. Ως δυναμικό απόδοσης ορίζεται η εκτίμηση του ανώτερου ορίου αύξησης της απόδοσης, που μπορεί να αγγίξει μια καλλιέργεια (Fageria 1992). Ο άριστος συνδυασμός βελτιωμένων φυτογενετικών πόρων και τεχνολογικών καινοτομιών στη γεωργία συνεχίζει να αυξάνει την παραγωγικότητα των καλλιεργειών, αλλά οι υψηλότερες αποδόσεις αναμένεται να περιοριστούν σιγά - σιγά από βιολογικούς περιοριστικούς παράγοντες (Evans 1980). Αυτό σημαίνει ότι στο μέλλον η παραγωγικότητα των περισσότερων προς κατανάλωση καλλιεργειών θα αυξάνεται με βραδείς ρυθμούς. Ούτως ή άλλως η καλλιέργεια μιας ποικιλίας ή ενός είδους σε μια περιοχή εξαρτάται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν, από την προσαρμοστικότητα της ποικιλίας, όπως και από τη σταθερότητα παραγωγής. Η προσαρμοστικότητα αναφέρεται στην «καλή» απόδοση πέρα από μια ευρεία γεωγραφική περιοχή υπό ποικίλες κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες (Stoskopf 1981), ενώ ως σταθερότητα της απόδοσης ορίζεται η δυνατότητα ενός γενότυπου να αποφεύγει ουσιαστικές διακυμάνσεις στην παραγωγή σε ένα εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών (Heinrich *et al.* 1983).

Οι κυριότεροι λόγοι για την αποσταθεροποίηση της αγροτικής παραγωγικότητας οφείλονται στη διάβρωση του εδάφους, στη συνεχιζόμενη απώλεια οργανικής ουσίας, στις κλιματικές μεταβολές, στα μειωμένα κονδύλια για την έρευνα και τέλος στην αλλαγή φιλοσοφίας των καλλιεργητών (*εναλλακτικά συστήματα καλλιέργειας*) (Wittwer 1980). Πιο συγκεκριμένα στην ορεινή περιοχή της Ελλάδας, δηλαδή στο χώρο των λεκανών απορροής των ρευμάτων, η απορροή του νερού της βροχής προκαλεί απόπλυση και διάβρωση των εδαφών με αποτελέσματα τη μείωση της γονιμότητας τους αρχικά και την πλήρη καταστροφή τους (αποκαλύπτεται το μητρικό πέτρωμα) στη συνέχεια. Εκτιμάται ότι μια έκταση 4.000.000 στρεμμάτων,

έχει τόσο πολύ υποβαθμιστεί (έντονα διαβρωμένες επιφάνειες, ολισθήσεις, σάρες) ώστε μόνο με τεχνικά έργα μπορεί να ανορθωθεί (<http> 3).

Μια προσπάθεια πρόβλεψης της μελλοντικής παραγωγής του σίτου, ως καλλιέργειας αναφοράς, μεταξύ των ευρωπαϊκών κρατών έγινε από ομάδα επιστημόνων για τη χρονική περίοδο 2000-2080 με διάφορα σενάρια δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις χρονιές 2020, 2050 και 2080 (Ewert *et al.* 2005). Τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι η τεχνολογική ανάπτυξη θα είναι ο σημαντικότερος περιοριστικός παράγοντας της αύξησης της παραγωγικότητας.

Στην Ευρώπη έχει γίνει διάκριση ανάμεσα στις μεγάλης κλίμακας και υψηλής παραγωγικότητας εκμεταλλεύσεις της βορειοδυτικής Ευρώπης και στις μικρής κλίμακας, λιγότερο αποδοτικές εκμεταλλεύσεις της νότιας Ευρώπης (Potter 1997). Μόνο λίγες περιοχές της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας ανήκουν στην ομάδα «υψηλής παραγωγικότητας» όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 2. Κατηγορίες παραγωγικότητας της γεωργικής γης της Ε.Ε. (Caraveli 2000).

Οι μεσογειακές χώρες έχουν παρόμοιες κλιματικές και γεωμορφολογικές συνθήκες, καθώς και σχετικά μεγάλη αναλογία ορεινών περιοχών, περιορισμένες βροχοπτώσεις, κυρίως το χειμώνα και υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, (το ετήσιο έλλειμμα βροχών υπερβαίνει τα 500mm/έτος, μικρής κλίμακας εκμεταλλεύσεις) και αντιμετωπίζουν παρόμοιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αγροτική δραστηριότητα (Caraveli 2000).

Το μοντέλο της γεωργίας που ακολούθησε η Ελλάδα κυρίως από το 1980 και μετά, όπως και οι άλλες ευρωπαϊκές χώρες, είναι η εντατική γεωργία, αφού έδωσε τη δυνατότητα στους αγρότες να αυξήσουν τη σοδειά τους με λιγότερο κόπο και με περιορισμένο κόστος. Η εντατικοποίηση επηρέασε επίσης πολλές μόνιμες καλλιέργειες, όπως οι παραδοσιακοί ελαιώνες και τα αμπέλια που ξεριζώθηκαν και αντικαταστάθηκαν με νέες πιο μηχανοποιημένες καλλιέργειες εξαιτίας της υψηλής επιχορήγησης της ΚΑΠ των τελευταίων. Για παράδειγμα η εφαρμογή του Κανονισμού 1442/88 για το κρασί, είχε ως αποτέλεσμα να ξεριζωθούν 10.000 ha αμπέλια στην περίοδο 1988-1994 (Caraveli 2000). Βέβαια, στο μεγαλύτερο ποσοστό της η ορεινή γεωργία στην Ελλάδα (Εικόνα 3) χαρακτηρίζεται «χαμηλής έντασης» ή εκτατική γεωργία, η οποία περιλαμβάνει ελάχιστη χρήση εξωτερικών εισροών (*Less External Input Agriculture*), δηλαδή λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, χρήση μηχανημάτων και άρδευση.

Η γεωργία χαμηλών εισροών επιζητεί να αριστοποιήσει τη διαχείριση και χρήση των εσωτερικών εισροών της γεωργικής εκμετάλλευσης, να αποφύγει τη ρύπανση του επιφανειακού και υπόγειου νερού, να μειώσει τα υπολείμματα στα τρόφιμα, να περιορίσει τον ολικό κίνδυνο που διατρέχει ο γεωργός (Part *et al.* 1997), να διατηρήσει την αξία του ημι-φυσικού περιβάλλοντος, να διατηρήσει τα φυτικά και



Εικόνα 3. Άποψη του μωσαϊκού της καλλιεργούμενης έκτασης στο Φλαμπούρεσι (Σεπτέμβριος 2006).

ζωϊκά είδη που κινδυνεύουν και να οδηγήσει συνολικά σε μία αειφόρο χρήση των γεωργικών πόρων. Ίσως ο όρος «γεωργία χαμηλών εισροών» να είναι παραπλανητικός καθόσον μπορεί κάποιος να υποθέσει ότι οι γεωργοί πρέπει ακόμη και να στερούν τις καλλιέργειές τους από τα απαραίτητα συστατικά, όπως λιπάσματα και καταπολέμηση εχθρών με φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Αυτό γιατί η χαμηλή εισροή αναφέρεται στη χρήση λιγότερων εξωτερικών εισροών και στην αύξηση εσωτερικών εισροών, όπως κοπριάς, φυτών εδαφοκάλυψης, αποτελεσματικότερη διαχείριση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας και όχι μόνο. Φυσικά τις «ευεργετικές» συνέπειες μιας τέτοιας μορφής γεωργίας καρπώνονται και οι αγρότες ή οι κάτοικοι που χωρίς επίγνωση όλων αυτών ασκούν «χαμηλής έντασης» γεωργία λόγω ημι-εγκατάλειψης των καλλιεργειών.

2.2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα

Το περιβάλλον επιδρά στην ανάπτυξη, στην εξέλιξη και στη διάδοση των φυτών των οποίων η επιβίωση εξαρτάται από την ικανότητα προσαρμογής τους στις επικρατούσες συνθήκες. Η φυσική επιλογή συμβάλλει στην επιβίωση των ατόμων με τη μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα, ενώ η «παρέμβαση» του ανθρώπου στοχεύει στην αλλαγή της γενετικής σύστασης των φυτών για βελτίωση χαρακτηριστικών του φυτού. Η παραγωγικότητα των φυτών δύναται να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα της επίδρασης της *γενετικής* τους *σύστασης*, του *περιβάλλοντος* (κλίμα, έδαφος, βιοτικοί παράγοντες), διαφόρων *κοινωνικοοικονομικών παραγόντων* (Fageria 1992) και ιδιαίτερα του *ανθρώπου* (δημιουργία νέων ποικιλιών, επιλογή καλλιεργητικών συστημάτων) (Φασούλας και Φωτιάδης 1984).

Ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες του περιβάλλοντος είναι το κλίμα, με κύρια στοιχεία τη θερμοκρασία, το νερό, το φως και τους ανέμους. Οι κλιματικοί παράγοντες μεταβάλλονται τοπικά και χρονικά. Η τοπική μεταβολή σχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος, το ανάγλυφο, τη γειτνίαση με υδάτινους όγκους, τον προσανατολισμό σε σχέση με τον ορεινό όγκο, αλλά και με το υψόμετρο. Η χρονική μεταβολή που αφορά στη διακύμανσή τους κατά τη διάρκεια του έτους, αλλά και από έτος σε έτος, είναι υψίστης σημασίας, καθώς καθορίζει το μήκος της βλαστικής περιόδου των φυτών. Η Ελλάδα βρίσκεται ανάμεσα στους παραλλήλους 35° και 42°, δηλαδή στο νότιο τμήμα της εύκρατης ζώνης με καθαρά μεσογειακό κλίμα, που απαντάται στις ακτές και τις πεδιάδες της χώρας, ενώ όσο ανεβαίνουμε

υψόμετρο το κλίμα τείνει να πλησιάζει με εκείνο των μεγαλύτερων γεωγραφικών πλατών. Ιδιαίτερα οι ορεινές περιοχές χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη διάρκεια και δριμύτητα του χειμώνα, τα δροσερά καλοκαίρια, τις χαμηλότερες θερμοκρασίες όσο αυξάνεται το υψόμετρο και τη μεγαλύτερη βροχόπτωση σε σχέση με τις πεδιάδες.

Η θερμοκρασία του αέρα και του εδάφους επηρεάζει το φύτρωμα των σπόρων, την αύξηση των φυτών μαζί με όλες τις λειτουργίες που τη συνθέτουν, όπως η αναπνοή, η διαπνοή και η φωτοσύνθεση. Για παράδειγμα, για το φύτρωμα των εαρινών σιτηρών απαιτείται θερμοκρασία αέρα πάνω από 5° C, ενώ για το βαμβάκι 15° C. Τα φυτά τέλος, για να συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους και να φτάσουν στην ωρίμανσή τους έχουν ανάγκη ορισμένου αριθμού θερμομονάδων (Σφήκας 1991).

Το νερό επηρεάζει άμεσα την ανάπτυξη των φυτών, με οποιαδήποτε μορφή φτάνει στη γη (βροχή, χιόνι, ομίχλη, πάχνη, χαλάζι). Η γενική κυκλοφορία και τα χαρακτηριστικά των ανέμων σε έναν τόπο παραμένουν λίγο πολύ σταθερά από τον ένα χρόνο στον άλλο, οπότε το ύψος και η κατανομή της βροχόπτωσης παραμένουν επίσης σταθερά σε γενικές γραμμές. Έτσι, η κάθε περιοχή χαρακτηρίζεται από μία συγκεκριμένη μέση ετήσια βροχόπτωση και κατανομή αυτής, της οποίας η διακύμανση από χρονιά σε χρονιά επηρεάζει άμεσα τη σταθερότητα των αποδόσεων (Φασούλας και Φωτιάδης 1984). Για να πετύχουμε τις μεγαλύτερες αποδόσεις πρέπει η διεργασία της διαπνοής των φυτών να προχωρά κανονικά, με χαμηλό δηλαδή συντελεστή διαπνοής, σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης του φυτού, γεγονός που προϋποθέτει τη συνεχή διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος, παράγοντας περιοριστικός για τις ξηροθερμικές περιοχές της Ελλάδας. Έχει υπολογιστεί ότι από την αρχή της άνοιξης, που αρχίζει η εντατική ανάπτυξη των φυτών, μέχρι το ζεστάχιασμα, το σιτάρι καταναλίσκει το 70% του νερού που χρειάζεται (Φασούλας και Φωτιάδης 1984). Υψηλές θερμοκρασίες συνοδευόμενες από δυνατούς ανέμους προκαλούν την εξάτμιση του νερού των φυτών και του εδάφους. Όμως το διαπνεόμενο νερό επηρεάζει τη θερμοκρασία και τη σπαργή των φύλλων, όπως και την κίνηση του νερού και των αλάτων μέσα στο φυτό. Αν για οποιοδήποτε λόγο το φυτό διαπνέει περισσότερο νερό από ότι έχει στη διάθεση του, εκδηλώνονται συμπτώματα μααρασμού με δυσμενείς επιπτώσεις σε βασικές λειτουργίες του φυτού.

Όσο αφορά στο έδαφος, που αποτελεί το μέσο στήριξης και θρέψης του φυτού, μπορεί να παρουσιάσει ένα πλήθος από μειονεκτήματα τα οποία δυσχεραίνουν ή εμποδίζουν την ικανοποιητική ανάπτυξη των φυτών. Τα εδάφη διαφέρουν πολύ μεταξύ τους όσο αφορά στην περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, δηλαδή μεγάλο ή

μικρό ποσοστό οργανικών ενώσεων στο έδαφος που προέρχονται από την αποσύνθεση μικροοργανισμών και ζωικών υπολειμμάτων, τη γονιμότητά τους ή με άλλα λόγια την ευφορία ή παραγωγικότητα, την περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία, το pH, την κοκκομετρική (μηχανική) τους σύσταση και τη δομή τους. Η επίτευξη υψηλών αποδόσεων, μέσα στα όρια που καθορίζονται από το περιβάλλον, εξαρτάται από τον εντοπισμό και την εξάλειψη των παραγόντων που αναστέλλουν την ανάπτυξη των φυτών, από την αριστοποίηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ανάπτυξη - απόδοση και από την εκμετάλλευση των θετικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παραγόντων αυτών (Cooke 1982).

Στην εκτίμηση της παραγωγικότητας των εδαφών μιας περιοχής είναι απαραίτητη η γνώση του τύπου και της κατανομής των εδαφών, οι απαιτήσεις σε εισροές και η προσδοκώμενη αντίδραση σε αυτές, που αποτελούν άλλωστε μερικούς από τους πολλούς σκοπούς που εξυπηρετεί η εδαφολογική χαρτογράφηση. Με τον όρο χαρτογράφηση εδαφών ορίζεται η εργασία σύμφωνα με την οποία τα εδάφη μιας περιοχής διαχωρίζονται σε ομοιόμορφες εδαφικές μονάδες, οι οποίες αποτυπώνονται γεωγραφικά σε χάρτες ή άλλα μέσα και δίνει πληροφορίες απαραίτητες για τον καθορισμό της λίπανσης των καλλιεργειών. Μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την εξειδικευμένη μεταχείριση των αγρών με την πρακτική της γεωργίας ακριβείας (precision farming) (Τσαντήλας και Δημογιάννης 1999). Με τη γεωργία ακριβείας εφαρμόζεται η κατάλληλη ποσότητα εισροών στην περιοχή του αγρού που απαιτείται χωρίς να γίνεται σπατάλη σε περιοχές που δεν μπορούν να παράγουν (Ράππος και συνεργάτες 2006). Δυστυχώς η χώρα μας είναι μία από τις ελάχιστες χώρες στην Ευρώπη που δεν έχει ένα συνολικό εδαφολογικό χάρτη, έστω και σε μία μικρή αναγνωριστική κλίμακα. Πιο αναλυτικά, οι εδαφολογικές πληροφορίες που συγκεντρώνονται σε μία εδαφολογική μελέτη αφορούν τα εξής: βάθος εδάφους, βάθος και πάχος εδαφικών οριζόντων ή στρώσεων, κλίση εδάφους, βαθμό διάβρωσης των εδαφών, μητρικό υλικό, ύπαρξη βλάστησης και ποσοστό κάλυψης με αυτή, διηθητικότητα, δομή εδάφους, κοκκομετρική σύσταση, συνεκτικότητα και πλαστικότητα, χημικές ιδιότητες, όπως αντίδραση pH, ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, αλατότητα, αλκαλικότητα και συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων.

Με τον όρο δομή του εδάφους εννοούμε τη συνένωση των αρχικών τεμαχιδίων σε δευτερογενή μέσα των κολλοειδών του εδάφους, δηλαδή της αργίλλου και του χούμου. Τα τεμαχίδια του εδάφους συνήθως βρίσκονται μεμονωμένα, αλλά και συνενώνονται δίνοντας συσσωματώματα διαφόρων διαστάσεων και σχημάτων. Η

σύσταση του εδάφους από τεμαχίδια διαφόρων διαστάσεων, καθώς και η σχετική αναλογία αυτών, δίνει την έννοια της μηχανικής σύστασης του εδάφους, δηλαδή τη σχετική αδρότητα ή λεπτότητα των εδαφοτεμαχιδίων: <0,002mm άργιλος, 0,002-0,020mm ιλύς, 0,020-0,200mm λεπτή άμμος, 0,200-2,000mm χονδρή άμμος. Έτσι τα εδάφη παίρνουν χαρακτηρισμούς όπως αμμώδη, εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα άμμου, αργιλλώδη, εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα αργίλλου. Στην πράξη τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως ελαφρά, με υψηλή περιεκτικότητα σε άμμο, μέσα και βαριά. Η διαφορά ως προς το μέγεθος της επιφάνειας που παρουσιάζουν τα τεμαχίδια του εδάφους αποτελεί το αίτιο μιας σειράς διαφορών μεταξύ ελαφρών εδαφών και των βαριών. Για παράδειγμα, τα ελαφρά εδάφη που χαρακτηρίζονται από μεγάλους πόρους παρουσιάζουν μεγάλη υδατοπερατότητα και μικρή υδατοϊκανότητα, ενώ το αντίθετο ισχύει για τα βαριά (Κεραμίδας 1999). Η δομή τροποποιεί τη σημασία που έχει η μηχανική σύσταση για τον αερισμό και την κυκλοφορία του νερού μέσα στο έδαφος. Πέρα από τον αερισμό, η σημασία της δομής έγκειται στη διείσδυση των ριζών και στην εκμετάλλευση μεγάλου εδαφικού όγκου. Έτσι, σε βαριά εδάφη μια καλή δομή εξασφαλίζει αερισμό και την κυκλοφορία του νερού μέσα στο έδαφος.

Η ανάπτυξη και η απόδοση των καλλιεργειών δεν επηρεάζονται όμως μόνο από το κλίμα και το έδαφος όπου αναπτύσσονται, αλλά και από το βιολογικό περιβάλλον, όπως είναι τα ζιζάνια, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, τα έντομα, τα πουλιά και τα άλλα ζώα.

Οι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες που επηρεάζουν έμμεσα τις αποδόσεις των καλλιεργειών είναι η προσφορά και η ζήτηση, η παραχώρηση κινήτρων στους γεωργούς για αυξημένες παραγωγές, υψηλές τιμές για τα προϊόντα τους, η παροχή τεχνολογίας στις υπάρχουσες αγρο-οικονομικές συνθήκες και η απόδοση των καλλιεργητικών πρακτικών (Evans 1975).

Τέλος, ο άνθρωπος με την κατάλληλη επιλογή ποικιλιών με ευρέα όρια αντοχής στις επικρατούσες κάθε φορά συνθήκες και με τη σωστή διαχείριση του εδάφους για την παραγωγή γεωργικών αγαθών είναι ο «νοήμων» παράγοντας που επηρεάζει την παραγωγικότητα. Δυστυχώς, μεγάλες εκτάσεις εύφορης γης έχουν περάσει στον παγκόσμιο χάρτη ως υποβαθμισμένες (Σακελλαριάδης 1999), ενώ δεν προστατεύεται η αειφορικότητα των ιδιοτήτων του εδάφους που εγγυώνται την παραγωγικότητά του. Πολλά από τα εδάφη έχουν γίνει μη παραγωγικά, όχι γιατί έχουν εξαντληθεί τα θρεπτικά τους στοιχεία, αλλά γιατί έχει χειροτερεύσει η δομή τους ή έχει απωλεσθεί το επιφανειακό στρώμα ως αποτέλεσμα της μη σωστής και

μακροχρόνιας μεταχείρισης τους από τον άνθρωπο. Εκτεταμένες εκχερσώσεις για τη δημιουργία αγρών, εμπρησμοί για τη δημιουργία βοσκών, αλόγιστες υλοτομίες, υπερβόσκηση, συστηματικές επιχωματώσεις των κοιτών ρεμάτων, άναρχη επέκταση της δόμησης στις λεκάνες απορροής είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση ή την πλήρη καταστροφή δασοκάλυψης των λεκανών απορροής.

2.2.2 Συγκριτική απόδοση καλλιεργειών ορεινής, ημιορεινής και πεδινής ζώνης

Η απόδοση των καλλιεργειών, όπως προαναφέρθηκε, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η τοποθεσία, το κλίμα, τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, η ποικιλία, το ποσοστό των πολυετών ψυχανθών που σπέρνονται, κ.ά.

Στην Τσεχία ερευνήθηκε η απόδοση, η σταθερότητα απόδοσης, η ποικιλομορφία και η προσαρμοστικότητα 16 καλλιεργειών, καθώς και η αντίδρασή τους στις αλλαγές του κλίματος κατά τη διάρκεια των τελευταίων 75 ετών (1920–2000) (Chloupek *et al.* 2004). Αυτά τα κύρια χαρακτηριστικά των καλλιεργειών συγκρίθηκαν μεταξύ Τσεχίας και επιλεγμένων ευρωπαϊκών χωρών (Γερμανία, Γαλλία, Ουγγαρία, Ιταλία, Πολωνία, Ρουμανία, Ισπανία, Μ. Βρετανία. Ο κύριος σκοπός της έρευνας ήταν να αναλυθούν πρότυπα, σχέσεις και τάσεις που επηρεάζουν την παραγωγή των κυριότερων καλλιεργειών, σε μία σχετικά μεγάλη έκταση, ώστε να προσδιορισθούν τα κατάλληλα χαρακτηριστικά για έναν πιο έγκυρο μελλοντικό σχεδιασμό ποικιλιών από τους γενετιστές. Αναλύθηκαν επίσημα δημοσιευμένα στοιχεία από τη Στατιστική Υπηρεσία της Τσεχίας (1998) και τις Στατιστικές Επετηρίδες (1918–2000) για τις επιλεγμένες ευρωπαϊκές χώρες. Περιορισμένα στοιχεία ήταν διαθέσιμα από την αρχή της περιόδου και την περίοδο του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου (1939–1945), ενώ τα τελευταία 50 έτη ήταν επαρκώς τεκμηριωμένα.

Η απόδοση του σίτου στην Τσεχία επηρεάστηκε κυρίως από τη τοποθεσία και την αζωτούχο λίπανση. Στην περίπτωση καλλιέργειας χορτοδοτικών φυτών σε ποσοστό 1% (κυρίως ψυχανθών) προκλήθηκε, επίσης, αύξηση της απόδοσης καρπού της τάξης 23 kg/ha (Sroller *et al.* 2002), ενώ η επίδραση των ποικιλιών στην απόδοση ήταν σχετικά χαμηλή (Sír *et al.* 2000). Άλλοι παράγοντες που επηρέασαν την απόδοση των καλλιεργειών ήταν: η μικρή επίδραση της γονιμότητας του εδάφους (40–0%), η μειωμένη επίδραση του καιρού (20–0%), η σχετικά σταθερή καλλιεργητική πρακτική, η θετική επίδραση των βελτιωμένων ποικιλιών, λιπασμάτων

και νέων ισχυρών φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Η αύξηση των αποδόσεων ήταν χαμηλότερη στη Τσεχία, σε σύγκριση με τις άλλες χώρες, με μοναδική εξαίρεση την καλλιέργεια του σταφυλιού. Οι διαφορές στην απόδοση των καλλιεργειών μπορούν να αποδοθούν στα διαφορετικά επίπεδα προσαρμοστικότητας των καλλιεργειών στις συγκρινόμενες χώρες. Όσο υψηλότερη είναι η προσαρμοστικότητα μιας καλλιέργειας στην περιοχή, τόσο υψηλότερη είναι η αύξηση της απόδοσης για τα εξεταζόμενα έτη. Από τις πέντε πιο κοινές καλλιέργειες της Τσεχίας, το σιτάρι έδειξε τη μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα σε 7 από τις 10 Ευρωπαϊκές χώρες, και το ζαχαρότευτλο έδειξε τη μικρότερη προσαρμοστικότητα σε 6 συνολικά.

Όσο αφορά στην Ελλάδα δεν έχει δημοσιευτεί κάποια συγκριτική μελέτη για τις αποκλίσεις των αποδόσεων μεταξύ ορεινής, ημιορεινής και πεδινής καλλιέργειας σιτηρών, ψυχανθών, καπνού, δενδρωδών και άλλων καλλιεργειών.

2.3 Βιοποικιλότητα

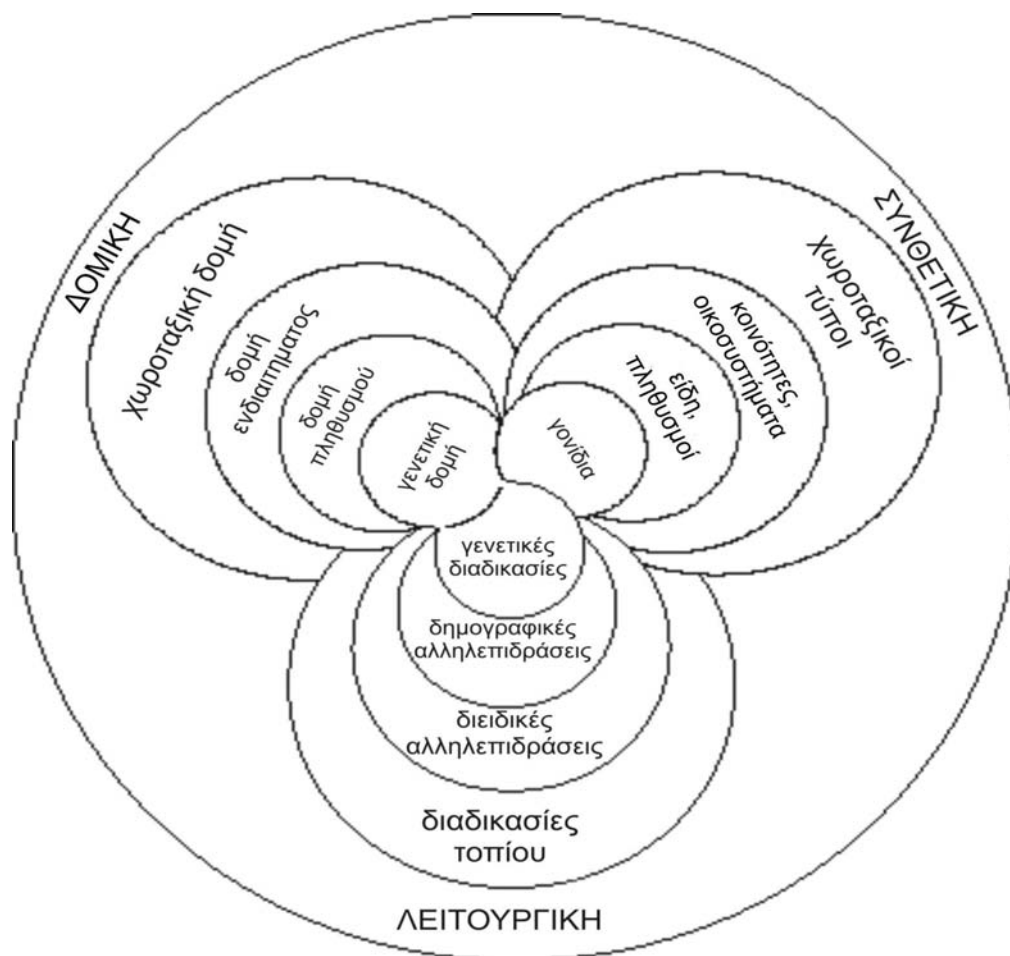
Οι φυσικές βιοκοινότητες χαρακτηρίζονται από την ποικιλότητα των οργανισμών, τις μεταξύ τους βιοτικές αλληλεπιδράσεις και τη ροή ενέργειας. Η ποικιλότητα (*diversity*) των οργανισμών που καλείται βιολογική ποικιλότητα ή «βιοποικιλότητα», είναι μία πολυδιάστατη έννοια. Ο ορισμός της βιοποικιλότητας που δόθηκε από τη διεθνή Συνθήκη σχετικά με τη **Βιολογική Ποικιλότητα** (Ρίο 1992) αναφέρεται σε τρία βασικά επίπεδα οργάνωσης της έμβιας ζωής και συγκεκριμένα στη γενετική ποικιλομορφία μέσα στα είδη, την ποικιλότητα μεταξύ των ειδών και την ποικιλότητα μεταξύ των οικοσυστημάτων. Ο ορισμός και η μέτρηση της βιοποικιλότητας δεν είναι ένα εύκολο εγχείρημα, γιατί αφενός δεν είναι έννοια αυτοτελής και απόλυτη (Τρούμπης 1993) και αφετέρου δεν αποτελεί μια οντότητα ή ένα φυσικό πόρο (Solbrig 1992).

Οι συνηθέστερα εξεταζόμενες πλευρές της βιοποικιλότητας αφορούν στη σύνθεση των ειδών μιας κοινότητας, την αφθονία τους – αριθμός ατόμων ανά είδος σε μία περιοχή – και την κατανομή της σχετικής αφθονίας τους -αριθμός ατόμων ανά είδος σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατόμων- μεταξύ των περιοχών ή των ενδιαιτημάτων. Το 1990 ο Noss αναγνώρισε ότι η βιοποικιλότητα δεν είναι απλά ο αριθμός γονιδίων, ειδών ή οικοσυστημάτων σε μια καθορισμένη περιοχή. Το να γνωρίζεις ότι μια περιοχή συμπεριλαμβάνει 500 είδη και μια άλλη 50 είδη δεν υποδεικνύει πώς αυτά τα είδη ταξιθετούνται ή ακόμη ποιες είναι οι λειτουργίες τους.

Με άλλα λόγια επεσήμανε ότι δεν αρκεί μόνο να γνωρίζει κανείς τα είδη που απαρτίζουν μια βιοκοινότητα, αλλά είναι χρήσιμο να γνωρίζει κανείς πώς τα είδη αυτά κατανέμονται στο χώρο και πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Για το σκοπό αυτό σκιαγράφησε ποια μπορεί να είναι τα αναγνωρίσιμα και μετρήσιμα χαρακτηριστικά της βιοποικιλότητας (Εικόνα 4).

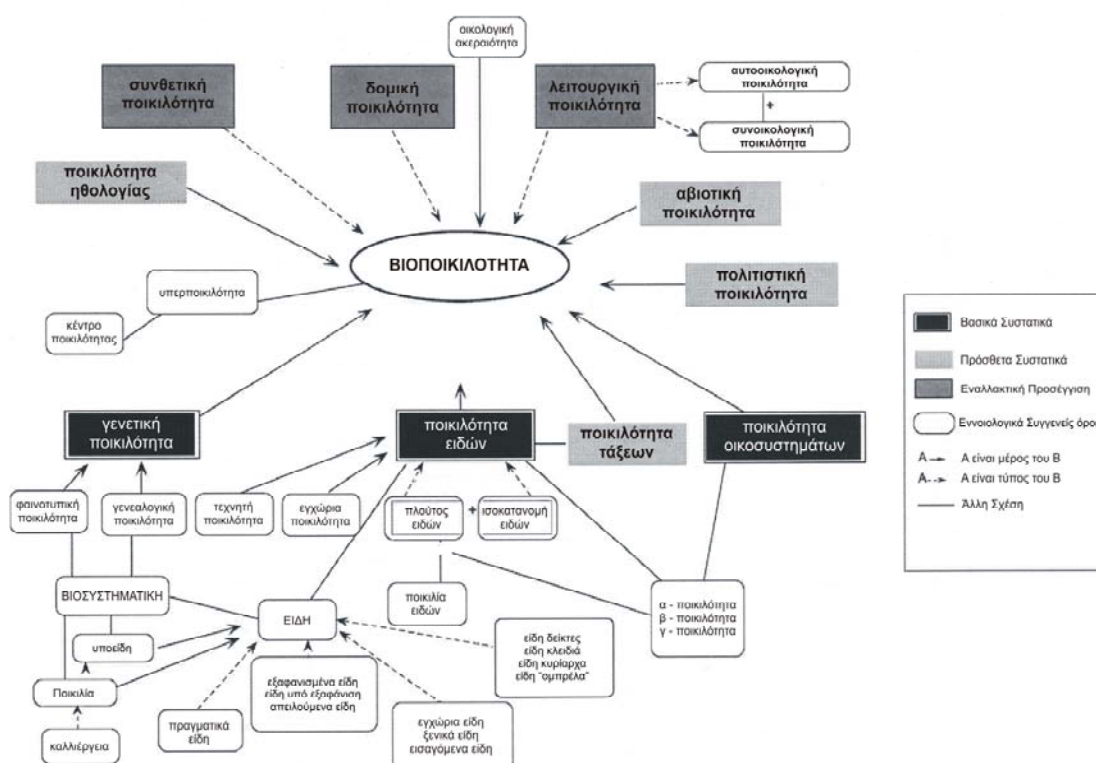
Τα τρία βασικά επίπεδα βιοποικιλότητας είναι (Noss 1990):

- συνθετική βιοποικιλότητα. Ορίζεται ως ο πλούτος των γονιδίων, των πληθυσμών των ειδών, των οικοσυστημάτων σε μία περιοχή,
- δομική βιοποικιλότητα. Ορίζεται ως η ποικιλότητα στη δομή μιας βιοκοινότητας, στη δομή ενός τοπίου, στη δομή ενός οικοσυστήματος,
- λειτουργική βιοποικιλότητα. Ορίζεται ως η ποικιλία των διαφορετικών αποκρίσεων σε μια περιβαλλοντική μεταβολή (Steele 1991). Μια μέτρηση της λειτουργικής ποικιλότητας είναι ο αριθμός του τύπου των αλληλεπιδράσεων των φυτικών ειδών μιας βιοκοινότητας (Martinez 1996).



Εικόνα 4. Ένα απλό εννοιολογικό διάγραμμα για τον καθορισμό συγκεκριμένων και μετρήσιμων χαρακτηριστικών της βιοποικιλότητας (Noss 1990).

Η πιο κοινή προσέγγιση είναι να μετρηθεί η συνθετική βιοποικιλότητα. Περισσότερα τροφικά επίπεδα σε ένα οικοσύστημα συμπεριλαμβάνουν φυσιολογικά περισσότερα είδη, με υψηλότερη δομική βιοποικιλότητα (Moser *et al.* 2002), αφού «στεγάζουν» περισσότερες οικοθέσεις. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η ποικιλότητα ενός οικοσυστήματος, καθώς και η δομική και λειτουργική ποικιλομορφία του, απεικονίζονται στον αριθμό των ειδών, που είναι και οι πιο διακριτές μονάδες (Duelli and Obrist 2003) του βιόκοσμου. Έτσι η έννοια της ποικιλότητας εξετάζεται με τη χρήση των *δεικτών ποικιλότητας*, ως καταστατική μεταβλητή των δομικών χαρακτηριστικών μιας βιοκοινότητας (Magurran 1988, Τρούμπης 1993).



Εικόνα 5. Δέντρο επιπέδων της βιοποικιλότητας με βάση την ανασκόπηση σε 125 διαφορετικά κείμενα (από Kaennel τροποποιημένο 1998). Έννοιες που χρησιμοποιούνται από τους διάφορους συγγραφείς για να ορίσουν τη βιοποικιλότητα είναι στα τετράγωνα πλαίσια και σχετικές έννοιες στα στρογγυλεμένα πλαίσια. Τύπος και κατεύθυνση των εννοιολογικών σχέσεων υποδεικνύονται από τα βέλη (Duelli and Obrist 2003).

Στις περισσότερες έρευνες σε φυσικά οικοσυστήματα, τα χωροχρονικά όρια μιας κοινότητας (Pielou 1975, Adler and Lauenroth 2003) είναι δύσκολο να καθορισθούν, επειδή είναι περισσότερο μια εννοιολογική «κατασκευή» παρά πραγματική. Γι' αυτό η κλίμακα της έρευνας για τη βιολογική ποικιλομορφία είναι αυστηρά συνδεδεμένη και συμπίπτει με αυτή των βιοτόπων. Επιπλέον, ο Whittaker

(1960, 1977) διακρίνει τέσσερα επίπεδα απογραφής της ποικιλότητας: της σημειακής ποικιλότητας (*point diversity*) που είναι η ποικιλομορφία ενός μικροπεριβάλλοντος ή ενός δείγματος που λαμβάνεται από έναν ομοιογενή βιότοπο, του οποίου η συνολική ποικιλότητα θεωρείται ως μια δεύτερη κατηγορία, την άλφα ποικιλότητα (*alpha diversity*). Η γ-ποικιλότητα (*gamma diversity*) αντιπροσωπεύει την ποικιλομορφία μιας ομάδας περιοχών της α-ποικιλότητας, ενώ η μεγαλύτερη κλίμακα απογραφής, που ορίζεται ως ε-ποικιλότητα (*epsilon* ή *regional diversity*) και είναι η συνολική ποικιλομορφία μιας ομάδας περιοχών της γ-ποικιλότητας. Ο Whittaker (1960, 1977) καθόρισε τη *βήτα* ποικιλότητα (*beta diversity*) ως το βαθμό στον οποίο η σύνθεση ειδών μιας βιοκοινότητας διαφέρει μέσα σε ένα εύρος ενδιαιτημάτων ή πληθυσμών. Μία άλλη προσέγγιση της β-ποικιλότητας είναι η καταγραφή της μεταβολής της ποικιλότητας ειδών σε συνάρτηση με έναν παράγοντα (Wilson and Mohler 1983).

Η εκτίμηση της βιοποικιλότητας στα γεωργικά τοπία μπορεί να ενδιαφέρει τους επιστήμονες για διάφορους λόγους όπως για (Duelli and Obrist 2003):

- Τη «**διατήρηση**» του οικοσυστήματος. Η διατήρηση ειδών εστιάζεται άλλοτε στα σπάνια και απειλούμενα είδη και άλλοτε στα πιο κοινά είδη.

- Τον «**βιολογικό έλεγχο**» των εχθρών των καλλιεργειών με την άφθονη παρουσία φυσικών εχθρών. Οι πολυάριθμοι φυσικοί εχθροί των παρασίτων έχουν μια προφανή συμβολή στην οικολογική και οικονομική συνιστώσα της ολοκληρωμένης καταπολέμησης στη γεωργία. Όσο περισσότερα είναι τα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή είδη σε ένα τοπίο, τόσο μεγαλύτερες είναι οι πιθανότητες απορρόφησης ξαφνικών περιβαλλοντικών διαταραχών που προέρχονται από παράσιτα, λόγω της οικολογικής προσαρμοστικότητας που διέπει τα οικοσυστήματα. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι βιοκοινότητες επιδεικνύουν μεγαλύτερη ικανότητα στο να επαναφέρουν τις πυκνότητες των πληθυσμών τους σε κατάσταση ισορροπίας (Pimm 1991).

- Την «**οικολογική προσαρμοστικότητα**» (*ecological resilience*) του οικοσυστήματος δηλαδή τη λειτουργία οικοσυστήματος βασισμένη στην ποικιλομορφία ειδών. Οι οικολόγοι εστιάζουν περισσότερο στα είδη που αφθονούν, επειδή ένα είδος στα πρόθυρα της εξάλειψης είναι πιθανό να έχει τη λιγότερο σημαντική οικολογική επιρροή. Στην αειφορική ή βιώσιμη γεωργία τονίζεται ιδιαίτερα η δυνατότητα του αγροτικού οικοσυστήματος να επιστρέφει σε δυναμική ισορροπία μετά από μια διαταραχή. Η βιοποικιλότητα μπορεί να θεωρηθεί ως συστατικό ζωτικής σημασίας για τη βιώσιμη ανάπτυξη της γεωργίας (Lovejoy 1995).

2.4 Εκτίμηση της βιοποικιλότητας

Η βιολογική ποικιλότητα της Ελλάδας είναι από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη, ενώ η ποικιλότητα σε επίπεδο ενδιαιτημάτων και οικοσυστημάτων είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντική (ΕΚΠΑΑ 2003). Οι ήπιες ανθρώπινες επεμβάσεις του παρελθόντος και η γεωμορφολογία της χώρας συνέβαλαν στην ικανοποιητική διατήρηση και προστασία των στοιχείων της βιολογικής ποικιλότητας και των οικοσυστημάτων που βρίσκονται κυρίως σε ορεινές περιοχές. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η κλίμακα των ανθρωπίνων επεμβάσεων έχει αυξηθεί δραματικά και οι επιπτώσεις του πρωτογενούς τομέα, αλλά και των υπολοίπων παραγωγικών τομέων, θέτουν σε σοβαρό κίνδυνο είδη και οικοσυστήματα. Ο πρωτογενής τομέας στη χώρα μας εξακολουθεί να κατέχει δεσπόζουσα θέση στην οικονομία συμβάλλοντας κατά 7% στο ΑΕΠ (2% στην Ευρωπαϊκή Ένωση) και απασχολώντας το 16% του συνολικού ενεργού πληθυσμού (5% στην Ευρωπαϊκή Ένωση) (Υπουργείο Γεωργίας 2000). Επομένως, η έμφαση για τη βιώσιμη ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα κατευθύνεται προς τη γεωργία.

Ένα αγροτικό οικοσύστημα περιλαμβάνει τα αβιοτικά στοιχεία (κλίμα, ηλιακή ενέργεια, έδαφος, νερό) και τα βιοτικά στοιχεία (οργανισμοί). Μια κοινότητα περιλαμβάνει τους πληθυσμούς μερικών ή όλων των ειδών που συνυπάρχουν στην ίδια περιοχή. Ως «**βιολογική ποικιλότητα**» εννοούμε την ποικιλομορφία που εμφανίζεται ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς όλων των ειδών, των χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων στα οποία οι οργανισμοί αυτοί ανήκουν (Χινητήρογλου και Βαφειάδης 2002). Η καταγραφή (*monitoring*) και παρακολούθηση των ειδών στο επίπεδο της «κοινότητας» είναι κύριο θέμα διαχείρισης ενός οικοσυστήματος (Haynes *et al.* 1996, Marcot *et al.* 1994). Οι διαχειριστές γης ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για αυτές τις καταγραφές των κοινοτήτων ή των οικοσυστημάτων, για να αποφανθούν εάν οι τρέχουσες διαχειριστικές πρακτικές είναι επιτυχείς ως προς τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και παραγωγικά οφέλη που πρέπει να προσφέρουν τα οικοσυστήματα (Haynes *et al.* 1996).

Στην οικολογία, χρησιμοποιούνται πολυάριθμοι δείκτες, όπως δείκτες πλούτου ειδών, ποικιλότητας, αφθονίας, κυριαρχίας, ισοκατανομής και ομοιότητας, ως στατιστικά αποτελέσματα μέτρησης της βιοποικιλότητας ενός οικοσυστήματος. Οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιούνται για να αποτιμήσουν την ποικιλότητα μιας

βιοκοινότητας (Magurran 1988). Όταν αναφερόμαστε στην πληθώρα των ειδών εννοούμε τη διάκρισή τους με βάση μορφολογικούς χαρακτήρες, αφού υπάρχουν τουλάχιστον επτά διαφορετικές θεωρήσεις της έννοιας του είδους, που είναι οι εξής: βιολογικό είδος, είδος συνάφειας, οικολογικό είδος, εξελικτικό είδος, μορφολογικό είδος, φυλογενετικό είδος και είδος αναγνώρισης (Bisby 1995). Η μέτρηση της βιοποικιλότητας στηρίζεται στις παρακάτω θεμελιώδεις έννοιες:

-Ο **πλούτος των ειδών** (*species richness*), που είναι ο πιο απλός τρόπος μέτρησης της βιοποικιλότητας, αναφέρεται στον αριθμό των ειδών σε μια περιοχή ή σε ένα ενδιαίτημα.

-**Αφθονία** (*abundance*) είναι ο συνολικός αριθμός των ατόμων (ή το βάρος της βιομάζας για τους αυτότροφους οργανισμούς) ενός είδους σε μια περιοχή.

-Η **ποικιλότητα** (*diversity*) των ειδών είναι συνάρτηση (Hurlbert 1971) του αριθμού των παρόντων ειδών (*richness*) και της ισοκατανομής (*evenness*) αυτών. Ο Hurlbert (1971) επεσήμανε ότι παρόλο που η ποικιλότητα και η αφθονία των ειδών συχνά συσχετίζονται θετικά, υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες αυξήσεις στην ποικιλότητα των ειδών συνοδεύονται από μειώσεις στην αφθονία των ατόμων των ειδών.

-**Κυριαρχία** (*dominance*) ενός είδους (ή περισσότερων) σε μια βιοκοινότητα είναι η κατάσταση κατά την οποία το είδος μέσω της αφθονίας του ασκεί σημαντική επίδραση στην επιβίωση άλλων γειτονικών ειδών.

-**Ισοκατανομή** (*evenness*) είναι ο δείκτης που δείχνει κατά πόσο διαφέρουν οι σχετικές αφθονίες των ειδών μιας βιοκοινότητας. Σε καμία βιοκοινότητα δεν υπάρχει ισομερής κατανομή των ειδών (Magurran 1988).

Η ποσοτική εκτίμηση της ποικιλότητας σε επίπεδο ενδιαιτήματος είναι εφικτό να προσδιορίζεται, κυρίως σε τοπικό επίπεδο, χωρίς να έχει βρεθεί αποδεκτή κατάταξη των οικοσυστημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο (Βερεσόγλου 2002). Ακόμη και σήμερα, είναι αμφίβολο εάν τα οικοσυστήματα που χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα ποικιλότητας και αφθονίας των ειδών είναι περισσότερο σταθερά, παραγωγικά και «υγιή» σε σχέση με τα λιγότερο πλούσια σε είδη οικοσυστήματα (McCann 2000).

2.4.1 Δείκτες Πλούτου ειδών (*species richness indices*)

Ευρέως διαδεδομένοι δείκτες πλούτου ειδών θεωρούνται ο αριθμός ειδών μιας κοινότητας (S), ο φυσικός $\ln(S)$ και ο δεκαδικός λογάριθμος $\log(S)$ του πλούτου ειδών, ο δείκτης του Margalef (D_{Mg}) και ο δείκτης του Menhinick (D_{Mn}).

- ✓ **Αριθμός ειδών (*species richness*) (S)**, είναι ο αριθμός των ειδών που υπάρχουν σε μία δεδομένη περιοχή. Εκφράζει ένα επίπεδο βιοποικιλότητας γνωστό ως α -ποικιλότητα. Χρησιμοποιείται ευρέως για συγκριτικούς σκοπούς διότι υπάρχουν πάρα πολλά στοιχεία για τα περισσότερα είδη στη διεθνή βιβλιογραφία και σε διάφορες βάσεις δεδομένων. Υποκαθιστά ικανοποιητικά άλλους τρόπους μέτρησης της βιοποικιλότητας που είναι δύσκολο να εφαρμοστούν. Ακόμη, υπάρχει μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ πλούτου των ειδών και γεωγραφικού πλάτους, έκτασης της περιοχής, υψομέτρου, παραγωγικότητας και ενδημισμού των ειδών (Gaston and Spicer 2004, Díaz *et al.* 2005). Όμως, αυτός ο δείκτης βιοποικιλότητας δεν λαμβάνει υπόψη την ισοκατανομή των ειδών. Για να ελαχιστοποιηθεί το στατιστικό λάθος στη μέτρηση του δείκτη χρησιμοποιείται η εξίσωση κατά jackknife (Heltsh and Forrester 1983):

$$S = n + ((n-1)/n)^k$$

Όπου S = ο πλούτος των ειδών

n = ο συνολικός αριθμός των ειδών στο δείγμα

K = ο αριθμός των «μοναδικών ή σπάνιων» ειδών (είδη που αντιπροσωπεύονται στο δείγμα από ένα άτομο)

- ✓ **Δείκτης πλούτου ειδών Margalef (*Margalef's richness index*) (D_{Mg})**: Ένας ακόμη απλός δείκτης του πλούτου των ειδών που υπολογίζεται με βάση τον αριθμό και την αφθονία των ειδών (Clifford and Stephenson 1975):

$$D_{Mg} = (S-1)/\ln N$$

όπου S = ο αριθμός των ειδών

N = ο αριθμός των ατόμων των S ειδών

- ✓ **Δείκτης πλούτου ειδών Menhinick (*Menhinick's richness index*) (D_{Mn})**: Ένας δείκτης του πλούτου των ειδών που διαφέρει ελάχιστα από τον

προηγούμενο (Magurran 1988). Για παράδειγμα σε ένα δείγμα με 23 είδη πουλιών συνολικών ατόμων 312, η ποικιλότητα εκτιμάται $D_{Mg}=3,83$ χρησιμοποιώντας το δείκτη *Margalef* και $D_{Mn}=1,20$ χρησιμοποιώντας το δείκτη *Menhinick* που δίνεται από τη σχέση:

$$D_{Mn} = S / \sqrt{N}$$

όπου S = ο αριθμός των ειδών

N = ο αριθμός των ατόμων των S ειδών

2.4.2 Δείκτες Ποικιλότητας (*diversity indices*)

Περισσότερο συχνά χρησιμοποιούνται δύο δείκτες ποικιλότητας, που στηρίζονται στις σχετικές αφθονίες των ειδών: ο δείκτης Shannon (H') και ο δείκτης Simpson (D). Αυτοί οι δείκτες προσμετρούν την α -ποικιλότητα μιας περιοχής, αλλά όχι και τις διαφορές στα υπάρχοντα είδη, καθώς βιοκοινότητες με διαφορετική σύνθεση μπορεί να έχουν τις ίδιες τιμές ποικιλότητας.

- ✓ *Δείκτης ποικιλότητας Shannon (Shannon diversity index) (H')*, γνωστός επίσης ως Shannon-Wiener index (Nur *et al.* 1999). Είναι ο δείκτης που χρησιμοποιείται περισσότερο από τους άλλους, γιατί λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ατόμων, τον αριθμό των ειδών και επιπλέον την ισοκατανομή αυτών. Είναι ευρύτατα διαδεδομένος στο πεδίο της οικολογίας κοινοτήτων. Ο δείκτης αυτός έχει τα πλεονεκτήματα ότι είναι σχετικά ανεξάρτητος από το μέγεθος του δείγματος και μπορεί να αναλυθεί στατιστικά με κοινές μεθόδους στατιστικής, διότι η κατανομή των τιμών του είναι κανονική. Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 1,5 και 3,5 και σπάνια λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 4,5 (Margalef 1972). Ο δείκτης αυξάνει όταν στο δείγμα υπάρχουν σπάνια είδη (Roy *et al.* 2004) ή υπάρχει υψηλή ισοκατανομή των ειδών. Αριθμητικά υπολογίζεται από τη σχέση:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

όπου n_i = ο αριθμός των ατόμων (αφθονία) του κάθε είδους,

S = ο αριθμός των ειδών,

p_i = η σχετική αφθονία του κάθε είδους, δηλαδή η αναλογία του

συνολικού αριθμού ατόμων του είδους ως προς το συνολικό αριθμό ατόμων του δείγματος.

- ✓ **Δείκτης ποικιλότητας Simpson (Simpson's diversity index) (D):** Είναι ο δείκτης που λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ειδών καθώς και την σχετική αφθονία του κάθε είδους. Πλεονέκτημά του είναι ότι δεν επηρεάζεται από τα σπάνια είδη που μπορεί να υπάρχουν στο δείγμα (Roy *et al.* 2004). Ποσοτικοποιεί την πιθανότητα δύο άτομα, τυχαία επιλεγμένα, σε ένα ενδιαίτημα να ανήκουν στο ίδιο είδος. Εάν p_i είναι το ποσοστό των οργανισμών που ανήκουν στα i είδη, τότε ισχύει:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Εάν n_i είναι ο αριθμός των ατόμων του είδους i που καταμετρήθηκαν και N ο συνολικός αριθμός των ατόμων που καταμετρήθηκαν τότε ο δείκτης δίνεται από τη σχέση:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται μεταξύ 0 και 1. Όταν οι τιμές είναι κοντά στο μηδέν ο δείκτης αναφέρεται σε ετερογενή ενδιαίτηματα με υψηλή ποικιλομορφία, ενώ όταν οι τιμές είναι κοντά στο 1 σε ομοιογενή ενδιαίτηματα. Οι βιολόγοι κυρίως χρησιμοποιούν ως μέτρο της ποικιλότητας το $1/D$ (*Simpson's index*), ενώ στη δημογραφία χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$\tilde{D} = 1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2,$$

όπου p = ποσοστό ατόμων ή αντικειμένων μιας κατηγορίας,

S = ο αριθμός των κατηγοριών.

Οι τιμές του δείκτη ποικιλότητας (*index of variability*) κυμαίνονται από 0 και 1. Όταν πρόκειται για ομοιογενείς πληθυσμούς, ο δείκτης είναι μηδέν. Στην αντίθετη περίπτωση, ο δείκτης ποικιλότητας ισούται με τη μονάδα.

2.4.3 Δείκτης κυριαρχίας (*dominance index*)

- ✓ **Δείκτης κυριαρχίας Berger-Parker (*Berger-Parker index*) (BP)**: Είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιεί μόνο σχετικές αφθονίες (*relative abundance*) των ειδών, δηλαδή τις σχετικές αναλογίες των διαφόρων πληθυσμών στην εξεταζόμενη περιοχή (Pimm 1991, Magurran 1998). Κάθε είδος συμμετέχει σε μια βιοκοινότητα με έναν αριθμό ατόμων (ή ποσότητα βιομάζας) που είναι διαφορετικός από είδος σε είδος. Η σημασία των ειδών εξαρτάται από τη σημασία που έχουν ως προς τη ροή ενέργειας και ως προς την επίδρασή τους σε όλους τους υπόλοιπους οργανισμούς. Με το σκεπτικό αυτό, τα είδη που έχουν τη μεγαλύτερη σημασία στη βιοκοινότητα ονομάζονται οικολογικά κυρίαρχα και η σημασία τους εκφράζεται με το δείκτη κυριαρχίας (Βερεσόγλου 2002). Ο δείκτης κυριαρχίας δείχνει το πιο κοινό είδος σε μια βιοκοινότητα παρά αποτελεί μέτρο πλούτου των ειδών (Magurran 1988). Δίνεται από τη σχέση:

$$d = N_{\max}/N$$

όπου N_{\max} = ο αριθμός των ατόμων στο πιο άφθονο είδος και

N = ο συνολικός αριθμός ατόμων. Συνήθως δίνεται και με την αντίστροφη μορφή $1/d$. Σε αυτή την περίπτωση μία αύξηση του δείκτη σημαδοεί μία αύξηση στην ποικιλότητα των ειδών και μείωση στην κυριαρχία.

2.4.4 Δείκτης ισοκατανομής ειδών (*evenness index*)

- ✓ **Δείκτης ισοκατανομής Pielou (*Pielou's evenness*) (E)**: Είναι ένας δείκτης ισοκατανομής, δηλαδή ένα μέτρο της βιοποικιλότητας ενός οικοσυστήματος που εκφράζει ποσοτικά την ομοιότητα, εάν υπάρχει, μεταξύ των πληθυσμών των ειδών (Gaston and Spicer 2004, Díaz *et al.* 2005). Μία βιοκοινότητα αποτελούμενη από δύο είδη στην ίδια αναλογία έχει υψηλότερο δείκτη ποικιλότητας από μία άλλη η οποία συντίθεται πάλι από δύο είδη αλλά σε αναλογία 90-10 (Βερεσόγλου 2002). Η ισοκατανομή ενός πληθυσμού δίνεται από το δείκτη ισοκατανομής Pielou (Pielou 1969):

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

όπου H' = η παρατηρούμενη ποικιλότητα ειδών που προέρχεται από το δείκτη ποικιλότητας Shannon-Weiner,

$H'_{\max} = o$ συνολικός αριθμός ειδών που βρέθηκε. Ο δείκτης E κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1. Όσο ο δείκτης πλησιάζει τη μονάδα τα ενδιαιτήματα είναι περισσότερο ομοιογενή όσο αφορά στην πληθυσμιακή τους σύσταση, ενώ όταν υπάρχει έντονη παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών ο δείκτης πλησιάζει το μηδέν. Οι Lloyd and Ghelardi (1964) πρότειναν έναν τρόπο μέτρησης της ομοιομορφίας κατανομής συγκρίνοντας τις τιμές ισοκατανομής ενός δείγματος (E) με τις τιμές ισοκατανομής που προκύπτουν από ένα μαθηματικό μοντέλο (*broken stick model*). Η αναλογία των τιμών αυτών δίνει την ισοκατανομή J .

2.4.5 Δείκτες Ομοιότητας (*similarity indices*)

Οι δείκτες ομοιότητας (*δείκτης Sorenson, δείκτης Morisita-Horn, δείκτης Bray-Curtis, δείκτης Jaccard* κ.α.) χρησιμοποιούνται για να υπολογίζουν τις διαφορές ως προς τη δομή και τη σύνθεση μεταξύ των πληθυσμών ειδών διαφορετικών περιοχών. Απαραίτητη προϋπόθεση χρήσης τέτοιων δεικτών είναι να υπάρχουν κοινά είδη μεταξύ των συγκρινόμενων περιοχών. Οι δείκτες ομοιότητας είναι οι ευρέως χρησιμοποιούμενοι δείκτες της β-ποικιλότητας (*beta diversity*). Είναι ίσοι με 1 σε περιπτώσεις πλήρους ομοιότητας και 0, όταν οι περιοχές είναι ανόμοιες και δεν έχουν κάποιο είδος κοινό.

- ✓ *Δείκτης Sorenson* (C_s): μετρά την ομοιότητα μεταξύ δύο συναθροίσεων. Βασίζεται μόνο στον αριθμό των ειδών και δεν λαμβάνει υπόψη την αφθονία των ειδών (Southwood 1978). Δίνεται από τον τύπο:

$$C_s = 2j/(a+b)$$

όπου a = ο αριθμός των ειδών στην περιοχή A,

b = ο αριθμός των ειδών στην περιοχή B και

j = ο αριθμός των κοινών ειδών στις δύο περιοχές.

- ✓ *Δείκτης Jaccard* (C_j): Ευρέως διαδεδομένος δείκτης ομοιότητας που δίνεται από τη μαθηματική σχέση:

$$C_j = j / (a+b-j)$$

όπου $a = 0$ αριθμός των ειδών στην περιοχή A,
 $b = 0$ αριθμός των ειδών στην περιοχή B και
 $j = 0$ αριθμός των κοινών ειδών στις δύο περιοχές.

- ✓ **Δείκτης Morisita-Horn** (Morisita 1959, Horn 1977). Ο δείκτης αυτός μειονεκτεί σημαντικά διότι επηρεάζεται σημαντικά από το μέγεθος του δείγματος και τις αφθονίες των κυρίαρχων ειδών (Magurran 1988). Δίνεται από τον τύπο:

$$C_{mH} = \frac{2\sum_i(N_{iP}N_{iQ})}{\left(\sum_i N_{iP}^2/N_P^2 + \sum_i N_{iQ}^2/N_Q^2\right) N_P N_Q}$$

όπου NP, NQ = είναι ο συνολικός αριθμός των ατόμων

NiP, NiQ = είναι ο αριθμός των ατόμων του ίδους ith στις θέσεις P και Q αντίστοιχα.

2.5 Μορφές γεωργίας και επίδρασή τους στη ζωϊκή ποικιλότητα των αγροτικών οικοσυστημάτων

Ο σημαντικότερος τύπος χρήσης γης στην Ευρώπη είναι η γεωργία, με το 34% της ευρωπαϊκής γης να χρησιμοποιείται για παραγωγή προϊόντων και το 14% να καταλαμβάνουν οι χορτολιβαδικές εκτάσεις (Verburg *et al.* 2006). Οι περισσότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στην επίδραση της αλλαγής χρήσεων γης στη βιοποικιλότητα, με λιγότερο όμως ενδιαφέρον στο βαθμό έντασης της κάθε χρήσης γης (Sala *et al.* 2000). Ένα αγροτικό τοπίο είναι ετερογενές με διάφορους τύπους ενδιαιτημάτων. Επειδή τα ομοιογενή τοπία είναι συνήθως ακατάλληλα για το μεγαλύτερο αριθμό ειδών, η χωρική και χρονική κατανομή των κατάλληλων ενδιαιτημάτων είναι βασικός παράγοντας για τη βιοποικιλότητα των αγροτικών οικοσυστημάτων (Jeanneret *et al.* 2003). Η βιοποικιλότητα στα αγροτικά τοπία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ένταση εκμετάλλευσης της γης. Γίνεται η διάκριση μεταξύ της «έντασης εισαγωγής», που μετριέται με τις εισροές, όπως τα χημικά λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα, και της «έντασης παραγωγής», που μετριέται ως παραγωγή ανά μονάδα έκτασης σε συγκεκριμένο χρόνο (Turner and Doolittle 1978). Ενδιαιτήματα υψηλής οικολογικής αξίας της Ευρώπης απαντώνται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% σε εκτάσεις με γεωργία χαμηλών εισροών (Bignal and McCracken 1996).

Είναι γεγονός ότι η εντατική γεωργία έχει αυξήσει την παραγωγικότητα της καλλιεργήσιμης γης, ενώ ταυτόχρονα η ποικιλότητα των ειδών, είτε φυτικών είτε ζωικών, έχει μειωθεί (Isselstein *et al.* 1991). Οι Petit *et al.* (2001) έδειξαν ότι η εντατικοποίηση της γεωργίας θα είναι η σημαντικότερη μορφή πίεσης στη βιοποικιλότητα στις επερχόμενες δεκαετίες. Γι'αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση με τις συνεχείς μεταρρυθμίσεις της ΚΑΠ, στοχεύει στην εφαρμογή αγροτοπεριβαλλοντικών μέτρων για τη διατήρηση των αγροικοσυστημάτων. Επιπλέον, η ίδια έχει δεσμευτεί να σταματήσει την απώλεια βιοποικιλότητας μέχρι το 2010 (EU 2002).

Η εντατικοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας συνοδεύτηκε και στη χώρα μας από αύξηση της κατανάλωσης λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και αύξηση της εκμηχάνισης των εκμεταλλεύσεων. Η εντατικοποίηση της γεωργίας είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη στις πεδινές περιοχές και περισσότερο περιορισμένη στις ορεινές, ημιορεινές και νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας (Υπουργείο Γεωργίας 2000). Τα εκτατικά συστήματα των μειονεκτικών περιοχών είναι συνήθως παραδοσιακά, χαμηλής παραγωγικότητας και χαμηλής χρήσης γεωργικών εισροών. Εκτός από την κοινωνική και πολιτιστική τους αξία, είναι σημαντικά και από περιβαλλοντική άποψη διότι χρησιμοποιούν λιγότερους φυσικούς πόρους και συμβάλλουν στη διατήρηση φυσικών οικοτόπων.

Η άσκηση γεωργίας με μορφή φιλική προς το περιβάλλον έχει οδηγήσει ομάδες επιστημόνων στη συγκριτική μελέτη διαφόρων μορφών γεωργίας, όπου εξετάζονται οικονομικές και οικολογικές παράμετροι, όπως απόδοση καλλιεργειών, συχνότητα και μορφή ασθενειών των φυτών, δυναμική πληθυσμών των επιζήμιων, αλλά και των ωφέλιμων εντόμων. Οι Reidsma *et al.* (2006) μέτρησαν την «ποιότητα» σε αγροτικά οικοσυστήματα διαφορετικών πρακτικών μεταχείρισης (παραδοσιακά δασογεωργικά συστήματα, συστήματα εκτατικής γεωργίας και συστήματα εντατικής γεωργίας) σε 15 Ευρωπαϊκές χώρες. Η διάκριση των συστημάτων έγινε με βάση τη χρήση γης, την άρδευση και το κόστος που απαιτήθηκε για την προστασία των καλλιεργειών. Η έρευνα έδειξε ότι τα συστήματα εντατικής γεωργίας είχαν τις χαμηλότερες τιμές ποιότητας (Ολλανδία, Β. Γαλλία, Ελλάδα), ενώ σχετικά υψηλές τιμές ποιότητας σημειώθηκαν στα νέα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου η γεωργία είναι περισσότερο εκτατικής μορφής. Επίσης, υψηλές τιμές ποιότητας οικοσυστήματος σημειώθηκαν στη νότια Γαλλία, τη νότια Ιταλία και την Αυστρία, όπου το ποσοστό της οργανικής γεωργίας είναι ιδιαίτερα υψηλό.

Από τους Krooss and Schaefer (1998) μελετήθηκε η ποικιλότητα και η αφθονία των εδαφόβιων κολεοπτέρων της οικογένειας *Staphylinidae* σε τέσσερις διαφορετικούς τύπους γεωργικών οικοσυστημάτων της βόρειας Γερμανίας (συμβατική γεωργία, ολοκληρωμένη γεωργία, χαμηλών εισροών και εκτατική γεωργία) για μια περίοδο πέντε ετών 1990-1994. Βρέθηκε ότι τα πιο κοινά είδη απαντώνται σε όλους τους τύπους γεωργίας, αλλά η συνολική σύνθεση της εντομοπανίδας του κάθε τύπου γεωργίας είναι διαφορετική. Η μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών *Staphylinidae* βρέθηκε στα χωράφια με μειωμένη άρδευση, μειωμένη κατεργασία εδάφους και μειωμένες εφαρμογές παρασιτοκτόνων, δηλαδή στη γεωργία χαμηλών εισροών. Λόγω της υψηλής, αλλά ανεκτής, παρουσίας των ζιζανίων και του ευνοϊκού μικροκλίματος που δημιουργείται στη γεωργία χαμηλών εισροών και στην εκτατική γεωργία η διαθεσιμότητα της τροφής των *Staphylinidae* είναι επαρκής και συνεχής. Όμως, η γεωργία εκτατικής μορφής με μηδενικές εισροές λιπασμάτων οδήγησε σε αραιές καλλιέργειες με δυσμενές μικροκλίμα για την εντομοπανίδα. Αυτό είχε ως συνέπεια τη μείωση της ποικιλότητας και της αφθονίας των ειδών της οικογένειας *Staphylinidae*.

Τα είδη των *Staphylinidae* είναι δύσκολο να αναγνωρισθούν και δεν έχουν αποτελέσει αντικείμενο έρευνας της βιοποικιλότητας τόσο συχνά, όσο άλλες ομάδες αρθροπόδων (Hole *et al.* 2005). Όμως παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς στην οικογένεια αυτή συμπεριλαμβάνονται αποικοδομητές, φυτοφάγα, παρασιτοφάγα ή αρπακτικά και γι' αυτό κατατάσσονται στα ωφέλιμα έντομα (Potts and Vickerman 1974). Μερικά είδη είναι γνωστά επειδή παρασιτούν τις νύμφες δίπτερων (Fournet *et al.* 2000), μερικά είδη είναι αρπακτικά των αφίδων σε γεωργικές καλλιέργειες και συνεπώς αποτελούν φυσικούς εχθρούς (Dennis *et al.* 1990, Dennis and Wratten 1991, Andersen 1992, Collins *et al.* 2002). Είδη που διαβιούν κάτω από το έδαφος είναι άρπαγες κολλέμβολων, ενώ άλλα τρέφονται με άλγη και μύκητες (Good and Giller 1991). Τα *Staphylinidae* είναι ενεργά στην επιφάνεια του εδάφους, στα υπολείμματα των φύλλων, μέσα στο χώμα, ενώ κάποια είδη έχουν δυνατότητα πτήσης με αποτέλεσμα να διασπείρονται μεταξύ φυσικών ενδιαιτημάτων και αγροοικοσυστημάτων (Coombes and Sotherton 1986). Για να διαπιστωθεί εάν τα είδη αντιδρούν διαφορετικά σε βιοτικά και αβιοτικά στοιχεία ενός αγροτικού οικοσυστήματος, για παράδειγμα τη βλάστηση που χρησιμεύει άλλοτε ως καταφύγιο και άλλοτε ως τόπος αναπαραγωγής των αρθροπόδων (Sotherton 1984, 1985), μελετήθηκε η αντίδραση των διαφορετικών ομάδων τροφής των *Staphylinidae*

(Clough *et al.* 2006). Η έρευνα έδειξε ισχυρή επίδραση της οργανικής γεωργίας στον αριθμό και την αφθονία των ειδών που αποδείχθηκε υψηλή, ενώ η δραστηριότητα των αρπακτικών ήταν εντονότερη στους αγρούς συμβατικής γεωργίας. Τέλος, οι Jeanneret *et al.* (2003) βρήκαν ότι ο τύπος του ενδαιτήματος με τις ανάλογες καλλιεργητικές πρακτικές ασκεί τη μεγαλύτερη επίδραση στον πληθυσμό των αραχνών, λιγότερο στον πληθυσμό των κολεοπτέρων και καμία επίδραση στον πληθυσμό των λεπιδοπτέρων.

Στο νότιο τμήμα του Ontario, του Καναδά, έγινε συγκριτική μελέτη των πουλιών κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 1990 σε 72 θέσεις αγρών οργανικής και συμβατικής γεωργίας (Freemark and Kirk 2001). Βρέθηκε ότι οι αγροί οργανικής γεωργίας είχαν σημαντικά υψηλότερη αφθονία του κάθε είδους πουλιού σε σύγκριση με τους συμβατικούς αγρούς. Άρα, αύξηση της καλλιεργήσιμης έκτασης με οργανική ή αειφορική γεωργία μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση πληθυσμού της ορνιθοπανίδας (Pain and Pienkowski 1997, Krebs *et al.* 1999). Ομοίως, οι Aebischer and Ward (1997) βρήκαν ότι η πυκνότητα των αναπαραγόμενων στρουθιόμορφων ήταν υψηλότερη σε αγρούς παραδοσιακής-χαμηλής έντασης γεωργίας παρά σε αγρούς εντατικής γεωργίας στη νότια Αγγλία. Τέλος, η πυκνότητα της ορνιθοπανίδας συσχετίστηκε θετικά με την πυκνότητα προνυμφών των λεπιδοπτέρων και συμφύτων στα χωράφια σιτηρών, αφού αποτελούν εκλεκτή τροφή των νεοσσών στρουθιόμορφων, καθορίζοντας την αύξηση ή μείωση του πληθυσμού της ορνιθοπανίδας (Aebischer 1991, Donald 1998).

2.6 Ποικιλότητα εντομοπανίδας σε αγροτικά οικοσυστήματα

Τα αρθρόποδα είναι μια ομάδα, με ζωτική σημασία για τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος, όπως έχει καταδειχθεί από διάφορους ερευνητές, συμβάλλοντας στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων (Packham *et al.* 1992) και στη γονιμοποίηση των φυτών. Αποτελούν μια καλή τροφική βάση για άλλα ασπόνδυλα και σπονδυλωτά (Greenberg and McGrane 1996). Λαμβάνοντας υπόψη τις παρούσες ή επικείμενες περιβαλλοντικές αλλαγές στα γεωργικά τοπία, η ποικιλότητα των ειδών μπορεί να αποδειχτεί αυξανόμενης σημασίας ως δείκτης αυτών των αλλαγών. Υπάρχουν σημαντικοί λόγοι για τους οποίους τα εδαφόβια αρθρόποδα, και κυρίως τα κολεόπτερα *Carabidae*, *Staphylinidae*, και οι αράχνες χρησιμοποιούνται συχνότερα

για την καταγραφή της πανίδας στις γεωργικές περιοχές, μερικοί από τους οποίους είναι:

(1) Τα περισσότερα είδη είναι πολυφάγα αρπακτικά άλλων ασπονδύλων (Whitcomb and Bell 1964, Larochele 1990), οπότε αυτές οι ταξινομικές ομάδες συνολικά θεωρούνται ωφέλιμοι οργανισμοί. Από τα εδαφόβια έντομα, τα κολεόπτερα είναι μεταξύ των πιο πολυάριθμων και σημαντικότερων ομάδων (Harris and Whitcomb 1974), περιλαμβάνοντας περίπου 40.000 γνωστά είδη (Lövei and Sunderland 1996). Ως αρπακτικά ζώα, τα *Carabidae* τείνουν να επιτηρούν το επιφανειακό χώμα και να επιτίθενται σε άλλα επίγεια ασπόνδυλα (Whitcomb and Bell 1964).

(2) Και τα τρία προαναφερθέντα taxa συλλέγονται εύκολα στις παγίδες τύπου pitfall, επιτρέπουν τυποποιημένη δειγματοληψία και επιδέχονται συγκριτική ερμηνεία. Πολλά είδη εδαφόβιων αρθροπόδων είναι ιδιαίτερα επιλεκτικά και περιορίζονται σε ένα συγκεκριμένο ενδιαίτημα (Evans 1983, Niemelä *et al.* 1992). Αυτή η επιλεκτικότητα ενδιαίτηματος κάνει τα *Carabidae* ιδανικούς οικολογικούς δείκτες των αλλαγών εντός των ενδιαιτημάτων τους (Thiele 1977, Freitag 1979, Dufrêne *et al.* 1990, Larsen *et al.* 1996), γιατί έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως οικολογικοί δείκτες για την αξιολόγηση της χρήσης λιβαδιών στην Αγγλία (Eyre and Rushton 1989).

(3) Οι συλλήψεις στους περισσότερους τύπους ενδιαιτημάτων περιέχουν αρκετά υψηλούς αριθμούς ειδών και ατόμων, αφού τα συγκεκριμένα taxa είναι πολυπληθή με αποτέλεσμα να επιδέχονται ασφαλή στατιστική επεξεργασία.

Γενικά, η οργανισμική βιοποικιλότητα είναι υψηλότερη στα αγροοικοσυστήματα ήπιας έντασης (Duelli *et al.* 1999) σε σύγκριση με τα εντατικά γεωργικά συστήματα. Το 1999 μελετήθηκαν και προτάθηκαν από τους Duelli και τους συνεργάτες του μέθοδοι για μεγαλύτερη αξιοπιστία και συγκρισιμότητα των καταλόγων εντομοπανίδας. Επιπλέον, οι παγίδες τύπου pitfall στα γεωργικά οικοσυστήματα σπάνια περιέχουν προστατευόμενα ή απειλούμενα είδη (Duelli *et al.* 1999), που επηρεάζουν τις σχετικές αφθονίες των ειδών και κατά συνέπεια τις τιμές των δεικτών βιοποικιλότητας (Roy *et al.* 2004). Σε μια επισταμένη έρευνα με τυποποιημένες δειγματοληπτικές μεθόδους σε αγροτικά και δασικά ενδιαίτηματα στην Ελβετία ο αριθμός των απειλούμενων ειδών των αρθροπόδων δεν συσχετιζόταν σημαντικά με τη γενική αφθονία των ειδών ανά παγίδα, με ορισμένες εξαιρέσεις, όπως ο αριθμός ορισμένων ειδών Υμενοπτέρων που συσχετιζόταν επαρκώς (Duelli and Obrist 1998).

Η σύνθεση των ειδών σε ένα οικοσύστημα εξαρτάται αρκετά και από τη βιοποικιλότητα των γειτονικών ενδιαιτημάτων (μωσαϊκό τοπίο). Όταν στόχος είναι η

διατήρηση ή η αύξηση της βιοποικιλότητας στις αγροτικές περιοχές, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο παράγοντας τοπίο (*δομική βιοποικιλότητα*) (Duelli *et al.* 1999). Με βάση ερευνητικά δεδομένα για μερικές τουλάχιστον ταξινομικές ομάδες, ο αριθμός των ειδών σχετίζεται με την ετερογένεια του ενδιαιτήματος (Moser *et al.* 2002), αλλά δεν ισχύει το ίδιο για όλα τα είδη της ίδιας οικογένειας (Rykken and Carpen 1997). Οι βιοκοινότητες κολεοπτέρων μελετήθηκαν σε έξι διαφορετικά ενδιαιτήματα (λιβάδι, βρώμη, καλαμπόκι, σόγια, εγκαταλειμμένες γεωργικές εκτάσεις, δάση) στη ΒΑ Αϊόβα των Η.Π.Α. από το 1994 έως το 1998 (Larsen *et al.* 2003). Βρέθηκε ότι τα λιβάδια κατέχουν την μεγαλύτερη ποικιλότητα και αφθονία ειδών των κολεοπτέρων σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ενδιαιτήματα. Τα λιβάδια στην Αϊόβα των Η.Π.Α. συχνά περιέχουν πάνω από 200 είδη αγρωστωδών και πλατύφυλλων ποών με αποτέλεσμα να συνθέτουν μια πυκνή, ποικίλη χλωριδική φυσική δομή προσφέροντας περισσότερες οικοθέσεις από ότι άλλα λιγότερο ποικιλόμορφα ενδιαιτήματα. Σε αυτό πιθανόν να οφείλεται το ευνοϊκό μικροκλίμα που δημιουργείται, για τα εδαφόβια έντομα και επιπλέον σύμφωνα με την υπόθεση του Root (1973) για τους φυσικούς εχθρούς, προβλέπεται μια αύξηση της αφθονίας τους σε συστήματα με πολύπλοκη χλωριδική σύνθεση.

Όπως προαναφέραμε, η ανάλυση ειδών-δεικτών σε διάφορες έρευνες αποκάλυψε διακριτές συναθροίσεις κολεοπτέρων. Μερικά είδη εμφανίζονται σε περισσότερα από ένα ενδιαιτήματα και ορίζονται ως μη ειδικευμένα (*generalists*), έχοντας μία ευρεία οικοθέση, οπότε δεν προσφέρονται για χρήση ως δείκτες. Υπάρχουν, επίσης, είδη μη ειδικευμένα που χαρακτηρίζουν ξηρά (π.χ. Orthoptera: *Oedipoda caerulescens*) ή υγρότερα ενδιαιτήματα (π.χ. Orthoptera: *Poecilimon brunneri*) (Kati *et al.* 2003). Τα ορθόπτερα είναι γνωστά ως σημαντικό συστατικό της βιοποικιλότητας των λιβαδιών (Gandar 1982, Ryszkowski *et al.* 1993). Διαδραματίζουν έναν κεντρικό ρόλο στην τροφική αλυσίδα, δεδομένου ότι είναι κυρίως φυτοφάγα και αποτελούν έναν άφθονο πόρο τροφής για άλλες ομάδες, όπως οι σαύρες και τα αρπακτικά πουλιά (Parr *et al.* 1997). Μερικά είδη έχουν χαρακτήρα κλειδί, επηρεάζοντας την κατάσταση των λιβαδιών (Quinn *et al.* 1993), ενώ άλλα είδη είναι γνωστά ως καλοί δείκτες της αλλαγής χρήσης γης (Samways 1997).

Εκτός από τα αρθρόποδα, για την ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση της βιοποικιλότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως είδη-δείκτες και τα αναπαραγόμενα ζευγάρια πουλιών, όπως για παράδειγμα τα «λιβαδικά» πουλιά

αποτελούν χρήσιμο δείκτη της βιολογικής αρτιότητας ή ισορροπίας των λιβαδικών οικοσυστημάτων (Browder *et al.* 2002).

2.7 Ποικιλότητα ορνιθοπανίδας

Η διατήρηση της ποικιλότητας των ειδών στη γη θεωρείται ως ένα από τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα της εποχής μας (Ehrlich and Wilson 1991). Τα πουλιά αντιλαμβάνονται και ανταποκρίνονται στις αλλαγές στη δομή των ενδιαιτημάτων και έχει αποδειχθεί ότι είναι καλοί δείκτες της δομής και σύνθεσής τους (Burel *et al.* 1998). Ιδιαίτερα τα αγροτικά οικοσυστήματα αποτελούν ένα μωσαϊκό καλλιεργήσιμης και ακαλλιέργητης γης και υποστηρίζουν ένα σημαντικό αριθμό πουλιών. Ισχυροί συσχετισμοί έχουν καταδειχθεί μεταξύ ειδών πουλιών και συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των ενδιαιτημάτων και ειδικά με τη δομή της βλάστησης (Mac Arthur and Mac Arthur 1961, James 1971, James and Wamer 1982). Κάθε είδος χρειάζεται μία ελάχιστη έκταση κατάλληλου ενδιαιτήματος (habitat requirement) (Haila *et al.* 1989) και εάν η διαθέσιμη είναι μικρότερη από την απαιτούμενη, τότε το είδος δεν χρησιμοποιεί την περιοχή (Whitcomb *et al.* 1981).

Τα πουλιά θεωρούνται ωφέλιμα είδη, αφού τρέφονται με πολλά βλαβερά για τις καλλιέργειες ή το δάσος έντομα, ενώ σε ορισμένα είδη ένα άτομο μπορεί να καταναλώσει πάνω από 100 έντομα την ημέρα και αν υπάρχει διαθεσιμότητα, πάνω από 30.000 έντομα το χρόνο (Καϊλίδης 1986). Εκτός από το ότι μπορούν και διατηρούν χαμηλά τους πληθυσμούς βλαπτικών εντόμων, τα πουλιά μαζί με διάφορα θηλαστικά παίζουν σημαντικό ρόλο ως πηγή πρωτεΐνης για άλλα ζώα, ενώ ακόμη μεταφέρουν σπόρους από θέση σε θέση.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών τα πουλιά που διαβιούν στα γεωργικά τοπία της Ευρώπης έχουν μελετηθεί εντατικά, κυρίως λόγω της διαδεδομένης και σοβαρής μείωσης του πληθυσμού πολλών ειδών, ιδιαίτερα στις χώρες όπου η παραγωγικότητα των καλλιεργειών έχει αυξηθεί σημαντικά (Donald *et al.* 2001, Newton 2004, Vickery *et al.* 2004b). Στοιχεία που αφορούν στην οικολογία, αφθονία και κατανομή των οργανισμών απαιτούνται άμεσα από διάφορα τοπία και τύπους καλλιεργειών.

Λοφώδη και ορεινά γεωργικά τοπία, αποτελούμενα από μικρά αγροκτήματα, είναι πολύ ελκυστικά για πολλά είδη πουλιών εξαιτίας της ετερογένειας στη δομή, τη φυσιολογία της φυτικής κάλυψης και τη διαθεσιμότητα φυσικών πόρων (Farina

1989). Κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου τα αγροοικοσυστήματα διαθέτουν σημαντική ετερογένεια και η ορνιθοπανίδα επηρεάζεται περισσότερο από τους φυτοφράχτες και τα διαθέσιμα δέντρα, παρά από τις καλλιεργητικές φροντίδες. Σε περιπτώσεις μείωσης της καλλιεργητικής δραστηριότητας, συμβαίνουν γρήγορα αλλαγές στη φυσιογνωμία του τοπίου, όπως εισβολή θάμνων και δέντρων στα χωράφια, οι οποίες οδηγούν συνήθως σε πτώση της ποικιλότητας και στον εποχιακό κύκλο του πληθυσμού των πουλιών.

Σε εγκαταλειμμένες γεωργικές εκτάσεις, η βόσκηση του ζωϊκού κεφαλαίου συμβάλλει στην αύξηση του αριθμού των ειδών πουλιών, ειδικά κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα. Αυτό το τοπίο προσελκύει στρουθιόμορφα, όπως *Fringilla coelebs*, *Carduelis chloris*, *Anthus spinoletta* και *A. pratensis* κ.α. Προκειμένου να αξιολογηθεί η σημασία αυτού του τοπίου για τις κοινότητες των πουλιών και να ερευνηθεί η δυναμική τους σε σχέση με την καλλιεργητική δραστηριότητα, πραγματοποιήθηκαν από το 1979 μακροπρόθεσμες μελέτες σε μια περιοχή των Απεννίνων της Ιταλίας (Farina 1988), όπου οι πληθυσμοί των πουλιών μελετήθηκαν κατά μήκος μιας ευρείας υψομετρικής κλίμακας από τα 100m έως τα 1000m. Οι σημαντικότερες καλλιέργειες ήταν: ελαιώνες και αμπελώνες στους λόφους με προσανατολισμό νοτιοδυτικό, μηδική και αραβόσιτος στις πλημμυριζόμενες κοίτες, λιβάδια, ζώνες καλαμποκιού και πατάτας. Οι βοσκότοποι για το ζωικό κεφάλαιο καταλάμβαναν την κορυφή των λόφων (800-1.000m). Εξήχθη το συμπέρασμα ότι η δομή της κοινότητας των πουλιών στα καλλιεργήσιμα εδάφη ήταν πιο σύνθετη απ' ό,τι στις γειτονικές δασικές περιοχές και κατά ένα μεγάλο μέρος εξαρτώμενη από την αγροτική δραστηριότητα.

Στη λεκάνη απορροής του ποταμού Πορταϊκός στο Νομό Τρικάλων, μια έρευνα εξέτασε τις σχέσεις μεταξύ αριθμού ειδών πουλιών και αφθονίας τους σε διάφορα ενδιαιτήματα και χρήσεις γης από το Μάιο 1997 μέχρι τον Απρίλιο 1998 (Sfougaris *et al.* 1998). Η περιοχή έρευνας ταξινομήθηκε σε 10 τύπους ενδιαιτημάτων: φυσικό δάσος ελάτης, πυκνό δάσος ελάτης, δάσος ελάτης με διάκενα, νεαρό δρυοδάσος, δάσος δρυός με ανοίγματα, δάσος δρυός με αγροτικές εκτάσεις, παρόχθιο δάσος, οπωρώνες, υπαλπικά λιβάδια και καλλιεργούμενες εκτάσεις. Το γεωργικό έδαφος διανέμεται στα διάφορα μωσαϊκά συστήματα των δασικών περιοχών και ασκείται σε αυτό ήπιας μορφής γεωργία. Η έρευνα έδειξε ότι η υψηλότερη πυκνότητα πουλιών καταγράφηκε στις καλλιεργούμενες εκτάσεις το καλοκαίρι (6,3 άτομα /10ha) και η χαμηλότερη στο ελατοδάσος με ανοίγματα το χειμώνα (0,3 άτομα /10ha), άρα

τοπία που χαρακτηρίζονται ετερογενή μπορούν να υποστηρίξουν μεγάλη ποικιλομορφία πουλιών (Sfougaris *et al.* 1998).

Η κατανομή της ορνιθοπανίδας σε διάφορους τύπους ενδιαιτημάτων έχει μελετηθεί ιδιαίτερα σε περιοχές ειδικής προστασίας. Τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην προσπάθειά τους να διατηρήσουν, όχι μόνο τους πληθυσμούς των «άγριων πουλιών» στα ενδιαιτήματά τους, αλλά και επαρκούς έκτασης και ποικιλίας ενδιαιτήματος, καθόρισαν κατάλληλες περιοχές ως «Ζώνες Ειδικής Προστασίας» (Ζ.Ε.Π).

Στην Ελλάδα καθορίστηκαν 196 Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά (Heath *et al.* 2000). Δύο από αυτές, το όρος Μενοίκιο, που βρίσκεται μεταξύ της οροσειράς της Ροδόπης και του Παγγαίου, και ο Χολομώντας, που βρίσκεται στο νομό Χαλκιδικής, με υψόμετρα που ποικίλλουν από 100m έως και 1963m μελετήθηκαν από τους Στάη και Πυροβέτση (2006). Σκοπός της μελέτης ήταν η καταγραφή της ορνιθοπανίδας, ιδιαίτερα για τα είδη της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ (Tucker *et al.* 1995) και η διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την κατανομή της μεταξύ των διαφόρων ενδιαιτημάτων, όπως δασικές εκτάσεις, χορτολιβαδικές, είτε ως ενιαία τμήματα είτε ως δασικά ανοίγματα, εγκαταλειμμένες γεωργικές εκτάσεις, καλλιεργούμενες εκτάσεις κ.ά. Ακόμη πραγματοποιήθηκε ταξιθέτηση των ειδών σε συνάρτηση με τις μεταβλητές χρήση γης, γειτνίαση με άλλα ενδιαιτήματα και την ανθρώπινη παρουσία. Παρατηρήθηκε ότι τα ορεινά χορτολίβαδα του Μενοικίου διέθεταν τη μέγιστη ποικιλότητα ειδών (17 είδη) της Οδηγίας 79/409, σε σχέση με τα υπόλοιπα ενδιαιτήματα, δεδομένου ότι υπήρχε περιορισμένη ανθρώπινη όχληση. Ακολούθησαν οι ανοιχτές χορτολιβαδικές εκτάσεις, ενώ προέκυψε ότι το «κλείσιμο» αυτών ευνοεί μόνο ορισμένα δασικά είδη.

Σε άλλη έρευνα, ιδιαίτερα αυξημένη ποικιλότητα ειδών ορνιθοπανίδας (17 είδη πουλιών) παρατηρήθηκε στις λιβαδικές εκτάσεις μεταξύ αγροτικών οικοσυστημάτων της περιοχής Δολίχης Ελασσόνας (υψόμετρο 590m) (Σφουγγάρης και Τσιλιγιάννης 2004). Ειδικότερα καταγράφηκε ο αριθμός των ειδών πουλιών που φωλιάζουν σε κάθε τύπο ενδιαιτήματος, καθώς και η πυκνότητα των αναπαραγόμενων ζευγαριών ανά εκτάριο. Οι δύο αυτές παράμετροι συγκρίθηκαν μεταξύ των εξής τύπων ενδιαιτημάτων: λιβάδια, σιτηρά, καπνός, οικοτόνος (λιβάδι-σιτηρά), φυτοφράχτης, φυτεία ψευδακακίας. Η ανάλυση των μετρήσεων πεδίου έδειξε ότι αναφορικά με τον αριθμό αναπαραγόμενων ζευγαριών ανά εκτάριο που στηρίζει το κάθε ενδιαιτήμα, υπερτερεί σημαντικά ο φυτοφράχτης (72,6) ενώ

σημαντική συνεισφορά είχαν το λιβάδι (4,6) και ο οικοτόνος (4,1). Αναφορικά με τον αριθμό ειδών το λιβάδι (17 είδη), ο οικοτόνος (19 είδη) και ο φυτοφράχτης (15 είδη) ήταν τα σημαντικότερα ενδιαιτήματα.

2.8 Επίδραση της ετερογένειας του ενδιαιτήματος και του ορίου (*edge effect*) στην ποικιλότητα της εντομοπανίδας και ορνιθοπανίδας

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο των αγροοικοσυστημάτων είναι ο οικοτόνος μεταξύ σχετικά ομοιογενών γειτονικών ενδιαιτημάτων και οι οικολογικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Ως οικοτόνος ορίζεται η μεταβατική εκείνη ζώνη μεταξύ δύο γειτονικών κλειστών βιοκοινοτήτων και αναφέρεται στις ιδιάζουσες αβιοτικές συνθήκες και βιοτικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των (Βερεσόγλου 2002). Περιέχονται είδη που ζουν και στις δύο βιοκοινότητες καθώς και είδη που δεν περιέχονται σε καμία από τις δύο βιοκοινότητες. Υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον για την αλληλεπίδραση μεταξύ των οικοτόνων και της βιοποικιλότητας των ειδών, επειδή αυτοί χρησιμεύουν, είτε ως εμπόδια είτε ως διάδρομοι στην μετακίνηση των πληθυσμών ή αντιπροσωπεύουν μοναδικά ενδιαιτήματα που ευνοούν κάποια είδη και είναι αφιλόξενοι για άλλα (Holland *et al.* 1991). Το όριο του δάσους είναι ένας τύπος οικοτόνου που έχει γίνει το σημείο εστίασης μελετών και προσπαθειών διατήρησής του, επειδή η προοδευτική καταστροφή και ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων έχει οδηγήσει σε αύξηση των δασικών ορίων σε μερικές περιοχές, ενώ σε άλλες έχει εξαφανιστεί λόγω των πρόσφατων φυτειών ή της εγκατάλειψης των καλλιεργήσιμων εδαφών (Saunders *et al.* 1991).

Στην Ουγγαρία μελετήθηκε η χωρική κατανομή των αρθροπόδων της οικογένειας *Carabidae* και οι επιδράσεις του οικοτόνου στην ποικιλότητά τους κατά μήκος δύο διαδρομών μεταξύ δάσους και λιβαδιού με παγίδες τύπου pitfall (Magura 2002). Τα κολεόπτερα της οικογένειας *Carabidae* είναι προτιμώμενα είδη για συγκριτικές οικολογικές μελέτες, γιατί είναι ευαίσθητα στους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις αλλαγές ενδιαιτημάτων (Niemela *et al.* 1993). Διακρίθηκαν πέντε ομάδες ειδών: είδη μη ειδικευμένα σε κάποιο ενδιαιτήμα, μη ειδικευμένα δασικά, είδη που προτιμούν τις πόες, είδη ειδικευμένα στα δάση και είδη που προτιμούν τα δασικά όρια. Για παράδειγμα, το κολεόπτερο *Carabus violaceus* βρέθηκε σχεδόν αποκλειστικά στο λιβάδι, ενώ το *Molops piceus* ήταν το αφθονότερο στο λιβάδι. Η μελέτη αποκάλυψε μια σημαντική επίδραση του ορίου του δάσους στα *Carabidae*,

των οποίων η αφθονία ήταν σημαντικά υψηλότερη στο δασικό όριο και στο λιβάδι απ' ό,τι στο εσωτερικό του δάσους. Έχει ύψιστη σημασία η διαχείριση των δασικών ορίων, καθώς λειτουργούν ως φυσικές δεξαμενές για τη διασπορά και εποίκηση των Carabidae στα παρακείμενα ενδιαιτήματα μετά την καταστροφή κάποιου από αυτά.



Εικόνα 6. Αγροί σιτηρών και φυτείες ψευδακακίας στα όρια του δρυοδάσους.

Το φαινόμενο του κατακερματισμού ενός ενδιαιτήματος και της επίδρασης του ορίου (*edge effect*) (Εικόνα 6) που το ακολουθεί, έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση σημαντικής ποικιλότητας και στην ορνιθοπανίδα. Φυσικά υπάρχουν εσωτερικά είδη που προτιμούν την ομοιογένεια, αλλά κι αυτά παρατηρούνται σε μικρή απόσταση από τη ζώνη επαφής των διαφορετικών ενδιαιτημάτων (*forest edge birds*) (Στάης και Πυροβέτση 2006). Έχει αποδειχθεί ότι η προστασία της υψηλής αφθονίας και της ποικιλότητας ειδών πουλιών στις καλλιεργούμενες εκτάσεις συνδέονται έντονα με την παρουσία στοιχείων του τοπίου που δεν αφορούν την καλλιέργεια, φυτοφράχτες (O' Connor and Shrubbs 1986, Fuller *et al.* 1997) και ειδικά δασύλλια που συνιστούν κατάλληλα ενδιαιτήματα για φώλιασμα για τα περισσότερα αγροτικά είδη (Kujawa and Tryjanowski 2000).

Τα πουλιά των αγροοικοσυστημάτων έχουν μία ισχυρή εξάρτηση από το σιτάρι και τους σπόρους της αυτοφυούς χλωρίδας που βρίσκονται στα υπολείμματα των καλλιεργειών, καθώς και από τα έντομα που βρίσκονται στους φυτοφράχτες και στα ακαλλιέργητα περιθώρια των χωραφιών. Με τις αλλαγές που συνέβησαν, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 ετών, οι γεωργικές επιχειρήσεις είχαν κάποιο οικονομικό όφελος, αλλά οι πληθυσμοί των πουλιών υπέστησαν σοβαρές μειώσεις. Σε αυτό το αποτέλεσμα οδήγησαν η αύξηση της έκτασης χωραφιών με την αφαίρεση των

φυτοφραχτών, τα ισχυρότερα φυτοφάρμακα και η αλλαγή από τα εαρινά σιτηρά με υπολείμματα καλαμιών στη φθινοπωρινή σπορά και απώλεια των χρηστικών υπολειμμάτων. Μια σχετική μελέτη πραγματοποιήθηκε στην Πολωνία σε αναδασωμένες περιοχές μεταξύ γεωργικών καλλιεργειών με ιδιαίτερη έμφαση στα αποκαλούμενα «είδη των αγροτικών περιοχών», που αναγνωρίζονται ως οι περισσότερο ζημιωμένοι οργανισμοί από την ανάπτυξη της γεωργίας (Kujawa 2002). Καταγράφηκαν περίπου 70 είδη αναπαραγόμενων πουλιών σε αυτά τα δασύλλια (Kujawa 1997). Τα είδη που συνδέονται στενά με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις έδειξαν μείωση κατά 30% της πυκνότητας του πληθυσμού τους (*Miliaria calandra*, *Emberiza hortulana*, *Lanius collurio*, *Sturnus vulgaris*), ενώ οι βιοκοινότητες των ειδών που συνδέονται με δάσος ή δασύλλια αυξήθηκαν ή δεν μεταβλήθηκαν.

Μια άλλη μελέτη διερεύνησε την ποικιλομορφία των πουλιών στα διάκενα ενός τοπίου, συγκρίνοντας συναθροίσεις πουλιών μεταξύ του κλειστού δάσους, του ανοικτού γεωργικού ενδιαιτήματος και των δασικών διακένων, σε μία τυπική μικτή περιοχή με δασικές και καλλιεργήσιμες εκτάσεις στο νότιο Βέλγιο, αντιπροσωπευτικό τοπίο της Β.Δ. Ευρώπης (Paquet *et al.* 2006). Ο πλούτος των ειδών και ο «δείκτης αξίας διατήρησης» (*conservation value index*), που ενσωματώνει τη συχνότητα παρουσίας ενός είδους στην εξεταζόμενη περιοχή με το καθεστώς παρουσίας στην Ευρώπη, ήταν υψηλότεροι για τα ενδιαιτήματα των ορίων και των διακένων του δάσους, έναντι του εσωτερικού του δάσους και των γεωργικών εκτάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ο γενικός σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση του ρόλου της γεωργίας, από παραγωγικής και περιβαλλοντικής σκοπιάς, σε μια περιοχή του ορεινού χώρου, υπό το πρίσμα των αλλαγών που έχει επιφέρει στο συνολικό πλαίσιο της πρωτογενούς παραγωγής η Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.) με όλες τις μέχρι σήμερα τροποποιήσεις της. Με δεδομένη την σε μεγάλο βαθμό εγκατάλειψη της καλλιέργειας των ορεινών γαιών τα τελευταία χρόνια, δόθηκε έμφαση στις επιπτώσεις που αυτή μπορεί να έχει στον πλούτο και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Αναλυτικότερα, οι επιμέρους σκοποί της έρευνας ήταν:

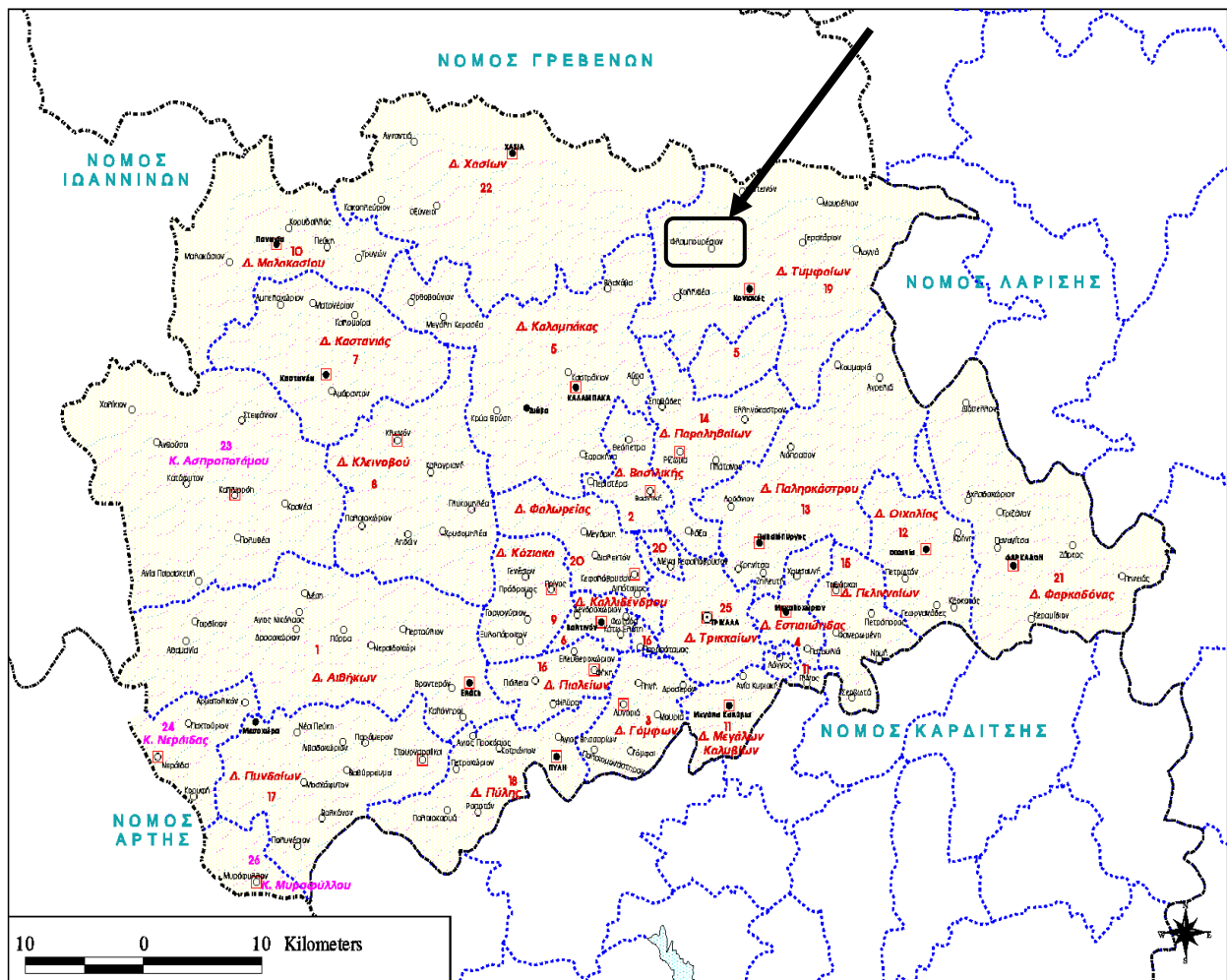
- ✓ Να γίνει μια πρώτη αποτίμηση και σύγκριση αποδόσεων των καλλιεργειών μεταξύ μιας ορεινής, ημιορεινής και μιας πεδινής περιοχής.
- ✓ Η καταγραφή της ποικιλότητας και της αφθονίας των ειδών της εντομοπανίδας στους διάφορους τύπους ενδιαιτήματος μιας ήπιας διαχειριζόμενης αγροτικής περιοχής.
- ✓ Η καταγραφή των ειδών και της αφθονίας του αναπαραγόμενου πληθυσμού των πουλιών ανά τύπο ενδιαιτήματος στην ίδια περιοχή.
- ✓ Να τεκμηριωθεί εάν η γεωργία ήπιας μορφής συνδέεται με υψηλή βιοποικιλότητα του αγροτικού οικοσυστήματος όπου εφαρμόζεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 Οριοθέτηση της περιοχής

Το Φλαμπουρέσι (υψόμετρο 800m, συντεταγμένες 39°50'44'' και 21°42'30'') βρίσκεται στα Αντιχάσια Όρη (μεγαλύτερες κορυφές: Μετερίζια 1382m και Οξιά 1416m) τα οποία αποτελούν κοινή περιοχή των Νομών Τρικάλων, Γρεβενών και Λάρισας. Αποτελεί δημοτικό διαμέρισμα του Δήμου Τυμφαίων (Δημοτικά Διαμερίσματα: Κονισκός, Μαυρέλι, Καλλιθέα, Λογγάς, Φλαμπουρέσι, Γερακάρι, Φωτεινό) και απέχει 33 χιλιόμετρα από την πόλη της Καλαμπάκας (Εικόνα 7).

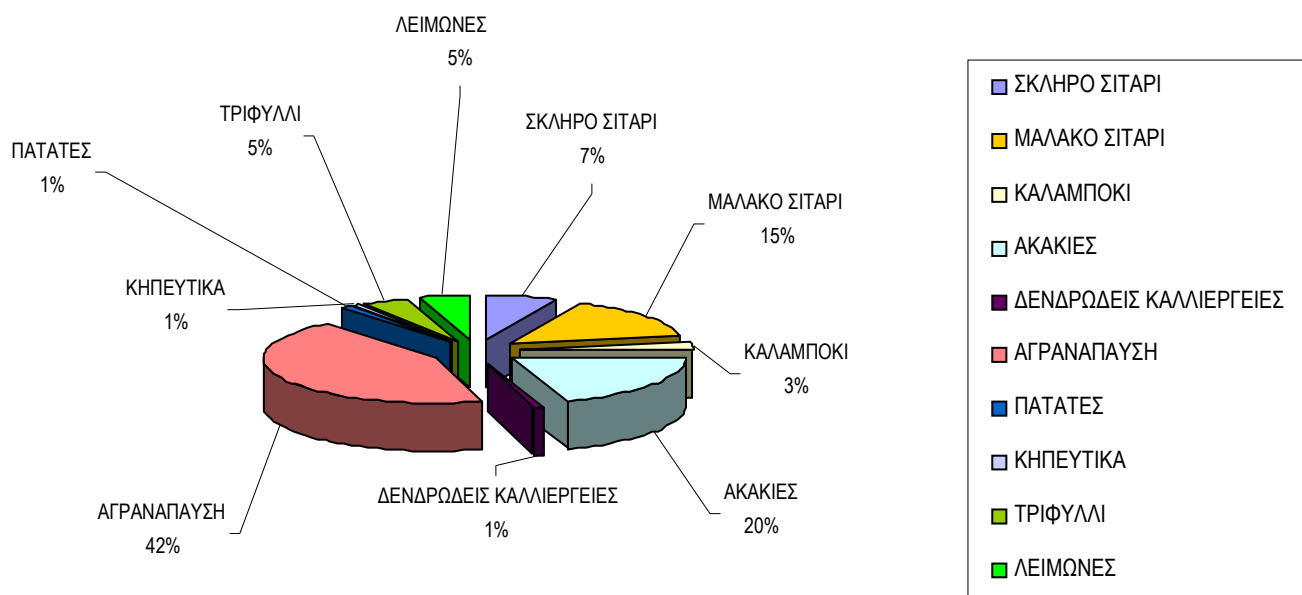


Εικόνα 7. Χάρτης του Νομού Τρικάλων.

Το περιβάλλον της κτηματικής περιφέρειας του Φλαμπουρεσίου είναι γενικά ορεινό, συνολικής έκτασης 2.311,00 ha, εκτός μίας πεδινής έκτασης 412 ha που έχει χαρακτηριστικά υψιπέδου. Το τοπίο χαρακτηρίζεται από μωσαϊκότητα με το μεγαλύτερο τμήμα να καλύπτεται από την παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης *Quercetalia pubescentis*, τα ξηρά πυριτικά λιβάδια, τη θαμνώδη βλάστηση και τις γεωργικές εκτάσεις, το μέγεθος των οποίων ποικίλλει από 15 έως 25ha. Ιδιαίτερα όσο αφορά στην έκταση του δάσους, αυτό αντιπροσωπεύεται από την ένωση *Quercion confertae*, ενώ το κύριο είδος είναι η πλατύφυλλη δρυς (*Quercus frainetto*). Σε πολύ μικρή αναλογία απαντώνται και η χνοώδης δρυς (*Quercus pubescens*), το πουρνάρι (*Quercus coccifera*) και ο ανατολικός γαύρος (*Carpinus orientalis*).

Το σύστημα των καλλιεργειών είναι εκμηχανισμένο, αλλά σαφέστατα λιγότερο εντατικό σε σχέση με την πεδινή περιοχή της Θεσσαλίας. Η γεωργία προσανατολίζεται στη χαμηλών εισροών-ήπιας μορφής καλλιέργεια, κυρίως σιτηρών (25% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης), ενώ δεύτερη σε έκταση είναι η φυτεία ψευδακακίας (*Robinia pseudoacacia*) (20%) (Εικόνα 8). Οι εκτάσεις σε αγρανάπαυση κατέχουν το 42%. Καλλιεργούνται επίσης σε μικρότερη κλίμακα καλαμπόκι, ψυχανθή και πατάτες (Ο.Σ.Δ.Ε. - Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών Τρικάλων 2006).

Οι κάτοικοι του Φλαμπουρεσίου είναι 304 άτομα, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2001 (ΕΣΥΕ) και το ποσοστό των ατόμων άνω των 65 ετών ξεπερνά το 28% του συνολικού πληθυσμού. Ο συνολικός πληθυσμός παρουσίασε μία σημαντική μείωση της τάξης του 7,5% μεταξύ των ετών 1986-2006.



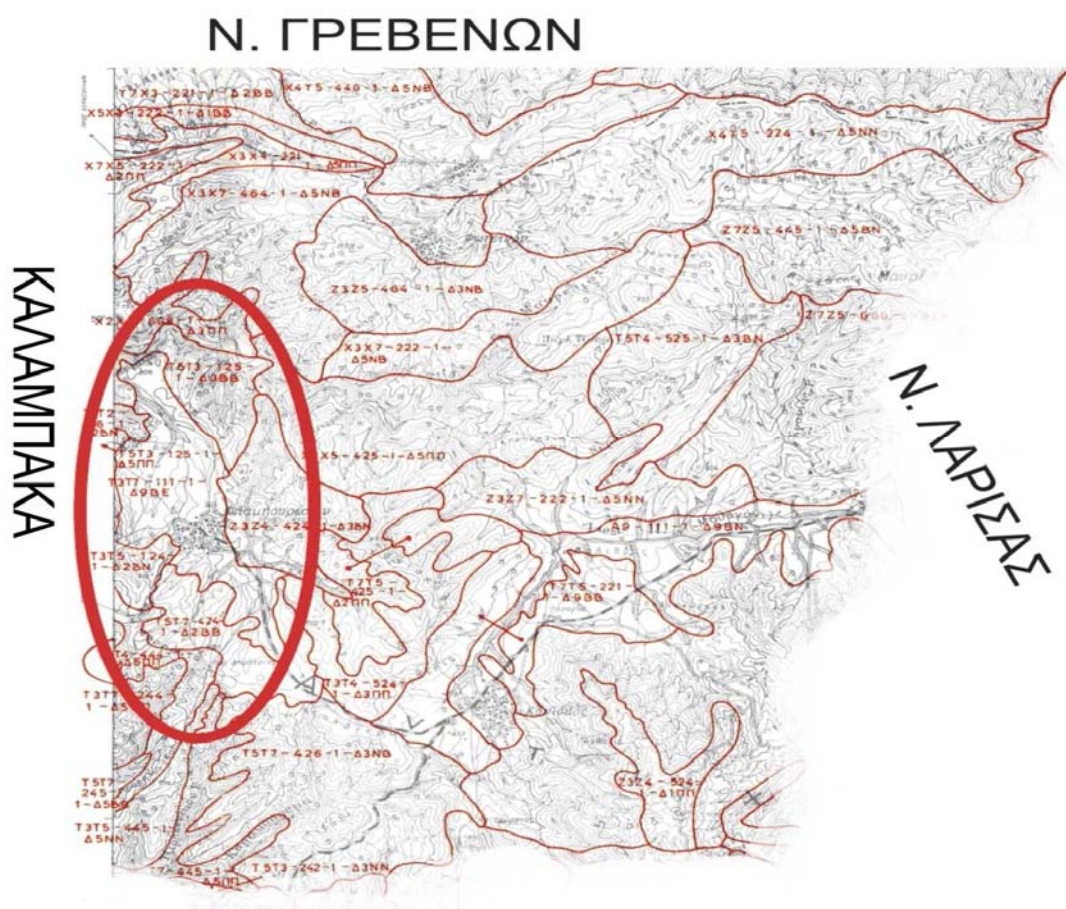
Εικόνα 8. Ποσοστό (%) της έκτασης της περιοχής έρευνας που κατείχε το 2006 κάθε τύπος καλλιέργειας.

4.2 Γεωλογικά και Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Το μητρικό πέτρωμα συνίσταται κυρίως από ασβεστόλιθο και φλύσχη. Στα σημεία εκείνα στα οποία η περιοχή καλυπτόταν με δάση δρυός στο παρελθόν, η βλάστηση είναι τώρα υποβαθμισμένη και η περιοχή καλύπτεται από ποώδη βλάστηση, ενώ κατά τόπους αποκαλύπτεται το μητρικό πέτρωμα. Η χαραδρωτική διάβρωση κάνει έντονη την εμφάνισή της στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής, ιδίως όπου επικρατεί υποβαθμισμένη βλάστηση αειφύλλων πλατύφυλλων, λόγω ανθρωπογενούς επίδρασης (Μελιάδης και συνεργάτες 2004).

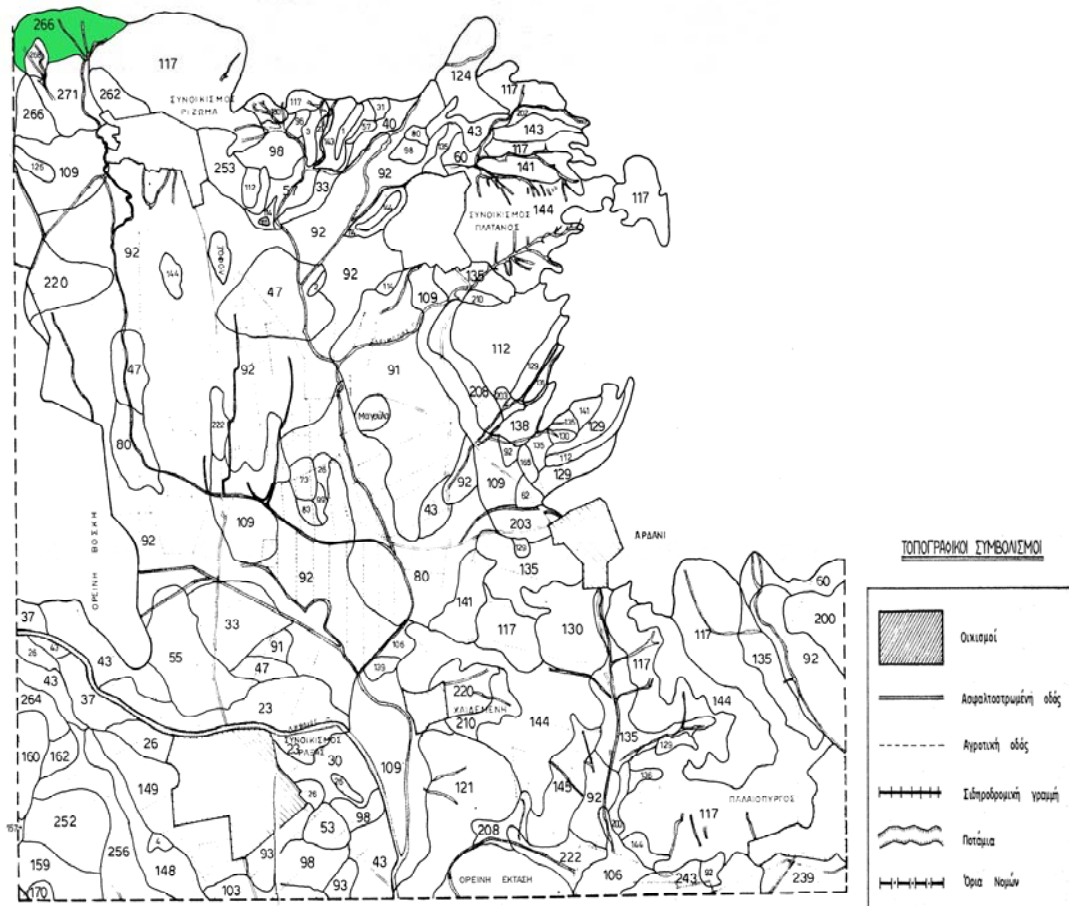
Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής Φλαμπουρεσίου που εκτείνεται ΒΒΔ και ΝΝΑ (Ζ3Ζ4-424-1-Δ3ΒΝ) (Εικόνα 9) του οικισμού ανήκει στους μολασικούς σχηματισμούς (80%) της μεσοελληνικής αύλακας του Μειοκαίνου που αντιστοιχεί χρονολογικά στη σειρά του Τσοτυλίου, με βαθύ έδαφος και μέτριες κλίσεις. Η τελευταία συνίσταται από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και μάργες, ενώ η σύνδεση των υλικών αυτών είναι αργίλλοψαμμιτικής σύστασης. Τα υλικά αυτά αποσαθρώνονται

και σχηματίζουν εδάφη χονδρόκοκκα ή και ελαφράς κοκκομετρικής σύστασης με υφή αμμοαργιλοπηλώδη ή αμμοπηλώδη ή πηλοαμμώδη και δευτερευόντως ιλυώδη ή ιλυοπηλώδη. Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής Φλαμπουρεσίου που εκτείνεται BBA (T3T7-111-1-Δ9BE) του οικισμού ανήκει στους γνεύσιους σχηματισμούς (20%) που είναι κρυσταλλικοί και κατά θέσεις σχιστώδεις με βαθύ έδαφος και ελαφρές κλίσεις. Προς την ίδια κατεύθυνση του οικισμού και μετά τους γνεύσιους, απαντούν γνεύσιοι που υπέστησαν μεταμόρφωση κυρίως προς προαλπικά, βασικά, αλλά και όξινα, εκρηξιγενή πετρώματα. Τα υλικά αυτά αποσαθρώνονται και σχηματίζουν εδάφη μετρίως χονδρόκοκκα έως μέσα. Πρόκειται για εκπλυμένα εδάφη, μικρής γονιμότητας με βαθμό οξύτητας pH <6,5 (Τούλιος, προσωπική επικοινωνία). Το μεγαλύτερο μειονέκτημα είναι ότι το έδαφος της περιοχής έρευνας είναι άλλοτε βαθύ και άλλοτε αβαθές με μεγάλη κλίση, όπως στις περισσότερες ορεινές περιοχές της Ελλάδας. Το έδαφος εμφανίζεται αργιλλοαμμώδες, με χαμηλή γονιμότητα, καθώς και η ποσότητα της οργανικής ουσίας στο έδαφος θεωρείται μικρή.



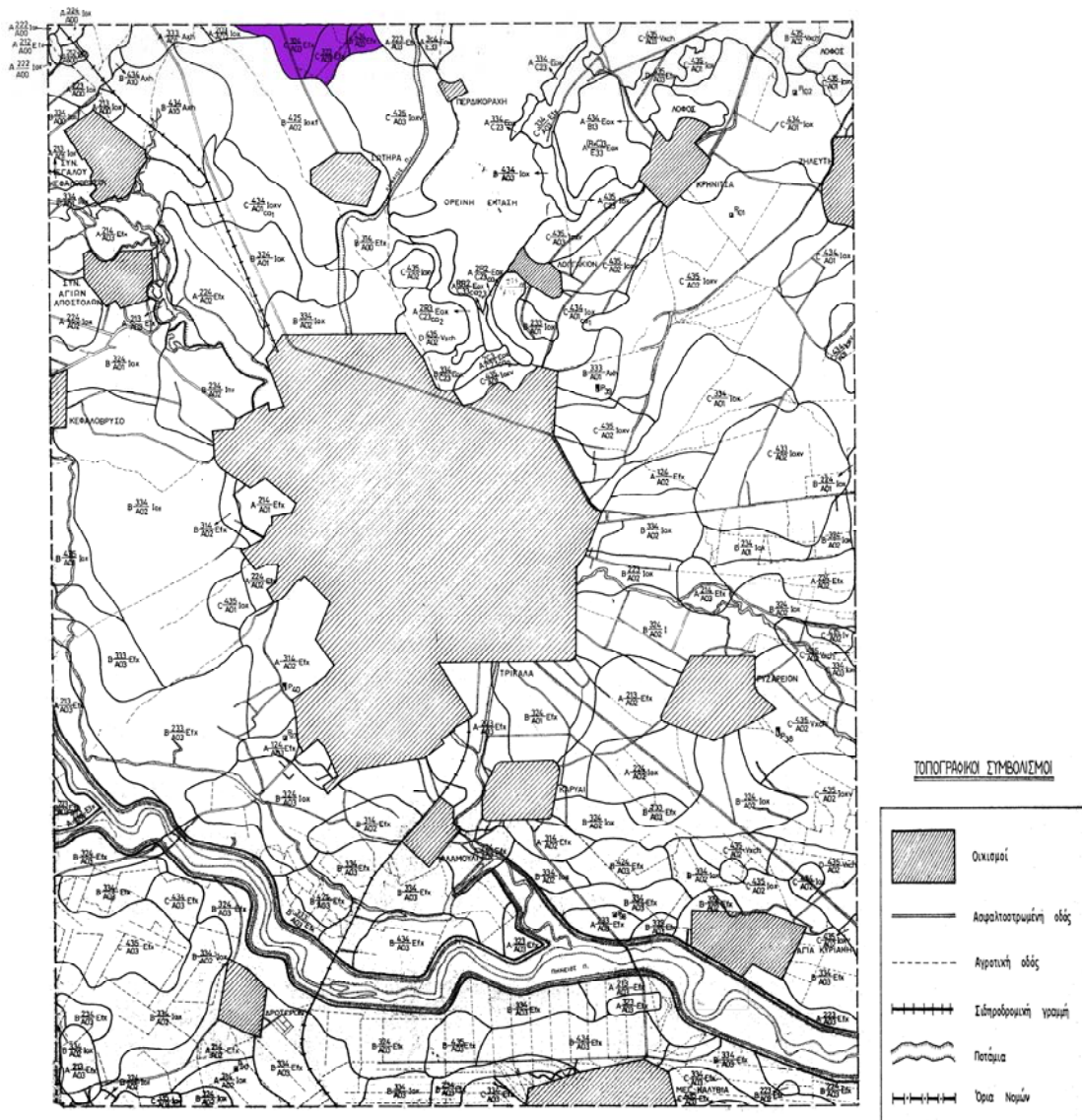
Εικόνα 9. Χάρτης γαιών του Φλαμπουρεσίου (βλ. εξήγηση στο κείμενο) (Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων).

Ένα μέρος της εδαφολογικής περιοχής των Σπαθάδων συνίσταται από εδάφη με υπέδαφος λεπτόκοκκο και υπόστρωμα μετρίως λεπτόκοκκο έως λεπτόκοκκο, καλά στραγγιζόμενα (266 με εδαφοσειρά B43/..O(Axh), έκτασης 520 στρεμμάτων και με εδαφικό τύπο alfisol 4) (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Χάρτης εδαφοσειρών του Νομού Τρικάλων. Το χρωματισμένο τεμάχιο αφορά ένα μέρος της αγροτικής περιοχής Σπαθάδων (βλ. εξήγηση στο κείμενο) (Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας 1991).

Αντίστοιχα, για την περιοχή της Ράξας από τον χάρτη εδαφοσειρών προκύπτει ότι για την περιοχή 43 με εδαφοσειρά A22/..3(Efx) τα εδάφη έχουν υπέδαφος και υπόστρωμα μέσο έως μετρίως λεπτόκοκκο, υπερβολικά στραγγιζόμενο με εδαφικό τύπο entisol 2 και 3 έκτασης 1055 στρεμμάτων, ενώ άλλο μέρος της περιοχής έχει τα εδάφη με λεπτόκοκκο υπέδαφος και υπόστρωμα μετρίως λεπτόκοκκο έως λεπτόκοκκο καλά στραγγιζόμενα (98 με εδαφοσειρά B43/..3(Efx), έκτασης 650 στρεμμάτων με εδαφικό τύπο entisol 3,4 και 5) (Εικόνα 11).

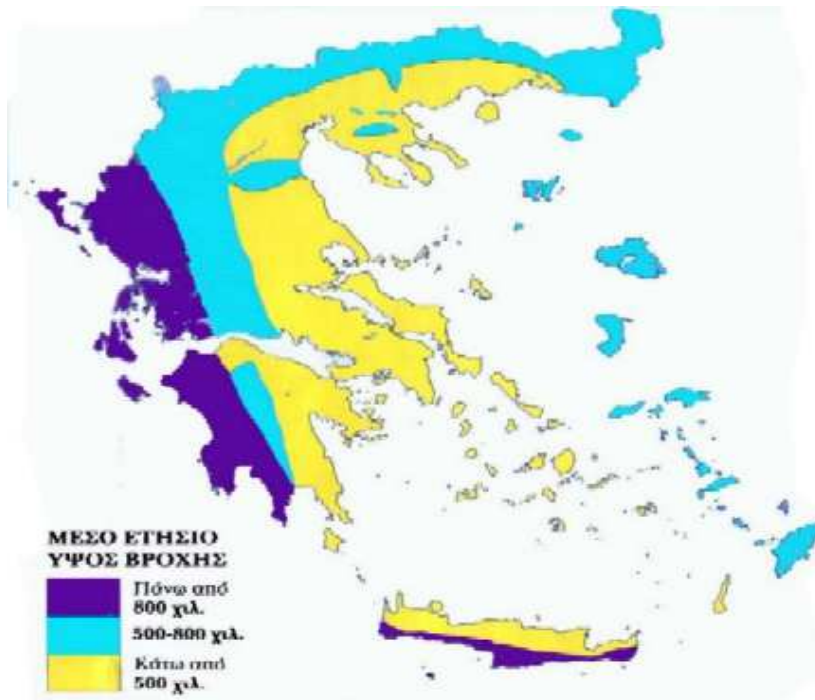


Εικόνα 11. Χάρτης εδαφοσειρών του Νομού Τρικάλων. Το χρωματισμένο τεμάχιο αφορά ένα μέρος της αγροτικής περιοχής Ράζας (βλ. εξήγηση στο κείμενο) (Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας 1991).

4.3 Μετεωρολογικά στοιχεία

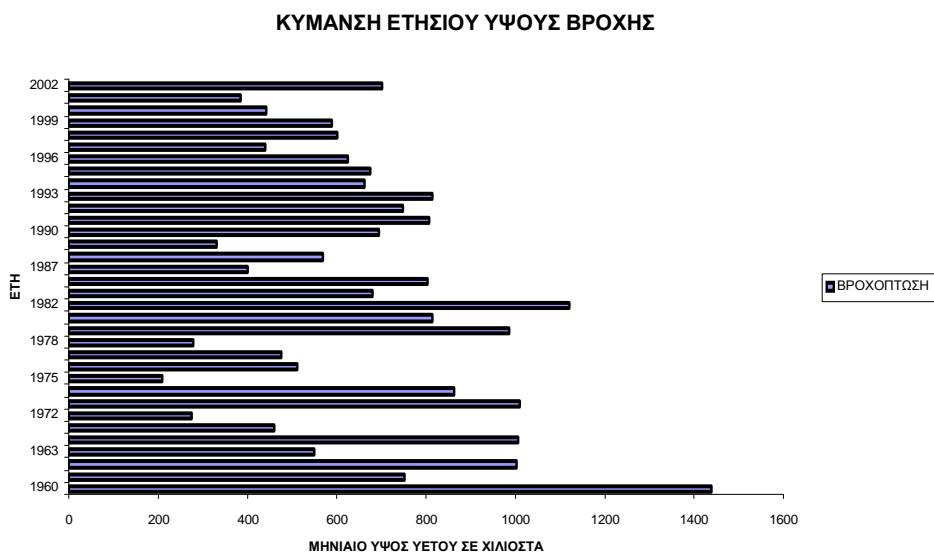
Η κατανομή της βροχής που χαρακτηρίζει την Ελλάδα, καθώς και τις υπόλοιπες μεσογειακές χώρες ακολουθεί αντίθετη πορεία με αυτή της θερμοκρασίας. Την εποχή των βροχών οι χαμηλές θερμοκρασίες δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη των φυτών και την εποχή των ευνοϊκών θερμοκρασιών δεν υπάρχουν πολλές βροχοπτώσεις. Χαρακτηριστικό αυτής της κατανομής είναι ότι αξιοποιείται μέρος μόνο της βλαστικής περιόδου, ενώ σημαντικό μέρος μένει αναξιοποίητο (Φασούλας και Φωτιάδης 1984).

Στην περιοχή του Φλαμπουρεσίου το κλίμα χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό, επικρατούν ξηροί άνεμοι Β.Α. και βροχοφόροι Ν.Δ. Το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται μεταξύ 600-800 mm και το χειμώνα πέφτει αρκετό χιόνι.



Εικόνα 12. Χάρτης κατανομής της βροχής στην Ελλάδα (Πηγή: <http> 4).

Η διακύμανση του μέσου ετήσιου ύψους βροχής της περιόδου 1960-2002 σύμφωνα με το μετεωρολογικό σταθμό της Καλαμπάκας, φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί:

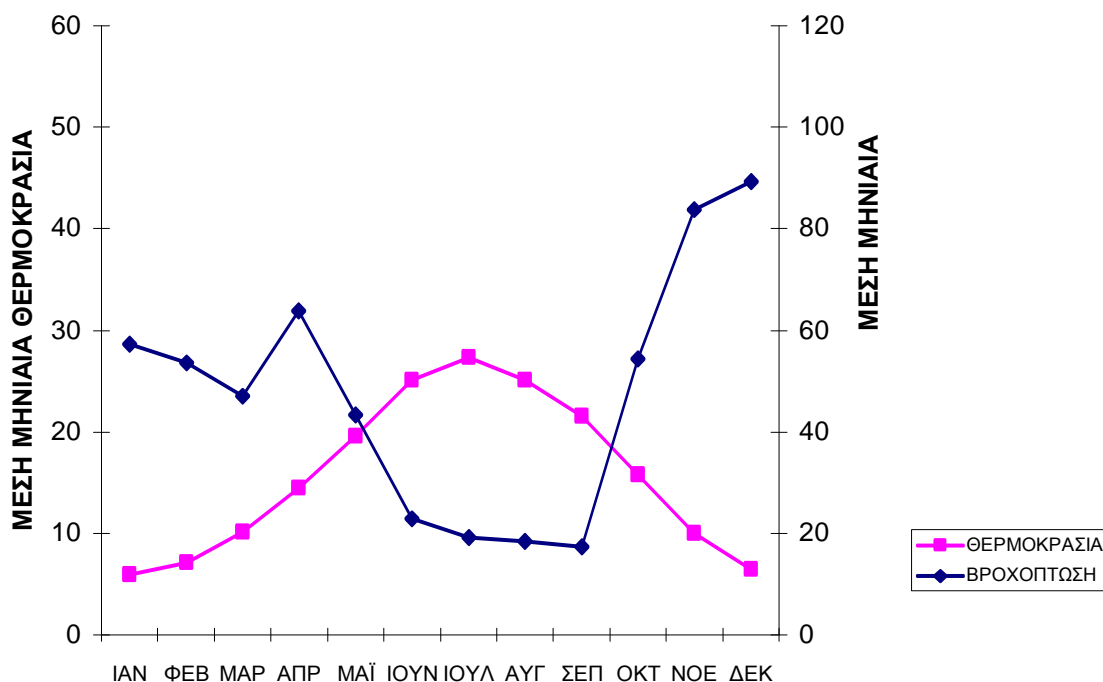


Εικόνα 13. Διακύμανση του μέσου ετήσιου ύψους βροχής για την περίοδο 1960-2002 (Μ.Σ. Καλαμπάκας).

Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα από τον Μετεωρολογικό Σταθμό της Καλαμπάκας (Πίνακας 1) προκύπτει το παρακάτω ομβροθερμικό διάγραμμα (Εικόνα 14), όπου φαίνεται καθαρά ότι η ξηροθερμική περίοδος ξεκινά στα μέσα Μαΐου και λήγει στα μέσα Σεπτεμβρίου.

Πίνακας 1. Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και μέσα μηνιαία ύψη βροχής για την περιοχή Καλαμπάκας τη χρονική περίοδο 1987-1997 (Μετεωρολογικός Σταθμός Καλαμπάκας).

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕ
°C	5,845	7,07	10,15	14,4	19,58	25,02	27,35	25,1	21,53	15,82	9,985	6,46
mm	57,114	53,59	47,048	63,714	43,28	22,838	19,295	18,438	17,286	54,448	83,69	89,2

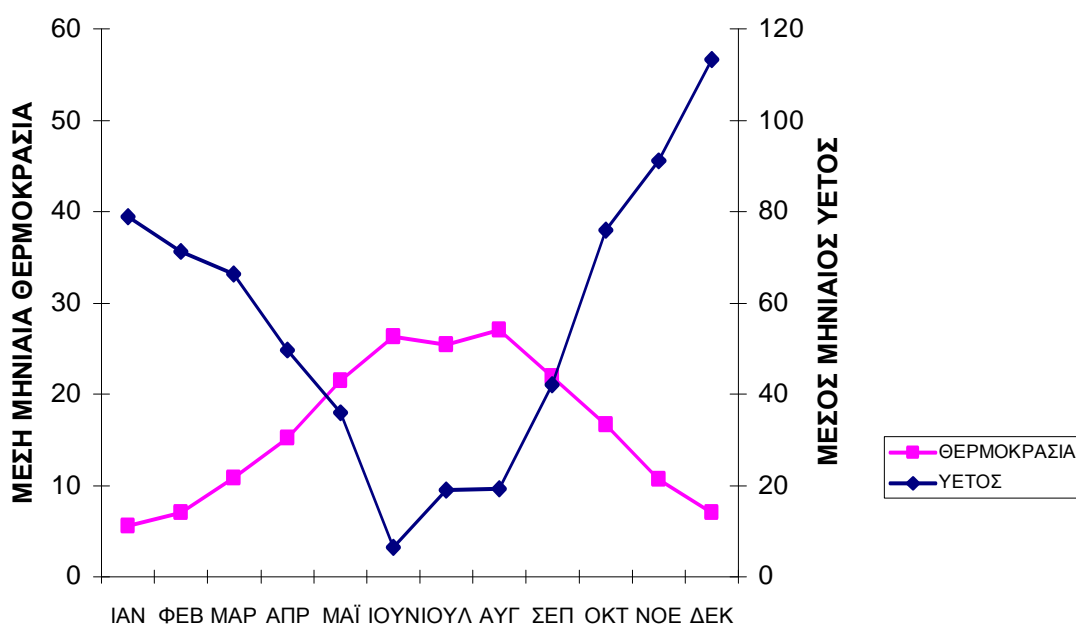


Εικόνα 14. Ομβροθερμικό διάγραμμα για την περιοχή Καλαμπάκας (1987-1997).

Από το 1997 και μετέπειτα τα μετεωρολογικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού της Καλαμπάκας δεν επεξεργάζονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και γι' αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα μετεωρολογικά στοιχεία από τον Μετεωρολογικό Σταθμό των Τρικάλων (Πίνακας 2). Οπότε προέκυψε το ομβροθερμικό διάγραμμα (Εικόνα 15) για την πιο πρόσφατη περίοδο 1996-2006.

Πίνακας 2. Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και μέσα μηνιαία ύψη βροχής για την περιοχή Φλαμπουρεσίου τη χρονική περίοδο 1996-2006 (Μετεωρολογικός Σταθμός Τρικάλων).

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕ
°C	5,518	7,045	10,736	15,236	21,455	26,345	25,36	26,982	21,927	16,682	10,673	7,009
mm	78,9	71,227	66,282	49,7	35,864	6,391	18,936	19,273	42,045	75,9	91,218	113,418



Εικόνα 15. Ομβροθερμικό διάγραμμα για την περιοχή Τρικάλων (1996-2006).

4.4 Καθεστώς Προστασίας

Το Φλαμπουρέσι ανήκει στις περιοχές που προτάθηκαν από τις αρμόδιες υπηρεσίες της χώρας μας προς την Ευρωπαϊκή Ένωση ως Περιοχές Ειδικής Προστασίας (SPAs) στα πλαίσια εφαρμογής της Οδηγίας 79/409 για τα πουλιά, διότι αποτελεί ενιαίο ενδιαίτημα για πολλά είδη ορνιθοπανίδας. Στο πλαίσιο της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ η περιοχή έχει ενταχθεί στο δίκτυο **NATURA 2000**, ως τόπος με την ονομασία «Όρη Αντιχάσια-Μετέωρα». Ένα σημαντικό γνώρισμα της περιοχής που την καθιστά σημαντική από οικολογική άποψη, είναι η βιοποικιλότητά της. Φιλοξενούνται μεγάλοι πληθυσμοί αρπακτικών πουλιών, μία από τις τέσσερις αποικίες του τσίφτη (*Milvus migrans*), είδος που απειλείται άμεσα με εξαφάνιση από την Ελλάδα και ανήκει στα τρωτά της Ευρώπης. Γενικά, ένας μεγάλος αριθμός απειλούμενων μόνιμων και μεταναστευτικών ειδών που προστατεύονται από τη διεθνή και την ελληνική νομοθεσία συναντώνται στην περιοχή. Η σπανιότητα της

ορνιθοπανίδας στον τόπο «Αντιχάσια-Μετέωρα» είναι η ακόλουθη (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. 2000):

- ✚ Υπάρχουν 46 είδη του Παραρτήματος I της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ «περί διατήρησης των άγριων πτηνών». Για τα είδη αυτά η Οδηγία προβλέπει ειδικά μέτρα διατήρησης τους καθώς και δημιουργία περιοχών ειδικής προστασίας (SPAs).
- ✚ Υπάρχουν 117 είδη που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα II των αυστηρά προστατευόμενων ειδών της Σύμβασης για την Προστασία της Άγριας Ζωής και των Φυσικών Βιοτόπων της Ευρώπης (Σύμβαση Βέρνης).
- ✚ Υπάρχουν 71 είδη που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I (απειλούμενα αποδημητικά), καθώς και τα είδη που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα II (αποδημητικά είδη των οποίων η κατάσταση διατήρησης είναι δυσμενής) της Διεθνούς Σύμβασης για τη διατήρηση των αποδημητικών ειδών της άγριας πανίδας (Σύμβαση Βόννης).
- ✚ Υπάρχουν 24 είδη που περιλαμβάνονται στο Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων Σπονδυλόζωων της Ελλάδας. Από αυτά 4 κατατάσσονται στα E1 (είδη που κινδυνεύουν άμεσα με εξαφάνιση), 1 κατατάσσεται στα E2 (είδη που κινδυνεύουν με εξαφάνιση, όχι όμως άμεσα), 11 στα V (τρωτά), 4 στα R (σπάνια) και 4 στα K (ανεπαρκώς γνωστά).
- ✚ Υπάρχουν 59 είδη που χρειάζονται Προστασίας SPEC 1-3 με δυσμενές καθεστώς διατήρησης στην Ευρώπη. Από αυτά 1 είδος περιλαμβάνεται στα SPEC 1 (είδη παγκοσμίως απειλούμενα), 15 είδη περιλαμβάνονται στα SPEC 2 (είδη συγκεντρωμένα στη Ευρώπη), και 43 είδη στα SPEC 3 (είδη μη συγκεντρωμένα στην Ευρώπη, αλλά με δυσμενές καθεστώς διατήρησης). Επίσης, υπάρχουν 29 είδη που περιλαμβάνονται στα SPEC 4 (με ευνοϊκό καθεστώς διατήρησης, αλλά συγκεντρωμένα στην Ευρώπη).
- ✚ Υπάρχουν 61 είδη με Ευρωπαϊκό Καθεστώς Απειλής (European Threat Status) διάφορο του Ασφαλούς. Από αυτά 7 κατατάσσονται στα E (Κινδυνεύοντα), 24 στα V (Τρωτά), 10 στα R (Σπάνια), και 20 στα D (Είδη σε μείωση).

Ο πίνακας 3 παρουσιάζει το καθεστώς προστασίας και βαθμού απειλής των ειδών ορνιθοπανίδας, ενώ ο πίνακας 4 παρουσιάζει το συσχετισμό της ορνιθολογικής αξίας της περιοχής Αντιχάσια-Μετέωρα και της Ελλάδας για επιλεγμένα είδη.

Πίνακας 3. Καθεστώς προστασίας και βαθμός απειλής των ειδών του τόπου «Αντιχάσια-Μετέωρα» του Δικτύου Natura 2000 (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. 2000).

ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ & ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΕΙΛΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΔΩΝ
Παρ.Ι Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ	46
Παρ. ΙΙ Σύμβασης Βέρνης	117
Παρ. ΙΙ Σύμβασης Βόννης	71
Κόκκινο Βιβλίο Ελλάδας	24
Ευρωπαϊκό Καθεστώς Απειλής	61
¹ SPEC 1	1
SPEC2	15
SPEC 3	43
SPEC 4	29

¹SPEC 1: Είδη παγκοσμίως απειλούμενα, SPEC 2: Είδη που απαντώνται μόνο στην Ευρώπη και απειλούνται, SPEC 3: Απειλούμενα είδη που απαντώνται και εκτός της Ευρώπης, SPEC 4: Είδη με ευνοϊκό καθεστώς διατήρησης, αλλά απαντώνται μόνο στην Ευρώπη.

Πίνακας 4. Συσχετισμός της ορνιθολογικής αξίας του βιοτόπου Αντιχάσια-Μετέωρα και της Ελλάδας για επιλεγμένα είδη (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. 2000).

ΕΙΔΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ/
	ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΕΛΛΑΔΑΣ	ΕΛΛΑΔΑ %
	(σε αναπαραγόμενα ζευγάρια)	(σε αναπαραγόμενα ζευγάρια)	
Λευκοτσικνιάς	20-30	1055-1232	1,5-3
Μαυροπελαργός	2-3	50-80	4-6
Τσίφτης	5-6	10-30	17-60
Ασπροπάρης	10>	100-200	5-10
Φιδαιτός	7-10	300-500	1,5-3
Αετογερακίνα	2-3	200-300	10
Κραυγαετός	4>	60-80	5-7
Χρυσογέρακο	3	30-40	7,5-10
Σταυραετός	1	100-150	6,5-1
Πετρίτης	5-6	200-300	1,5-3

Όσο αφορά άλλα είδη, έχουν καταγραφεί θηλαστικά που περιλαμβάνονται στον κατάλογο απειλούμενων ζώων του CORINE (1991), ερπετά, ασπόνδυλα, κυρίως λεπιδόπτερα, απειλούμενα στην Ευρώπη (*Lasiomatta petropolitana*) (Εργο LIFE-Φύση Β4-3200/97/243 2000). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρουσία δύο στενοενδημικών φυτικών ειδών, της *Centaurea kalabakensis* και της *Centaurea lactiflora* σε μικρούς πληθυσμούς στα όρια Φλαμπουρεσίου και Κονισκού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 Πρωτογενής παραγωγή

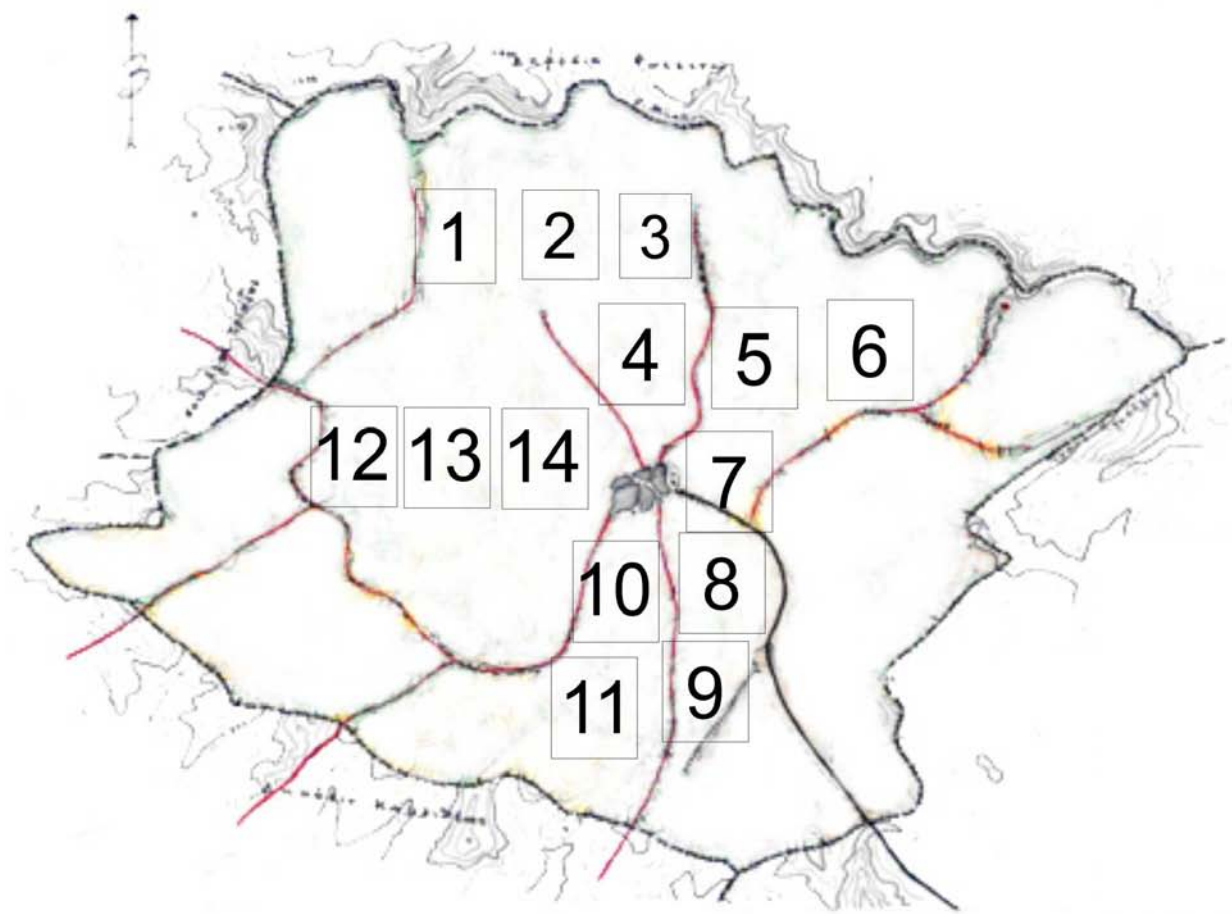
Αναφορικά με την πρωτογενή παραγωγή, εξετάστηκαν οι περιοχές Φλαμπουρεσίου, σε υψόμετρο 800m ως δείγμα του ορεινού αγροτικού χώρου, η περιοχή του χωριού Σπαθάδες που χαρακτηρίζεται ως ημιορεινή-μειονεκτική, αφού εκτείνεται σε υψόμετρο < 500m και η περιοχή του χωριού Ράξα που αποτελεί αμιγώς πεδινή περιοχή.

Τα στοιχεία σχετικά με τον πρωτογενή τομέα (στρέμματα ανά καλλιέργεια και συνολικές αποδόσεις ανά καλλιέργεια) και ειδικότερα για τις καλλιέργειες: σιτάρι (μαλακό και σκληρό), καλαμπόκι, ψυχανθή, δενδρώδεις καλλιέργειες και εκτάσεις σε αγρανάπωση συγκεντρώθηκαν από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία για την χρονική περίοδο 1985-2006.

5.2 Δειγματοληψίες εντομοπανίδας και ορνιθοπανίδας

Εντομοπανίδα

Το αγροτικό τοπίο στο Φλαμπουρέσι αποτελεί ένα μωσαϊκό καλλιεργειών. Μελετήθηκε η δομή, σύνθεση και κατανομή της κοινότητας των ασπονδύλων και πιο συγκεκριμένα των εδαφόβιων αρθροπόδων σε επτά διαφορετικά ενδιαιτήματα, ήτοι 1) σιτάρι (1.213 στρέμματα), 2) καλαμπόκι (157 στρέμματα), 3) εκτάσεις σε αγρανάπωση (2.375 στρέμματα), 4) δασωμένες γεωργικές εκτάσεις με φυτείες ψευδακακίας (1.100 στρέμματα), 5) λιβάδια, 6) οικοτόνος καλλιεργειών-δρυοδάσους και 7) δρυοδάσος με τη χρήση παγίδων pitfall. Όλη η περιοχή έρευνας χωρίστηκε σε 14 υποπεριοχές, με σκοπό να αντιπροσωπευθούν τα 7 διαφορετικά ενδιαιτήματα (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Οι 14 υποπεριοχές δειγματοληψίας της περιοχής Φλαμπουρσίου.

Οι παγίδες τύπου pitfall είναι η πιο γνωστή και συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος απογραφής της εντομοπανίδας στα αγροοικοσυστήματα. Έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για την αποτύπωση ενδείξεων της ποιότητας των ενδιαιτημάτων (Mossakowski and Paje 1985) και δεικτών διατήρησης της φύσης (Margules and Usher 1981, Eyre and Rushton 1989). Η χρήση τους στηρίζεται στην υπόθεση ότι εάν είναι τυχαίες οι μετακινήσεις των αρθροπόδων σε μία επιφάνεια, τότε η πιθανότητα ενός από αυτά να έρθει σε επαφή με τα όρια μιας κυκλικής παγίδας είναι γραμμική συνάρτηση της διαμέτρου της παγίδας. Επιπλέον, ένα πλήθος άλλων παραμέτρων επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των παγίδων τέτοιας μορφής (Luff 1975, Adis 1979). Οι περισσότερες εργασίες αφορούν την τάξη των κολεοπτέρων (Niemelä *et al.* 1990, Obrist and Duelli 1996, Lovei and Sunderland 1996), ενώ οι

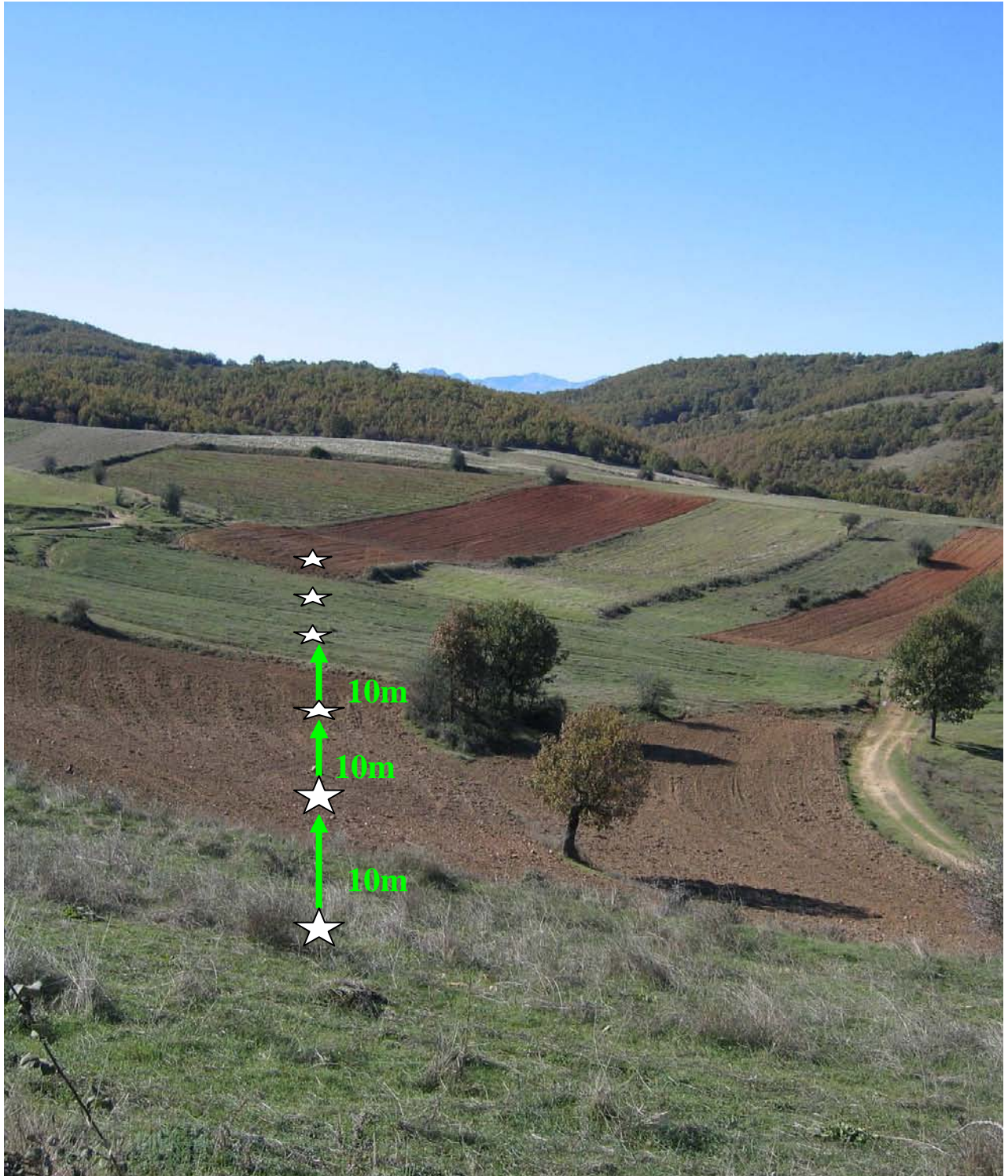
Santos *et al.* (2006) χρησιμοποίησαν τις παγίδες pitfall σε ελαιώνες της Πορτογαλίας για την παγίδευση μυρμηγκιών. Οι παγίδες τύπου pitfall (cup traps) που χρησιμοποιή-



Εικόνα 16. Παγίδες pitfall σε έκταση αγρανάπαυσης (αριστερά) και σε φυτεία ψευδακακίας (δεξιά).

θηκαν ήταν πλαστικές (διαμέτρου 9cm και βάθους 13 cm) και περιείχαν 50 ml νερό και διαβρέκτη, χωρίς να περιέχουν κάποια ελκυστική ουσία (Εικόνα 16). Ο διαβρέκτης βοηθάει στη γρήγορη βύθιση των συλλαμβανομένων εντόμων λόγω μείωσης της επιφανειακής τάσης του νερού. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν στο έδαφος κατά τέτοιο τρόπο ώστε το χείλος της παγίδας να είναι εφαπτόμενο ή ελαφρώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Οι παγίδες τοποθετούνταν κάθε τελευταία εβδομάδα του μήνα (Niemelä *et al.* 1990) από το τέλος Μαΐου 2006 έως το τέλος Ιανουαρίου του 2007. Έμειναν στο ύπαιθρο για τρεις ημέρες και συλλέγονταν όλες το ίδιο χρονικό διάστημα, για να αποφευχθεί μεγάλη διαφοροποίηση στο χρονικό διάστημα έκθεσής τους. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 9 δειγματοληψίες στη διάρκεια ισάριθμων δειγματοληπτικών περιόδων (μηνών). Για κάθε τύπο ενδιαιτήματος (7) λαμβάνονταν το μήνα 42 δείγματα, δηλαδή συλλέγονταν μηνιαίως 294 δείγματα, τοποθετώντας σε κάθε υποπεριοχή (14 συνολικά) 3 παγίδες ανά ενδιαίτημα κατά μήκος μιας εγκάρσιας τομής ανά διαστήματα 10m (Burel *et al.* 1998), όπως φαίνεται στην εικόνα 17.



Εικόνα 17. Τοποθέτηση παγίδων pitfall για τη δειγματοληψία της εντομοπανίδας στα ενδιαίτηματα της περιοχής έρευνας, όπου ☆ = παγίδα pitfall.

Τα αρθρόποδα που συλλέγονταν στις παγίδες μεταφέρονταν στο εργαστήριο, όπου και αποθηκεύονταν σε κατάψυξη μέχρι την αναγνώρισή τους. Κατεστραμμένες ή απωλεσθείσες παγίδες, είτε λόγω της βόσκησης των ζώων στην περιοχή έρευνας, είτε των έντονων καιρικών φαινομένων, σημειώνονταν και εξαιρέθηκαν από την

στατιστική ανάλυση (Larsen *et al.* 2003). Η αναγνώριση έγινε σε ενήλικα άτομα μέχρι το επίπεδο του είδους, όπου αυτό ήταν δυνατόν. Για την **αναγνώριση** χρησιμοποιήθηκαν στερεοσκόπιο, φωτογραφίες, κλείδες συστηματικής ταξινόμησης, τα συγγράμματα: «Gesellschaft der Naturfreunde, Franckhsche Verlagshandlung» (Harde 1988), «Insects of Britain & Northern Europe» (Chinery 1993) για τα κολεόπτερα, «Identification Guide to the Ant Genera of the World» (Baldon 1994). «Κατάλογος των Ορθόπτερων της Ελλάδας, Catalogue of the Orthoptera of Greece I» (Ελληνική Ζωολογική Εταιρία 1984) καθώς και οι ηλεκτρονικές διευθύνσεις:

- <http://www.animaldiversity.ummz.umich.edu> (University of Michigan) (http 5),
- <http://www.koleopterologie.de/gallery/index.html> (http 6),
- <http://www.delta-intkey.com> (http 7) για τα ορθόπτερα,
- <http://www.atlashymenoptera.net/sphecidae.htm> (Universite de Mons-Hainant, Laboratoire de Zoologie) (http 8) και
- <http://www.antweb.org> (California Academy of Sciences) (http 9) για τα υμενόπτερα,
- <http://www.Kendall-Bioresearch.co.uk/key> (Kendall Bioresearch Services) (http 10) και
- <http://www.home.hccnet.nl/mp.van.veen/KEYS> (http 11) για τα δίπτερα.

Τέλος, οι επιστημονικές ονομασίες αποδόθηκαν με βάση την ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.faunaeur.org> (http 12), που αποτελεί βάση δεδομένων του προγράμματος Fauna Europaea project (1999-2001).

Ορνιθοπανίδα

Η έρευνα της ορνιθοπανίδας πραγματοποιήθηκε από τα τέλη Απριλίου έως τα μέσα Ιουνίου του 2006, ώστε να συμπεριλάβει την αναπαραγωγική περίοδο των πουλιών (Farina 1995, Jobin *et al.* 2001). Μελετήθηκε η ποικιλότητα και η αφθονία των ειδών της ορνιθοπανίδας, αφού τα πουλιά θεωρούνται καλοί δείκτες της δομής και σύνθεσης ενός ενδιαιτήματος (Furness and Greenwood. 1993).

Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν από τις πρώτες πρωινές ώρες μέχρι τις 10.30 π.μ. και μόνο τις ημέρες χωρίς βροχή και άνεμο (Blondel 1981, Cody 1985, Collin *et al.* 1992). Για την αναγνώριση των πουλιών χρησιμοποιήθηκαν διόπτρες 10x50. Δύο παρατηρητές κάθε φορά στο κέντρο της δειγματοληπτικής επιφάνειας

περίμεναν για πέντε λεπτά και μετά κατέγραφαν τα πουλιά που έβλεπαν ή άκουγαν σε ακτίνα 50 m κατά τα επόμενα δέκα λεπτά (Bibby *et al.* 1992).

Μελετήθηκε η δομή, σύνθεση και κατανομή της орνιθοπανίδας σε επτά διαφορετικά ενδιαιτήματα ήτοι: 1) σιτάρι, 2) καλαμπόκι, 3) εκτάσεις σε αγρανάπαυση 4) δασωμένες γεωργικές εκτάσεις με φυτείες ψευδακακίες, 5) λιβάδια, 6) οικοτόνος γεωργικών καλλιεργειών-δρυοδάσους και 7) δρυοδάσος. Η επιλογή των δειγματοληπτικών επιφανειών ήταν τυχαία και σε καθεμιά καταγράφονταν επιπλέον τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, όπως κύριο είδος φυτοκάλυψης, γειτνιάζοντα ενδιαιτήματα (Sparks *et al.* 1996) αφού πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση των ειδών ανά ενδιαιτήματα. Τα αποτελέσματα για κάθε είδος υπολογίστηκαν ως μέσος όρος των δειγματοληπτικών επιφανειών μέσα σε κάθε τύπο ενδιαιτήματος και εκφράστηκαν ως μέσος αριθμός καταγραφών ανά 10 ha σε κάθε απογραφή (Hansen *et al.* 1995).

5.3 Στατιστική ανάλυση

Για την εκτίμηση της σημαντικότητας του τύπου ενδιαιτήματος ως προς την ποικιλία και κατανομή ειδών εντόμων και πουλιών μεταξύ των επτά διαφορετικών ενδιαιτημάτων χρησιμοποιήθηκαν οι εξής δείκτες βιοποικιλότητας: (1) **δείκτης πλούτου ειδών S** , (2) **δείκτης ποικιλότητας Shannon (H')**, (3) **δείκτης ποικιλότητας Simpson (D)**, (4) **δείκτης κυριαρχίας Berger-Parker (BP)** και ο (5) **δείκτης ισοκατανομής Pielou (E)** (Magurran 1988). Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon, σε αντίθεση με την ποικιλότητα των ειδών (S), δεν επιτρέπει τον σαφή διαχωρισμό ενδιαιτημάτων για οποιοδήποτε taxon, (Lande 1996). Αυτό συμβαίνει επειδή οι σχετικές αφθονίες των ειδών δεν μεταβάλλονται σημαντικά, όταν οι αριθμοί των ειδών μεταβάλλονται συνεχώς. Τέλος, επειδή ο συγκεκριμένος δείκτης επηρεάζεται πολύ από την παρουσία σπάνιων ειδών στις κοινότητες των εντόμων, υπολογίστηκαν και οι άλλοι δείκτες ποικιλότητας και ισοκατανομής.

Για την εκτίμηση του βαθμού διαχωρισμού των ενδιαιτημάτων με βάση την κατανομή των ειδών σε αυτά, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση κατά ομάδες με δένδρογράμματα (*Cluster analysis*) με βάση τη μέθοδο Ward's (Legendre and Vaudor 1991, Krebs 1999).

Ιδιαίτερα όσο αφορά στην εντομοπανίδα, οι συλλήψεις των εντόμων ανά παγίδα μετατράπηκαν σε φυσικό λογάριθμο $\ln(x + 1)$, ώστε οι παραλλακτικότητες να ομογενοποιηθούν. Έγινε ανάλυση της επίδρασης του τύπου ενδιαιτήματος, της

εποχής του έτους και της αλληλεπίδρασης του ενδιαιτήματος με την εποχή στον αριθμό των taxa των εντόμων με τη μέθοδο της ανάλυσης παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (*repeated measures analysis of variance*) (ANOVA) (SPSS 1997). Ως επαναλαμβανόμενος παράγοντας θεωρήθηκαν οι μηνιαίες συλλήψεις από 28 Μαΐου 2006 μέχρι 20 Ιανουαρίου 2007 (9 δειγματοληψίες).

Σχετικά με την εξειδίκευση των εντόμων ως προς το ενδιαίτημα αυτά ταξινομήθηκαν στις εξής πέντε κατηγορίες (Magura 2002): ● **μη ειδικευμένα είδη**: είναι αυτά που αντιπροσωπεύονται καλά σε όλους τους τύπους ενδιαιτημάτων, ● **τα ποολιβαδικά είδη**: είναι εκείνα που βρίσκονται κυρίως σε ποολίβαδα και σε εγκαταλειμμένες αγροτικές εκτάσεις, αλλά όχι σε δασικές, ● **τα αγροτικά είδη**: είναι εκείνα των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, όπως το καλαμπόκι, η βρώμη, το σιτάρι, που βρέθηκαν σε καλλιεργούμενες εκτάσεις σε ποσοστό άνω του 70% των συλλεχθέντων ατόμων, ● **τα λιβαδικά είδη**: είναι εκείνα που βρέθηκαν σε λιβαδικά οικοσυστήματα σε ποσοστό άνω του 90% των συλλεχθέντων ατόμων και τέλος τα ● **δασικά είδη**: είναι εκείνα που βρέθηκαν σε δασικά οικοσυστήματα σε ποσοστό άνω του 90% των συλλεχθέντων ατόμων. Επειδή η δειγματοληπτική περίοδος είναι αρκετά μεγάλη, η αριθμητική παρουσία ενός είδους σε κάποιο ενδιαίτημα καθορίζει την οικολογική σημασία του είδους για το ενδιαίτημα (Loreau 1992).

Η ταξινόμηση των εντόμων ως προς την αφθονία καθορίστηκε ως εξής (Larsen *et al.* 2003):

✚ **Άφθονα (*abundant*) (A)**: είδη που αντιπροσωπεύουν ποσοστό μεγαλύτερο του 10% των συνολικά συλλεχθέντων ατόμων.

✚ **Κοινά (*common*) (K)**: είδη που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 1–10% των συνολικά συλλεχθέντων ατόμων.

✚ **Μη κοινά (*uncommon*) (MK)**: είδη που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 0,1-1% των συνολικά συλλεχθέντων ατόμων.

✚ **Σπάνια (*rare*) (Σ)**: είδη που αντιπροσωπεύουν ποσοστό μικρότερο του 0,1 % όλων των συλλεχθέντων ατόμων.

✚ Για τα εδαφόβια είδη της τάξης των κολεοπτέρων και συγκεκριμένα των οικογενειών: Scarabaeidae, Carabidae, Silphidae και Staphylinidae, για τα οποία οι pitfall παγίδες δίνουν ασφαλή δεδομένα (Duelli *et al.* 1999), που δεν ξεπέρασαν τα 4 άτομα στην περιοχή έρευνας για όλη την περίοδο μελέτης χαρακτηρίστηκαν ως **τοπικώς σπάνια**.

✚ Τέλος, έγινε διάκριση των εντόμων σε *ωφέλιμα*, *αδιάφορα* και *επιζήμια* για τη γεωργία (Thomas and Marshall 1999).

Όσο αφορά στην ορνιθοπανίδα έγινε κατηγοριοποίησή της με βάση το καθεστώς παρουσίας, το βαθμό απειλής της για την περιοχή, τις τροφικές συνήθειες των πουλιών, αλλά και τη μετανάστευσή τους. Τα πουλιά, όπως όλα τα ζωικά είδη, εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Επειδή όμως αυτές μεταβάλλονται εποχιακά, τα πουλιά αναγκάζονται να αναζητούν κατάλληλα περιβάλλοντα, για να εξασφαλίσουν ευνοϊκές συνθήκες διαβίωσης και αναπαραγωγής σε διάφορα γεωγραφικά πλάτη (Παπαγεωργίου 1990). Τέλος, τα είδη της ορνιθοπανίδας ταξινομήθηκαν σε δασόβια, αγροτικά είδη (Siriwardena *et al.* 1998) και σε λιβαδικά είδη σύμφωνα με την παρουσία τους στα μελετώμενα ενδιαιτήματα.

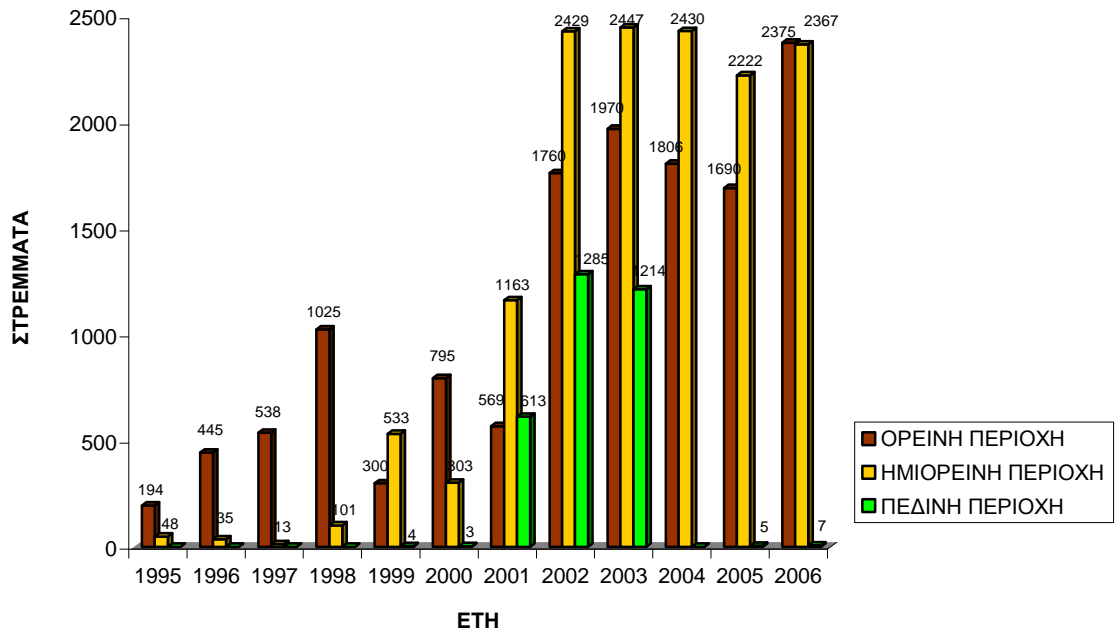
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Αποδόσεις πρωτογενούς παραγωγής

Το 42% των γεωργικών εκτάσεων του ορεινού τμήματος της περιοχής έρευνας (περιοχής Φλαμπουρεσίου) εισήλθε σε αγρανάπαυση το 2006. Όπως φαίνεται στην εικόνα 18 συνέβη μία σημαντική αύξηση από την προηγούμενη χρονιά, περίπου 600 επιπλέον στρεμμάτων, ίσως εξαιτίας της νέας μεταρρύθμισης της Κ.Α.Π. και ειδικότερα λόγω αποδέσμευσης της επιδότησης από την παραγωγή προϊόντων. Επίσης, η χαμηλή μέση στρεμματική απόδοση, της τάξης των 1.500-2.000 kg/ha, στις καλλιέργειες των σιτηρών (Εικόνες 19β, 20β και 21β), χειμερινών και εαρινών, ίσως αποθάρρυνε τους παραγωγούς της περιοχής να τις ξανακαλλιεργήσουν.

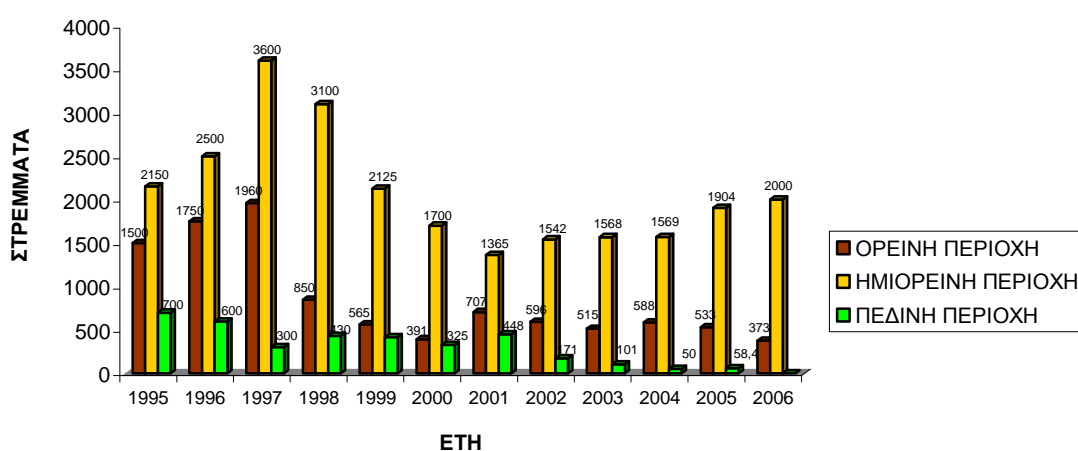
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ



Εικόνα 18. Συνολική έκταση (σε στρέμματα) αγρανάπαυσης την περίοδο 1995-2006 για την ορεινή περιοχή (Φλαμπουρέσι), την ημιορεινή (Σπαθάδες) και πεδινή περιοχή (Ράζα) (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006).

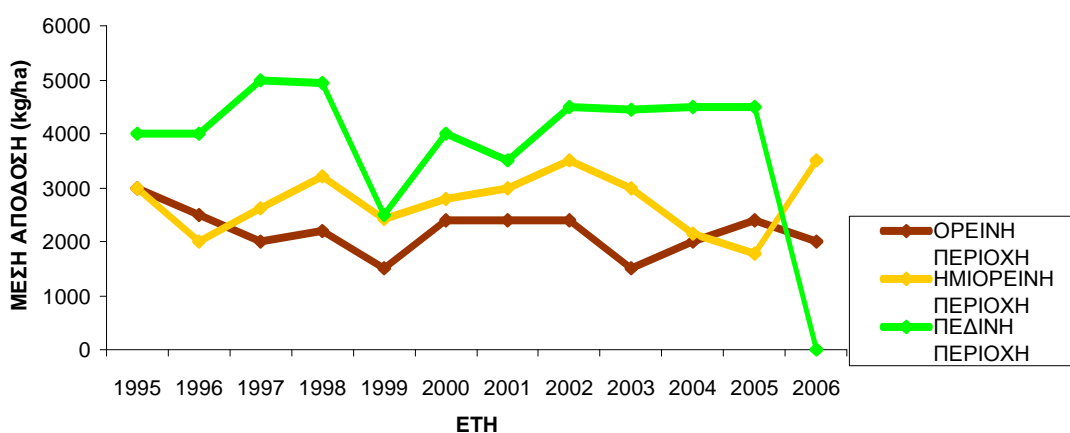
Η καλλιέργεια του μαλακού σιταριού (*Triticum aestivum*) πραγματοποιείται στην ορεινή ζώνη με τον παραδοσιακό τρόπο, αποδίδοντας χαμηλότερη παραγωγή (Εικόνα 19β) σε σύγκριση με αυτή των ημιορεινών και πεδινών εκτάσεων. Η εξέλιξη της καλλιέργειας την περίοδο 1995-2006 για την περιοχή έρευνας φαίνεται στην εικόνα 19α από στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης. Η συγκεκριμένη περίοδος χαρακτηρίζεται από τη ραγδαία συρρίκνωση καλλιεργούμενων εκτάσεων με μαλακό σιτάρι, η οποία συνοδεύτηκε από αντίστοιχη πτώση του ύψους παραγωγής.

ΜΑΛΑΚΟ ΣΙΤΑΡΙ



Εικόνα 19α. Συνολική έκταση (σε στρέμματα) μαλακού σιταριού που καλλιεργήθηκαν την περίοδο 1995-2006 στην περιοχή έρευνας (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006).

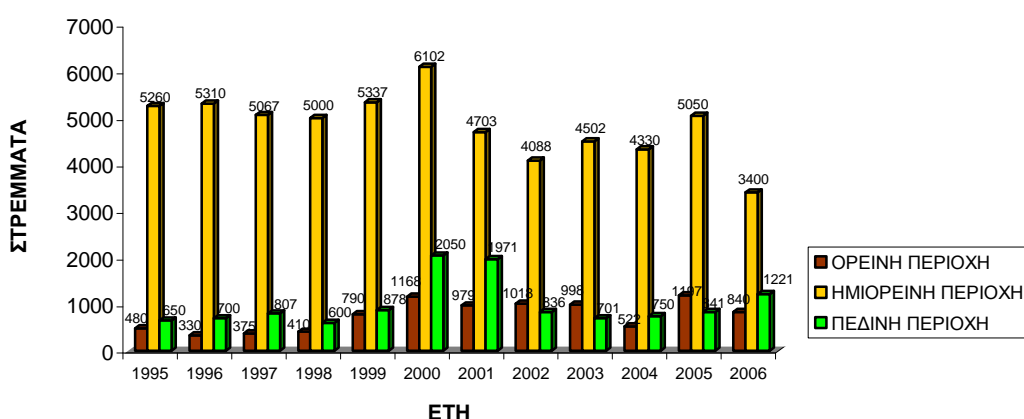
Αντιθέτως, η μέση στρεμματική απόδοση του μαλακού σιταριού παρουσίασε μία ανοδική τάση (Εικόνα 19β).



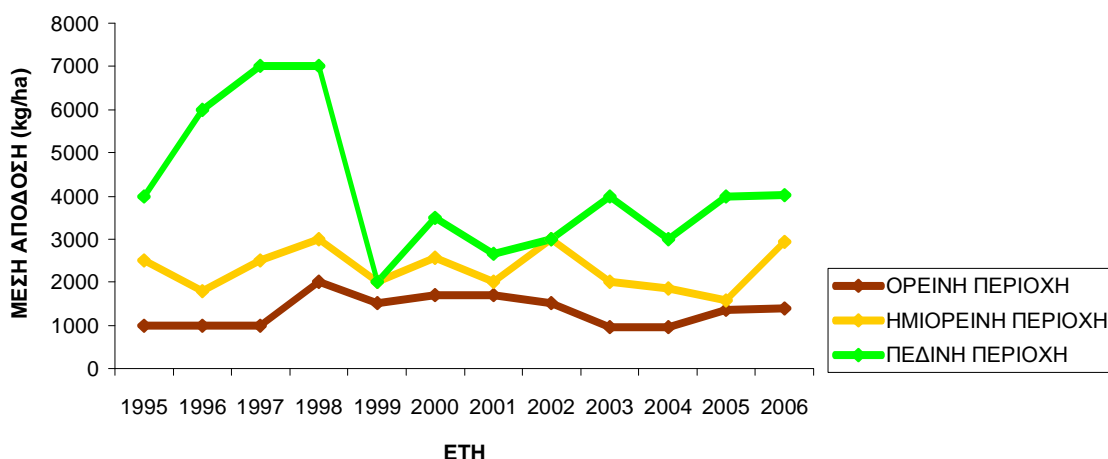
Εικόνα 19β. Αποδόσεις μαλακού σιταριού (σε κιλά ανά εκτάριο) για την ορεινή περιοχή (Φλαμπουρέσι), την ημιορεινή περιοχή (Σπαθαδάες) και την πεδινή περιοχή (Ράζα) για την περίοδο 1995-2006 (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006).

Η εξέλιξη της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού στις τρεις ζώνες (*Triticum durum*) της περιοχής έρευνας για την ίδια χρονική περίοδο φαίνεται στην εικόνα 20α. Δεν σημειώθηκαν μεγάλες αποκλίσεις στα στρέμματα που καλλιεργούσαν οι παραγωγοί από τις αρχές της δεκαετίας μέχρι σήμερα. Κατά συνέπεια και η συνολική παραγωγή, αλλά και η μέση στρεμματική απόδοση παραμένουν γενικά στα ίδια επίπεδα (Εικόνα 20β).

ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ



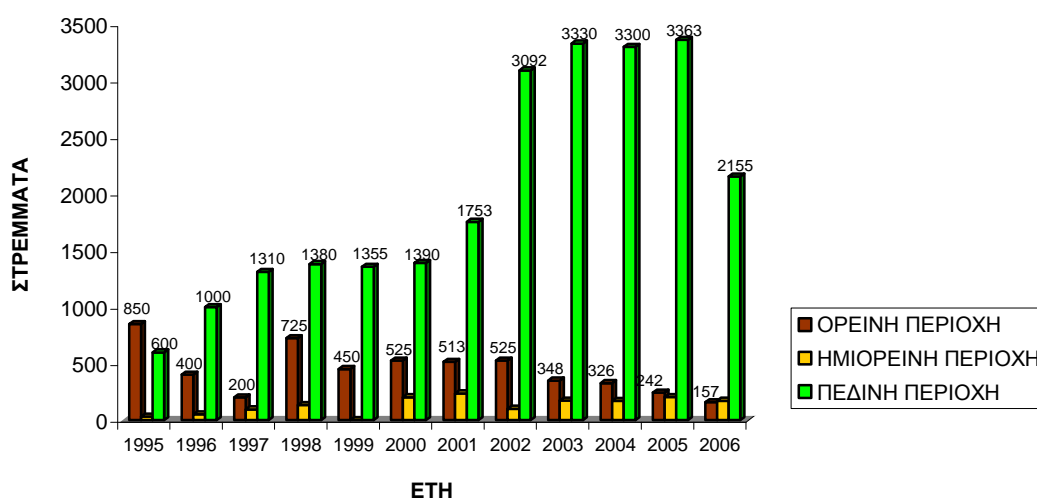
Εικόνα 20α. Συνολική έκταση (σε στρέμματα) σκληρού σιταριού που καλλιεργήθηκαν την περίοδο 1995-2006 στην περιοχή έρευνας (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006).



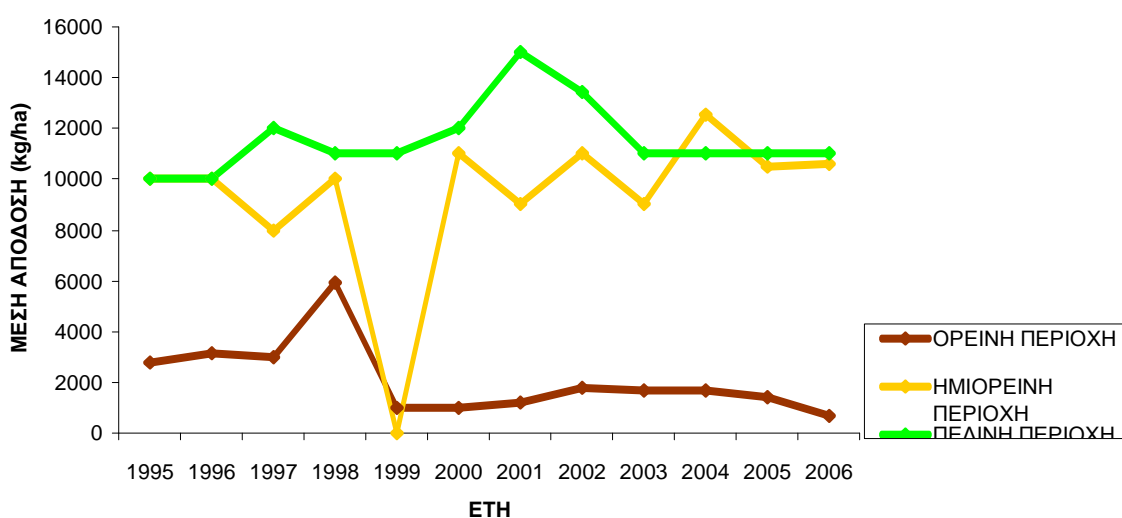
Εικόνα 20β. Αποδόσεις σκληρού σιταριού (σε κιλά ανά εκτάριο) για την ορεινή περιοχή (Φλαμπουρέσι), την ημιορεινή περιοχή (Σπαθάδες) και την πεδινή περιοχή (Ράζα) για την περίοδο 1995-2006 (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006).

Το καλαμπόκι παρουσιάζει μια αλματώδη αύξηση στα στρέμματα που καταλαμβάνει την τελευταία πενταετία, ιδιαίτερα στην πεδινή περιοχή της περιοχής έρευνας (Εικόνα 21α). Παρά το γεγονός αυτό, η μέση στρεμματική απόδοση δεν διαφέρει σημαντικά για την εξεταζόμενη χρονική περίοδο, με μόνη εξαίρεση την ορεινή ζώνη, όπου η μέση στρεμματική απόδοση σημειώνει μία πτώση και είναι χαμηλότερη από 1.000 kg/ha.

ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ



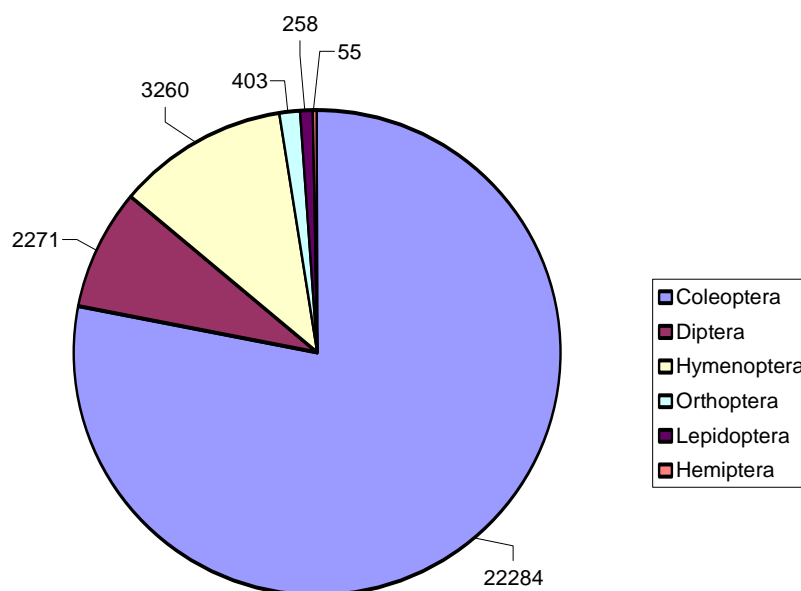
Εικόνα 21α. Συνολική έκταση (σε στρέμματα) καλαμποκιού που καλλιεργήθηκαν την περίοδο 1995-2006 στην περιοχή έρευνας (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006).



Εικόνα 21β. Αποδόσεις καλαμποκιού (σε κιλά ανά εκτάριο) για την ορεινή περιοχή (Φλαμπουρέσι), την ημιορεινή περιοχή (Σπαθάδες) και την πεδινή περιοχή (Ράζα) για την περίοδο 1995-2006 (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006).

6.2 Αφθονία της εντομοπανίδας

Από τα επτά διαφορετικά ενδιαίτηματα της περιοχής έρευνας συλλέχθηκαν στα πλαίσια των δειγματοληψιών αρθρόποδα που ανήκαν στις τάξεις **Coleoptera** (οικογένειες Scarabaeidae, Carabidae, Staphylinidae, Tenebrionidae, Silphidae, Trogidae, Elateridae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Meloidae, κ.α.) **Orthoptera** (οικ. Tettigoniidae, Acrididae, Gryllidae, Gryllotalpidae και Rhabdophoridae), **Hymenoptera** (οικ. Formicidae, Apidae, Vespidae, Sphecidae, Crabronidae), **Diptera** (οικ. Muscidae, Calliphoridae, Syrphidae, Sarcophagidae, Tabanidae, κ.α.), **Lepidoptera** (οικ. Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae), **Hemiptera** (οικ. Alydidae, Pentatomidae, Coreidae), και **Dermaptera** (οικ. Labiduridae) (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1. Κατανομή του συνολικού αριθμού των συλληφθέντων εντόμων σε τάξεις στην περιοχή έρευνας για όλη τη δειγματοληπτική περίοδο και για όλα τα ενδιαίτηματα.

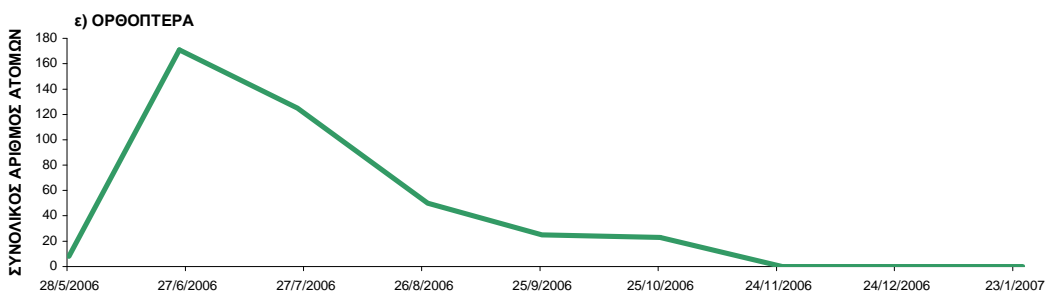
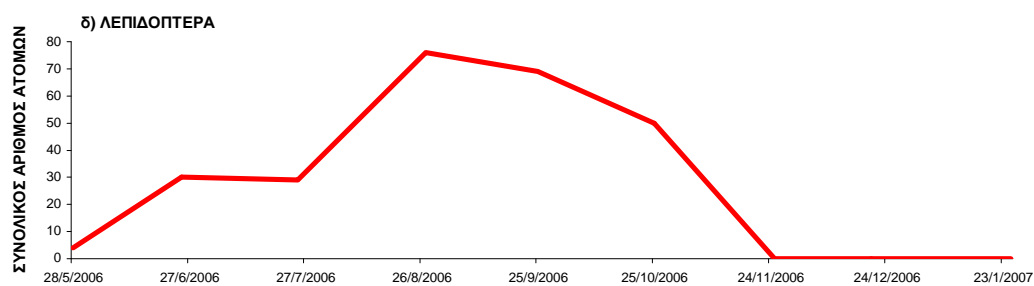
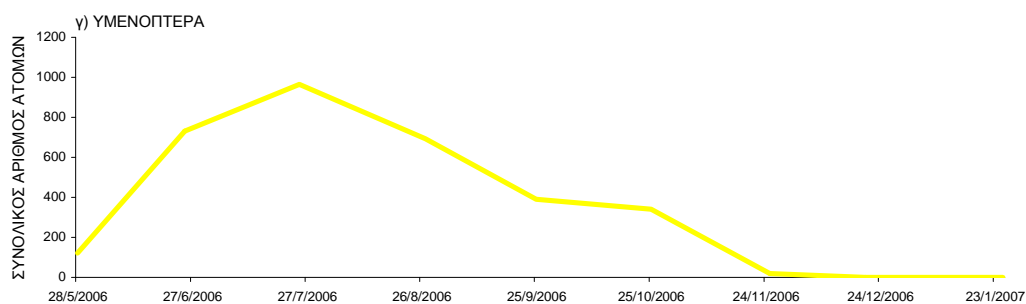
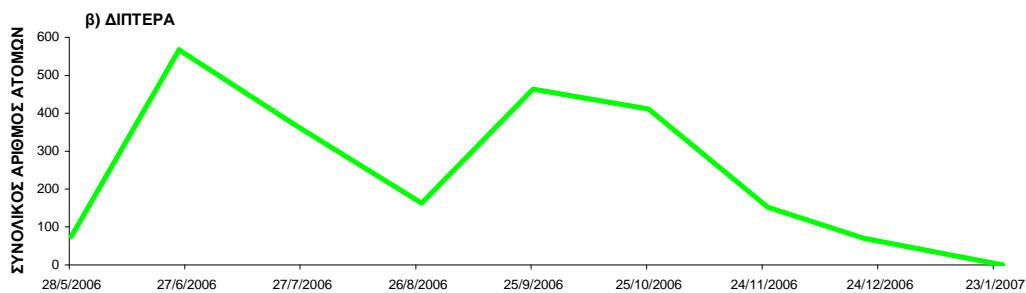
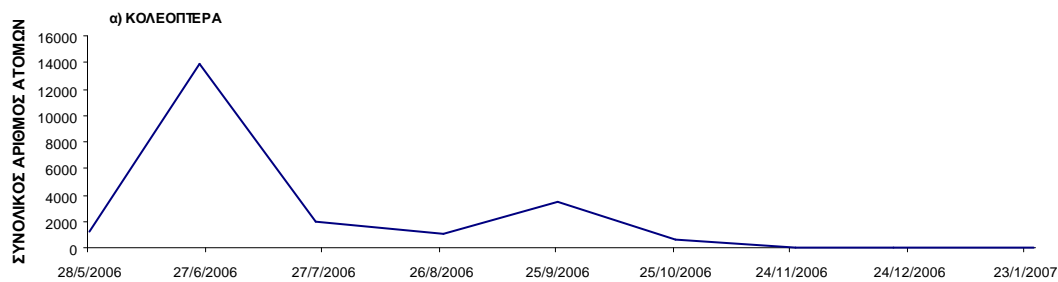
Συνολικά συλλέχθηκαν 28.537 άτομα αρθροπόδων. Ο ακριβής αριθμός του συνόλου των οικογενειών, των γενών, των ειδών και ατόμων των εντόμων που συλλέχθηκαν σε όλα τα μελετώμενα ενδιαίτηματα στην περίοδο δειγματοληψίας φαίνεται στον πίνακα 5.

Πίνακας 5. Συγκεντρωτικά στοιχεία της εντομοπανίδας στην περιοχή έρευνας για όλη τη δειγματοληπτική περίοδο.

ΤΑΞΕΙΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΝΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΔΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ
Κολεόπτερα	23	70	107	22.284
Δίπτερα	15	30	33	2.271
Υμενόπτερα	10	32	41	3.260
Λεπιδόπτερα	6	16	20	258
Ορθόπτερα	5	12	14	403
Ημίπτερα	4	6	6	55
Δερμάπτερα	1	2	2	6
ΣΥΝΟΛΟ	64	168	223	28.537

Η δυναμική των πληθυσμών των κυριότερων τάξεων δίνεται στο διάγραμμα 2. Το μέγιστο των συλλήψεων σημειώθηκε τον μήνα Ιούνιο για τα κολεόπτερα, τα δίπτερα και τα ορθόπτερα, τον μήνα Ιούλιο για τα υμενόπτερα και τον Αύγουστο για τα λεπιδόπτερα. Ο αριθμός των συλλήψεων ήταν μηδενικός μετά τον Νοέμβριο για τις περισσότερες τάξεις, εκτός των διπτέρων.

Με βάση τις παγίδες pitfall η παρουσία πολλών ειδών αρθροπόδων στην περιοχή έρευνας καταδεικνύει την υψηλή ποικιλότητα της περιοχής. Ιδιαίτερα για τα Orthoptera, που είναι γνωστοί εχθροί των καλλιεργειών (Kati *et al.* 2003), αλλά και οικολογικοί δείκτες της κατάστασης των λιβαδιών (Quinn *et al.* 1993), πολύ λίγα είναι γνωστά για την κατανομή τους στη χώρα μας. Από το διάγραμμα 2 φαίνεται ότι μετά το μήνα Ιούνιο η παρουσία τους μειώνεται αισθητά. Είναι αναγκαία η καταγραφή σε μια περιοχή όλων των ειδών εντόμων, γεωργικής ή μη σημασίας, ώστε να αναλυθεί ο ρόλος τους στο ενδιαίτημα που απαντώνται (είδη κλειδιά, είδη δείκτες, είδη ομπρέλα) και να δίνονται οι ανάλογες κατευθύνσεις για τη διαχείριση της εκάστοτε περιοχής (Simberloff 1998).



Διάγραμμα 2. Μεταβολή του πληθυσμού κολεοπτέρων, διπτέρων, υμενοπτέρων, λεπιδοπτέρων και ορθοπτέρων που συλλέχθηκαν στο σύνολο των παγίδων (N= 294) των ενδιαιτημάτων το διάστημα Μάιος 2006 - Ιανουάριος 2007.

Από την ανάλυση των δειγμάτων βρέθηκε ότι τα πολυπληθέστερα αρθρόποδα ανήκαν στις τάξεις Hymenoptera, Diptera και Coleoptera. Οι παγίδες pitfall δίνουν ασφαλή στατιστικά στοιχεία για τα εδαφόβια έντομα του εδάφους (Duelli *et al.* 1999). Παρόλα αυτά στις παγίδες βρέθηκαν 20 είδη λεπιδοπτέρων και 14 είδη ορθοπτέρων, δηλαδή δύο τάξεις εντόμων με ιδιαίτερη γεωργική σημασία. Εκτός των κολεοπτέρων, τα υμενόπτερα συγκέντρωσαν τη μεγαλύτερη αφθονία ατόμων (3.145 συνολικά άτομα), ενώ τα ημίπτερα τη μικρότερη. Τα δίπτερα παρουσίασαν τον μεγαλύτερο αριθμό οικογενειών (15) με 33 είδη συνολικά. Οι οικογένειες Muscidae, Calliphoridae, Carnidae, Syrphidae και Sarcophagidae σημείωσαν την υψηλότερη αφθονία σε σύγκριση με τις υπόλοιπες οικογένειες των διπτέρων.

Πίνακας 6. Είδη εντόμων, εκτός κολεοπτέρων, που συλλέχθηκαν στις παγίδες pitfall το διάστημα δειγματοληψίας και δεν συμπεριλήφθησαν στη στατιστική ανάλυση.

ΤΑΞΗ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ	ΑΦΘΟΝΙΑ
DIPTERA	CARNIDAE	<i>Carnus hemapterus</i>	371
	MUSCIDAE	<i>Mesembrina meridiana</i>	345
	EPHYDRIDAE	<i>Psilopa nigrifella</i>	247
	MUSCIDAE	<i>Stomoxys calcitrans</i>	145
	SARCOPHAGIDAE	<i>Sarcophaga sp.</i>	134
	SYRPHIDAE	<i>Cheilosia sp.</i>	126
	SARCOPHAGIDAE	<i>Sarcophaga carnaria</i>	124
	CALLIPHORIDAE	<i>Lucilia sp.</i>	123
	MUSCIDAE	<i>Musca domestica</i>	113
	CALLIPHORIDAE	<i>Pollenia rudis</i>	101
	SYRPHIDAE	<i>Eupeodes corollae</i>	80
	CALLIPHORIDAE	<i>Lucilia ceasar</i>	52
	DRYOMYZIDAE	<i>Dryomyza flaveola</i>	44
	TACHINIDAE	<i>Gymnocheta viridis</i>	38
	CALLIPHORIDAE	<i>Calliphora vomitoria</i>	36
	CHLOROPIDAE	<i>Oscinella frit</i>	34
	SYRPHIDAE	<i>Eristalis tenax</i>	31
	TACHINIDAE	<i>Gonia divisa</i>	17
	HELEOMYZIDAE	<i>Suilia variegata</i>	16
	EMPIDIDAE	<i>Hilara maura</i>	14
	BOMBYLIIDAE	<i>Bombylius sp.</i>	13
	SYRPHIDAE	<i>Ferdinandea cuprea</i>	10
		<i>Eristalis sp.</i>	8
	TABANIDAE	<i>Tachina fera</i>	7
	SYRPHIDAE	<i>Brachypalpoidea lentus</i>	7
		<i>Scaeva pyrastris</i>	4
		<i>Sphaerophoria scripta</i>	4
	TABANIDAE	<i>Tabanus autumnalis</i>	4
	SYRPHIDAE	<i>Doros sp.</i>	3
		<i>Episyrphus balteatus</i>	2
	TIPULIDAE	<i>Tipula sp.</i>	2
	NEMESTRINIDAE	<i>Fallenia fasciata</i>	2
	SYRPHIDAE	<i>Syrphus ribesii</i>	1

(Πίνακας 6 συνέχεια)

LEPIDOPTERA	LYCAENIDAE	<i>Lycaena thersamon</i>	75
	NYMPHALIDAE	<i>Issoria lathonia</i>	57
	LYCAENIDAE	<i>Lycaena tityrus</i>	35
	NYMPHALIDAE	<i>Melitaea didyma</i>	13
		<i>Colias croceus</i>	12
	NYMPHALIDAE	<i>Melitaea phoebe</i>	11
		<i>Lasiommata megera</i>	11
	LYCAENIDAE	<i>Polyommatus icarus</i>	9
	NYMPHALIDAE	<i>Erebia aethiops</i>	7
	LYCAENIDAE	<i>Lycaena phlaeas</i>	5
	NYMPHALIDAE	<i>Pandoriana pandora</i>	4
		<i>Kirinia roxelana</i>	4
	PIERIDAE	<i>Pieris rapae</i>	3
		<i>Pieris sp.</i>	3
		<i>Anthocharis cardamines brittanica</i>	3
	NOCTUIDAE	<i>Emmelia trabealis</i>	2
	NYMPHALIDAE	<i>Vanessa cardui</i>	1
		<i>Maniola jurtina</i>	1
ARCTIIDAE	<i>Eilema griseola</i>	1	
HESPERIIDAE	<i>Carcharodus alceae</i>	1	
<hr/>			
ORTHOPTERA	ACRIDIDAE	<i>Chorthippus parallelus</i>	207
	GRYLLIDAE	<i>Gryllus campestris</i>	82
	ACRIDIDAE	<i>Locusta migratoria</i>	32
		<i>Chorthippus brunneus</i>	26
	GRYLLIDAE	<i>Acheta domesticus</i>	13
	ACRIDIDAE	<i>Anacridium aegyptium</i>	10
	RHAPHIDOPHORIDAE	<i>Tachycines asynamorus</i>	6
	ACRIDIDAE	<i>Chorthippus biguttulus</i>	6
	TETTIGONIIDAE	<i>Metrioptera roeselii</i>	5
	GRYLLOTALPIDAE	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	4
	TETTIGONIIDAE	<i>Pholidoptera griseoptera</i>	4
	ACRIDIDAE	<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	3
		<i>Oedipoda miniata</i>	3
	TETTIGONIIDAE	<i>sp.</i>	2
	<hr/>		
HEMIPTERA	PENTATOMIDAE	<i>Aelia acuminata</i>	15
		<i>Calocoris sp.</i>	14
	COREIDAE	<i>Enoplops scapha</i>	12
	ALYDIDAE	<i>Alydus calcaratus</i>	7
	PENTATOMIDAE	<i>Carpocoris mediterraneus</i>	6
	ACANTHOSOMATIDAE	<i>Elasmucha grisea</i>	1
<hr/>			
HYMENOPTERA	FORMICIDAE	<i>Black ant worker</i>	962
		<i>Harvester ant worker</i>	726
		<i>Messor capitatus</i>	356
		<i>Wood ant worker</i>	250
		<i>Harvester ant soldier</i>	246
	APIDAE	<i>Apis mellifera</i>	109
		<i>Apis mellifera Queen</i>	112
		<i>Apis mellifera worker</i>	119
	FORMICIDAE	<i>Black ant soldier</i>	71

(Πίνακας 6 συνέχεια)

HYMENOPTERA		<i>Formica rufa</i>	70
		<i>Wood ant soldier</i>	40
	VESPIDAE	<i>Vespa crabro</i>	22
	APIDAE	<i>Osmia rufa</i>	22
	FORMICIDAE	<i>Harvester ant queen</i>	20
	POMPILIDAE	<i>Anoplius viaticus</i>	13
	SPHECIDAE	<i>Podalonia hirsuta</i>	12
	APIDAE	<i>Megachile centuncularis</i>	12
		<i>Stelis punctulatissima</i>	11
		<i>Xylocopa violacea</i>	10
	MEGACHILIDAE	<i>Lassioglossum smeathmanecum</i>	9
	APIDAE	<i>Panurgus banksianus</i>	8
	CHRYSIDIDAE	<i>Chrysura cuprea</i>	8
	FORMICIDAE	<i>Messor barbarus</i>	7
	APIDAE	<i>Hylaeus signatus</i>	6
	SCOLIIDAE	<i>Scolia hirta</i>	4
	APIDAE	<i>Ceratina cyanea</i>	4
	VESPIDAE	<i>Polistes gallicus</i>	4
		<i>Eumenes sp.</i>	4
	CRABRONIDAE	<i>Argogorytes mystaceus</i>	4
	APIDAE	<i>Anthophora hispanica</i>	3
	CRABRONIDAE	<i>Crabro cribrarius</i>	2
	TENTHREDINIDAE	<i>Tenthredo celtica</i>	2
	APIDAE	<i>Chelostoma florissomme</i>	2
		<i>Halictus scabiosae</i>	2
		<i>Anthidium florintinum</i>	2
	VESPIDAE	<i>Dolichovespula sylvestris</i>	1
		<i>Vespula vulgaris</i>	1
	SPHECIDAE	<i>Ammophila sabulosa</i>	1
	APIDAE	<i>Eucera longicornis</i>	1
	FORMICIDAE	<i>Black ant queen</i>	1
	APIDAE	<i>Bombus sp.</i>	1
DERMAPTERA	LABIDURIDAE	<i>Labidura riparia</i>	4
		<i>Forficula auricularia</i>	2

Ιδιαίτερα μεγάλη αφθονία παρουσίασαν τα Coleoptera (Διάγραμμα 2), αφού συλλέχθηκαν συνολικά 22.284 άτομα που ανήκουν σε 23 οικογένειες. Αναγνωρίστηκαν 107 είδη κολεοπτέρων (Πίνακας 7), τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τη βιολογία τους και τη σημασία τους για τις καλλιέργειες σε ωφέλιμα-αρπακτικά (ΩΑ), ωφέλιμα-κοπροφάγα (ΩΚ), ωφέλιμα-νεκροφάγα (ΩΝ), σε αδιάφορα για τη γεωργία (Α) και σε εχθρούς καλλιεργείων (Ε) (Thomas and Marshall 1999). Τα είδη *Onthophagus onatus*, *Onthophagus coenobita*, *Mylabris variabilis*, *Pterostichus cupreus* και *Staphylinus olens* αποτελούσαν το 56%, 5%, 2,5% και 2,1% αντίστοιχα του συνολικού αριθμού κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν με τις παγίδες. Έχει ιδιαίτερη σημασία για την περιοχή έρευνας το γεγονός ότι συλλέχθηκαν ωφέλιμα έντομα σε ποσοστό μεγαλύτερο του 74% σε σχέση με το ποσοστό των συλλεχθέντων επιζήμιων για τις καλλιέργειες εντόμων (<2%). Τέλος, τα είδη που σημείωσαν τη μεγαλύτερη

αφθονία ανήκουν στις οικογένειες Scarabaeidae, Carabidae και Staphylinidae, που ως ταξινομικές ομάδες θεωρούνται συνολικά ωφέλιμοι οργανισμοί.

Πίνακας 7. Παρουσία ειδών κολεοπτέρων κατά ενδιαίτημα (συνολικός αριθμός ατόμων) στην περιοχή έρευνας με βάση τις συλλήψεις των παγίδων (Μάιος 2006 - Ιανουάριος 2007).

ΕΙΔΟΣ	ΣΙΤΑΡΙ	ΚΑΛ/ΚΙ	ΑΓΡΑΝ/ΣΗ	ΑΚΑΚΙΑ	ΛΙΒΑΔΙ	ΟΙΚΟΤΟΝΟΣ	ΔΑΣΟΣ	ΣΗΜΑΣΙΑ
Αφθονα								
<i>Onthophagus onatus</i>	2.230	276	4.451	664	3.508	1.115	162	ΩΚ*
<i>Onthophagus coenobita</i>	267	3	366	50	614	724	62	ΩΚ
Κοινά								
<i>Mylabris variabilis</i>	164	268	277	35	306	23	0	Ω
<i>Gymnopleurus mopsus</i>	231	0	350	32	125	72	1	ΩΚ
<i>Pterostichus cupreus</i>	120	46	34	107	169	13	23	ΩΑ
<i>Pterostichus nigrita</i>	156	37	100	237	168	34	42	ΩΑ
<i>Sisyphus scaefferi</i>	33	0	69	34	42	84	50	ΩΚ
<i>Staphylinus olens</i>	76	59	78	122	83	49	10	Ω
Μη κοινά								
<i>Blaps mucronata</i>	42	1	0	6	6	20	44	Ω
<i>Tasgius pedator</i>	0	0	3	156	0	0	24	Ω
<i>Myas chalybaeus</i>	4	1	2	93	2	44	137	ΩΑ
<i>Silpha granulata</i>	312	1	41	85	61	42	0	ΩΝ
<i>Silpha atrata</i>	234	0	5	17	56	5	13	ΩΝ
<i>Pimelia subglobosa</i>	3	0	22	0		32	9	Ω
<i>Carabus coriaceus</i>	30	17	28	47	27	43	7	ΩΑ
<i>Carabus violaceus</i>	7	5	28	22	8	27	7	ΩΑ
<i>Carabus nemoralis</i>	2	3	7	39	1	64	141	ΩΑ
<i>Mylabris hieracii</i>	3	4	0	0	58	0	0	Ω
<i>Mylabris quadripunctatus</i>	11	21	10	4	18	6	0	Ω
<i>Mylabris quadripunctatus quadripunctatus</i>	18	34	7	3	1	9	0	Ω
<i>Otiorhynchus difficilis</i>	12	1	22	14	8	37	0	Α
<i>Trox scaber</i>	21	0	29	29	17	23	0	ΩΚ
<i>Hister impressus</i>	31	0	22	11	37	18	0	ΩΑ,ΩΝ
<i>Hister quadrimaculatus</i>	13	0	5	1	61	4	1	ΩΑ,ΩΝ
<i>Scarabaeus sacer</i>	8	0	37	2	8	11	0	Ω
<i>Megalinus glabratus</i>	29	0	28	0	5	6	12	Ω
<i>Molops piceus</i>	24	7	1	16	20	1	1	Ω
<i>Poecilus punctulatus</i>	7	0	8	23	1	8	12	Ω
<i>Necrophorus investigator</i>	29	2	13	30	10	17	11	ΩΝ
<i>Brachinus crepitans</i>	2	0	1	26	8	0	0	ΩΑ
<i>Sphodrus leucoththalmus</i>	1	39	2	29	2	16	5	Ω
<i>Zabrus tenebrioides</i>	2	3	6	44	2	9	1	Ε
Σπάνια								
<i>Platydacus flavopunctatus</i>	17	0	2	0	0	0	0	Ω
<i>Gastrophysa polygona</i>	21	2	0	0	3	2	0	Ω
<i>Saprinus maculatus</i>	10	0	1	0	0	4	0	
<i>Zabrus curtus</i>	13	1	2	0	1	0	0	Ε

(Πίνακας 7 συνέχεια)

ΕΙΔΟΣ	ΣΙΤΑΡΙ	ΚΑΛ/ΚΙ	ΛΙΓΓΑΝ/ΣΗ	ΑΚΑΚΙΑ	ΛΙΒΑΔΙ	ΟΙΚΟΤΟΝΟΣ	ΔΑΣΟΣ	ΣΗΜΑΣΙΑ
Σπάνια								
<i>Amara aulica</i>	14	0	1	0	1	6	1	ΩΑ
<i>Molops striolatus</i>	7	0	0	0	5	0	0	
<i>Tasgius pedator</i>	2	2	0	0	7	10	0	
<i>Onthophagus amyntas</i>	8	0	0	0	0	0	0	ΩΚ
<i>Cicindela campestris</i>	0	0	1	0	9	1	0	ΩΑ
<i>Platydracus flavopunctatus</i>	0	0	0	1	4	0	6	Ω
<i>Tropinota hirta</i>	7	0	5	0	9	1	0	Α
<i>Copris hispanus</i>	0	0	6	1	0	0	0	ΩΚ
<i>Gyrohypnus fracticornis</i>	0	0	0	6	2	0	0	Ω
<i>Poecilus sericeus</i>	0	0	1	6	1	8	6	
<i>Poecilus cursorius</i>	2	0	0	0	10	0	1	
<i>Poecilus purpurascens</i>	0	0	0	0	3	0	0	
<i>Brachycerus undatus</i>	5	0	0	1	4	0	0	
<i>Melolontha melolontha</i>	0	0	5	0	0	0	0	
<i>Necrophorus humator</i>	0	0	0	2	0	0	2	ΩΝ
<i>Ampedus sp.</i>	0	0	0	0	0	3	3	
<i>Alapsodus compressus</i>	0	0	0	5	0	0	0	
<i>Dorcadion sp.</i>	1	0	2	1	1	1	5	
<i>Agriotes lineatus</i>	0	0	4	0	10	0	0	Ε
<i>Tenebrio opacus</i>	0	1	4	0	6	1	0	Ω
<i>Gyrohypnus fracticornis</i>	1	0	9	0	0	0	1	Ω
<i>Lytta vesicatoria</i>	0	4	0	0	1	0	0	
<i>Remus sericeus</i>	4	0	0	0	4	6	0	
<i>Anaspis frontalis</i>	9	2	0	0	0	1	0	
<i>Adalia decempunctata</i>	9	0	1	0	0	1	0	
<i>Coccinella septempunctata</i>	3	2	0	0	3	0	0	ΩΑ
<i>Necrophorus vestigator</i>	9	1	0	3	6	1	0	ΩΝ
<i>Chrysolina sanguinolenta</i>	0	0	3	0	1	0	0	Ε
<i>Galeruca tanaceti</i>	2	0	1	2	2	1	0	
<i>Sphaerites glabratus</i>	0	0	0	1	3	2	1	
<i>Polydrusus tereticollis</i>	1	2	3	0	0	0	0	Α
<i>Trox hispidus</i>	0	0	4	0	0	0	1	ΩΚ
<i>Scarabaeus semipunctatus</i>	0	0	4	0	1	0	0	
<i>Tasgius sp.</i>	0	0	0	0	0	0	5	Ω
Τοπικώς σπάνια								
<i>Anchonemus dorsalis</i>	1	1	0	1	1	0	0	
<i>Blaps mucronata</i>	0	0	4	0	0	0	0	
<i>Dorcadion aethiops</i>	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Nebria kratteri</i>	0	0	0	1	0	1	1	
<i>Rhagonycha sp.</i>	1	0	0	2	0	0	0	
<i>Scarabaeus laticollis</i>	0	0	1	0	0	1	1	Ω
<i>Aphodius rufipes</i>	0	0	0	0	0	2	0	
<i>Rhinoncus bruchoides</i>	2	0	0	0	0	0	0	Α
<i>Haplidia transversa</i>	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Trox perlatus</i>	0	0	0	0	0	2	0	ΩΚ
<i>Cantharis rustica</i>	2	0	0	0	0	0	0	ΩΑ
<i>Cetonia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	Α
<i>Cleonus sp.</i>	0	2	0	0	0	0	0	
<i>Acinopus sp.</i>	0	0	0	0	0	2	0	

(Πίνακας 7 συνέχεια)

ΕΙΔΟΣ	ΣΙΤΑΡΙ	ΚΑΛ/ΚΙ	ΑΓΡΑΝ/ΣΗ	ΑΚΑΚΙΑ	ΛΙΒΑΔΙ	ΟΙΚΟΤΟΝΟΣ	ΔΑΣΟΣ	ΣΗΜΑΣΙΑ
Τοπικώς σπάνια								
<i>Amara similata</i>	0	1	0	1	0	0	0	ΩΑ
<i>Amphimallon sp.</i>	1	0	0	1	0	0	0	Ω
<i>Carpodis tenebrionis</i>	0	0	1	1	0	0	0	Α
<i>Leucophyes pedestris</i>	0	0	1	0	1	0	0	
<i>Meloe proscarabaeus</i>	0	0	1	0	1	0	0	Ω
<i>Philonthus intermedius</i>	0	1	0	1	0	0	0	Ω
<i>Amara aenea</i>	0	0	0	1	0	0	0	ΩΑ
<i>Athous haemorrhoidalis</i>	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Dorcus parallelipipedus</i>	0	0	0	0	0	0	1	Ω
<i>Emus hirtus**</i>	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Harpalus zabroides</i>	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Rhinoncus pericarpus</i>	0	0	0	1	0	0	0	Α
<i>Rhysodes sulcatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Molops striolatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Copris lunaris</i>	0	0	1	0	0	0	0	ΩΚ
<i>Dinothenarus pubescens</i>	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Geotrupes spiniger</i>	0	0	1	0	0	0	0	Ω
<i>Lucanus cervus</i>	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Melolontha hippocastani</i>	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Otiorhynchus atroapterus</i>	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Pissodes pini</i>	0	0	0	1	0	0	0	Α
<i>Psallidium maxillosum</i>	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Trichodes sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	

*Για επεξήγηση βλ. κείμενο

**Είδος απειλούμενο στην Ευρώπη

Από τα 16.339 ταυτοποιημένα άτομα ωφέλιμων εντόμων 6.050 άτομα συλλέχθηκαν στις εκτάσεις αγρανάπαυσης και 791 άτομα στο δρυοδάσος (Πίνακας 8). Το σιτάρι και το καλαμπόκι, διαφέρουν σημαντικά ως προς τον αριθμό ατόμων ωφέλιμων κολεοπτέρων που φιλοξενούν με 4.193 και 833 άτομα αντίστοιχα.

Πίνακας 8. Αριθμός ατόμων ωφέλιμων κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν στις παγίδες pitfall σε όλα τα ενδιαιτήματα την περίοδο Μάιος 2006-Ιανουάριος 2007.

ΕΙΔΟΣ	ΣΙΤΑΡΙ	ΚΑΛ/ΚΙ	ΑΓΡΑΝ/ΣΗ	ΑΚΑΚΙΑ	ΟΙΚΟΤΟΝΟΣ	ΔΑΣΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ
<i>Ωφέλιμα άφθονα</i>	2.497	279	4.817	714	1.839	224	10.370
<i>Ωφέλιμα κοινά</i>	780	410	908	567	275	126	3.066
<i>Ωφέλιμα μη κοινά</i>	831	135	289	638	396	424	2.713
<i>Ωφέλιμα σπάνια</i>	82	8	32	13	22	16	173
<i>Ωφέλιμα τοπικώς σπάνια</i>	3	1	4	6	2	1	17
ΣΥΝΟΛΟ	4.193	833	6.050	1.938	2.534	791	16.339

6. 3 Επίδραση του ενδιαιτήματος στην κατανομή της εντομοπανίδας

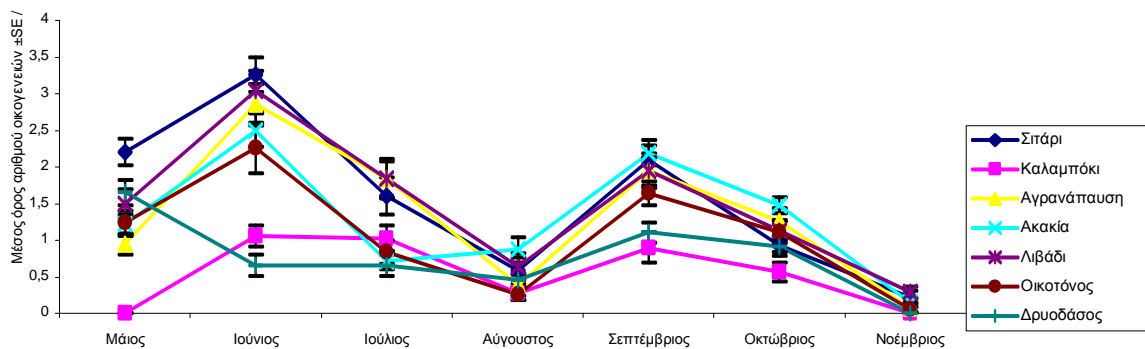
Η ανάλυση παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ANOVA έδειξε σημαντική επίδραση του τύπου ενδιαιτήματος ($F= 10,129$, $df= 5$, $P<0,001$), της εποχής ($F= 75,452$, $df= 6$, $P<0,001$) και της αλληλεπίδρασης του ενδιαιτήματος με την εποχή ($F= 4,301$, $df= 30$, $P<0,001$) στο σύνολο των συλλεχθέντων οικογενειών. Πριν την ανάλυση έγινε μετατροπή των στοιχείων σε φυσικό λογάριθμο $\ln(x+1)$, ώστε οι παραλλακτικότητες να ομογενοποιηθούν.

Ο μέσος όρος του αριθμού οικογενειών κολεοπτέρων ανά παγίδα παρουσίασε δύο μέγιστες τιμές τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο για όλα τα ενδιαιτήματα με μοναδική εξαίρεση την καλλιέργεια καλαμποκιού (Διάγραμμα 3α). Το σιτάρι και η ακακία ήταν τα ενδιαιτήματα που φιλοξένησαν τις περισσότερες οικογένειες κολεοπτέρων με μέσο όρο αριθμού οικογενειών ανά παγίδα 3,25 τον Ιούνιο και 2,184 τον Σεπτέμβριο, αντίστοιχα. Είναι φανερό ότι οι υψηλές θερμοκρασίες του Αυγούστου οδήγησαν στην αισθητή πτώση του αριθμού οικογενειών (μέσος όρος ανά παγίδα <1), ανεξαρτήτως ενδιαιτήματος. Ομοίως, όσο αφορά στα γένη των κολεοπτέρων οι μέγιστες τιμές παρουσιάστηκαν τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο με τις ίδιες διακυμάνσεις όπως προαναφέρθηκε, ανά ενδιαίτημα. Τα ενδιαιτήματα που παρουσίασαν τη χαμηλότερη ποικιλότητα τον μήνα Ιούνιο ήταν το δρουδάσος και το καλαμπόκι με μέσο όρο αριθμού γενών ανά παγίδα 0,80 και 1,12 αντίστοιχα (Διάγραμμα 3β). Η ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA έδειξε ότι υπάρχει σημαντική επίδραση του τύπου ενδιαιτήματος ($F= 7,598$, $df= 5$, $P<0,001$), της εποχής ($F= 78,792$, $df= 6$, $P<0,001$) και της αλληλεπίδρασης του ενδιαιτήματος με την εποχή ($F= 4,621$, $df= 30$, $P<0,001$) στο σύνολο των συλλεχθέντων γενών.

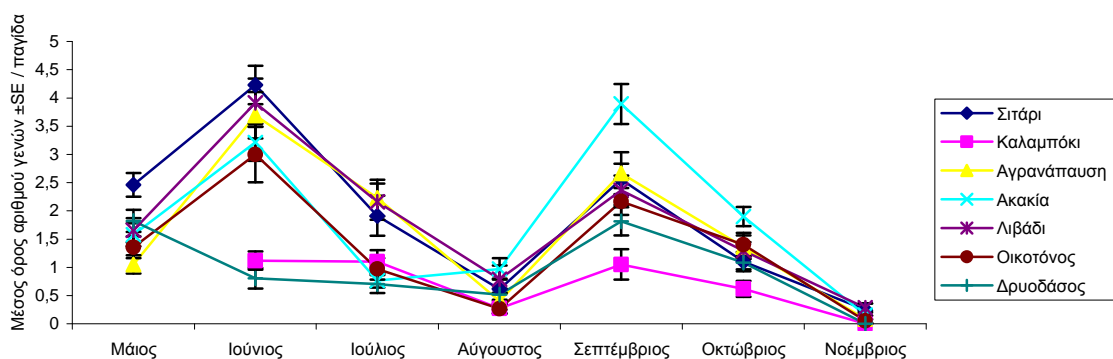
Η ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA έδειξε επίσης ότι ο αριθμός των ειδών επηρεάζεται σημαντικά από το ενδιαίτημα ($F=7,604$, $df=5$, $P<0,001$), την εποχή ($F=79,085$, $df=6$, $P<0,001$) και την μεταξύ τους αλληλεπίδραση, δηλαδή του τύπου ενδιαιτήματος με τους μήνες ($F=4,638$, $df=30$, $P<0,001$). Η διακύμανση της παρουσίας των ειδών ανά ενδιαίτημα φαίνεται στο διάγραμμα 3γ. Όλα τα είδη, ανεξαρτήτως ενδιαιτήματος, παρουσιάζουν δραματική ύφεση τον μήνα Αύγουστο. Η μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών σημειώθηκε για πρώτη φορά στο λιβάδι τον μήνα Ιούνιο (μέσος όρος αριθμού ειδών ανά παγίδα 4,52) και το σιτάρι (μέσος όρος αριθμού ειδών ανά παγίδα 4,46), ενώ τη δεύτερη φορά η φυτεία ψευδακακίας και οι

εκτάσεις αγρανάπαυσης παρουσίασαν τις μεγαλύτερες ποικιλότητες με μέσο όρο αριθμού ειδών ανά παγίδα 4,18 και 2,92 αντίστοιχα.

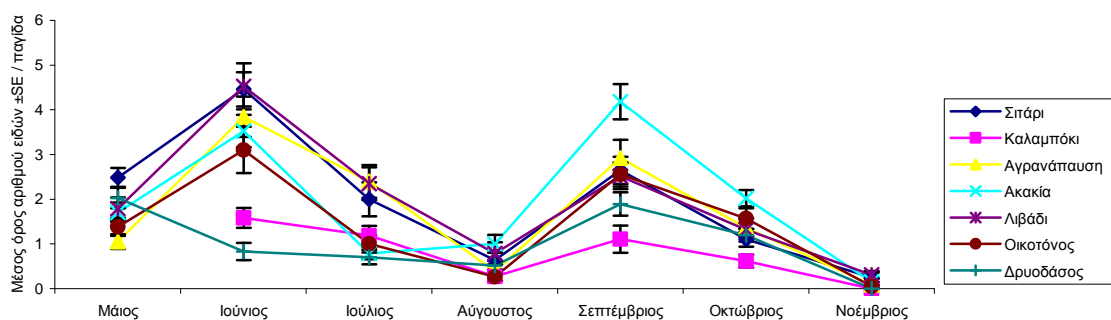
Μια τελείως διαφορετική εικόνα διακύμανσης του πληθυσμού των συλλεχθέντων ατόμων των κολεοπτέρων φαίνεται στο διάγραμμα 3δ. Το λιβάδι και οι εκτάσεις αγρανάπαυσης έδειξαν τη μεγαλύτερη αφθονία τον μήνα Ιούνιο (μέσος όρος αριθμού ατόμων ανά παγίδα 107,11 και 103,66 αντίστοιχα) παρόλο που το σιτάρι έδειξε τη μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών, γενών και οικογενειών. Το φυσικό οικοσύστημα της περιοχής, που είναι το νεαρό δρυοδάσος, παρουσιάζει τη μικρότερη αφθονία. Η ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA έδειξε ότι επίσης υπάρχει σημαντική επίδραση του τύπου ενδιαιτήματος ($F=4,874$, $df=5$, $P<0,001$), της εποχής ($F=34,736$, $df=6$, $P<0,001$) και της αλληλεπίδρασης του ενδιαιτήματος με την εποχή ($F=3,651$, $df=30$, $P<0,001$) στο σύνολο των συλλεχθέντων ατόμων (Διάγραμμα 3δ). Πριν την ανάλυση έγινε μετατροπή των στοιχείων σε φυσικό λογάριθμο $\ln(x+1)$, ώστε οι παραλλακτικότητες να ομογενοποιηθούν.



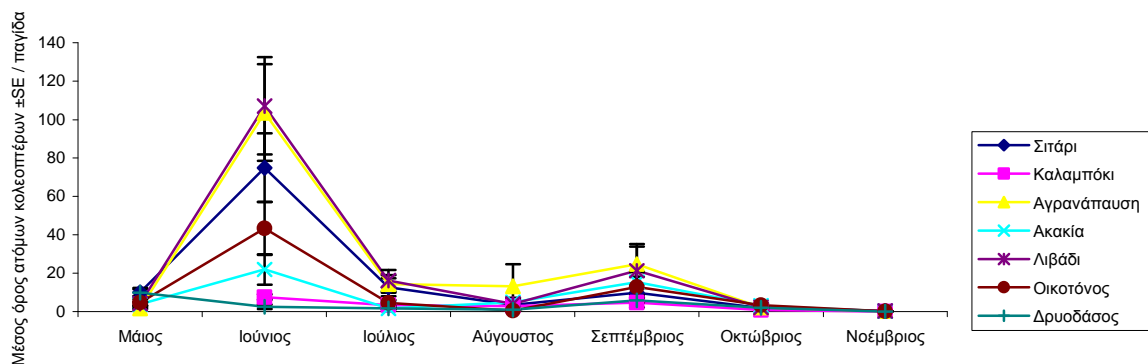
α) οικογένειες κολεοπτέρων



β) γένη κολεοπτέρων



γ) είδη κολεοπτέρων

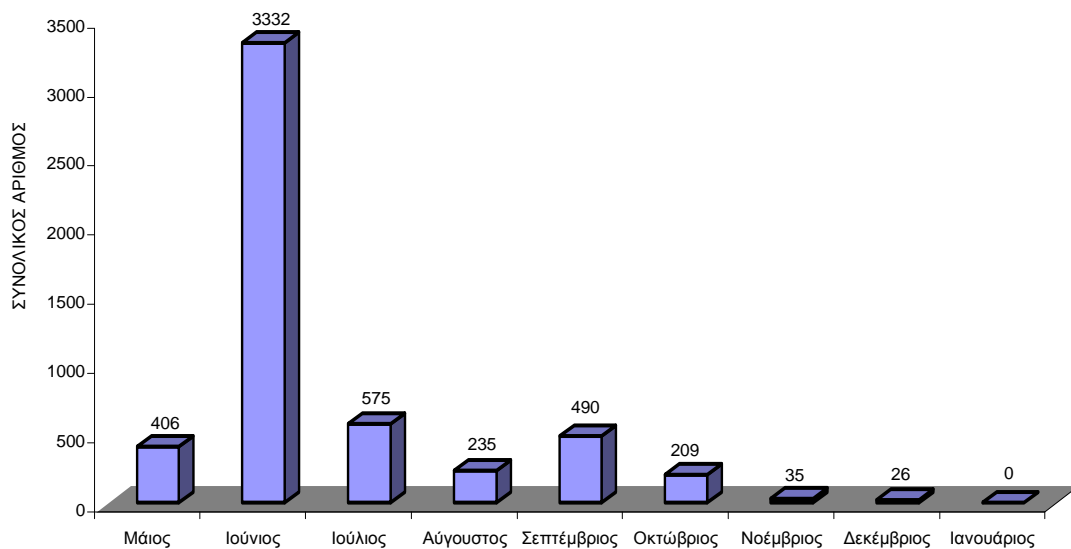


δ) άτομα κολεοπτέρων

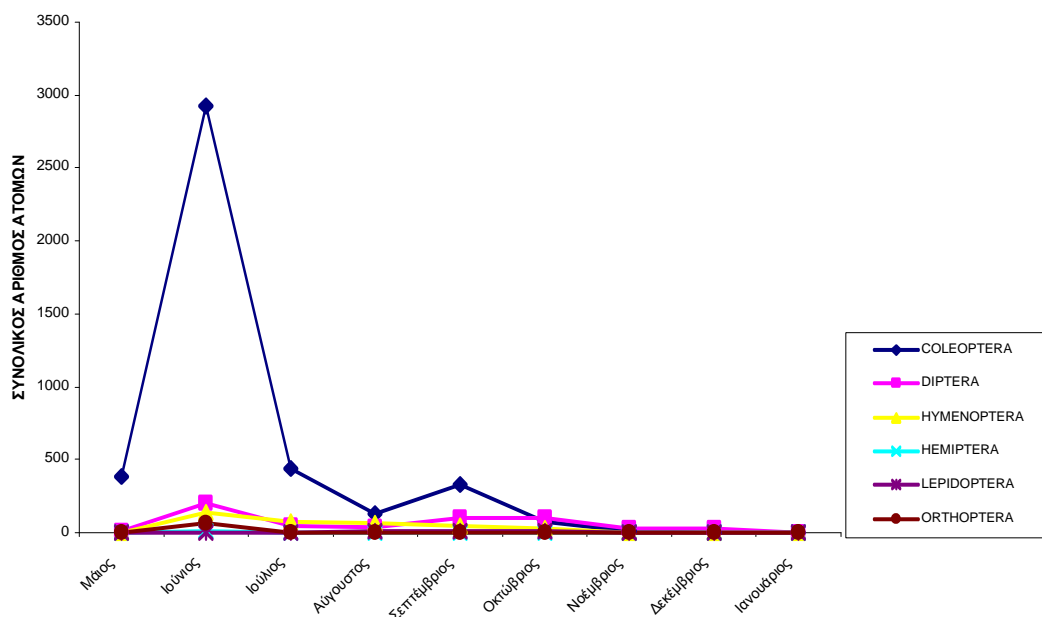
Διάγραμμα 3. Εποχική διακύμανση του μέσου όρου του αριθμού α) οικογενειών, β) γενών, γ) ειδών και δ) ατόμων κολεοπτέρων στα επτά ενδιαιτήματα.

6.3.1 Χειμερινά σιτηρά

Στα χειμερινά σιτηρά συλλέχθηκαν συνολικά 5.306 άτομα (Διάγραμμα 4) όλων των τάξεων, με τα κολεόπτερα να κυριαρχούν με 4.292 άτομα συνολικά. Τον Ιούνιο σημειώθηκε η μεγαλύτερη αφθονία (3.332 άτομα), ενώ τους υπόλοιπους μήνες δεν υπήρχαν σημαντικές αποκλίσεις. Ο αριθμός των συλλήψεων ήταν μηδενικός μετά τον Δεκέμβριο.

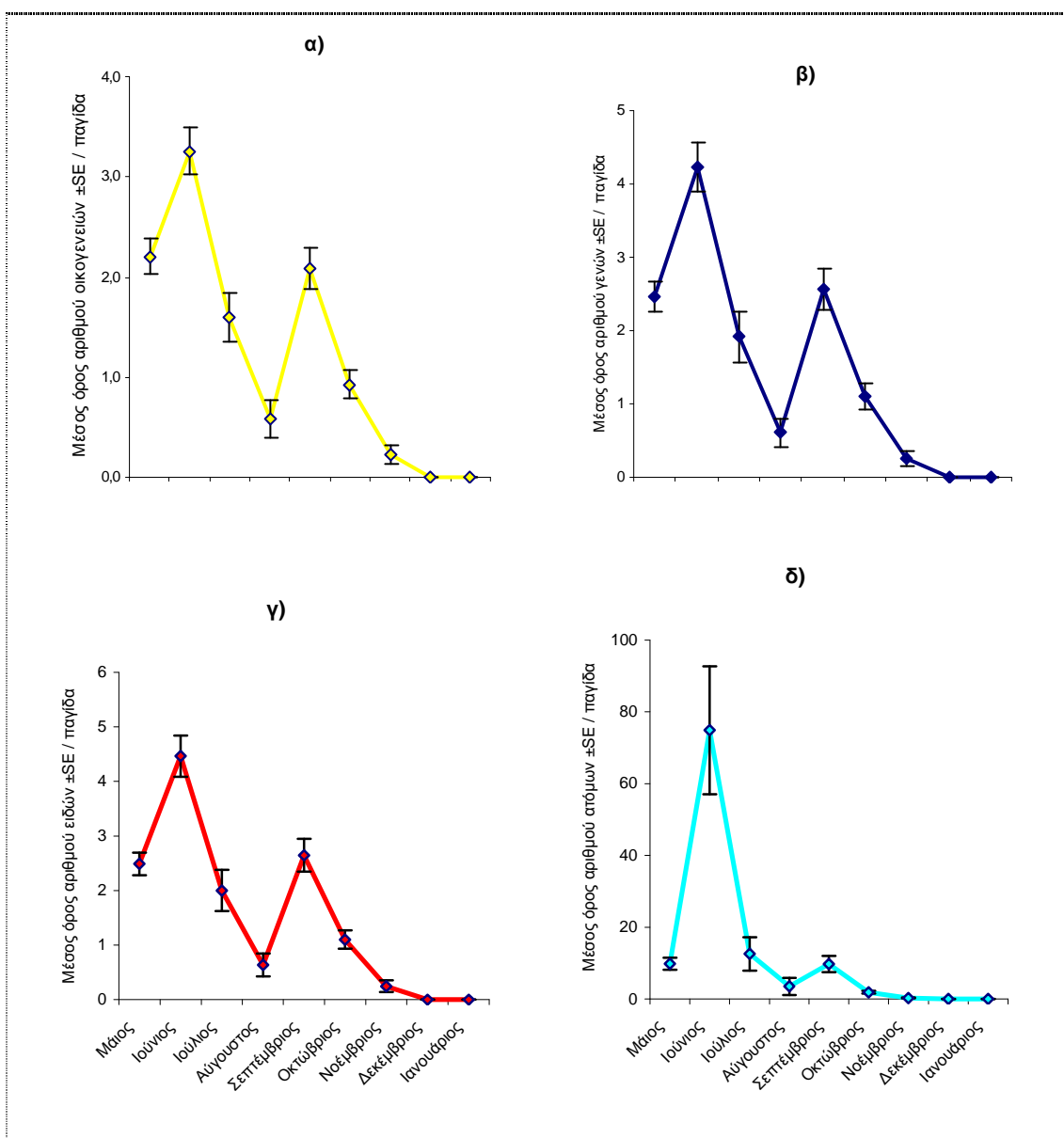


Διάγραμμα 4. Εποχική διακύμανση του συνολικού αριθμού ατόμων αρθροπόδων στο σιτάρι.



Διάγραμμα 5. Η πληθυσμιακή διακύμανση (συνολικός αριθμός ατόμων) των τάξεων εντόμων στο σιτάρι την περίοδο δειγματοληψίας.

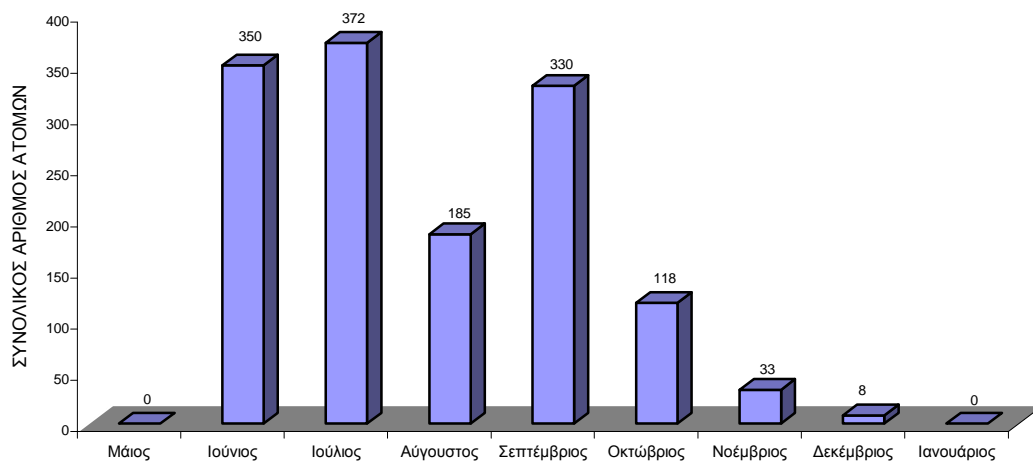
Ο ελάχιστος μέσος όρος των οικογενειών κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν $0,23 \pm SE 0,09$ τον Νοέμβριο και ο μέγιστος ήταν $3,26 \pm SE 0,24$ τον Ιούνιο ($n=294$) (Διάγραμμα 6α). Για το μέσο όρο γενών κολεοπτέρων ανά παγίδα ο ελάχιστος ήταν ($0,25 \pm SE 0,11$) και ο μέγιστος ($4,23 \pm SE 0,34$) τους μήνες Νοέμβριο και Ιούνιο, αντίστοιχα (Διάγραμμα 6β). Τα είδη κολεοπτέρων ανά παγίδα παρουσίασαν τον ελάχιστο μέσο όρο επίσης τον Νοέμβριο ($0,25 \pm SE 0,11$) και τον μέγιστο ($4,46 \pm SE 0,38$) τον Ιούνιο (Διάγραμμα 6γ). Η εποχική διακύμανση του μέσου όρου ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν ίδια και σε αυτή την περίπτωση (min $0,28 \pm SE 0,12$ και max $74,87 \pm SE 17,84$) (Διάγραμμα 6δ).



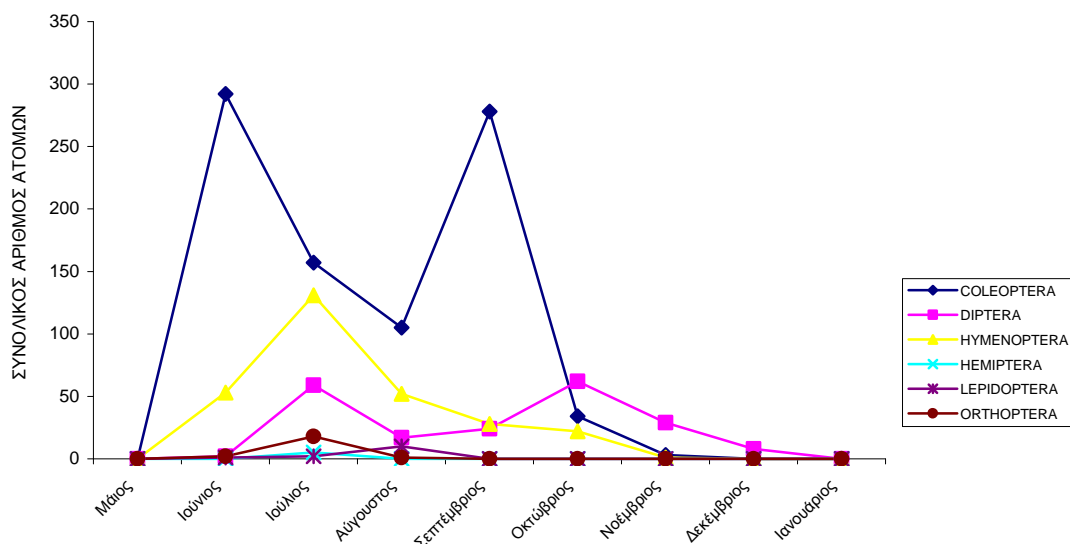
Διάγραμμα 6. Η διακύμανση του μέσου όρου του αριθμού των α) οικογενειών, β) γενών, γ) ειδών και δ) ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα στο σιτάρι το διάστημα Μάιος 2006-Ιανουάριος 2007.

6.3.2 Καλαμπόκι

Στο καλαμπόκι συλλέχθηκαν συνολικά 1.396 άτομα (Διάγραμμα 7) όλων των τάξεων, με τα κολεόπτερα να κυριαρχούν με συνολικό αριθμό ατόμων 869. Τον Ιούλιο σημειώθηκε η μεγαλύτερη αφθονία (372 άτομα). Παρόλο που δεν υπήρχε καλλιέργεια μετά τον Αύγουστο παρατηρήθηκε τον Σεπτέμβριο (330 άτομα) η ίδια αφθονία με τον Ιούνιο (350 άτομα). Ο αριθμός των συλλήψεων ήταν μηδενικός μετά τον Δεκέμβριο (Διάγραμμα 7).

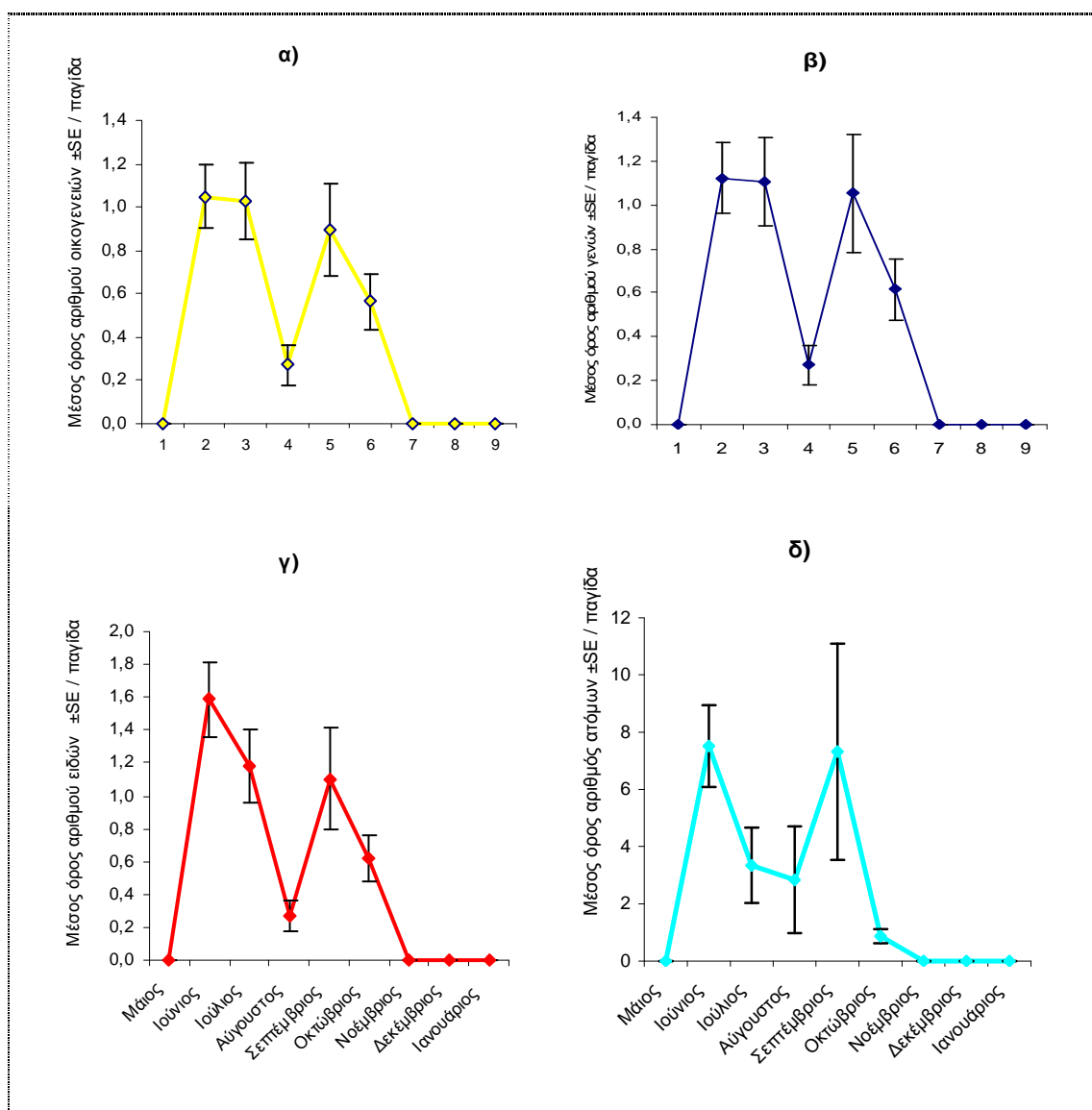


Διάγραμμα 7. Εποχική διακύμανση του συνολικού αριθμού ατόμων αρθροπόδων στο καλαμπόκι.



Διάγραμμα 8. Η πληθυσμιακή διακύμανση (συνολικός αριθμός ατόμων) των τάξεων εντόμων στο καλαμπόκι την περίοδο δειγματοληψίας.

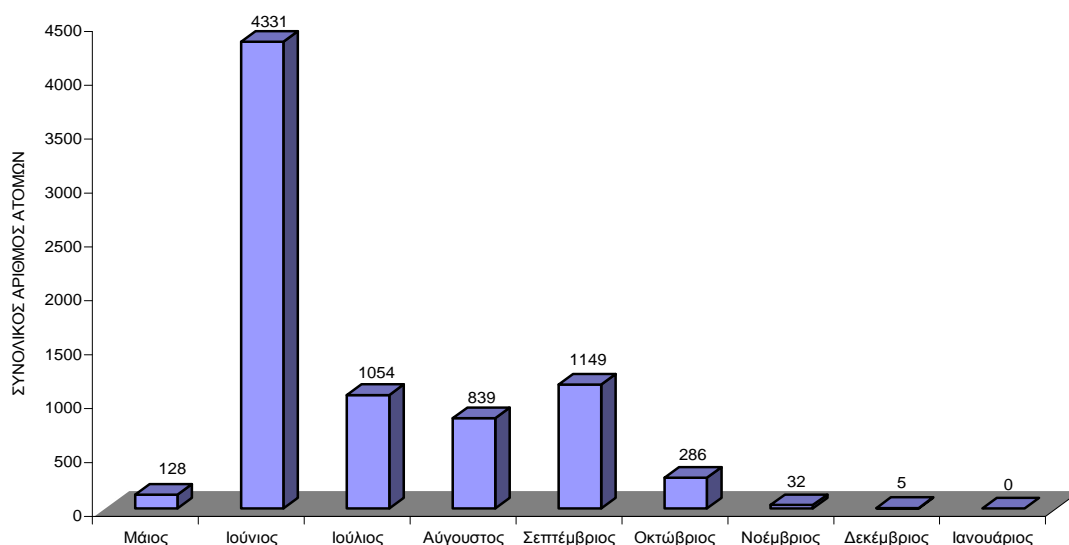
Ο ελάχιστος μέσος όρος των οικογενειών κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν $0,27 \pm SE 0,09$ τον Αύγουστο και ο μέγιστος ήταν $1,05 \pm SE 0,15$ τον Ιούνιο ($n=294$) (Διάγραμμα 9α). Για το μέσο όρο γενών κολεοπτέρων ανά παγίδα ο ελάχιστος ήταν ($0,27 \pm SE 0,09$) και ο μέγιστος ($1,12 \pm SE 0,16$) τους μήνες Αύγουστο και Ιούνιο, αντίστοιχα (Διάγραμμα 9β). Τα είδη κολεοπτέρων ανά παγίδα παρουσίασαν τον ελάχιστο μέσο όρο επίσης τον Αύγουστο ($0,27 \pm SE 0,09$) και τον μέγιστο ($1,59 \pm SE 0,22$) τον Ιούνιο (Διάγραμμα 9γ). Η εποχική διακύμανση του μέσου όρου ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα διέφερε σε σύγκριση με τα προηγούμενα ($\min 0,87 \pm SE 0,24$ και $\max 7,51 \pm SE 1,43$) (Διάγραμμα 9δ).



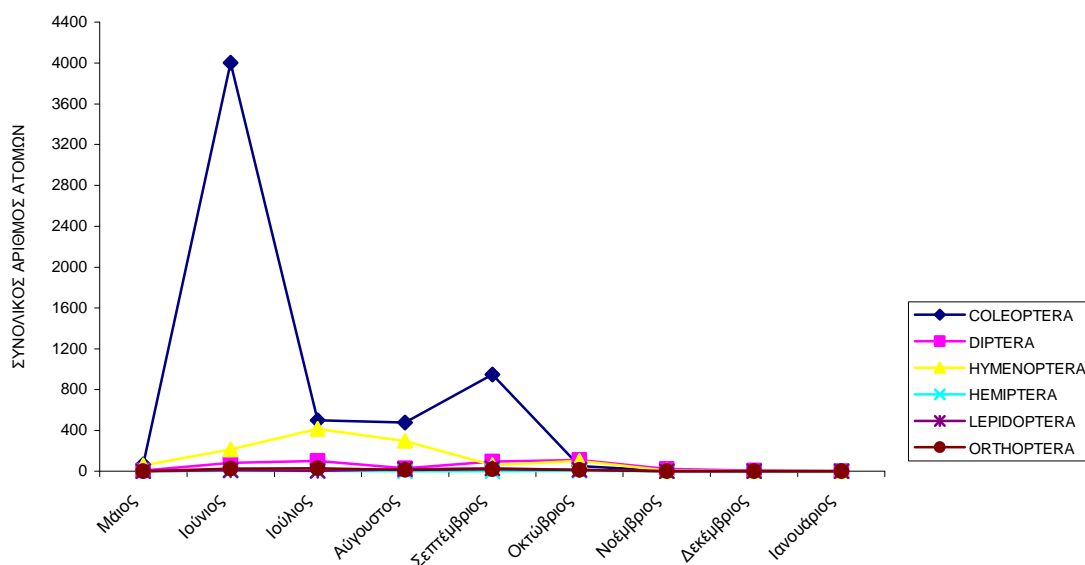
Διάγραμμα 9. Η διακύμανση μέσου όρου του αριθμού των α) οικογενειών, β) γενών, γ) ειδών και δ) ατόμων κολεοπτέρων στο καλαμπόκι ανά παγίδα το διάστημα Μάιος 2006-Ιανουάριος 2007.

6.3.3 Εκτάσεις σε αγρανάπαυση

Στις εκτάσεις αγρανάπαυσης συλλέχθηκαν συνολικά 7.824 άτομα (Διάγραμμα 10) όλων των τάξεων εντόμων, με τα κολεόπτερα να κυριαρχούν με συνολικό αριθμό ατόμων 6.051 (Διάγραμμα 11). Είναι το ενδιαίτημα με την μεγαλύτερη αφθονία για όλη την περίοδο δειγματοληψίας. Τον Ιούνιο σημειώθηκε η μεγαλύτερη αφθονία (4.331 άτομα). Ο αριθμός των συλλήψεων ήταν σχεδόν μηδενικός μετά τον Νοέμβριο (Διάγραμμα 10).

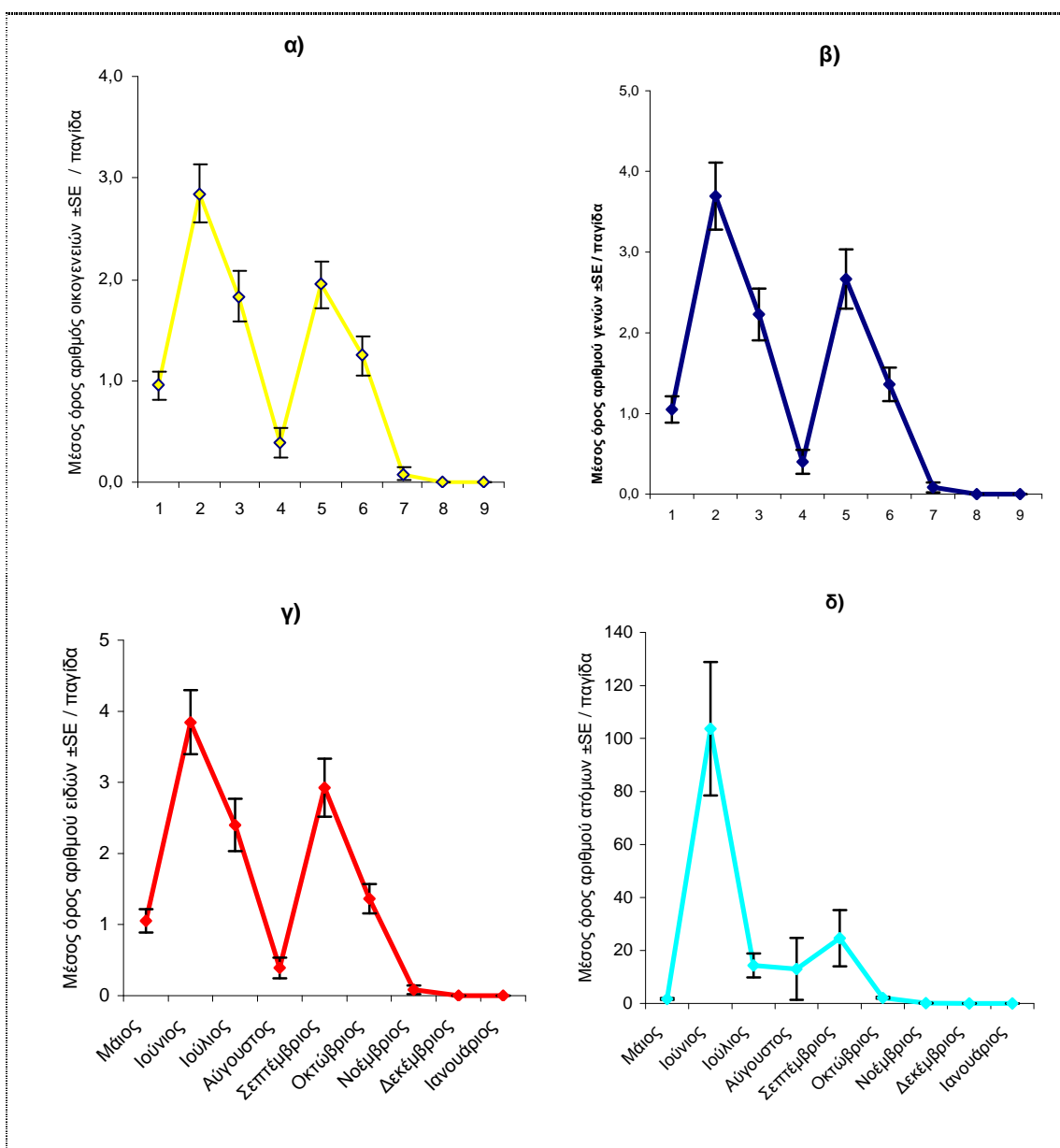


Διάγραμμα 10. Εποχική διακύμανση του συνολικού αριθμού ατόμων αρθροπόδων στις εκτάσεις αγρανάπαυσης.



Διάγραμμα 11. Η πληθυσμιακή διακύμανση (συνολικός αριθμός ατόμων) των τάξεων εντόμων στις εκτάσεις αγρανάπαυσης την περίοδο δειγματοληψίας.

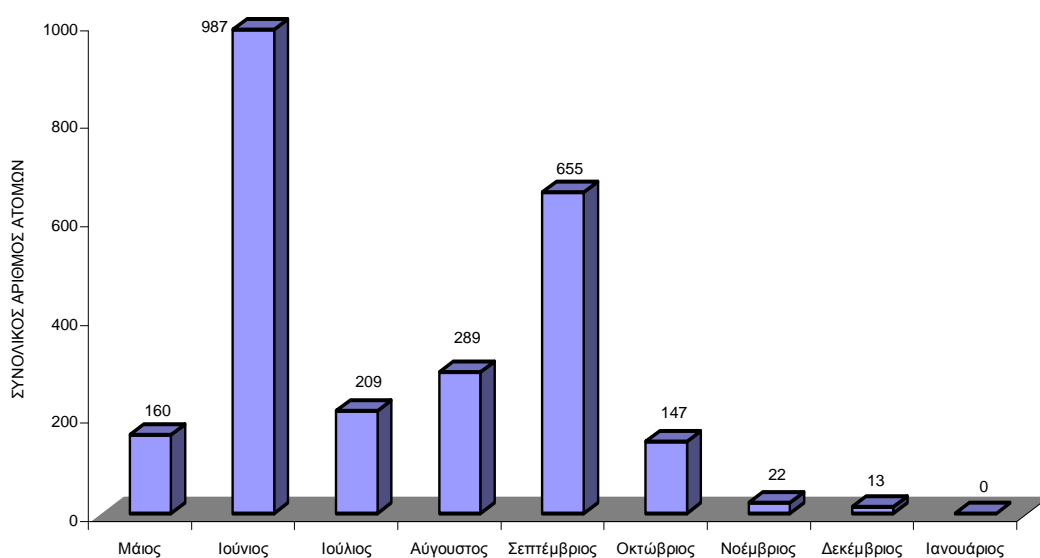
Ο ελάχιστος μέσος όρος των οικογενειών κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν $0,08 \pm SE 0,06$ τον Νοέμβριο και ο μέγιστος ήταν $2,85 \pm SE 0,28$ τον Ιούνιο ($n=294$) (Διάγραμμα 12α). Για το μέσο όρο γενών κολεοπτέρων ανά παγίδα ο ελάχιστος ήταν ($0,08 \pm SE 0,06$) και ο μέγιστος ($3,69 \pm SE 0,41$) τους μήνες Νοέμβριο και Ιούνιο, αντίστοιχα (Διάγραμμα 12β). Τα είδη κολεοπτέρων ανά παγίδα παρουσίασαν τον ελάχιστο μέσο όρο τον Νοέμβριο ($0,08 \pm SE 0,06$) και τον μέγιστο ($13,85 \pm SE 0,45$) τον Ιούνιο (Διάγραμμα 12γ). Η εποχική διακύμανση του μέσου όρου ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν ίδια και σε αυτή την περίπτωση (min $0,11 \pm SE 0,09$ και max $103,67 \pm SE 25,19$) (Διάγραμμα 12δ).



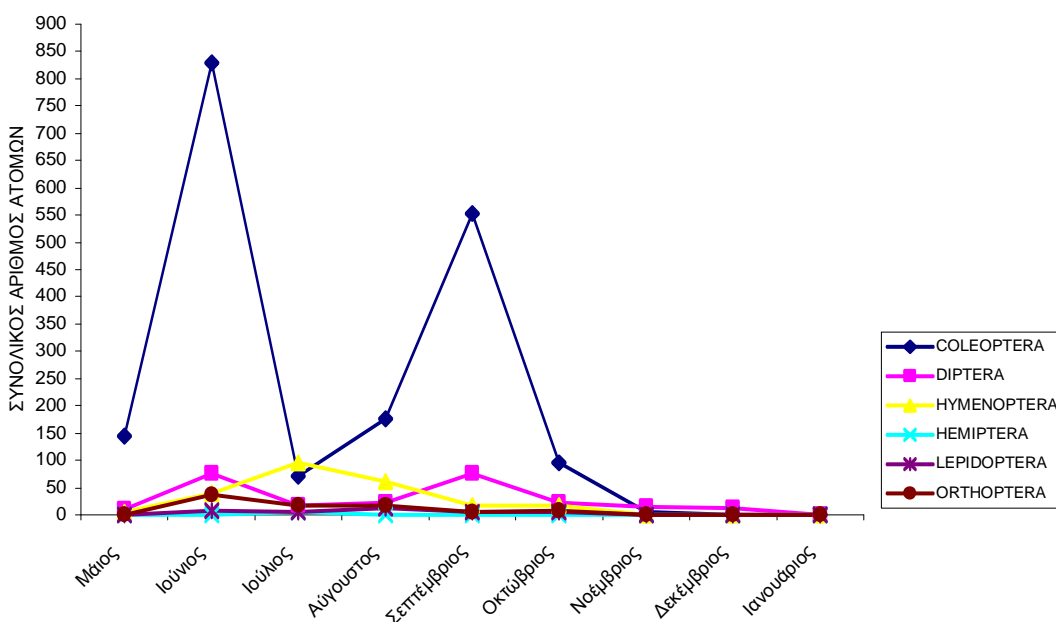
Διάγραμμα 12. Η διακύμανση μέσου όρου του αριθμού των α) οικογενειών, β) γενών, γ) ειδών και δ) ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα στην αγρανάπανση το διάστημα Μάιος 2006-Ιανουάριος 2007.

6.3.4 Ακακίες

Στις φυτείες ακακίας συλλέχθηκαν συνολικά 2.482 άτομα (Διάγραμμα 13) όλων των τάξεων εντόμων, με τα κολεόπτερα να κυριαρχούν με συνολικό αριθμό ατόμων 1.874 (Διάγραμμα 14). Τον Ιούνιο σημειώθηκε η μεγαλύτερη αφθονία (987 άτομα) και τον Σεπτέμβριο υπήρξε μια σημαντική αφθονία (655 άτομα). Ο αριθμός των συλλήψεων ήταν σχεδόν μηδενικός μετά τον Νοέμβριο (Διάγραμμα 13).

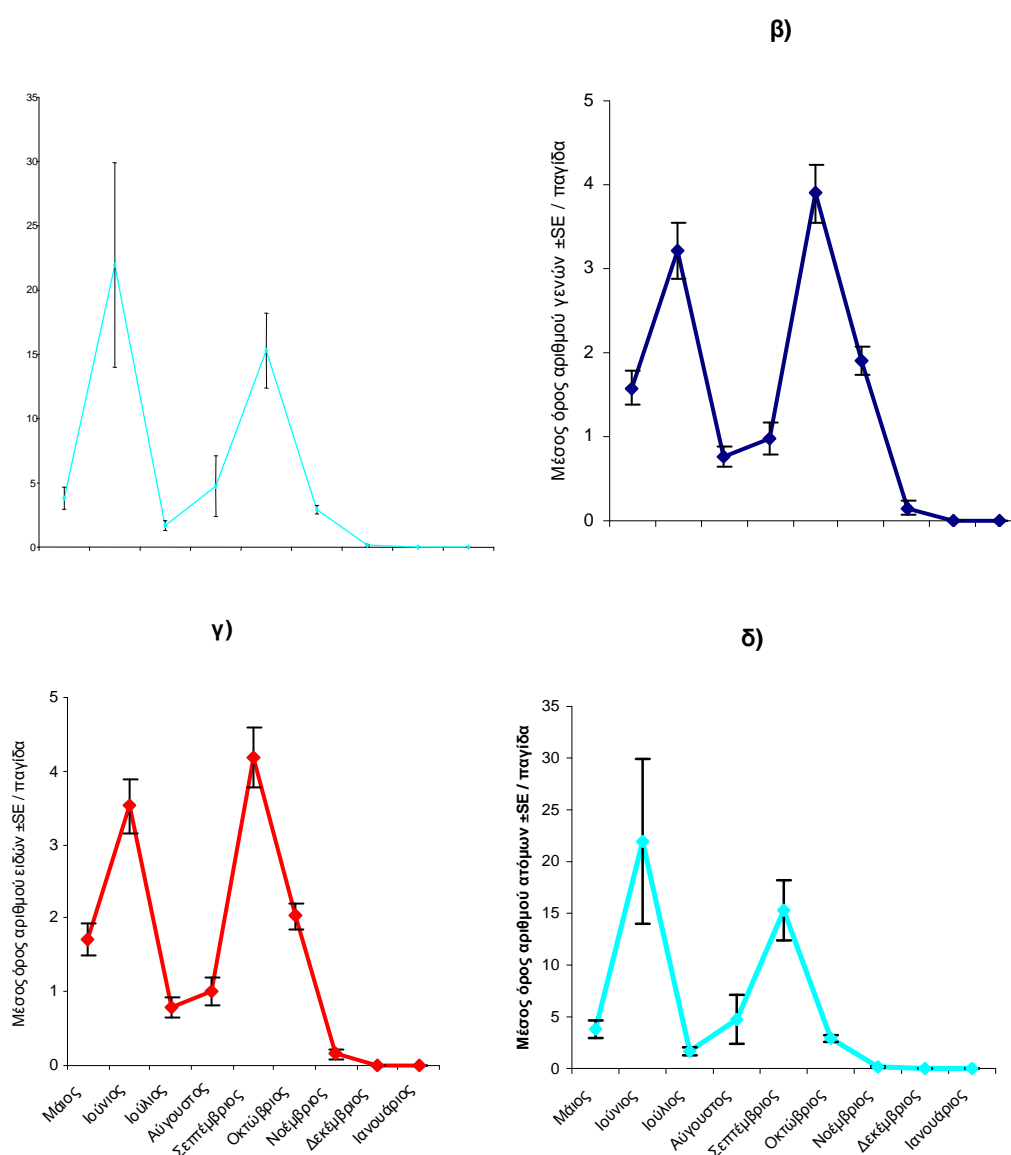


Διάγραμμα 13. Εποχική διακύμανση του συνολικού αριθμού ατόμων αρθροπόδων στις φυτείες ακακίας.



Διάγραμμα 14. Η πληθυσμιακή διακύμανση (συνολικός αριθμός ατόμων) των τάξεων εντόμων στις ακακίες την περίοδο δειγματοληψίας.

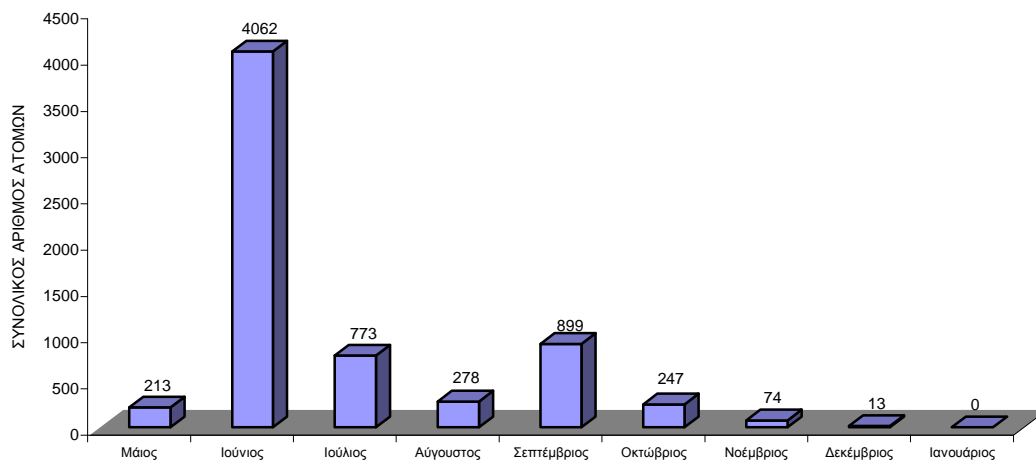
Ο ελάχιστος μέσος όρος των οικογενειών κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν $0,15 \pm SE 0,08$ τον Νοέμβριο και ο μέγιστος ήταν $2,50 \pm SE 0,23$ τον Ιούνιο ($n=294$) (Διάγραμμα 15α). Για το μέσο όρο γενών κολεοπτέρων ανά παγίδα ο ελάχιστος ήταν ($0,15 \pm SE 0,08$) και ο μέγιστος ($3,89 \pm SE 0,35$) τους μήνες Νοέμβριο και Σεπτέμβριο, αντίστοιχα (Διάγραμμα 15β). Τα είδη κολεοπτέρων ανά παγίδα παρουσίασαν τον ελάχιστο μέσο όρο τον Νοέμβριο ($0,15 \pm SE 0,08$) και τον μέγιστο ($4,18 \pm SE 0,40$) τον Σεπτέμβριο (Διάγραμμα 15γ). Η εποχική διακύμανση του μέσου όρου ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα διαφοροποιήθηκε δίνοντας το μέγιστο μέσο όρο τον Ιούνιο ($\min 0,15 \pm SE 0,08$ και $\max 21,95 \pm SE 7,96$) (Διάγραμμα 15δ).



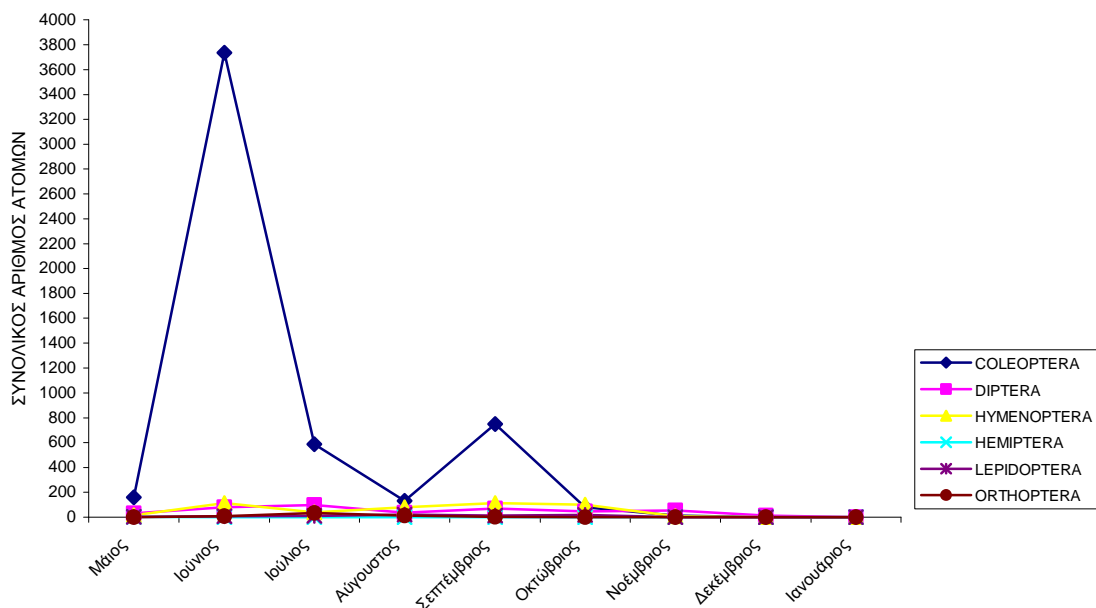
Διάγραμμα 15. Η διακύμανση μέσου όρου του αριθμού των α) οικογενειών, β) γενών, γ) ειδών και δ) ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα στις φρυγανιές ακακίας το διάστημα Μάιος 2006- Ιανουάριος 2007.

6.3.5 Λιβάδια

Στα λιβάδια της περιοχής έρευνας συλλέχθηκαν συνολικά 6.559 άτομα (Διάγραμμα 16) όλων των τάξεων εντόμων, με τα κολεόπτερα να κυριαρχούν με συνολικό αριθμό ατόμων 5.533 (Διάγραμμα 17). Τον Ιούνιο σημειώθηκε η μεγαλύτερη αφθονία (4.062 άτομα). Ο αριθμός των συλλήψεων ήταν σχεδόν μηδενικός μετά τον Οκτώβριο (Διάγραμμα 16).

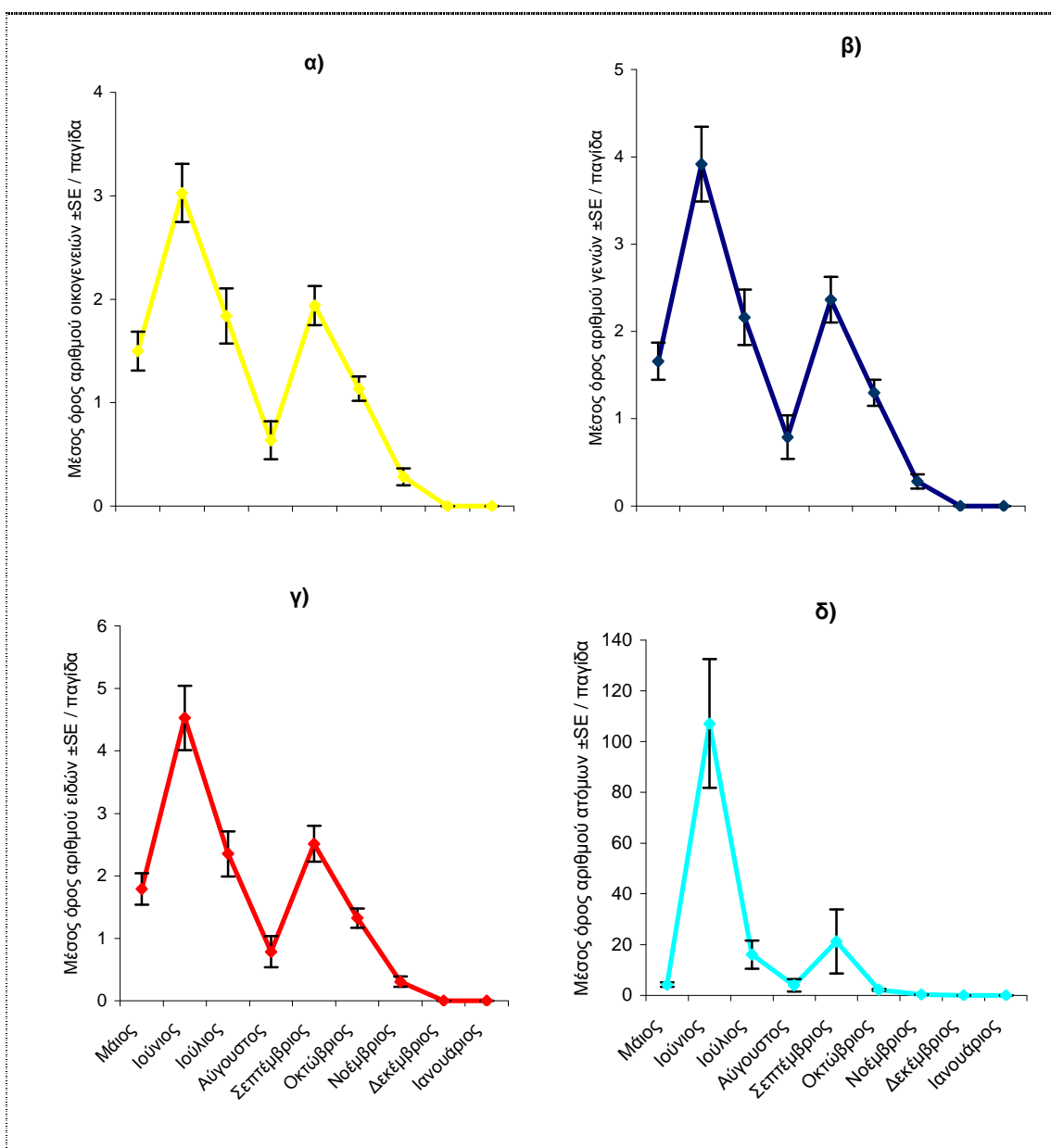


Διάγραμμα 16. Εποχική διακύμανση του συνολικού αριθμού ατόμων αρthropόδων στα λιβάδια.



Διάγραμμα 17. Η πληθυσμιακή διακύμανση (συνολικός αριθμός ατόμων) των τάξεων εντόμων στα λιβάδια την περίοδο δειγματοληψίας.

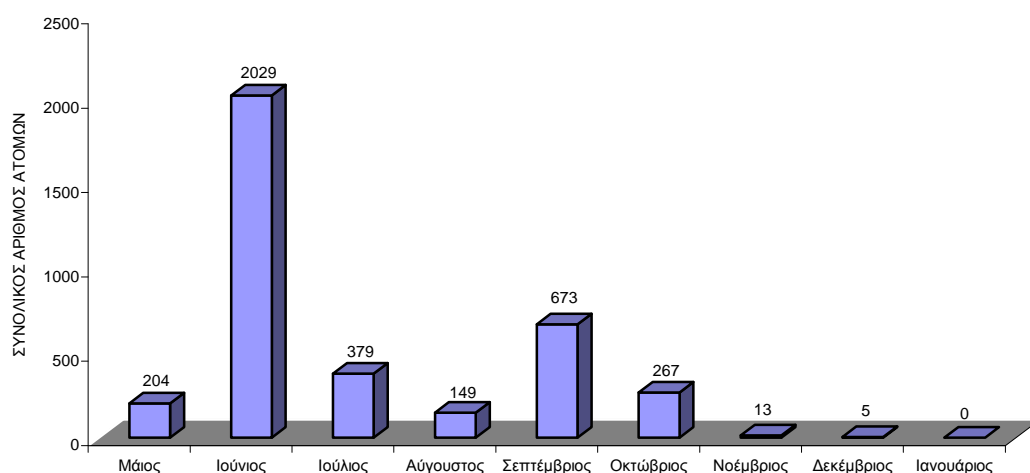
Ο ελάχιστος μέσος όρος των οικογενειών κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν $0,28 \pm SE 0,08$ τον Νοέμβριο και ο μέγιστος ήταν $3,03 \pm SE 0,28$ τον Ιούνιο ($n=294$) (Διάγραμμα 18α). Για το μέσο όρο γενών κολεοπτέρων ανά παγίδα ο ελάχιστος ήταν ($0,28 \pm SE 0,08$) και ο μέγιστος ($3,92 \pm SE 0,43$) τους μήνες Νοέμβριο και Ιούνιο, αντίστοιχα (Διάγραμμα 18β). Τα είδη κολεοπτέρων ανά παγίδα παρουσίασαν τον ελάχιστο μέσο όρο τον Νοέμβριο ($0,31 \pm SE 0,08$) και τον μέγιστο ($4,53 \pm SE 0,52$) τον Ιούνιο (Διάγραμμα 18γ). Η εποχική διακύμανση του μέσου όρου ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα δεν διαφοροποιήθηκε δίνοντας το μέγιστο μέσο όρο τον Ιούνιο ($\min 0,31 \pm SE 0,09$ και $\max 107,11 \pm SE 25,38$) (Διάγραμμα 18δ).



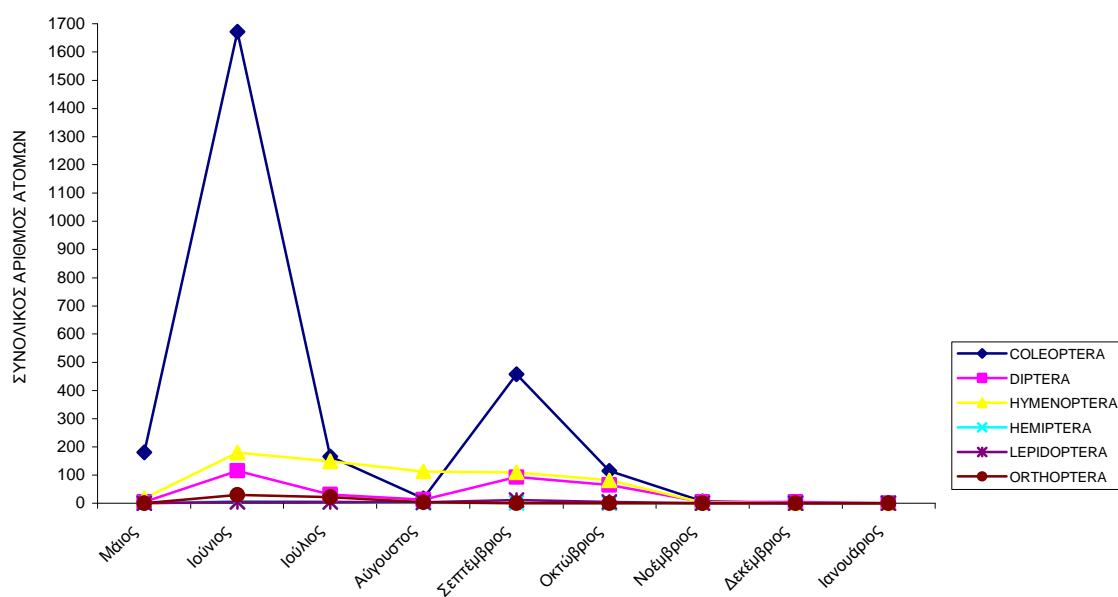
Διάγραμμα 18. Η διακύμανση μέσου όρου του αριθμού των α) οικογενειών, β) γενών, γ) ειδών και δ) ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα στα λιβάδια το διάστημα Μάιος 2006-Ιανουάριος 2007.

6.3.6 Οικοτόνος

Στον οικοτόνο καλλιεργειών-δρυοδάσους της περιοχής έρευνας συλλέχθηκαν συνολικά 3.719 άτομα (Διάγραμμα 19) όλων των τάξεων εντόμων, με τα κολεόπτερα να κυριαρχούν με συνολικό αριθμό ατόμων 2.639 (Διάγραμμα 20). Η κάθε άλλη τάξη εντόμων δεν ξεπέρασε τα 200 άτομα ανά σύλληψη. Τον Ιούνιο σημειώθηκε η μεγαλύτερη αφθονία (2029 άτομα). Ο αριθμός των συλλήψεων ήταν σχεδόν μηδενικός μετά τον Οκτώβριο (Διάγραμμα 19).

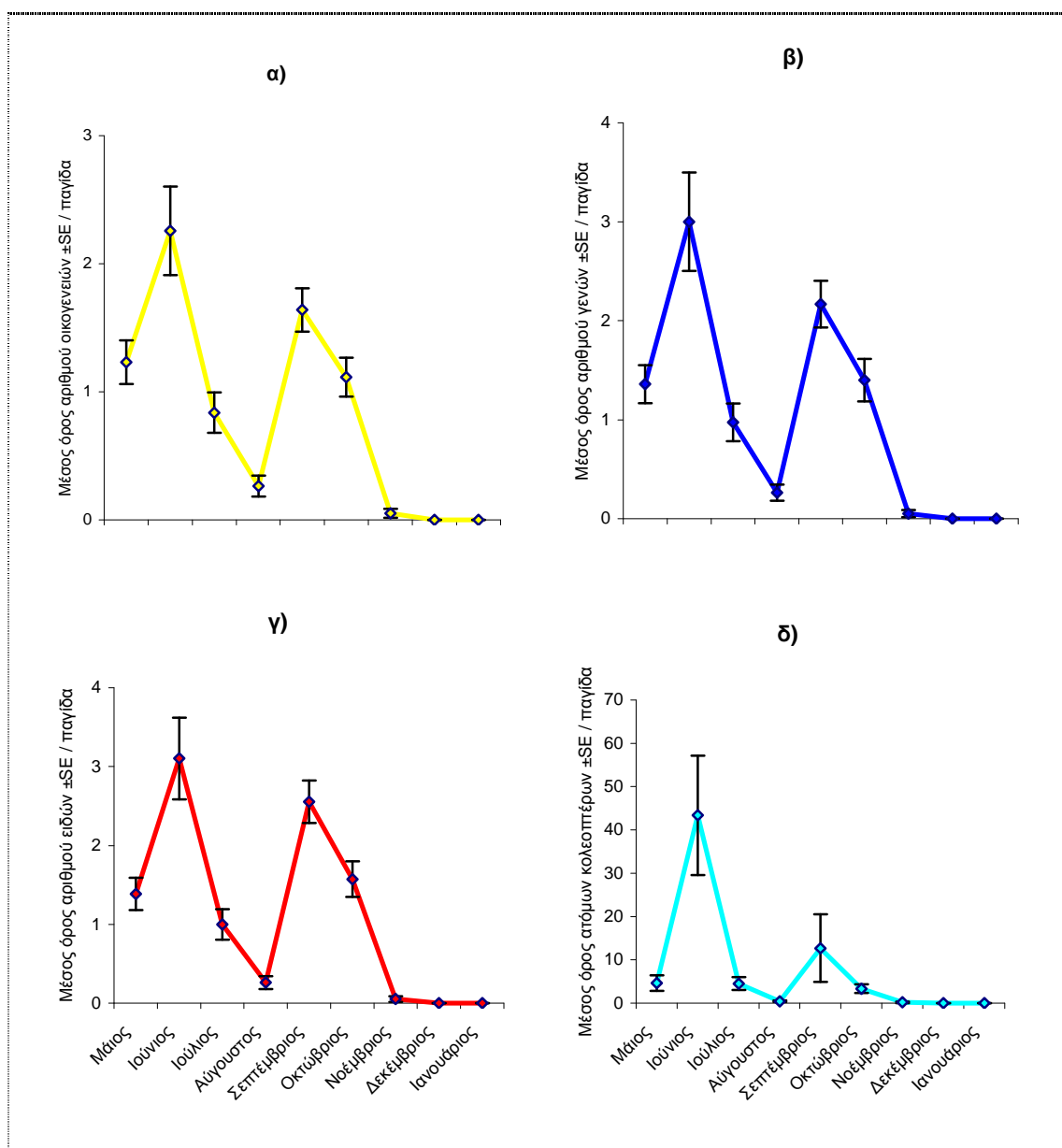


Διάγραμμα 19. Εποχική διακύμανση του συνολικού αριθμού ατόμων αρθροπόδων στον οικοτόνο.



Διάγραμμα 20. Η πληθυσμιακή διακύμανση (συνολικός αριθμός ατόμων) των τάξεων εντόμων στον οικοτόνο την περίοδο δειγματοληψίας.

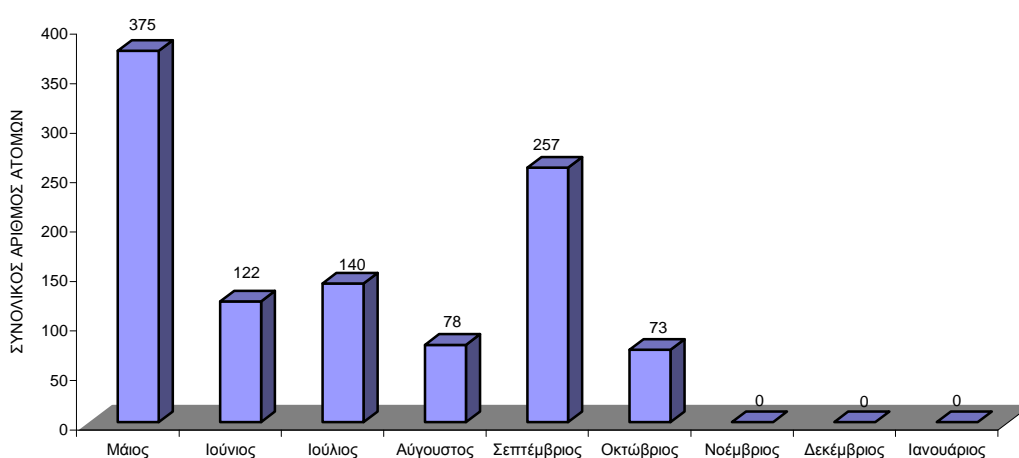
Ο ελάχιστος μέσος όρος των οικογενειών κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν $0,05 \pm SE 0,04$ τον Νοέμβριο και ο μέγιστος ήταν $2,26 \pm SE 0,35$ τον Ιούνιο ($n=294$) (Διάγραμμα 21α). Για το μέσο όρο γενών κολεοπτέρων ανά παγίδα ο ελάχιστος ήταν ($0,05 \pm SE 0,05$) και ο μέγιστος ($3,00 \pm SE 0,50$) τους μήνες Νοέμβριο και Ιούνιο, αντίστοιχα (Διάγραμμα 21β). Τα είδη κολεοπτέρων ανά παγίδα παρουσίασαν τον ελάχιστο μέσο όρο τον Νοέμβριο ($0,05 \pm SE 0,05$) και τον μέγιστο ($3,10 \pm SE 0,52$) τον Ιούνιο (Διάγραμμα 21γ). Η εποχική διακύμανση του μέσου όρου ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα δεν διαφοροποιήθηκε δίνοντας το μέγιστο μέσο όρο τον Ιούνιο ($\min 0,18 \pm SE 0,16$ και $\max 43,38 \pm SE 13,76$) (Διάγραμμα 21δ).



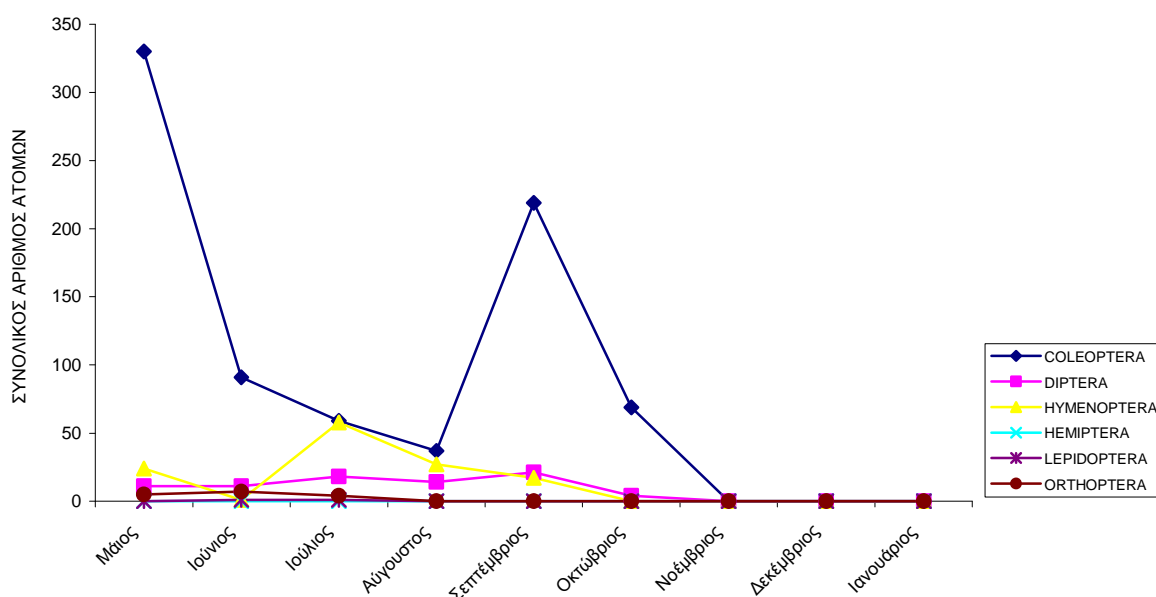
Διάγραμμα 21. Η διακύμανση μέσου όρου του αριθμού των α) οικογενειών, β) γενών, γ) ειδών και δ) ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα στον οικοτόνο το διάστημα Μάιος 2006-Ιανουάριος 2007.

6.3.7 Δρυοδάσος

Στο δρυοδάσος της περιοχής έρευνας συλλέχθηκαν συνολικά 1045 άτομα (Διάγραμμα 22) όλων των τάξεων εντόμων, με τα κολεόπτερα να κυριαρχούν με συνολικό αριθμό ατόμων 821 (Διάγραμμα 23). Τον Μάιο σημειώθηκε η μεγαλύτερη αφθονία (375 άτομα) με μια δεύτερη αύξηση της αφθονίας το Σεπτέμβριο (257 άτομα). Ο αριθμός των συλλήψεων ήταν σχεδόν μηδενικός μετά τον Οκτώβριο (Διάγραμμα 22).

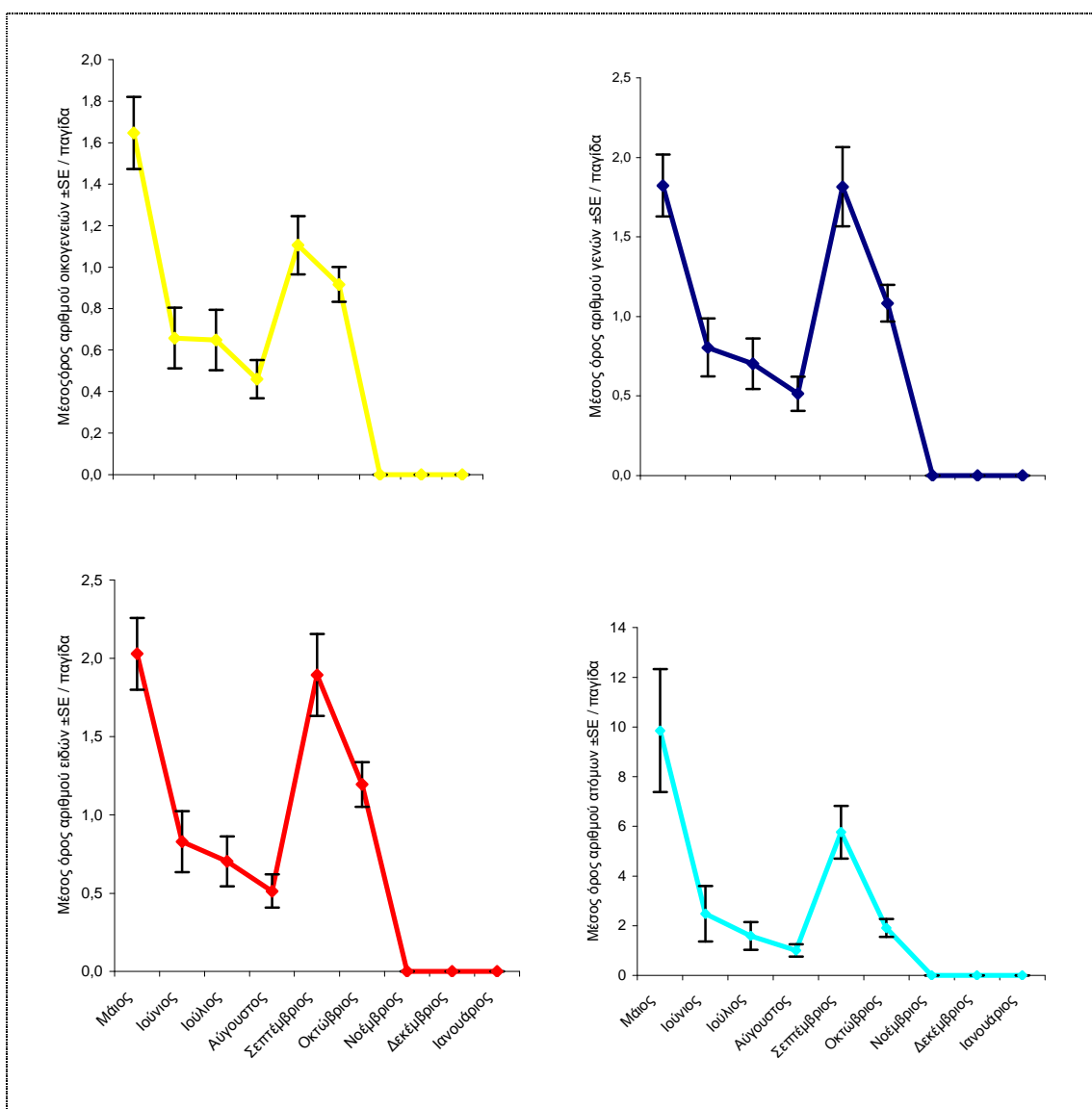


Διάγραμμα 22. Εποχική διακύμανση του συνολικού αριθμού ατόμων αρθροπόδων στο δρυοδάσος.



Διάγραμμα 23. Η πληθυσμιακή διακύμανση (συνολικός αριθμός ατόμων) των τάξεων εντόμων στο δρυοδάσος την περίοδο δειγματοληψίας.

Ο ελάχιστος μέσος όρος των οικογενειών κολεοπτέρων ανά παγίδα ήταν $0,46 \pm SE 0,14$ τον Αύγουστο και ο μέγιστος ήταν $1,65 \pm SE 1,17$ τον Μάιο ($n=294$) (Διάγραμμα 24α). Για το μέσο όρο γενών κολεοπτέρων ανά παγίδα ο ελάχιστος ήταν ($0,51 \pm SE 0,11$) και ο μέγιστος ($31,82 \pm SE 0,20$) τους μήνες Αύγουστο και Μάιο, αντίστοιχα (Διάγραμμα 24β). Το Σεπτέμβριο σημειώθηκε για δεύτερη φορά η αφθονία του Μάιου ($1,82 \pm SE 0,25$). Τα είδη κολεοπτέρων ανά παγίδα παρουσίασαν τον ελάχιστο μέσο όρο τον Αύγουστο ($0,51 \pm SE 0,11$) και τον μέγιστο ($2,03 \pm SE 0,23$) τον Μάιο (Διάγραμμα 24γ). Η εποχική διακύμανση του μέσου όρου ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά δίνοντας το μέγιστο μέσο όρο τον Μάιο ($\min 1,00 \pm SE 0,25$ και $\max 9,85 \pm SE 2,48$) (Διάγραμμα 24δ).



Διάγραμμα 24. Η διακύμανση μέσου όρου του αριθμού των α) οικογενειών, β) γενών, γ) ειδών και δ) ατόμων κολεοπτέρων ανά παγίδα στο δρυοδάσος το διάστημα Μάιος 2006-Ιανουάριος 2007.

6.4 Δείκτες βιοποικιλότητας για την εντομοπανίδα

Η ποικιλότητα των ειδών συνδέεται στενά με την ποικιλία των ενδιαιτημάτων (Burel *et al.* 1998). Τα ενδιαιτήματα της περιοχής έρευνας παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ως προς τον αριθμό των ειδών εντόμων και την αφθονία των ειδών σε σχέση με την εποχική εξέλιξη (Πίνακας 9). Για τους μήνες Μάιο και Ιούνιο, ο οικοτόνος παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών εντόμων (22 και 31 αντίστοιχα) σε αντίθεση με το καλαμπόκι που παρουσιάζει το μικρότερο αριθμό ειδών (13, 12, 3, 14 και 11) σε όλους σχεδόν τους μήνες (Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο). Ιδιαίτερα για το μήνα Μάιο, ο αριθμός ειδών και οι δείκτες ποικιλότητας είναι μηδενικά στο καλαμπόκι, διότι δεν είχε σπαρεί ακόμη, και περίπου κοινά για τα υπόλοιπα ενδιαιτήματα. Τη μεγαλύτερη αφθονία ειδών στην ίδια χρονική περίοδο παρουσιάζει το μήνα Ιούνιο το σιτάρι (386 άτομα) και η αγρανάπαυση (4037 άτομα). Παρόλο που τους μήνες Ιούλιο και Σεπτέμβριο οι εκτάσεις αγρανάπαυσης φιλοξενούν τα περισσότερα είδη (26 και 25 αντίστοιχα) και παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αφθονία (503 και 963 άτομα αντίστοιχα), τον Αύγουστο φιλοξενούν μόνο 6 είδη με τη μεγαλύτερη επίσης αφθονία (471 συνολικός αριθμός ατόμων). Οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας Shannon, Simpson και ισοκατανομής για τις εκτάσεις αγρανάπαυσης είναι χαμηλές σε όλους τους μήνες, με εξαίρεση τους μήνες Μάιο (2,72, 0,92 και 0,91 αντίστοιχα) και Οκτώβριο (2,41, 0,87 και 0,82 αντίστοιχα).

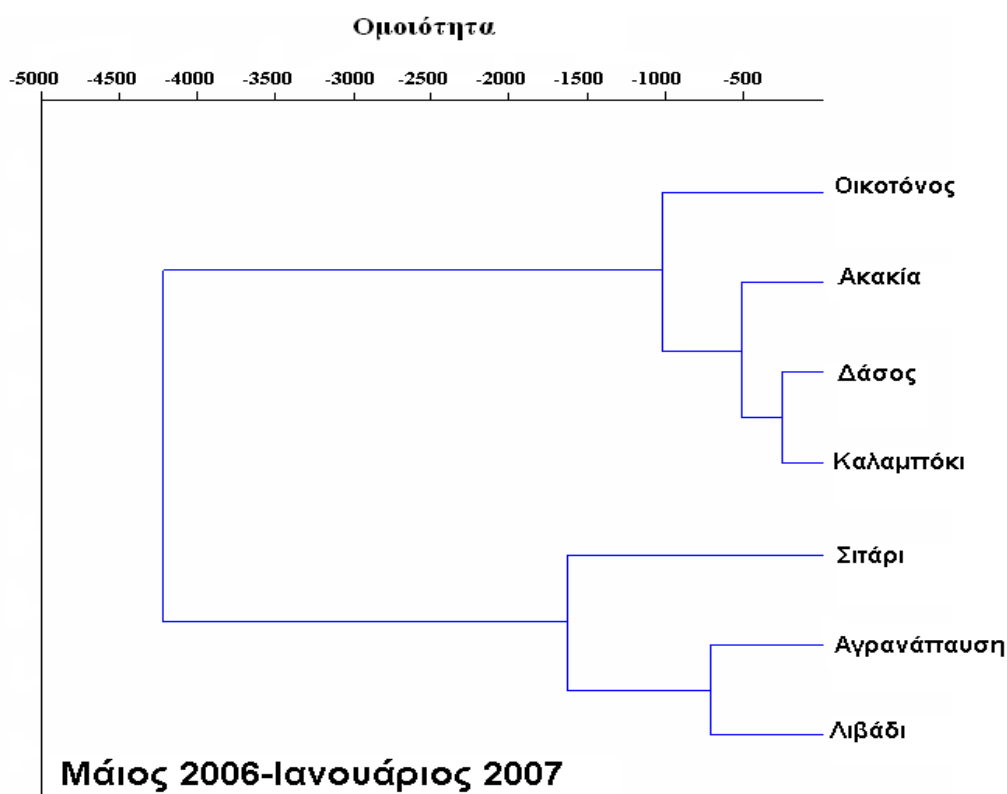
Όσο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μειώνεται, ο αριθμός των ειδών μειώνεται σημαντικά σχεδόν σε όλα τα ενδιαιτήματα. Τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο το δρυοδάσος φιλοξενεί τα λιγότερα είδη (9 και 0 αντίστοιχα), παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές δεικτών ποικιλότητας και μικρή αφθονία ειδών (69 και 0 αντίστοιχα) σε σύγκριση με τα άλλα ενδιαιτήματα. Η χαμηλή αφθονία των ειδών εντόμων στο δρυοδάσος παρατηρείται κατά τη διάρκεια σχεδόν όλης της δειγματοληπτικής περιόδου. Ιδιαίτερα το μήνα Οκτώβριο οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας Shannon, Simpson και ισοκατανομής είναι ιδιαίτερα υψηλές σε όλα τα ενδιαιτήματα ανεξαιρέτως, γεγονός που δεν συμβαίνει τους υπόλοιπους μήνες.

Πίνακας 9. Συνοπτική παρουσίαση της κοινότητας και των δεικτών ποικιλότητας της εντομοπανίδας στα διάφορα ενδιαιτήματα της περιοχής έρευνας.

	Τύπος ενδιαιτήματος	Αριθμός ειδών (S)	Άτομα	Δείκτης Ποικιλότητας Shannon H'	Δείκτης Ποικιλότητας Simpson's	Δείκτης Κυριαρχίας Berger-Parker	Δείκτης Ισοκατανομής Pielou's E
ΜΑΙΟΣ	Σιτάρι	21	386	1,60	0,61	0,61	0,53
	Καλαμπόκι	-	-	-	-	-	-
	Αγροάναυση	20	67	2,72	0,92	0,13	0,91
	Ακακίες	18	145	2,10	0,82	0,35	0,73
	Λιβάδι	17	160	1,99	0,79	0,35	0,71
	Οικοτόνος	22	181	2,09	0,77	0,40	0,68
	Δρυοδάσος	21	335	2,13	0,83	0,33	0,70
ΙΟΥΝΙΟΣ	Σιτάρι	31	2920	1,62	0,62	0,59	0,47
	Καλαμπόκι	13	308	1,14	0,47	0,71	0,44
	Αγροάναυση	26	4037	1,10	0,45	0,73	0,34
	Ακακίες	27	922	2,03	0,76	0,45	0,62
	Λιβάδι	27	3856	1,32	0,55	0,65	0,40
	Οικοτόνος	31	1692	1,62	0,68	0,41	0,47
	Δρυοδάσος	17	102	1,81	0,71	0,50	0,64
ΙΟΥΛΙΟΣ	Σιτάρι	24	442	1,66	0,65	0,56	0,52
	Καλαμπόκι	12	127	1,80	0,79	0,34	0,73
	Αγροάναυση	26	503	1,49	0,58	0,63	0,46
	Ακακίες	12	71	1,88	0,72	0,34	0,76
	Λιβάδι	24	594	1,64	0,62	0,60	0,52
	Οικοτόνος	18	167	1,45	0,53	0,68	0,50
	Δρυοδάσος	14	59	2,35	0,88	0,89	0,20
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Σιτάρι	11	126	1,49	0,62	0,59	0,62
	Καλαμπόκι	3	105	0,83	0,52	0,58	0,80
	Αγροάναυση	6	471	0,21	0,07	0,96	0,12
	Ακακίες	15	176	1,55	0,62	0,59	0,57
	Λιβάδι	15	130	1,15	0,44	0,75	0,42
	Οικοτόνος	4	17	1,11	0,62	0,53	0,80
	Δρυοδάσος	4	37	0,72	0,36	0,78	0,52
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	Σιτάρι	19	332	1,64	0,67	0,54	0,56
	Καλαμπόκι	14	278	1,18	0,51	0,67	0,45
	Αγροάναυση	25	963	1,16	0,43	0,75	0,36
	Ακακίες	26	581	2,33	0,86	0,24	0,72
	Λιβάδι	21	700	1,05	0,40	0,77	0,34
	Οικοτόνος	19	458	1,65	0,63	0,59	0,56
	Δρυοδάσος	12	219	1,33	0,66	0,42	0,54
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	Σιτάρι	15	73	2,00	0,78	0,40	0,74
	Καλαμπόκι	11	34	2,10	0,84	0,29	0,88
	Αγροάναυση	19	79	2,41	0,87	0,27	0,82
	Ακακίες	18	117	2,39	0,88	0,22	0,83
	Λιβάδι	17	81	2,04	0,79	0,36	0,72
	Οικοτόνος	19	117	2,22	0,84	0,31	0,75
	Δρυοδάσος	9	69	1,22	0,53	0,67	0,56
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	Σιτάρι	6	11	1,59	0,76	0,36	0,89
	Αγροάναυση	2	4	0,56	0,38	0,75	0,81
	Ακακίες	5	6	1,56	0,78	0,33	0,97
	Λιβάδι	3	12	0,89	0,54	0,58	0,81
	Οικοτόνος	2	7	0,41	0,25	0,86	0,59

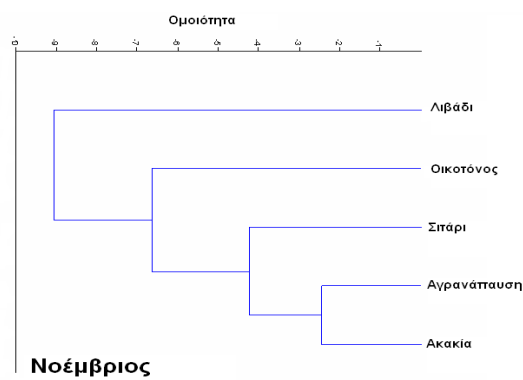
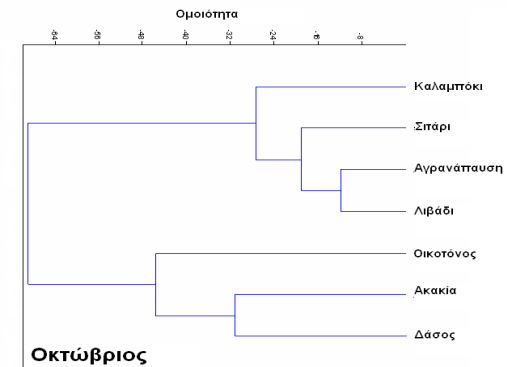
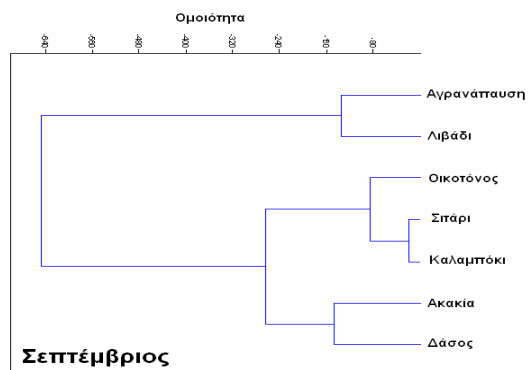
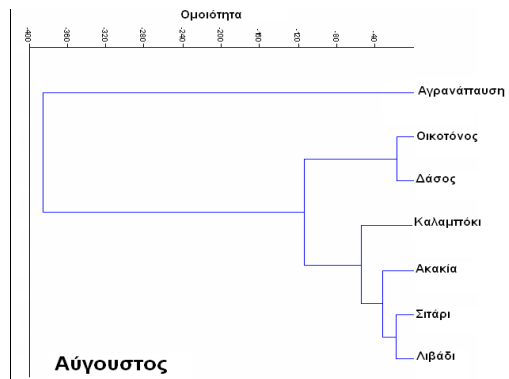
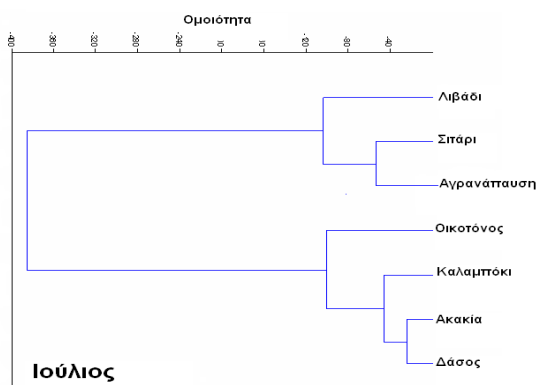
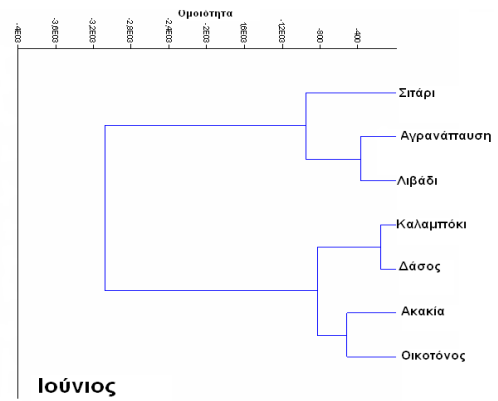
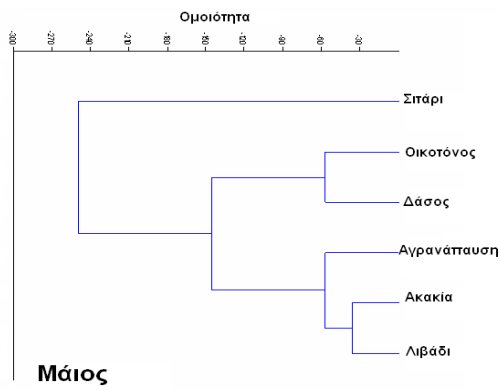
6.5 Ομαδοποίηση ενδιαιτημάτων με βάση την εντομοπανίδα

Η ομαδοποίηση των ενδιαιτημάτων ανά μήνα έγινε με βάση τη σύνθεση της εντομοπανίδας με την ανάλυση κατά ομάδες (CA, Cluster Analysis) με χρήση της μεθόδου Ward's -μέθοδος ελάχιστης παραλλακτικότητας- (Διαγράμματα 25 και 26) (Legendre and Vaudor 1991, Krebs 1999):



Διάγραμμα 25. Δενδρόγραμμα των ενδιαιτημάτων με βάση την παρουσία κοινών ειδών των κολεοπτέρων.

Στη μεγαλύτερη διάρκεια της δειγματοληπτικής περιόδου η ακακία ομοιάζει με το δρυοδάσος και τον οικοτόνο ως προς τη σύνθεση των εντόμων, διότι αποτελεί κι αυτή ένα τεχνητό δασικό οικοσύστημα. Επίσης η καλλιέργεια του καλαμποκιού δεν ομοιάζει σημαντικά με άλλο ενδιαίτημα για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της έρευνας.



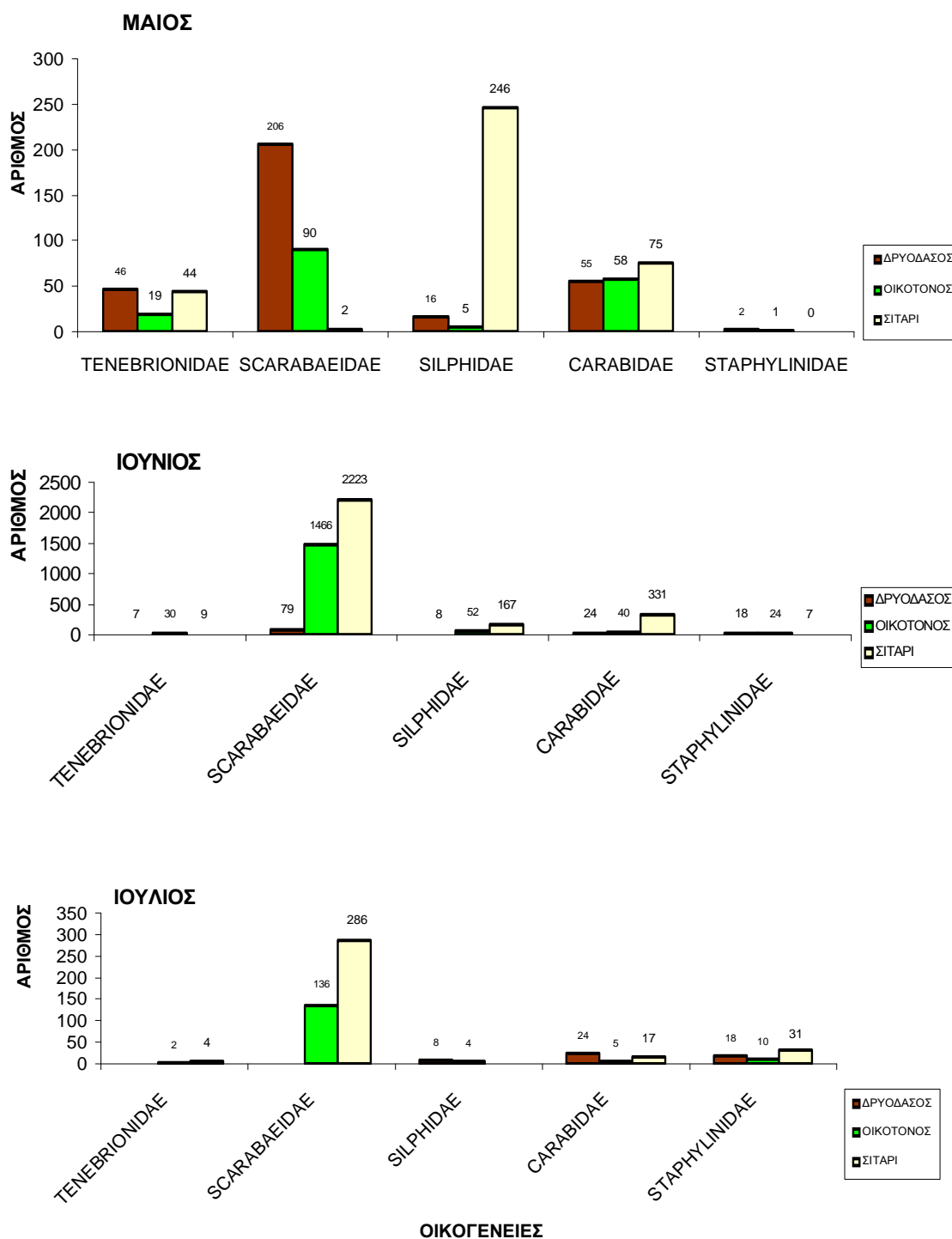
Διάγραμμα 26. Δενδρόγραμμα ενδιαιτημάτων της εντομοπανίδας στην περιοχή έρευνας για τους μήνες δειγματοληψίας (2006).

Κατά τη διάρκεια των μηνών Μαΐου-Ιουνίου (Διάγραμμα 26) η αγρανάπαυση και το λιβάδι φαίνεται να ομοιάζουν με βάση τις κοινότητες των εντόμων που περιλαμβάνουν, όπως και ο οικοτόνος με το δρυοδάσος. Αντίθετα, το σιτάρι δεν ομοιάζει με κανένα άλλο ενδιαίτημα ως προς τη σύνθεση ειδών. Όμως, τους θερμούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο (Διάγραμμα 26) το σιτάρι μαζί με το λιβάδι και τις εκτάσεις αγρανάπαυσης παρουσιάζουν υψηλή ομοιότητα, όπως και ο οικοτόνος με το δρυοδάσος και την ακακία. Τους επόμενους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο (Διάγραμμα 26) είναι δύσκολη η ομαδοποίηση των ενδιαιτημάτων, διότι διακρίνονται περισσότερες από τρεις υποομάδες. Από το διάγραμμα 26 το μήνα Οκτώβριο διακρίνονται δύο βασικές υποομάδες ενδιαιτημάτων. Η μια περιέχει τις καλλιέργειες, δηλαδή το καλαμπόκι και το σιτάρι και μαζί τις εκτάσεις αγρανάπαυσης και το λιβάδι, ενώ η άλλη περιλαμβάνει τον οικοτόνο, την ακακία και το δάσος. Την εποχή αυτή το σιτάρι έχει ήδη σπαρεί, ενώ τα λιγοστά στελέχη του καλαμποκιού συγκομίζονται. Είναι ξεκάθαρος ο διαχωρισμός ειδών εντόμων σε εκείνα που προτιμούν ως ενδιαίτημα τα αγροτικά οικοσυστήματα και σε εκείνα που προτιμούν τα δασικά οικοσυστήματα. Ιδιαίτερα το μήνα Νοέμβριο η σύνθεση κοινοτήτων εντομοπανίδας των ενδιαιτημάτων δεν ομοιάζει μεταξύ τους.

6.6 Αφθονία εντόμων σε φυσικά και αγροτικά οικοσυστήματα

Τα φυσικά οικοσυστήματα της περιοχής Φλαμπουρεσίου κυριαρχούνται από δάση πλατύφυλλης δρυός και αραιούς θαμνώνες. Πριν από τη δεκαετία του '80, οι κάτοικοι της περιοχής καλλιεργούσαν περίπου 1000 στρέμματα σκληρό σιτάρι και 300-500 στρέμματα μηδική για ζωοτροφή, για τις ανάγκες των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων τους. Σήμερα, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις αγγίζουν τα 2.100 στρέμματα με χαμηλών εισροών έως εκτατικής μορφής γεωργία. Όσο αφορά στην καλλιέργεια του καλαμποκιού δεν αποτελεί δυναμική καλλιέργεια για την περιοχή και επιπλέον καταλαμβάνει αμελητέα έκταση (ποσοστό 3%) (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006). Απεναντίας, οι φυτείες ψευδακακίας καταλαμβάνουν τη σημαντική έκταση των 1.160 στρεμμάτων (ποσοστό 20%). Όμως, δεν είναι φυσικό, αλλά ούτε και αγροτικό οικοσύστημα. Αποτελεί ένα τεχνητό δασικό οικοσύστημα, απόρροια της ένταξης των παραγωγών στα αγροτοπεριβαλλοντικά προγράμματα ενίσχυσης του εισοδήματος των αγροτών ορεινών και μειονεκτικών περιοχών.

Η πληθυσμιακή διακύμανση των πολυπληθέστερων οικογενειών των κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν στις παγίδες pitfall (Scarabaeidae, Carabidae, Silphidae, Staphylinidae και Tenebrionidae) μεταξύ των ενδιαιτημάτων δρυοδάσος-οικοτόνος-σιτάρι την περίοδο Μάιος-Ιούλιος (2006), οπότε και παρατηρήθηκαν οι περισσότερες παγιδεύσεις, φαίνεται στην εικόνα 22.



Εικόνα 22. Η πληθυσμιακή παρουσία των αφθονότερων οικογενειών σε τρία ενδιαιτήματα τον Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο του 2006.

Οι οικογένειες Scarabaeidae και Carabidae υπερτερούν σε αφθονία έναντι των άλλων οικογενειών. Το σιτάρι, που είναι η κυρίαρχη καλλιέργεια στην περιοχή έρευνας, φαίνεται να προτιμάται περισσότερο και στους τρεις μήνες από τα έντομα σε σύγκριση με τα φυσικά οικοσυστήματα. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερης σημασίας αφού τα Carabidae των αγροτικών οικοσυστημάτων είναι φυσικοί εχθροί των επιζήμιων εντόμων (Basedow *et al.* 1976).

6.7 Παρουσία και κατανομή της ορνιθοπανίδας

Στο σύνολο των ενδιαιτημάτων της περιοχής έρευνας κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2006 καταγράφηκαν 42 είδη πουλιών, αριθμός που χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα σημαντικός με δεδομένη την έκταση της μελετηθείσας περιοχής. Η ανάλυση των δεδομένων πεδίου έδειξε ότι ο αριθμός των αναπαραγόμενων ειδών που καταγράφηκε στο σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών ήταν 22. Ο οικοτόνος και το δρυοδάσος είναι τα ενδιαιτήματα με τον υψηλότερο αριθμό ειδών πουλιών (16 και 8 αντίστοιχα). Τα υπόλοιπα ενδιαιτήματα δεν παρουσίασαν μεγάλη απόκλιση, όσο αφορά στον αριθμό των ειδών, με τη μικρότερη αφθονία (3 είδη) να εμφανίζεται στις εκτάσεις αγρανάπαυσης (Πίνακας 10). Στο καλαμπόκι δεν έγιναν μετρήσεις πεδίου, διότι δεν είχε σπαρεί ακόμη.

Πίνακας 10. Παρουσία αναπαραγόμενων ειδών πουλιών κατά ενδιαιτήμα στην περιοχή έρευνας το 2006 με βάση τις δειγματοληπτικές επιφάνειες.

Είδη πουλιών		Ενδιαιτήματα							
Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	ΣΥΝΤΟΜ ¹ .	Σ ²	Κ	ΑΓ	ΑΚ	Λ	Ο	Δ
<i>Coturnix coturnix</i>	Ορτύκι	<i>Cot.cot.</i>	+		+				
<i>Cuculus canorus</i>	Κούκος	<i>Cuc.can.</i>						+	
<i>Dendrocopos syriacus</i>	Βαλκανοτσικλιτάρα	<i>Den.syr.</i>							+
<i>Dendrocopos spp.</i>	Τσικλιτάρα	<i>Den.spp.</i>						+	
<i>Emberiza cirius</i>	Σιρλοτσίγλονο	<i>Emb.cir.</i>						+	
<i>Emberiza melanocephala</i>	Αμπελουργός	<i>Emb.mel.</i>				+	+	+	
<i>Erethacus rubecula</i>	Κοκκινολαίμης	<i>Eri.rub.</i>							+
<i>Fringilla coelebs</i>	Σπίνος	<i>Fri.coe.</i>				+		+	+
<i>Galerida cristata</i>	Κατσουλιέρης	<i>Gal.cri.</i>	+		+				
<i>Garrulus glandarius</i>	Κίσσα	<i>Gar.gla.</i>						+	
<i>Hippolais pallida</i>	Ωχροστριτσίδα	<i>Hip.pal.</i>				+	+	+	
<i>Lanius collurio</i>	Αετομάχος	<i>Lan.col.</i>	+			+	+	+	
<i>Lullula arborea</i>	Δενδροσταρήθρα	<i>Lul.arb.</i>						+	
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Αηδόνι	<i>Lus.meg.</i>						+	+
<i>Miliaria calandra</i>	Τσιφτάς	<i>Mil.cal.</i>	+		+	+	+	+	
<i>Oriolus oriolus</i>	Συκοφάγος	<i>Ori.ori.</i>						+	
<i>Parus caeruleus</i>	Γαλαζοπαπαδίτσα	<i>Par.cae.</i>					+	+	+
<i>Parus major</i>	Καλόγερος	<i>Par.maj.</i>						+	+
<i>Passer domesticus</i>	Σπουργίτης	<i>Pas.dom.</i>				+			
<i>Streptopelia turtur</i>	Τρυγόνι	<i>Str.tut.</i>						+	
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Βουνοφυλλοσκόπος	<i>Phy.bon.</i>							+
<i>Turdus merula</i>	Κότσυφας	<i>Tur.mer.</i>						+	+
Αριθμός ειδών			4	0	3	6	5	16	8

¹ΣΥΝΤΟΜ.: Συντομογραφία των ειδών, + παρατηρήθηκε στο συγκεκριμένο ενδιαιτήμα.

²Σ: Σιτάρι, Κ: Καλαμπόκι, ΑΓ: Αγρανάπαυση, ΑΚ: Ακακίες, Λ: Λιβάδι, Ο: Οικοτόνος, Δ: Δρυοδάσος

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι μόνο ο τσιφτάς (*Miliaria calandra*) και ο αετομάχος (*Lanius collurio*) χρησιμοποιούν πέντε και τέσσερα ενδαιτήματα για αναπαραγωγή αντίστοιχα. Όλα τα υπόλοιπα είδη χρησιμοποιούν μικρό αριθμό ενδαιτημάτων. Μόνο τέσσερα είδη (*Lanius collurio*, *Garrulus glandarius*, *Hippolais pallida*, *Emberiza melanocephala*) είναι κοινά σε τέσσερα ενδαιτήματα, ενώ τα υπόλοιπα καταγράφηκαν σε λίγους τύπους ενδαιτήματος. Επτά είδη περιορίζονται μόνο σε ένα ενδαιτήμα, τον οικοτόνο, ενώ δύο μόνο είδη αναπαράγονται στο σιτάρι και στις εκτάσεις με αγρανάπανση (*Galerida cristata*, *Coturnix coturnix*). Από τα καταγεγραμμένα αναπαραγόμενα είδη στις δειγματοληπτικές επιφάνειες, τα 13 είναι μόνιμα στην περιοχή και τα 9 είναι καλοκαιρινοί επισκέπτες. Τα περισσότερα είδη είναι εντομοφάγα (Παπαγεωργίου 1990, http 13).

Μεταξύ των ειδών που βρέθηκαν στο Φλαμπουρέσι, πέντε είδη πουλιών ανήκουν στα παραρτήματα της Οδηγίας 79/409, τρία στο Παράρτημα I και δύο στο Παράρτημα II. Ειδικότερα, στον οικοτόνο παρατηρήθηκαν 4 από τα 5 είδη της Οδηγίας 79/409 (Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Καθεστώς παρουσίας, τροφικές συνήθειες, καθεστώς προστασίας και βαθμός απειλής των πουλιών που καταγράφηκαν στην περιοχή έρευνας.

Είδη πουλιών	Καθεστώς προστασίας και απειλής						
	Καθεστώς παρουσίας	Τροφικές συνήθειες	Οδηγία 79/409	SPEC ¹	Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο	Σύμβαση Βόννης	Σύμβαση Βέρνης
Μόνιμα είδη							
<i>Dendrocoros syriacus</i>		E ²	I	4			II
<i>Dendrocoros spp.</i>		E					
<i>Emberiza cirrus</i>		E/Σ					II
<i>Erithacus rubecula</i>		E/K		4		II	II
<i>Fringilla coelebs</i>		E/Σ		4			III
<i>Galerida cristata</i>		E/Σ		3			III
<i>Garrulus glandarius</i>		Π					
<i>Lullula arborea</i>		E/Σ	I	2			III
<i>Miliaria calandra</i>		E/Σ		4			III
<i>Parus caeruleus</i>		E/Σ		4			II
<i>Parus major</i>		E/Σ					II
<i>Passer domesticus</i>		Σ/K					
<i>Turdus merula</i>		E/K	II/2	4		II	III
Μεταναστευτικά-Καλοκαιρινοί επισκέπτες							
<i>Cuculus canorus</i>		E					III
<i>Coturnix coturnix</i>		E/Σ	II/2	3	K	II	III
<i>Emberiza melanocephala</i>		E/Σ		2			II
<i>Hippolais pallida</i>		Σ/K		3		II	II
<i>Lanius collurio</i>		E/Σα	I	3			II

(Πίνακας 11 συνέχεια)

Μεταναστευτικά-Καλοκαιρινοί επισκέπτες

<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ε	4	II	II
<i>Oriolus oriolus</i>	Ε/Κ			II
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Ε/Σ	4	II	II
<i>Streptopelia turtur</i>	Σ/Κ	3	II	III

¹SPEC 1: Είδη παγκοσμίως απειλούμενα, SPEC 2: Είδη που απαντώνται μόνο στην Ευρώπη και απειλούνται, SPEC 3: Απειλούμενα είδη που απαντώνται και εκτός της Ευρώπης, SPEC 4: Είδη με ευνοϊκό καθεστώς διατήρησης, αλλά απαντώνται μόνο στην Ευρώπη.

²:Παμφάγο, Ε:Εντομοφάγο, Σ:Σποροφάγο, Κ:Καρποφάγο, Σα:Σαρκοφάγο.

Τα είδη των οποίων η παρουσία καταγράφηκε στην ευρύτερη περιοχή έρευνας, αλλά δεν εμφανίστηκαν σε κάποια δειγματοληπτική επιφάνεια ήταν 20 και φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 12. Άλλα είδη πουλιών που καταγράφηκαν στην ευρύτερη περιοχή έρευνας (εκτός δειγματοληπτικών επιφανειών).

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Συντομ.*
<i>Accipiter brevipes</i>	Σαΐνι	Acc.bre.
<i>Accipiter nisus</i>	Τσιχλογέρακο	Acc.nis.
<i>Aegithalos caudatus</i>	Αιγίθαλος	Aeg.cau.
<i>Apus apus</i>	Σταχτάρα	Apu.apu.
<i>Buteo buteo</i>	Γερακίνα	But.but.
<i>Carduelis carduelis</i>	Καρδερίνα	Car.car.
<i>Circaetus gallicus</i>	Φιδαιτός	Cir.gal.
<i>Corvus corone cornix</i>	Σταχτοκουρούνα	Cor.cor.cor.
<i>Delichon urbica</i>	Σπιρτοχελίδοιο	Del.urb.
<i>Falco eleonora</i>	Μαυροπετρίτης	Fal.ele.
<i>Falco tinnunculus</i>	Βραχοκίρκινεζο	Fal.tin.
<i>Hirundo daurica</i>	Δενδροχελίδοιο	Hir.dau
<i>Lanius minor</i>	Γαϊδουροκεφαλός	Lan.min.
<i>Lanius senator</i>	Κοκκικοκεφαλός	Lan.sen.
<i>Melanocorypha calandra</i>	Γαλιάντρα	Mel.cal
<i>Milvus migrans</i>	Τσίφτης	Mil.mig.
<i>Pica pica</i>	Καρακάξα	Pic.pic.
<i>Picus viridis</i>	Πρασινοτσικλιτάρα	Pic.vir.
<i>Sturnus vulgaris</i>	Ψαρόνι	Stu.vul.
<i>Urupa epops</i>	Τσαλαπετεινός	Uru.epo.

* Συντομ.: Συντομογραφία των ειδών.

6.7.1 Ομαδοποίηση ενδιαιτημάτων με βάση την ορνιθοπανίδα

Τα ενδιαιτήματα της περιοχής παρουσιάζουν διαφορές ως προς τον αριθμό των ειδών πουλιών, την αφθονία τους, όχι όμως και την ισοκατανομή των ειδών (Πίνακας 13). Όπως προαναφέρθηκε, ο οικοτόνος και το δρυοδάσος παρουσιάζουν το

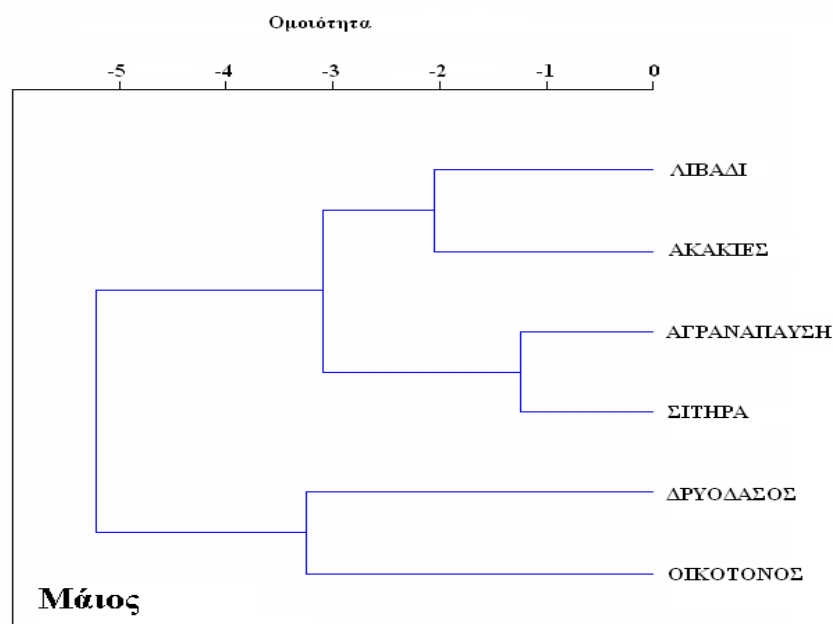
μεγαλύτερο αριθμό ειδών (16 και 8 αντίστοιχα) και τη μεγαλύτερη πυκνότητα (2,34 και 2,51 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο αντίστοιχα). Ο μικρότερος αριθμός ειδών βρέθηκε στις εκτάσεις αγρανάπαυσης και στα σιτηρά (3 και 4 αντίστοιχα), ενώ και η χαμηλότερη πυκνότητα βρέθηκε στα ίδια ενδιαιτήματα (0,46 και 0,86 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο αντίστοιχα). Οι δείκτες ποικιλότητας Shannon και Simpson φανερώνουν σημαντική ποικιλότητα των ειδών πουλιών στο δρυοδάσος και τη φυτεία ψευδακακίας. Αντίθετα, οι εκτάσεις αγρανάπαυσης παρουσιάζουν τη μικρότερη ποικιλότητα ($H' = 0,97$ και $D = 0,58$). Ο δείκτης ισοκατανομής E είχε τιμές που πλησίαζαν τη μονάδα για όλα τα ενδιαιτήματα που εξετάστηκαν, φανερώνοντας ομοιογενή ενδιαιτήματα.

Πίνακας 13. Συνοπτική παρουσίαση της κοινότητας και των δεικτών ποικιλότητας της орνιθοπανίδας στους επτά τύπους ενδιαιτημάτων της περιοχής έρευνας.

Τύπος ενδιαιτήματος	Αριθμός ειδών (S)	Πυκνότητα (bp/ ha)	Δείκτης Ποικιλότητας Shannon H'	Δείκτης Ποικιλότητας Simpson's	Δείκτης κυριαρχίας Berger-Parker	Δείκτης Ισοκατανομής Pielou's E
Σιτάρι	4	0,86	1,1	0,61	0,47	0,78
Καλαμπόκι ¹	-	-	-	-	-	-
Αγρανάπαυση	3	0,46	0,97	0,58	0,50	0,89
Ακακίες	6	1,15	1,60	0,78	0,35	0,89
Λιβάδι	5	1,76	1,47	0,76	0,31	0,91
Οικοτόνος	16	2,34	0,97	0,58	0,50	0,89
Δρυοδάσος	8	2,51	1,81	0,79	0,36	0,87

¹ Το καλαμπόκι δεν είχε σπαρεί μέχρι τις 28 Μαΐου.

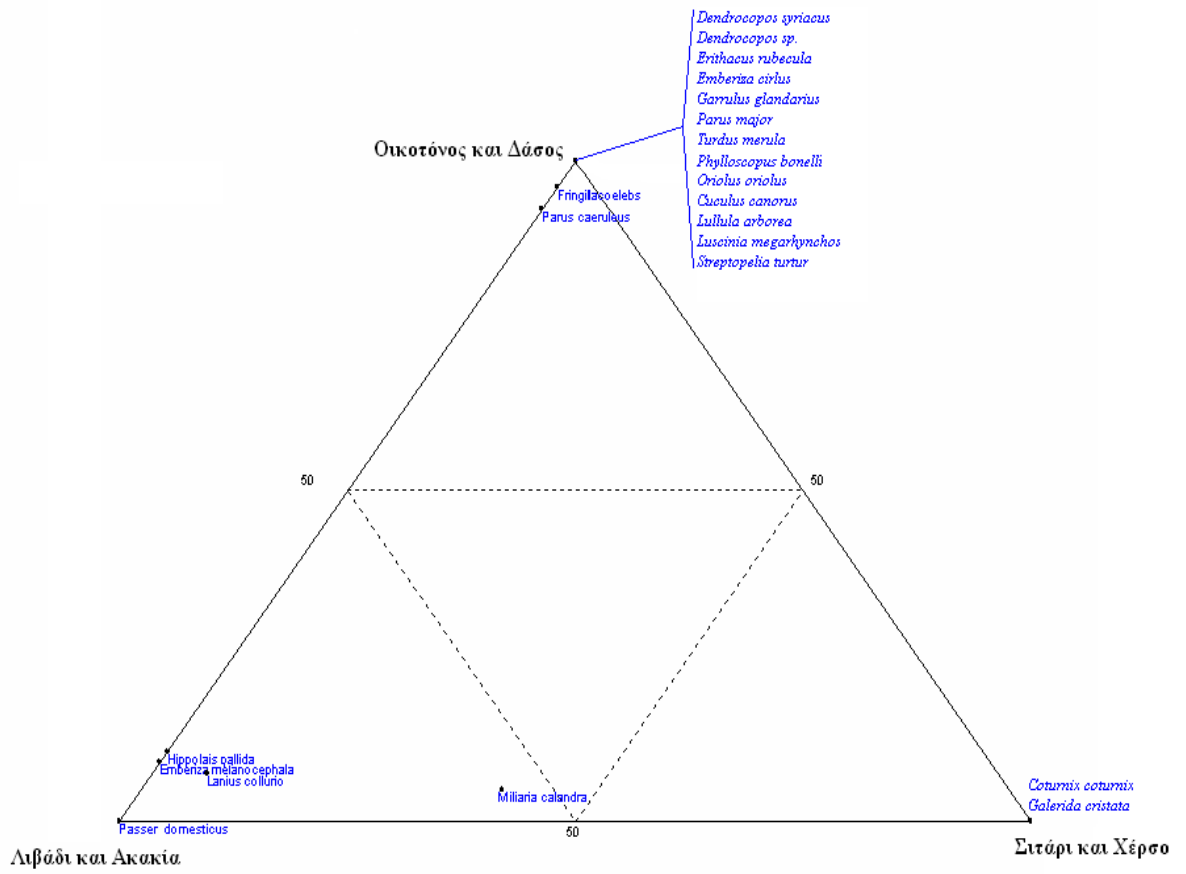
Με την ανάλυση κατά ομάδες (CA, Cluster analysis) και με τη χρήση της μεθόδου Ward's -μέθοδος ελάχιστης παραλλακτικότητας- (Legendre and Vaudor 1991, Krebs 1999) προέκυψε δενδρόγραμμα με τα ενδιαιτήματα να χωρίζονται σε δύο κύριες ομάδες (Διάγραμμα 27). Η πρώτη περιέχει δύο μικρότερες υποομάδες: το λιβάδι με τη φυτεία ψευδακακίας, και τις γεωργικές εκτάσεις σε αγρανάπαυση μαζί με εκείνες που καλύπτονται από σιτηρά. Η δεύτερη κύρια ομάδα περιλαμβάνει το δρυοδάσος μαζί με τον οικοτόνο. Η κάθε ομάδα ενδιαιτημάτων παρουσιάζει μια ομοιότητα ως προς τις κοινότητες των ειδών που φιλοξενεί.



Διάγραμμα 27. Δενδρόγραμμα ενδιδαιτημάτων με βάση τις κοινότητες της ορνιθοπανίδας.

6.7.2 Ορνιθοπανίδα και ετερογένεια του ενδιδαιτήματος

Οι διαφορετικές μορφές ενδιδαιτήματος και χρήσης γης από τον άνθρωπο (γεωργικές εκτάσεις, δάσος, λιβάδια) εξετάστηκαν με την Κύρια Ανάλυση Συντεταγμένων (Principal Coordinate Analysis) (Jongman *et al.* 2002, Legendre and Legendre 2003) για τη χωροθέτηση της ορνιθοπανίδας (Εικόνα 23). Τα είδη διακρίθηκαν σε δασόβια (*Dendrocopos syriacus*, *Dendrocopos spp*, *Fringilla coelebs*, *Parus caeruleus*, *Parus major*, *Oriolus oriolus*, *Cuculus canorus*, *Lullula arborea*, *Streptopelia turtur*, *Turdus merula*), αγροτικά (*Galerida cristata*, *Coturnix coturnix*) και λιβαδικά (*Emberiza melanocephala*, *Hippolais pallida*, *Lanius collurio*, *Passer domesticus*) με εξαίρεση τον τσιφτά (*Miliaria calandra*) που απαντάται τόσο στα αγροτικά όσο και τα λιβαδικά οικοσυστήματα.



Εικόνα 23. Η χωροθέτηση των ειδών της ορνιθοπανίδας σύμφωνα με τους τύπους ενδιαίτηματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

7.1 Μορφή ορεινής γεωργίας και προβλήματα παραγωγικότητας σιτηρών

Τα σιτηρά συγκροτούν τη σπουδαιότερη ομάδα του φυτικού βασιλείου, τόσο από οικονομική και βιολογική, όσο και από οικολογική άποψη. Από τα σιτηρά προέρχεται το σύνολο σχεδόν των πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης για τις ανάγκες του ανθρώπου και σε αυτά βασίζεται κατά κύριο λόγο η παραγωγή ζωικών προϊόντων που συμπληρώνουν τη διατροφή του. Οι ημιορεινές ζώνες και οι ξηρικές εκτάσεις του ορεινού όγκου της χώρας μας καλλιεργούνται με σιτηρά και κατά κύριο λόγο από το μαλακό σιτάρι, που είναι πιο διαδεδομένο από το σκληρό, λόγω της προσαρμοστικότητάς του. Ένα φυτό όπως το σιτάρι, που έχει τη μεγαλύτερη διάδοση καλύπτοντας έως 40% των καλλιεργούμενων εκτάσεων του πλανήτη, είναι φυσικό να προσαρμόζεται σε μεγάλη ποικιλία οικολογικών συνθηκών. Όπως προκύπτει από το ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής έρευνας (Εικόνες 14 και 15), το κλίμα είναι ιδανικό, αφού η κατανομή της βροχόπτωσης είναι τέτοια, με το μεγαλύτερο ποσοστό της να πέφτει την άνοιξη.

Η καλλιεργητική χρονιά 2005-2006 μπορεί να χαρακτηριστεί από την άποψη των κλιματικών συνθηκών ως μια ευνοϊκή χρονιά για την παραγωγή σιτηρών. Κανένα ακραίο μετεωρολογικό φαινόμενο δεν έπληξε την περιοχή έρευνας, (π.χ. πλημμύρες, όψιμες παγωνιές). Η περίοδος Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου χαρακτηρίστηκε από σχετικά υψηλές θερμοκρασίες (5 -7 °C), οπότε δημιουργήθηκαν κατάλληλες συνθήκες για καλή διαχείμαση, αλλά και για καλή βλαστική ανάπτυξη. Κατά την περίοδο Απριλίου-Μαΐου οι θερμοκρασίες διατηρήθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα (Εικόνα 14) αποτρέποντας τον κίνδυνο θερμικών πληγμάτων και των όψιμων παγωνιών. Οι δε βροχοπτώσεις ήταν ιδιαίτερα υψηλές συμβάλλοντας σε μια καλή σοδειά, ιδιαίτερα για τις ημιορεινές περιοχές (Εικόνες 19β, 20β και 21β). Δυστυχώς, οι βροχοπτώσεις συνεχίστηκαν και τον μήνα Ιούνιο μη ευνοώντας το γέμισμα του σταχυού και κατά συνέπεια τις στρεμματικές αποδόσεις της ορεινής ζώνης. Παρά όμως τις ευνοϊκές για τη σιτοκαλλιέργεια συνθήκες που επικράτησαν στην περιοχή έρευνας, οι αποδόσεις

της ορεινής περιοχής σε σχέση με αυτές της πεδινής και ημιορεινής είναι σημαντικά χαμηλότερες.

Η ίδια η βροχόπτωση συντελεί στη μεγάλη διάβρωση των επικλινών ορεινών εδαφών κάθε φορά που η φωτιά, η άροση ή η υπερβόσκηση καταστρέφουν τη φυσική βλάστηση. Η επί αιώνες διαβρωτική δράση του νερού απογύμνωσε τόσο πολύ τις ορεινές εκτάσεις, ώστε σε πολλές από αυτές να αποκαλύπτεται το μητρικό πέτρωμα. Όπως προκύπτει από το χάρτη γαιών του Φλαμπουρεσίου το έδαφος είναι αργιλοαμμώδες, όξινο, φτωχό σε οργανική ουσία, με ήπιες κλίσεις (Εικόνα 8). Συνεπώς, το έδαφος δεν έχει τις επιθυμητές ιδιότητες για υψηλές και σταθερές αποδόσεις που δίνουν εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία, γόνιμα, ιλυοπηλώδη ή αργιλοπηλώδη και διατηρούν την υγρασία (Φασούλας και Φωτιάδης 1984). Επιπλέον, η βαθμιαία μείωση των ποσοστών αργίλλου και αζώτου στο έδαφος συνιστά τη διαδικασία της «ερημοποίησης» των εδαφών (Γκόγκας και άλλοι 2005).

Εκτός από τις κλιματικές συνθήκες και την ποιότητα του εδάφους, οι αποδόσεις των καλλιεργειών σε μια περιοχή επηρεάζονται από τις καλλιεργητικές πρακτικές, δηλαδή τη μορφή της γεωργίας που ασκείται. Η μορφή της γεωργίας στο ορεινό τμήμα της περιοχής έρευνας είναι σχετικά ήπια έως εκτατικής μορφής. Ως εκτατική γεωργία προσδιορίζεται η καλλιέργεια ποικιλιών, συνήθως παραδοσιακών, με τη χρήση μη πιστοποιημένου σπόρου (Krooss and Schaefer 1998). Επιπλέον δεν εφαρμόζεται λίπανση, δεν γίνεται ζιζανιοκτονία και υπάρχουν φυσικά αγροόρια μεταξύ των χωραφιών. Όλη αυτή η διαχείριση έχει ως αποτέλεσμα τη χαμηλή παραγωγικότητα των καλλιεργειών σε αντίθεση με την εντατικοποιημένη γεωργία των υψηλών αποδόσεων (McLaughlin and Mineau 1995). Παρόμοιες καλλιεργητικές πρακτικές επικρατούν και στην περιοχή έρευνας. Μια μικρή μειοψηφία παραγωγών εφαρμόζει βασική λίπανση και ζιζανιοκτονία. Είναι σημαντικό ότι οι χαμηλές εισροές αφορούν και την άρδευση, με αποτέλεσμα οι εκτάσεις να είναι ξηρικές. Η εκτατική γεωργία ή τα συστήματα χαμηλών εισροών επιφέρουν χαμηλά εισοδήματα στον καλλιεργητή, ενώ είναι συστήματα υψηλής οικολογικής σημασίας για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (Bignal and McCracken 1996).

7.2 Κοινή Αγροτική Πολιτική και ορεινή γεωργία

Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1990, η Κ.Α.Π. που εφαρμοζόταν στην Ευρωπαϊκή Ένωση ευνοούσε τη μεγιστοποίηση της γεωργικής παραγωγής με

αποτέλεσμα να προωθηθούν οι μονοκαλλιέργειες των γεωργικών φυτών. Με την αναμόρφωση το 2003, η Κ.Α.Π. άλλαξε ριζικά θέτοντας ως στόχο να υιοθετηθούν περισσότερο αειφορικές μορφές χρήσης της γεωργικής γης. Στα πλαίσια των σχετικών κανονισμών και πιο συγκεκριμένα του Κανονισμού 2078/92 σχεδιάζονται αγροτο-περιβαλλοντικά προγράμματα, όπως το ΕΠΑΑ-Εγγραφο Προγραμματισμού Αγροτικής Ανάπτυξης, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος, εξασφαλίζοντας στους γεωργούς ένα σχετικό εισόδημα (Βλάχος και Μπεόπουλος 1999).

Στην περιοχή έρευνας η καλλιεργήσιμη επιφάνεια των χειμερινών και εαρινών σιτηρών μειώθηκε αισθητά για πρώτη φορά το 1998-1999 και για δεύτερη φορά το 2006. Η δεύτερη μείωση των καλλιεργούμενων στρεμμάτων ίσως να οφείλεται στη νέα αναμόρφωση της Κ.Α.Π., ενώ από το 1999 η δάσωση γεωργικών γαιών με φυτείες ψευδακακίας στην περιοχή έρευνας έφτασε τα 1.100 στρέμματα (Ο.Σ.Δ.Ε. 2006). Η πολιτική αυτή δεν έφερε τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, επειδή οι φυτείες που εγκαταστάθηκαν στα χωράφια δεν δημιούργησαν δάση και ούτε κράτησαν τους γεωργούς στον ορεινό χώρο. Οι παραγωγοί αποσυνδέονται από το χωράφι τους μετά την εγκατάσταση της φυτείας, αφού διακόπτουν τη γεωργική παραγωγή, και δεν έχουν σοβαρό κίνητρο ούτε να περιποιηθούν τη φυτεία ούτε να περιμένουν την απόδοσή της μετά από 15, 20 έτη και το εγκαταλείπουν (Μαντζανάς και Παπαναστάσης 2005).

Τα βασικά σημεία της μεσοπρόθεσμης αναθεώρησης της Κ.Α.Π. μέχρι το 2013 αφορούν καταρχήν την ολική αποδέσμευση της επιδότησης για την εκμετάλλευση ανεξάρτητη από την παραγωγή του προϊόντος. Ο παραγωγός λαμβάνει μία μόνο επιδότηση για την εκμετάλλευση ανεξάρτητα από τον τύπο της καλλιέργειας ή της εκτροφής με βάση το μέσο όρο των επιδοτήσεων που έλαβε τη χρονική περίοδο 2000-2002. Κατά δεύτερο λόγο εισάγεται στην «αγροτική δραστηριότητα» η διατήρηση του εδάφους σε καλές αγρονομικές και κλιματικές συνθήκες. Ο παραγωγός μπορεί να λαμβάνει την επιδότηση με μοναδική υποχρέωση την προστασία του περιβάλλοντος (πολλαπλή συμμόρφωση). Οι επιδοτήσεις συνδέονται πλέον με το σεβασμό των υποχρεωτικών κανονισμών, που αφορούν το περιβάλλον, την ασφάλεια του καταναλωτή, την υγεία και την καλή κατάσταση των ζώων. Μερικά παραδείγματα τέτοιων υποχρεώσεων είναι η διαχείριση καλαμιάς με ενσωμάτωση στο έδαφος και όχι το παραδοσιακό κάψιμο, άρωση κατά τις ισουΰνεις σε εδάφη με κλίση άνω του 10% και τήρηση μητρώου των ζώων με όλες τις μεταβολές. Η νέα Κ.Α.Π. εξασφαλίζοντας πρακτικά ένα ελάχιστο εγγυημένο

εισόδημα στους παραγωγούς έως το 2013 δημιουργεί τις απαραίτητες συνθήκες οικονομικής ασφάλειας προκειμένου να έχουν μια ομαλή μετάβαση από ένα καθεστώς ισχυρού προστατευτισμού που ίσχυε, στο καθεστώς του ελεύθερου ανταγωνισμού που θα ισχύσει από το 2013 και μετά.

7.3 Επίδραση της ορεινής γεωργίας στην ποικιλότητα των ειδών

Η ήπια μορφή γεωργίας των ορεινών περιοχών με λιγότερες μηχανικές κατεργασίες οδηγεί σε λιγότερη διαταραχή τόσο στη δομή του εδάφους όσο και στον κύκλο ζωής των πουλιών που αναπαράγονται στις καλλιέργειες (Cowan 1993). Τα ασπόνδυλα δεν κινδυνεύουν από τέτοιου είδους κατεργασίες λόγω του μεμβρανώδους εξωσκελετού που περιβάλλει το σώμα τους, αλλά και της διασποράς. Ο μεγαλύτερος εχθρός των αρthropόδων είναι τα παρασιτοκτόνα, ιδιαίτερα τα μη εκλεκτικά εντομοκτόνα που είναι τοξικά για τους εχθρούς των καλλιεργειών, για τα ωφέλιμα έντομα, για έντομα μη αγρονομικής σημασίας (Kelly and Curry 1985, Powell *et al.* 1985b), αλλά και για τη μικροπανίδα του εδάφους, όπως οι γαιοσκώληκες (Lavelle *et al.* 1987) που συμβάλλουν στην αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας του εδάφους.

Σε περιοχές όπου εφαρμόζεται ήπιας ή εκτατικής μορφής γεωργία αναμένεται η ποικιλότητα και η αφθονία των ειδών να είναι υψηλή λόγω αποφυγής των παραπάνω προβλημάτων (Kromp 1990). Παρόλα αυτά οι Krooss and Schaefer (1998) βρήκαν ότι η ποικιλότητα και η αφθονία των ειδών να είναι υψηλότερες στην ολοκληρωμένη γεωργία (*integrated farming system*) σε σύγκριση με την εκτατική ή χαμηλών εισροών γεωργία. Ως πιθανές εξηγήσεις ανέφεραν την αυξημένη παρουσία αυτοφυούς χλωρίδας, τη φιλική προς το περιβάλλον φυτοπροστασία και την «αιιφορική» κατεργασία του εδάφους. Από τους ίδιους αναφέρεται ότι η πλήρης έλλειψη λίπανσης είχε αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή, με λιγότερα στελέχη φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο να δημιουργούν δυσμενές μικροκλίμα για την εντομοπανίδα. Όμως δεν μπορούμε να γνωρίζουμε με σαφήνεια την επίδραση των λιπασμάτων στη σύνθεση και τη δομή των κοινοτήτων των Carabidae, διότι οι συγκεκριμένες προτιμήσεις των προνυμφών ίσως να επεξηγούν αυτή τη διαφοροποίηση (Tietze 1985). Τέλος, η πρακτική της αγρανάπαυσης φαίνεται να διατηρείται σε σημαντικό βαθμό στις ορεινές περιοχές. Παρόλα αυτά οι μετρήσεις πεδίου στις εκτάσεις αγρανάπαυσης έδειξαν το μικρότερο αριθμό ειδών πουλιών (3

είδη) και την μικρότερη ποικιλότητα ($H'=0,97$ και $D= 0,58$), σε αντίθεση με τα έντομα. Ίσως η υποβάθμιση του εδάφους και η υψηλή βοσκοφόρτωση που οδηγούν σε υποβάθμιση της βλάστησης να δικαιολογεί τη χαμηλή ποικιλότητα ειδών της ορνιθοπανίδας.

Υπάρχουν πολλές αναφορές ότι η γεωργία χαμηλών εισροών προσδίδει υψηλή βιοποικιλότητα στα αγροτικά οικοσυστήματα σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία (McLaughlin and Mineau 1995, Bignan and McCracken 1996, Krooss and Scafer 1998), ενώ ακόμη περισσότερες αναφέρονται στην οργανική γεωργία (Pfiffner and Luka 2004).

7.3.1 Εντομοπανίδα

Όσο αφορά στην εντομοπανίδα της περιοχής έρευνας, ο αριθμός, η αφθονία και η ποικιλότητα των ειδών είναι σημαντικά υψηλά. Μεταξύ των ενδιαιτημάτων βρέθηκε διαφοροποίηση της ποικιλότητας σε σχέση με την εποχική εξέλιξη. Επιπλέον, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ενδιαιτημάτων μπορούν να επηρεάσουν την αφθονία των εδαφόβιων κολεοπτέρων και επομένως τη δομή των κοινοτήτων τους (Clark *et al.* 1997).

Τα διαφορετικά ενδιαιτήματα στην περιοχή έρευνας δεν είναι απομονωμένα το ένα από το άλλο, οπότε γίνεται μετακίνηση και διασπορά των εντόμων μεταξύ αυτών. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι μικρής κλίμακας διασπορά των *Carabidae* μεταξύ ενδιαιτημάτων έχει σημαντική επίδραση στη σύνθεση και τη δομή των *Carabidae* (Wallin 1985, Niemelä 1988). Οι Bedford and Usher (1994) βρήκαν δασικά είδη κολεοπτέρων σε γειτνιάζουσες γεωργικές καλλιέργειες, και το αντίστροφο. Άλλωστε, τα κολεόπτερα διανύουν μεγάλες αποστάσεις για εύρεση τροφής (Baars 1979b), δείχνουν έντονη συνάθροιση σε ενδιαιτήματα με άφθονη τροφή και εκδηλώνουν μετακίνηση πυκνοεξαρτώμενη (Grüm 1971). Αυτό φαίνεται να ισχύει και για την περιοχή έρευνας αφού με τη χρήση της ανάλυσης κατά ομάδες (CA) για την παρουσία ή μη ειδών στις παγίδες pitfall βρέθηκε σημαντική διαφοροποίηση στη σύνθεση των κολεοπτέρων μεταξύ των ενδιαιτημάτων. Αξίζει να τονισθεί το γεγονός ότι και μετά το μήνα θερισμού του σιταριού ο αριθμός των ειδών κολεοπτέρων συνεχίζει να είναι υψηλός στα υπολείμματα της καλλιέργειας επαληθεύοντας την επίδραση της μετακίνησης των εντόμων. Σε παρόμοιο συμπέρασμα κατέληξε ο Kromp (1990) καταδεικνύοντας τη σύνθετη επίδραση

μεταξύ του τύπου ενδιαιτήματος, του τύπου βλάστησης και των αγρονομικών πρακτικών να δημιουργεί ένα τυχαιοποιημένο σχέδιο κατανομής σχετικών αφθονιών των κολεοπτέρων στα αγροτικά οικοσυστήματα.

Από την παρούσα έρευνα προκύπτει ότι η εποχή επηρέασε σημαντικά την ποικιλότητα και αφθονία της εντομοπανίδας. Οι υψηλές θερμοκρασίες του Αυγούστου επέφεραν σημαντική μείωση στην παρουσία των ειδών, ενώ οι μη κανονικές για τους φθινοπωρινούς μήνες μηνιαίες θερμοκρασίες του 2006 επηρέασαν θετικά την παρουσία τους παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής τους. Γενικά, οι πληθυσμοί των εντόμων μειώνονται όσο μειώνεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αφού τα έντομα είναι ποικιλόθερμα ζώα. Στο κατώτερο όριο αυτής (*threshold temperature*) σταματά η ανάπτυξή τους (Τζανακάκης 1995), γι' αυτό άλλωστε μετά το μήνα Νοέμβριο οι συλλήψεις των εντόμων στην περιοχή έρευνας ήταν σχεδόν μηδενικές. Παρόλα αυτά η περίοδος δειγματοληψίας πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη για να καλύψει τις περισσότερες δραστηριότητες των εντόμων. Οι Baars (1979a) and Loreau (1992) έδειξαν ότι ο συνολικός αριθμός ατόμων ενός είδους κολεοπτέρου που συνελήφθη κατά τη διάρκεια ολόκληρης της περιόδου δειγματοληψίας αρκετά μεγάλης δίνει μια αξιόπιστη εκτίμηση της οικολογικής σημασίας του στο ενδιαίτημα.

Ο συχνότερος χρησιμοποιούμενος τρόπος για την καταγραφή του αριθμού και της αφθονίας των ειδών είναι οι παγίδες pitfall για τα εδαφόβια κυρίως κολεόπτερα, που είναι άφθονα και σχετικά εύκολα αναγνωρίσιμα (Lovei and Sunderland 1996). Εντούτοις, ο τύπος της βλάστησης και ο ρυθμός μετακίνησης των εντόμων είναι δύο μεταβλητές που, όπως φαίνεται, επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά τους (Thomas and Marshall 1999). Τα είδη κολεοπτέρων *Molops piceus*, *Carabus violaceus*, *Cicindela campestris*, *Poecilus cupreus* και *Pterostichus nigrata* χαρακτηρίζονται ως είδη των ανοιχτών ενδιαιτημάτων, και πιο συγκεκριμένα των λιβαδικών (Magura 2002). Στα ίδια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Luff *et al.* (1992) χρησιμοποιώντας την ανάλυση ειδών δεικτών. Τα είδη *Onthophagus ovatus*, *O. coenobita*, *Carabus coriaceus* και *C. nemoralis* συναντώνται σε όλα τα ενδιαιτήματα της περιοχής έρευνας σε άφθονους πληθυσμούς και χαρακτηρίζονται ως μη ειδικευμένα είδη.

Στο σύνολο των 22.284 ατόμων, που συλλέχθηκαν στην περιοχή έρευνας, μόνο δύο είδη χαρακτηρίστηκαν ως άφθονα, επειδή ο αριθμός των ατόμων του κάθε είδους ήταν μεγαλύτερος του 10% του συνολικού. Τα άφθονα είδη *Onthophagus ovatus* και *O. coenobita* έδειξαν μια συγκεκριμένη τάση ως προς το ενδιαίτημα. Το

πρώτο βρίσκεται άφθονο σε όλα τα ενδιαιτήματα, ενώ το δεύτερο δεν συναντάται στο καλαμπόκι. Βέβαια, οι Bedford and Usher (1994) έδειξαν ότι δασόβια είδη συναντώνται και στις γεωργικές καλλιέργειες και το αντίστροφο. Είναι σημαντικό ότι στην περιοχή έρευνας τα 14 είδη της τάξης των ορθοπτέρων που βρέθηκαν ήταν σε μικρή αφθονία. Τα είδη της τάξης αυτής θεωρούνται επιζήμια διότι κατατρώγουν μεγάλη ποσότητα φυτομάζας. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία αν πρόκειται για περιοχές που καλύπτονται είτε από φυτά οικονομικής σημασίας είτε από λειμώνες. Ο υψηλός πληθυσμός ακρίδων μειώνει σημαντικά τη διαθέσιμη, για τα ζώα, φυτομάζα και καταστρέφει φυτά που χρησιμοποιούνται για τον άνθρωπο και για ζωοτροφές (Εμμανουήλ 2006).

7.3.2 Ορνιθοπανίδα

Η ποικιλία των ειδών των πουλιών σε μία περιοχή σχετίζεται, εκτός των άλλων, με τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά της επικρατούσας βλάστησης και κατά κανόνα όσο μεγαλύτερη διαφοροποίηση υπάρχει τόσο περισσότερα είδη εκμεταλλεύονται την περιοχή για διατροφή, αναπαραγωγή και κάλυψη (Cody 1985). Συνεπώς, η δομή της βλάστησης, η ανθρώπινη δραστηριότητα, η αφθονία τροφής, το υψόμετρο και οι καιρικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν τη χωρική κατανομή και την ποικιλότητα των ειδών (Στάης και Πυροβέτση 2004). Οι Παπούλια και οι συνεργάτες (2004) έδειξαν ότι στα ποολίβαδα της περιοχής Λαγκαδά που δέχονταν τη μεγαλύτερη πίεση από τη βόσκηση, σε σύγκριση με τα δρυοδάση και τα θαμνολίβαδα, η ετερογένεια των ειδών ήταν μικρή. Ομοίως, στην περιοχή έρευνας που κυριαρχεί η κτηνοτροφία, η τελευταία δικαιολογεί τη σχετικά μικρή ποικιλότητα των ειδών στα λιβάδια (5).

Τα φυσικά ενδιαιτήματα του οικοσυστήματος που μελετήθηκε φαίνεται να υπερτερούν σε δυνατότητα να συντηρήσουν αναπαραγόμενα ζευγάρια πουλιών έναντι των καλλιεργειών (Εικόνα 22). Το σιτάρι το οποίο είναι η κυρίαρχη καλλιέργεια της περιοχής συντηρεί μόλις 0,86 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο (bp/ha). Η μικρή συνεισφορά της καλλιέργειας στον αριθμό αναπαραγόμενων ζευγαριών συμφωνεί με τα αποτελέσματα έρευνας αφθονίας της ορνιθοπανίδας σε αγροτικό οικοσύστημα της περιοχής Ελασσόνας (Σφουγγάρης και Τσιλιγιάννης 2004). Στις καλλιεργήσιμες περιοχές τα λιβάδια παρέχουν στους νεοσσούς ένα ασφαλές ενδιαιτήμα (Berg 1991), ενώ σε περιοχές όπου επικρατούν τα φυσικά λιβάδια πολλά σποροφόγα αγροτικά είδη

πουλιών φάνηκε να εξαρτώνται από τις καλλιέργειες των σιτηρών για την εξασφάλιση τροφής (Robinson *et al.* 2001). Τα λιβάδια μπορεί να αποτελούν πλούσια ενδαιτήματα διατροφής, με αφθονία σπόρων ειδών αγρωστωδών και πλατύφυλλων.

Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι η φυτεία ψευδακακίας συντηρεί έναν ικανοποιητικό αριθμό αναπαραγόμενων ζευγαριών 1,15 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο με δείκτη ποικιλότητας $H' = 1,60$. Η διαφοροποίηση που εμφανίζεται σε σύγκριση με το ενδαιτήμα της ακακίας (0,51 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο) στην περιοχή της Ελασσόνας ίσως να οφείλεται στο μεγαλύτερο ποσοστό έκτασης που κατέχουν οι φυτείες ακακίας στο Φλαμπουρέσι (20%) σε σύγκριση με το ποσοστό που κατέχουν στην περιοχή Ελασσόνας (3%). Επιπλέον, η αφθονία και η κατανομή των πουλιών επηρεάζονται από τη γειτνίαση με άλλους τύπους ενδαιτημάτων. Το μωσαϊκό της περιοχής με τις φυτείες ψευδακακίας να γειτνιάζουν με δρυοδάση και χορτολιβαδικές εκτάσεις πιθανόν να αιτιολογούν τον σημαντικό αριθμό αναπαραγόμενων ζευγαριών που συντηρεί η φυτεία της ακακίας.

Σε σχετική έρευνα η παρουσία δεντρώδους κάλυψης σε αγροτικά οικοσυστήματα (Balent and Courtiade 1992) αποδείχθηκε ως ο καλύτερος δείκτης περιγραφής της κατανομής των κοινοτήτων των πουλιών. Εδικότερα για τα αναπαραγόμενα στρουθιόμορφα (*Passeriformes*), ισχύει μια ελαφρά μείωση στην ποικιλότητα των ειδών όταν η πυκνότητα της δεντρώδους κάλυψης μειώνεται κατά τη μετάβαση προς περισσότερο ανοιχτά περιβάλλοντα (Burel *et al.* 1998). Παρόμοια αποτελέσματα για μεγαλύτερο εύρος οικογενειών πουλιών (*Passeriformes*, *Galliformes* κ.α.) κατέληξε έρευνα στην περιοχή Πετρουλίου όπου ο τύπος ενδαιτήματος με τα περισσότερα είδη πουλιών ήταν το ελατοδάσος με διάκενα (46 είδη), ενώ οι γεωργικές εκτάσεις με την παρουσία φυτοφραχτών έπονταν με 30 είδη (Sfougaris *et al.* 1998). Στην παρούσα περιοχή έρευνας τα περισσότερα είδη βρέθηκαν στον οικοτόνο (16) και ακολούθησε το δρυοδάσος (8) που όμως παρουσιάζει μεγαλύτερη πυκνότητα αναπαραγόμενων πουλιών ανά εκτάριο και υψηλότερο δείκτη ποικιλότητας H' (2,51 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο και 1,81 αντίστοιχα) σε σύγκριση με τον οικοτόνο (2,34 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο και 0,97). Στη συγκεκριμένη περίπτωση επίσης το δρυοδάσος διαθέτει ουσιαστικά μεγάλα ανοίγματα, αφού μεγάλο ποσοστό των γεωργικών καλλιεργειών βρίσκονται μεταξύ των δασοσυστάδων. Ιδιαίτερα για τη διατήρηση ειδών πουλιών της Μεσογείου με μεγάλη ορνιθολογική αξία, είναι αναγκαία η διατήρηση ανοιχτών ενδαιτημάτων με δομική ετερογένεια (Sirami *et al.* 2005).

7.4 Αειφορική διαχείριση των αγροοικοσυστημάτων του ορεινού χώρου

Οι συνέπειες των καλλιεργητικών πρακτικών στη βιοκοινότητα ενός αγροτικού οικοσυστήματος (McLaughlin 1995) είναι πολύπλευρες. Η εντατικής μορφής γεωργία, που χαρακτηρίζει τις πεδινές εκτάσεις, με τις αντίστοιχες καλλιεργητικές πρακτικές οδηγεί στην υποβάθμιση των αγροοικοσυστημάτων με την εξαφάνιση φυσικών φυτοφραχτών και αγροορίων, την εγκατάλειψη της αμειψισποράς και την αντικατάσταση φυσικών λιβαδιών από γενετικά βελτιωμένες καλλιέργειες (Λουλούδης και Μπέοπουλος 1993). Οργώματα, αρδεύσεις, σκαλίσματα, αμειψισπορές, ζιζανιοκτονία και γενικότερα εφαρμογές παρασιτοκτόνων, λίπανση, μόνιμη ή εκτατική βόσκηση επηρεάζουν άμεσα τα διάφορα είδη πανίδας και χλωρίδας.

Τα εκτατικά συστήματα πρωτογενούς παραγωγής των ορεινών και ημιορεινών περιοχών συμβάλλουν στην αύξηση της βιοποικιλότητας και στη διατήρηση της αειφορίας (Bignal and McCracken 1996) με έντονο όμως τον κίνδυνο εγκατάλειψης της γεωργικής γης. Πιθανόν αρκετά από τα επικρατούντα σήμερα στην Ελλάδα εκτατικά συστήματα δεν είναι παρά το αποτέλεσμα της έλλειψης διαδοχής στις εκμεταλλεύσεις. Το έδαφος αποτελεί φυσικό πόρο και μάλιστα μη ανανεώσιμο. Η υποβάθμιση της ποιότητας τους εδάφους σε συνδυασμό με τις κλιματικές αλλαγές, την αύξηση της θερμοκρασίας και τις δυνατές βροχοπτώσεις, επιταχύνουν δραματικά τη διαδικασία της ερημοποίησης. Η διαδικασία έναρξης της ερημοποίησης ίσως έχει τις ρίζες της στις δραστηριότητες των ανθρώπων οι οποίοι μετατρέπουν φυσικά λιβάδια σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Οι εγκαταλειμμένες εκτάσεις στην περιοχή έρευνας τείνουν να ενσωματωθούν στο φυσικό οικοσύστημα. Το 35% της ελληνικής γης εμφανίζει ήδη σημάδια ερημοποίησης, το 49% βρίσκεται στον προθάλαμο πιθανής ερημοποίησης και μόνο το υπόλοιπο 16% των εδαφών της χώρας δεν διατρέχει άμεσο κίνδυνο (<http> 14).

Το φυσικό οικοσύστημα της περιοχής έρευνας φαίνεται να υπερτερεί στην ποικιλότητα των ειδών σε σχέση με τις γεωργικές καλλιέργειες και ίσως προδίδει ένα διαφορετικό σύστημα γεωργίας για το μέλλον. Η φυτεία ψευδακακίας είναι ένα τεχνητό οικοσύστημα στην περιοχή, αλλά δασικό που παρουσιάζει σχετικά ικανοποιητική βιοποικιλότητα. Έχει όμως τα σοβαρά μειονεκτήματα του ξενικού είδους του οποίου η εισαγωγή στην περιοχή και η ανεξέλεγκτη εξάπλωσή του όταν εγκατασταθεί σε μια περιοχή πρέπει να αποφευχθεί. Ίσως ένα δασογεωργικό παραδοσιακό σύστημα καλλιέργειας μπορεί να είναι ανταγωνιστικό, αφού εξασφαλίζει διπλή

παραγωγή για τον παραγωγό από τα δένδρα και τις γεωργικές καλλιέργειες. Επιπλέον, ένα τέτοιο σύστημα εξασφαλίζει στον παραγωγό ένα διαφοροποιημένο γεωργικό εισόδημα χωρίς να επηρεάζεται δραματικά από τις διακυμάνσεις της αγοράς. Ακόμη, σημαντικό πλεονέκτημα των παραδοσιακών δασογεωργικών συστημάτων είναι η διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας στην περιοχή όπου εφαρμόζονται (Μαντζανάς και Παπαναστάσης 2005).

Για τη διατήρηση και την προστασία των αξιών ενός ορεινού οικοσυστήματος απαιτείται η γνώση των στοιχείων που απαρτίζουν το οικοσύστημα με σκοπό τη λήψη σωστών διαχειριστικών μέτρων και του κατάλληλου τρόπου σχεδιασμού χρήσεων γης. Χρήζει ιδιαίτερης σημασίας η απαγόρευση υλοτομιών, η διατήρηση ενός ετερογενούς τοπίου, η αειφορική διαχείριση και προστασία των ενδιαιτημάτων των δασόβιων και αγροτικών πουλιών, η φύλαξη προστατευόμενων περιοχών, η ενίσχυση συστάδων δένδρων στους αγρούς, η απαγόρευση εκχερσώσεων προς απόκτηση νέας αρδευσιμής γης, η προώθηση βιολογικών καλλιεργειών και παραγωγή προϊόντων ποιότητας, ώστε η ορεινή γεωργία να είναι βιώσιμη και ανταγωνιστική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Η περιοχή έρευνας αποτελεί ένα τοπίο μωσαϊκής μορφής με γεωργικές και χέρσες εκτάσεις, με λιβάδια και νησίδες αυτοφυούς βλάστησης, με υποβαθμισμένους φυτοφράχτες και εμφανή φυσικά αγροόρια. Το νεαρό δρυοδάσος που περιβάλλει την περιοχή συμβάλλει δραστικά στη διαφοροποίησή της από την ημιορεινή και την πεδινή ζώνη της περιοχής έρευνας. Ακόμη, η μορφή της γεωργίας στην ορεινή περιοχή είναι ήπια έως εκτατικής μορφής, σε αντίθεση με την εντατική γεωργία του Θεσσαλικού κάμπου.
- Η παραδοσιακή πρακτική της αγρανάπαυσης διατηρείται στο 42% των γεωργικών εκτάσεων του ορεινού χώρου της περιοχής έρευνας. Οι καλλιέργειες που υφίστανται χαρακτηρίζονται ως ξηρικές και δέχονται περιορισμένες εισροές. Παρόλο που, λόγω της προσαρμοστικότητάς τους, στην ορεινή περιοχή κυριαρχεί η καλλιέργεια των σιτηρών, οι αποδόσεις είναι χαμηλές. Η μέση στρεμματική απόδοση των χειμερινών σιτηρών δεν ξεπερνάει τα 2.000-2.500 κιλά / εκτάριο και του καλαμποκιού τα 2.000 κιλά / εκτάριο. Ομοίως, στην ημιορεινή ζώνη οι αποδόσεις κυμαίνονται στα ίδια περίπου επίπεδα, ενώ στην πεδινή ζώνη οι αποδόσεις είναι σημαντικά υψηλότερες (χειμερινά σιτηρά 3.500-4.200 κιλά / εκτάριο και καλαμπόκι 10.000-13.000 κιλά / εκτάριο).
- Η αφθονία και ο πλούτος της εντομοπανίδας και ορνιθοπανίδας στο ορεινό τμήμα της περιοχής έρευνας μετρήθηκε σε 7 ενδιαιτήματα. Όσο αφορά στην αφθονία της εντομοπανίδας τα σημαντικότερα ενδιαιτήματα είναι οι εκτάσεις αγρανάπαυσης, τα λιβάδια, τα χειμερινά σιτηρά και ο οικοτόνος με 6.051, 5.533, 4.292 και 2.639 άτομα κολεοπτέρων, αντίστοιχα, στο σύνολο των παγίδων (2.646). Τα ίδια ενδιαιτήματα παρουσιάζουν πλούσια ποικιλότητα ειδών, ενώ σημαντική συνεισφορά έχει το δρυοδάσος. Το καλαμπόκι φαίνεται ότι έχει πολύ μικρή συνεισφορά. Ο αριθμός ειδών της ορνιθοπανίδας και η πυκνότητα των αναπαραγόμενων ζευγαριών στην περιοχή έρευνας έχουν σημαντικές τιμές στον οικοτόνο (16 είδη και 2,34 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο), το δρυοδάσος με μεγάλα διάκενα (8 είδη και 2,51

αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο) και τις ακακίες (6 είδη και 1,15 αναπαραγόμενα ζευγάρια ανά εκτάριο). Χαμηλότερος είναι ο αριθμός ειδών πουλιών στα λιβάδια (5 είδη) και τις εκτάσεις αγρανάπαυσης (3 είδη), που όμως παρουσιάζουν υψηλή ισοκατανομή.

- Η περιοχή παρουσιάζει υψηλά ποσοστά ενδημισμού, αναφορικά με την εντομοπανίδα, αφού συλλέχθηκαν 37 είδη εντόμων τοπικώς σπάνια. Επίσης καταγράφηκαν δύο είδη πουλιών που ανήκουν στο Παράρτημα I και τρία είδη στο Παράρτημα II της Οδηγίας 79/409.
- Η υψηλή παρουσία εντόμων δικαιολογεί την παρουσία πολλών εντομοφάγων πουλιών στην περιοχή. Τα συλλεχθέντα άτομα εντόμων είναι στην συντριπτική τους πλειοψηφία ωφέλιμα για τη γεωργία σε ποσοστό που ξεπερνά το 74% των συνολικά συλλεχθέντων ατόμων. Το 37% ατόμων ωφέλιμων εντόμων συγκεντρώνεται στις εκτάσεις αγρανάπαυσης. Πιθανόν οι καλλιεργητικές πρακτικές σε συνδυασμό με την ύπαρξη ετερογένειας στο φυσικό περιβάλλον να υποστηρίζουν την παρουσία και αφθονία της εντομοπανίδας και ορνιθοπανίδας.
- Αναφορικά με τους δείκτες ποικιλότητας, αυτοί δεν φάνηκαν να διαφοροποιούν έντονα τα ενδιαίτηματα, με μόνη εξαίρεση το δείκτη Shannon. Οι τιμές αυτού του δείκτη δεν περιορίζονται στο εύρος 0-1 και όσο αυξάνει η ποικιλότητα των ειδών αυξάνει και η τιμή του. Ακόμη, οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας ανά μήνα στο ίδιο ενδιαίτημα διαφοροποιούνται ελάχιστα, μη συμβάλλοντας στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση της εποχικής εξέλιξης στην ποικιλότητα των ειδών.
- Η εκτενής δειγματοληψία της εντομοπανίδας συνέβαλε σημαντικά στην κατανόηση της επίδρασης του τύπου ενδιαίτηματος, της εποχικής εξέλιξης και της αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών στην παρουσία της εντομοπανίδας. Αν και η πλειοψηφία των ατόμων και των ειδών των εντόμων συλλέχθηκαν τους πέντε πρώτους μήνες της έρευνας (Μάιο-Σεπτέμβριο), ωστόσο είναι απαραίτητο η περίοδος δειγματοληψίας να συμπεριλαμβάνει όλη την περίοδο δραστηριότητας των εντόμων για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Η ορεινή γεωργία στην περιοχή έρευνας με την τωρινή της μορφή δημιουργεί ετερογένεια στο φυσικό περιβάλλον, όπως γεωργικές εκτάσεις σε μεγάλα ανοίγματα

του δρυοδάσους, κι αυτή φαίνεται να υποστηρίζει την πλούσια εντομοπανίδα και ορνιθοπανίδα. Όμως τα προγράμματα του 4^{ου} κοινοτικού πλαισίου στήριξης θα πρέπει να ενισχύσουν οικονομικά το εισόδημα των κατοίκων που είναι αντιστρόφως ανάλογο της βιοποικιλότητας της περιοχής. Επιπλέον, οι κοινοτικές ενισχύσεις που δίνονται στους παραγωγούς επιβάλλεται να διαφοροποιηθούν μεταξύ ορεινών-μειονεκτικών περιοχών και πεδινών περιοχών. Μέχρι σήμερα, η διαφοροποίηση αυτή υφίσταται στα αυξημένα ποσοστά επιδότησης για την εγκατάσταση νέων αγροτών στις ορεινές περιοχές και στα επενδυτικά προγράμματα παραγωγών που αφορούν τις γεωργικές τους εκμεταλλεύσεις. Εφαρμόζονται επίσης μέτρα, όπως αυτό των εξισωτικών αποζημιώσεων, για την αποφυγή εγκατάλειψης του αγροτικού χώρου. Ίσως θα πρέπει να δοθούν περισσότερα κίνητρα στους κατοίκους τέτοιων περιοχών για αειφορική διαχείριση της ορεινής γεωργίας και του δάσους που αποτελεί το φυσικό περιβάλλον της περιοχής. Αγροτικά προϊόντα βιολογικής γεωργίας και ποιοτικά δασικά προϊόντα μεγιστοποιούν τις δυνατότητες εξασφάλισης ικανοποιητικού αγροτικού εισοδήματος. Αναμφίβολα λοιπόν χρειάζεται μια διορατική επιλογή των επόμενων καλλιεργειών, των μελλοντικών καλλιεργητικών συστημάτων χωρίς την σπατάλη εισροών, την παραγωγή ανταγωνιστικών προϊόντων ποιότητας ή ακόμη και γεωγραφικής προέλευσης, για να μην εγκαταλειφθεί ο ορεινός χώρος.

Η αγρανάπαυση και η καλλιέργεια του σιταριού συμβάλλουν σημαντικά στη βιοποικιλότητα του ορεινού αγροοικοσυστήματος. Η διατήρηση της πρακτικής της αγρανάπαυσης αφενός και η συνέχιση της καλλιέργειας χειμερινών σιτηρών αφετέρου μπορούν να συνεισφέρουν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, στη συγκέντρωση υψηλού πληθυσμού ωφέλιμων εντόμων και στη συνεχή διαθεσιμότητα τροφής για τα πουλιά. Επειδή και η παρουσία της ακακίας φαίνεται να έχει θετική επίδραση στην ποικιλότητα των ειδών, προτείνεται η βελτίωση της εφαρμογής του μέτρου δάσωσης των γεωργικών γαιών με τη φύτευση ποικιλίας πλατυφύλλων ειδών αντί μόνο της ακακίας.

Εκτός από τη γεωργία στην περιοχή ασκείται και κτηνοτροφία η ένταση της οποίας φαίνεται να επιδρά στην ποικιλότητα της ορνιθοπανίδας. Επομένως, λεπτομερή στοιχεία για τον αριθμό των κτηνοτροφικών μονάδων, τη βοσκοφόρτωση, την ένταση βόσκησης και τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες θα συνέβαλαν στην κατανόηση του βαθμού επίδρασης αυτών στη βιοποικιλότητα της περιοχής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adis, J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zool. Anz. Jena.*, 202: 177–184.
- Adler, P.B. and W. K. Lauenroth. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecol. Lett.*, 6: 749–756.
- Aebischer, N.J. 1991. Twenty years of monitoring invertebrates and weeds in cereal fields in Sussex. *The Ecology of Temperate Cereal Fields* (eds L.G. Firbank, N. Carter, J.F. Darbyshire and G.R. Potts), pp: 305-331. Blackwell Science, Oxford, UK. In: Brickle N.W., D.G.C. Harper, N.J. Aebischer and S.H. Cockayne. 2000. Effects of agricultural intensification on the breeding success of corn buntings *Miliaria calandra*. *Journal of Applied Ecology*, 37: 742-755.
- Aebischer, N.J. and R.S. Ward. 1997. The distribution of corn buntings *Miliaria calandra* in Sussex in relation to crop type and invertebrate abundance. In: P.F. Donald and N.J. Aebischer (eds): *The Ecology and Conservation of Corn Buntings Miliaria calandra*. pp.124-138. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.
- Andersen, A. 1992. Predation by selected carabid and staphylinid species on the aphid *Rhopalosiphum padi* in laboratory and semifield experiments. *Norwegian J. Agric. Sci.*, 6: 265-273.
- Andrén, O. and K. Paustian. 1987. Barley straw decomposition in the field: a comparison of models. *Ecology*, 68: 1190-1200.
- Baars, M.A. 1979a. Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia*, 41: 25-46.
- Baars, M.A. 1979b. Patterns of movement of radioactive carabid beetles. *Oecologia*, 44: 125-140.
- Balent, G. and B. Courtiade. 1992. Modelling landscapes changes in a rural area of south-western France. *Landscape Ecol.*, 6: 183-194.

- Basedow, T., A. Borg, R. De Clercq, W. Nijveldt and F. Scherney. 1976. Untersuchungen iiber das Vorkommen der Laufkgfer (Col.: Carabidae) aufeuropiischen Getreidefeldern. *Entomophaga*, 21: 59-72. In: Kromp B. 1990. Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators in biological and conventional farming in Austrian potato fields. *Biol. Fertil. Soils*, 9: 182-187.
- Bedford, S.E. and M.B. Usher. 1994. Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands. *Agric. Ecosystems and Environ.*, 48: 295-305.
- Berg, A. 1991. Ecology of Curlews (*Numenius arquata*) and Lapwings (*Vanellus vanellus*) on farmland. Ph.D. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Wildlife Ecology, Uppsala.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess and B.A. Hill. 1992. Bird census techniques. BTO, RSPB. Academic Press.
- Bigal, E.M. and D.I. McCracken. 1996. Low intensity farming systems in the conservation of the countryside. *Journal of Applied Ecology*, vol. 33: 413-424.
- Bisby, F.A. 1995. Characterization of biodiversity. In: Heywood V.H. and E. Dowdeswell (eds): *Global Biodiversity Assessments*, pp. 21-106. Vcambridge University Press, Cambridge.
- Blondel, J. 1981. Structure and dynamics of bird communities in Mediterranean habitats. In: Castri F., D.W. Goodall and R.L. Specht. (eds): *Ecosystems of the Word "Mediterranean type shrublands"*. Elsevier, pp.361-385.
- Blondel, J. and J. Aronson. 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press, New York, USA.
- Bloom, S. 1981. Similarity Indices in Community Studies: Potential Pitfalls. *Marine Ecology*, Vol. 5: 125-128.
- Braak, T. and J.F. Cajo. 1988. Canoco. A program for canonical community ordination by partial detrended canonical correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis. Ministerie van Landbouw en Visserij Directoraat-Generaal Landdboooun en Voedselvoor ziening Directie Landbouwkudig Onderzoek. Wageningen, 95p.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monog.*, 27 (4): 325-349. In: Bloom S. 1981. *Similarity Indices in Community Studies: Potential Pitfalls*. *Marine Ecology*, Vol. 5: 125-128.

- Brickle, N.W., D.G.C. Harper, N.J. Aebischer and S.H. Cockayne. 2000. Effects of agricultural intensification on the breeding success of corn buntlings *Miliaria calandra*. *Journal of Applied Ecology*, 37: 742-755.
- Browder, S.F., D.H. Johnson and I.J. Ball. 2002. Assemblages of breeding birds as indicators of grassland condition. *Ecological Indicators*, 2: 257-270.
- Burel, F.J., A. Baudry, P. Butet, Y. Clergeau, D.L. Delettre, D.L. Coeur, F. Dubs, N. Morvan, G. Paillat, S. Petit, C. Thenail, E. Brunel and J. Lefeuvre. 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica*, 19: 47-60.
- Caraveli, H. 2000. A comparative analysis on intensification and extensification in mediterranean agriculture: dilemmas for LFAs policy. *Journal of Rural Studies*, 16: 231-242.
- Caraveli, H. 1998a. Environmental implications of various regimes. In: Caraveli H. 2000. A comparative analysis on intensification and extensification in mediterranean agriculture: dilemmas for LFAs policy. *Journal of Rural Studies*, 16: 231-242.
- Caraveli, H. 1998b. Greece. In: Brouwer F. and P. Lowe (ed.): *Cap and the Rural Environment in Transition: A Panorama of National Perspectives*, 1st edition. Wageningen Pers, The Netherlands, pp.267-282.
- Charrier S., S. Petit and F. Burel. 1997. Movements of *Abax parallelepipedus* (Coleoptera: carabidae) in woody habitats of a hedgerow network landscape: a radiotracing study. *Agr. Eco. Env.*, 61: 133-134.
- Chloupek, O., P. Hrstkova and P. Schweigert. 2004. Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries. *Field Crops Research*, 85: 167–190.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117–143.
- Clark, M.S., S.H. Gage and J.R. Spence. 1997. Habitats and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan agricultural landscape. *Environmental Entomology*, 26: 519–527.
- Clifford, H.T. and W. Stephenson. 1975. *An Introduction to Numerical Classification*, Academic Press, London.

- Clough, Y., A. Kruess and T. Tschardt. 2006. Organic versus conventional arable farming systems: Functional grouping helps understand staphylinidae response. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118: 285–290.
- Cody, L.M. 1985. *Habitat selection in birds*. Academic Selection in Birds. Academic Press, San Diego, California, 558p.
- Collins, K.L., N.D. Boatman, A. Wilcox, J.M. Holland and K. Chaney. 2002. Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 93: 337–350.
- Collin, J. Bibby, D. Burgess and A. Hill. 1992. *Bird Census Techniques*. British Trust for Ornithology (BTO)-Royal Society for the Protection of Birds (RSPB). Academic Press Limited, London, 256p.
- Conti, G. and L. Fagarazzi. 2004. Sustainable Mountain Development and the key-issue of Abandonment of Marginal Rural Areas. <http://www.planum.net/topics/menu.html>.
- Cooke, G.W. 1982. *Fertilizing for maximum yields*. Third Edition, London.
- Coomes, D.S. and N.W. Sotherton. 1986. The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptera in cereals. *Ann. Appl. Biol.*, 108: 461–474.
- Cowan, W.F. 1993. Direct seeding: potential socio-economic and conservation benefits. In: Holroyd G.L., H.L. Dickson, Regnier and H.C. Smith (eds): *Proceedings of the Third Prairie Conservation and Endangered Species Workshop*. Curatorial Section Provincial Museum of Alberta, Natural History Occasional Paper No 19, Edmonton, Alta, pp.16-18.
- Cummins, K.W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *Bioscience*, 22: 719-722.
- Dennis, P., S.D. Wratten and N.W. Sotherton. 1990. Feeding behaviour of the staphylinidae beetle *Tachyporus hypnorum* in relation to its potential for reducing aphid numbers in wheat. *Ann. Appl. Biol.*, 117: 267-276.
- Dennis, P. and S.D. Wratten. 1991. Field manipulation of populations of individual staphylinid species in cereals and their impact on aphid populations. *Ecol. Entomol.*, 16: 17–24.
- Díaz S., J. Fargione, F.S.Chapin III and D. Tilman. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, Vol.1, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press.

- Donald, P.F. 1998. Changes in the abundance of invertebrates and plants on British farmland. *British Wildlife*, 9: 279-289.
- Donald, P.F., R.E. Green and M.F. Heath. 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. Roy. Soc. Lond. B*, 268: 25–29.
- Duelli, P. and M.K. Obrist. 1998. In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. *Biodiversity Conservation*, 7: 297–309.
- Duelli, P., M.K. Obrist and D.R. Schmatz. 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agr. Eco. Env.*, 74: 33-64.
- Duelli, P. and M.K. Obrist. 2003. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agr. Eco. Env.* 98: 87-98.
- Dufrêne, M., M. Baguette, K. Desender and J.P. Maelfait. 1990. Evaluation of carabids as bioindicators: a case study in Belgium. In: Stork N.G. (ed) *The Role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies*, pp. 377–381.
- Dufrêne, M. and P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345–366.
- EU, 2002. Decision no. 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 laying down the Sixth Community Environment Action Programme. *Official Journal of the European Communities L 242*: 1–15.
- Euromontana, 2000. Final Declaration for the Second European Mountain Conference. *Mountain Forum on Quality: the Comparative Advantage of the Future Mountain Regions, Pioneers of Sustainable Development*, Trento, 17-18 March 2000.
- European Commission, 1997. Rural Developments. CAP 2000 working documents. Directorate General for Agriculture, Brussels.
- Ewert, F., M.D. A. Rounsevell, I. Reginster, M.J. Metzger and R. Leemans. 2005. Future scenarios of European agricultural land use I. Estimating changes in crop productivity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107: 101-116.
- Ehrlich, P.R. and E.O. Wilson. 1991. Biodiversity studies: science and policy. *Science*, 253: 758-762.
- Eyre, M.D. and S.P. Rushton. 1989. Quantification of conservation criteria using invertebrates. *J. Appl. Ecol.*, 26: 159–172.

- Evans, L.T. 1975. Crops and world food, supply crop evolution, and the origins of crop physiology, pp.1-22. In: *Crop physiology: Some case histories*. Cambridge University Press, London.
- Evans, L.T. 1980. The natural history of crop yield. *Am. Sci.*, 68: 388-397.
- Evans, W.G. 1983. Habitat selection in Carabidae. *Coleopterists Bulletin*, 37: 164–167.
- Fageria, N.K. 1992. *Maximizing Crop Yields*. Dekker.p5.
- Farina, A. 1988. Bird community structure and dynamics during spring migration in selected habitats of northern Italy. *Boll. Zool.*, 55: 327-336.
- Farina, A. 1989. Bird Community Patterns in Mediterranean Farmlands: A Comment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 27: 177-181.
- Farina, A. 1995. Distribution and dynamics of birds in a rural sub-Mediterranean landscape. *Landscape and Urban Planning*, 31: 269-280.
- Field, J.G. and G. McFarlane. 1968. Numerical methods in marine ecology. A quantitative 'similarity' analysis of rocky shore samples in False Bay, South Africa. *Africana*, 3 (2): 119-137. In: Bloom S. 1981. *Similarity Indices in Community Studies: Potential Pitfalls*. *Marine Ecology*, 5: 125-128.
- Fischbeck, G., 1999. Bedeutung der Resistenzzüchtung in der integrierten Pflanzenproduktion. *Votr. Pflanzenzüchtg*, 46: 7–29. In: Chloupek O., P. Hrstkova and P. Schweigert. 2003. Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries. *Field Crops Research*, 85: 167–19.
- Fournet, S., J.O. Stapel, N. Kacem, J.P. Nenon and E. Brunel. 2000. Life history comparison between two competitive Aleochara species in the cabbage root fly *Delia radicum*: implications for their use in biological control. *Ent. Exp. Appl.*, 96: 205–211.
- Freemark, K.E. and D.A. Kirk. 2001. Birds on organic and conventional farms in Ontario: partitioning effects of habitat and practices on species composition and abundance. *Biological Conservation*, 101: 337-350.
- Freitag, R. 1979. Carabid beetles and pollution, In: Erwin T.L., G.E. Ball, D.R. Whitehead and A.L. Halpern, (eds): *Carabid Beetles: Their Evolution, Natural History, and Classification*. Junk, pp. 507–521.

- French, D.D. 1994. Hierarchical richness index (HRI): a simple procedure for scoring 'richness', for use with grouped data. *Biological Conservation*, 69: 207–212.
- Fuller, R.J., R.J. Trevelyan and R.W. Hudson. 1997. Landscape composition model for breeding bird populations in lowland English farmland over a 20 year period. *Ecography*, 20: 295-307.
- Furness R.W. and J.J.D. Greenwood. 1993. *Birds as monitors of environmental change*, Chapman & Hall, London.
- Gandar, M.V. 1982. The dynamics and trophic ecology of grasshoppers (Acridoidea) in South African savanna. *Oecologia* (Berlin), 54: 71-81.
- Garcia-Ruiz, J.M., P. Ruiz-Flano, T. Lasanta, G. Monserrat, J. P. Maritnez-Rica and G. Pardini. 1991. Erosion in abandoned fields, what is the problem? *Soil Erosion Studies in Spain*, 3: 97-108.
- Gaston, K.J. and J.I. Spicer. 2004. *Biodiversity: An introduction*, Blackwell Publishing. 2nd Ed.
- Gillings, S.R. and J. Fuller. 1998. Changes in bird populations on sample lowland English farms in relation to loss of hedgerows and other non-crop habitats. *Oecologia*, 116: 120-127.
- Gold, S. 2003. *The Development of European forest resources (1950 to 2000)*. Geneva timber and forest discussion papers – United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)/Food and Agriculture Organization (FAO).
- Good, J.A. and P.S Giller. 1991. The diet of predatory staphylinid beetles—a review of records. *Ent. Mon. Mag.*, 127: 77–89.
- Gounot, M. 1969. *Methodes d'etude quantitative de la vegetation*, Ed Masson et Cie, Paris, 314p.
- Greenberg, C.H. and A. McGrane. 1996. A comparison of relative abundance and biomass of ground-dwelling arthropods under different forest management practices. *For. Ecol. Manage.*, 89: 31-41.
- Grüm, L. 1971. Spatial differentiation of the *Carabus* L. (Carabidae, Coleoptera) mobility. *Ekol. Polska*, 19: 1-34.
- Haila, Y., I.K. Hanski and S. Raivio. 1989. Methodology for studying the minimum habitat requirements of forest birds. *Ann. Zool. Fenn.*, 26: 173-180.
- Hansen, A.J., W.C. McComb, R. Vega. M.G. Raphael and M. Hunter. 1995. Bird relationships in natural and managed forests in the West Cascades of Oregon. *Ecological Applications*, 5(3): 555-569.

- Harris, D.L. and W.H. Whitcomb. 1974. Effects of fire on populations of certain species of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Florida Entomologist*, 57: 97–103.
- Haynes, R. W., R.T. Graham, T. Russel and T.M. Quigley (eds.) 1996. A framework for ecosystem management in the interior Columbia basin and portions of the Klamath and Great Basins. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-374. Portland. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 66p.
- Heath, M.F., M I. Evans, D.G. Hoccom, A.J. Payne and N.B. Peet. 2000. Important Bird Areas in Europe: Priority Sites for Conservation. Birdlife International. Vol. 1: Southern Europe, 804p.
- Heath, M.F. and M.I. Evans. 2000. Important Bird Areas in Europe: Priority Sites for Conservation. Vols. 2. Cambridge, UK.
- Heinrich, G.M., C.A. Francis and J.D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop Science*, 23: 209-212.
- Heltsh, J.F. and N. Forrester. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics*, 39: 1–11.
- Hendrix, P.F., Parmelee, R.W. Crossley, D.A., J.R. Coleman, D.C. Odum, E.P. and P.M. Groffman. 1986. Detritus food webs in conventional and no-tillage agroecosystems. *Bioscience*, 36: 374-380.
- Hole, D.G., A.J. Perkins, J.D. Wilson, I.H. Alexander, P.V. Grice and A.D. Evans. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biol. Cons.*, 122: 113–130.
- Holland, M.M., P.G. Risser and R.J. Naiman. 1991. Ecotones. The Role of Landscape Boundaries in the Management and Restoration of Changing Environments. Chapman and Hall, London, 142p.
- Horn, H.S. 1977. Measurement of 'overlap' in comparative ecological studies. *Am. Nat.*, 100 (914): 419-423. In: Bloom S. 1981. Similarity Indices in Community Studies: Potential Pitfalls. *Marine Ecology*, 5: 125-128.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52(4): 577-586.
- Isselstein, J., G. Stippich and W. Wahmhoff. 1991. Umweltwirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau - Eine Übersicht *Ber. Landw.*, 69: 379-413.

- James, F.C. 1971. Ordination of habitat relationships among breeding birds. *Wilson Bul.*, 83: 215-236.
- James, F.C. and N.O. Wamer. 1982. Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology*, 63: 159-171.
- Jeanneret, Ph., B. Schüpbach and H. Luka. 2003. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98 : 311–320.
- Jobin, B., L. Choiniere and L. Belanger. 2001. Bird use of three types of field margins in relation to intensive agriculture in Quebec, Canada. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 84: 131-143.
- Jongman, R.H.G., C J.F. Ter Braak and O.F.R. Van Tongeren. 2002. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press. Cambridge, 299p.
- Kaennel, M. 1998. Biodiversity: a diversity in definition. In: Bachmann, P., M. Köhl and R. Päävinen, (eds.): *Assessment of Biodiversity for Improved Forest Planning*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Kati, V., M. Dufrière, A. Legakis, A. Grill and P. Lebrun. 2003. Conservation management for Orthoptera in the Dadia reserve, Greece. *Biological Conservation*, 115: 33-44.
- Kelly, M.T. and J.P. Curry. 1985. Studies on the arthropod fauna of a winter wheat crop and its response to the pesticide methiocarb. *Pedobiologia*, 28: 413-421.
- Kleijn, D. and W.J. Sutherland. 2003. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology*, 40: 947-969.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Welsey, 2nd edition, Menlo Park.
- Krebs, J.R., J.D. Wilson, R.B. Bradbury and G.M. Siriwardena. 1999. The second silent spring? *Nature*, 400: 611-612.
- Kromp, B. 1990. Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators in biological and conventional farming in Austrian potato fields. *Biol. Fertil. Soils*, 9: 182-187.
- Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 74: 187–228.

- Krooss, S. and M. Schaefer. 1998. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69: 121-133.
- Kujawa, K. 1997. Relationships between the structure of mid-field woods and their breeding birds communities. *Acta Orn.*, 32: 175-184.
- Kujawa, K. 2002. Population density and species composition changes for breeding bird species in farmland woodlots in western Poland between 1964 and 1994. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91: 261-271.
- Kujawa, K. and P. Tryjanowski. 2000. Relationships between the abundance of breeding birds in Western Poland and the structure of agricultural landscape. *Acta Zool. Hung.*, 46: 103-114.
- Kullback, S. 1959. *Information Theory and Statistics*. Wiley, New York.
- Kullback, S. and R.A. Leibler. 1951. On information and sufficiency. *Ann. Math. Stat.*, 22: 79–86.
- Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5-13. In: Burel F., J., A. Baudry, P. Butet, Y. Clergeau, D. L. Delettre, D. L. Coeur, F. Dubs, N. Morvan, G. Paillat, S. Petit, C. Thenail, E. Brunel and J. Lefeuvre. 1997. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica*, 19: 47-60.
- Larochelle, A. 1990. The food of carabid beetles. *Faberies Supplement*, 5: 1–132.
- Larsen, K. J., F.F. Purrington, S.R. Brewer and D.H. Taylor. 1996. Influence of sewage sludge and fertilizer on the ground beetle (Coleoptera: Carabidae) fauna of an old-field community. *Environmental Entomology*, 25: 452–459.
- Larsen, K., T. Work and F. Purrington. 2003. Habitat use patterns by ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of northeastern Iowa. *Pedobiologia*, 47: 288-299.
- Lavelle, P., I. Barois, I. Cruz, C. Fragoso, A. Hernandez, A. Pineda, and R. Rangel. 1987. Adaptive strategies of *Pontoscolex corethrSrus* (Glossoscolecidae, Oligochaeta), a perergrine geophagous earthworm of the humid tropics. *Biol. Fert. Soil*, 5: 188-194.
- Legendre, P. and A. Vaudor. 1991. *Le logiciel R. Analyse multidimensionnelle, analyse spatiale*. Université de Montréal, Montréal, Canada. In: Kati V., M. Dufrière, A. Legakis, A. Grill and P. Lebrun. 2003. Conservation management

- for Orthoptera in the Dadia reserve, Greece. *Biological Conservation*, 115: 33-44.
- Legendre, P. and L. Legendre. 2003. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam, 853p.
- Lloyd, M. and R.J. Ghelardi. 1964. A table for calculating the “equitability” component of species diversity. *J. Anim. Ecol.*, 33: 217-255. In: Magurran A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurements*, Princeton University Press.
- Loreau, M. 1992. Species abundance patterns and the structure of ground-beetle communities. *Ann. Zool. Fennici.*, 28: 49-56.
- Lovejoy, T.E. 1995. The quantification of biodiversity: an esoteric quest or a vital component of sustainable development? In: Hawksworth D.L. (ed.): *Biodiversity: Measurement and Estimation*. Chapman & Hall, London, pp.81–87.
- Lövei, G.L. and K.D. Sunderland. 1996. Ecology and behaviour of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*, 41: 231–256.
- Lowrance, R., Stinner, B.R. and G.J. House. (eds) 1984. *Agricultural Ecosystems: Unifying Concepts*. Wiley, New York, NY, 233p.
- Luff, M.L. 1975. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*, 19: 345–357.
- Luff, M.L., M.D. Eyre and S.P. Rushton. 1992. Classification and prediction of grassland habitats using ground beetles (Coleoptera, Carabidae). *J. Environ. Manage.*, 35: 301-315.
- MacArthur, R.H. and J.W. MacArthur. 1961. On birds species diversity. *Ecology*, 42: 594-598.
- Magura, T. 2002. Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect. *Forest Ecology and Management*, 157: 23-37.
- Magurran A.E., 1988. *Ecological diversity and its measurements*. Princeton University Press.
- Marcot, B.G., M.J. Wisdom, H.W. Li, G.C. Castillo. 1994. *Managing for featured, threatened, endangered, and sensitive species and unique habitats for ecosystem sustainability*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-329. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 39p.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts Sci.*, 44: 211-235.

- Margules, C. and M.B. Usher. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. *Biol. Conserv.*, 21: 79–109.
- Martinez, N. 1996. Defining and measuring functional aspects of biodiversity. In: Gaston K.J (ed.). *Biodiversity: A biology of number and difference*. Blackwell Science Inc, London, pp. 114-148.
- Maxwell, S. 1986. FSR: Hitting a moving target. *World Development*, 14 (3): 65-77.
- McLaughlin, A. and P. Mineau. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 55: 201-212.
- McCann, K.S. 2000. The diversity - stability debate. *Nature*, 405: 228-233.
- Mitchell, M.J. and J.P. Nakas. 1986. Microfloral and faunal interactions in natural and agro-ecosystems. Nijhoff/W. Junk, Dordrecht, 505p.
- Morisita, M. 1959. Measuring of the dispersion and analysis of distribution patterns. *Memoires of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E. Biology.*, 2: 215-235.
- Moser, D., H. Zechmeister, G. Plutzer, C. Sauberer, N. Wrška and T.G. Grabherr. 2002. Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscapes. *Landscape Ecol.*, 17: 657–669.
- Mossakowski, D. and F. Pajc. 1985. Ein Bewertungsverfahren von Raumeinheiten an Hand der Carabidenbestände. *Verh. Ges. Ökol. Bremen*, 13: 747–750.
- Newton, I. 2004. The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of casual factors and conservation actions. *Ibis*, 146: 579–600.
- Niemelä, J. 1988. Carabid beetles in shore habitats on the Åland islands, SW Finland: the effect of habitat availability and species characteristics. *Acta Oecol.*, 9: 379-395.
- Niemelä, J., E. Halme and Y. Haila. 1990. Balancing sampling effort in pitfall trapping of carabid beetles. *Entomol. Fenn.*, 1: 233-238.
- Niemelä, J., J.R. Spence and D.H. Spence. 1992. Habitat associations and seasonal activity of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in Central Alberta. *Canadian Entomologist*, 124: 521-540.
- Niemelä, J., D.Langor and J.R. Spence. 1993. Effects of clear-cut harvesting on boreal ground-beetles (Coleoptera: Carabidae) in western Canada. *Conserv. Biol.*, 7: 551-561.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conserv. Biol.*, 4: 355–364.

- Nur, N., S.L. Jones and G.R Geupel. 1999. A statistical guide to data analysis of avian monitoring programs. U. S Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, BTP-R6001-1999, Washington, D.C.
- O'Connor, R.J. and M. Shrubbs. 1986. Farming and Birds. Cambridge University Press, Cambridge.
- Obrist, M.K., P. Duelli. 1996. Trapping efficiency of funnel- and cup-traps for epigeal arthropods. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges., 69: 361–369.
- Packham, J.R., D.J.L. Harding, G.M. Hilton and R.A. Stuttard. 1992. Functional Ecology of Woodlands and Forests. Chapman & Hall, London.
- Pain, D. and M. Pienkowski. 1997. Farming and birds in Europe: The common Agricultural Policy and its Implication for Bird Conservation. Academic Press, San Diego.
- Paquet, J., X. Vandevyvre, L. Delahaye and J. Rondeux. 2006. Bird assemblages in a mixed woodland–farmland landscape: The conservation value of silviculture-dependant open areas in plantation forest. Forest Ecology and Management, 227: 59- 70.
- Parker, L.W., P.F. Santos and W.G. Whitford. 1984. Carbon and nitrogen dynamics during the decomposition of litter and roots of a Chihuahuan desert annual, *Lepidum lasiocarpum*. Ecol. Monogr., 54: 339-360.
- Parr, J.F. 1990. Sustainable Agriculture in the United States. In: Edwards A. (ed.): Sustainable Agricultural Systems Ankeny Iowa. Soil and Water Conservation Society.
- Parr, S.J., M.A. Naveso and M. Yarar. 1997. Habitat and potential prey surrounding lesser kestrel *Falco naumanni* colonies in central Turkey. Biological Conservation, 79: 309-312.
- Petit, S., R. Firbank, B. Wyatt and D. Howard. 2001. MIRABEL: models for integrated review and assessment of biodiversity in European landscapes. Ambio, 30: 81–88.
- Pfiffner, L. and L. Luka. 2004. Effects of low-intensity farming systems on carabids and epigeal spiders- a paired farm approach. Basic and Applied Ecology, 4: 117-127.
- Pielou, E.C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley, New York.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological Diversity. Wiley, New York.

- Pimm, S.L. 1991. The balance of nature? Ecological issues in the conservation of species and communities. University of Chicago Press, Chicago, 433p.
- Piussi, P. and D. Pettenella. 2000. Spontaneous Afforestation of Fallows in Italy. In: Weber N. (ed.) 2000. NEWFOR -New Forests for Europe: Afforestation at the Turn of the Century- Proceedings of the Scientific Symposium, Freiburg, 16-17 February 2000.
- Potter, C. 1997. Europe's changing farmed landscapes. In: Pain D.J. and M.W. Pienkowski. 1997. (eds): Farming and Birds in Europe, 1st edition. Academic Press, UK, pp. 25-42.
- Potts, G. and G.P. Vickerman. 1974. Studies on the cereal ecosystem. In: MacFadyen A. (ed.): Advances in Ecological Research, 8: 107-197.
- Powell, W., J.A. Dean and R. Bardner. 1985b. Effects of pirimicarb, dimethoate and benomyl on natural enemies of cereal aphids in winter wheat. Ann. Appl. Biol., 106: 235-242.
- Price, M., I. Bjoenness, A. Becker, D. Collins, J. Corominas, B. Debarbieux, R. Gardner, F. Gillet, G. Grabherr, B. Heal, J. Kalvoda, T. Perrin-Sanchis, P.S. Ramakrishnan, E. Ruoss, D. Thompson, M. Winiger and F. Zimmermann. 1998. Global change in mountains-Final report of the European Conference on Environmental and Societal Change in Mountain Regions, Oxford, 18-20 December 1997.
- Quinn, M.A., P.S. Johnson, C.H. Butterfield and D.D. Walgenbach. 1993. Effect of grasshopper (Orthoptera: Acrididae) density and plant composition on growth and destruction of grasses. Environmental Entomology, 22: 993-1002.
- Reidsma, P., T. Tekelenburg, M. Van den Berg, R. Alkemade. 2006. Impacts of land-use change on biodiversity: An assessment of agricultural biodiversity in the European Union. Agriculture, Ecosystems and Environment, 114: 86-102.
- Robinson, R.A., J.D. Wilson, H. Crick. 2001. The importance of arable habitat for farmland birds in grassland landscapes. J. Appl. Ecol., 38: 1059-1069.
- Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecological Monographs, 43: 95-124. In: Larsen K., T. Work and F. Purrington. 2003. Habitat use patterns by ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of northeastern Iowa. Pedobiologia, 47: 288-299.

- Roy, P.S., H. Padalia, N. Chauhan and M.C. Porwal. 2004. *Current Science*, 88 (5): 799-806.
- Rytken, J.J., D.E. Capen and S.P. Mahabir. 1997. Ground beetles as indicators of land type diversity in the Green Mountains of Vermont. *Conserv. Biol.*, 11: 522–530.
- Ryszkowski, L. 1985. Impoverishment of soil fauna due to agriculture. *Intecol Bull.*, 12: 7-17.
- Ryszkowski, L., J. Karg, G. Margarit, M.G. Paoletti and R. Glotin. 1993. Above ground insect biomass in agricultural landscape of Europe. In: Bunce R.G.H., L. Ryszkowski and M.G. Paoletti, (eds): *Landscape Ecology and Agroecosystems*. Lewis, Boca Raton, pp. 71-82.
- Sala, O.E., F.S. Chapin, J.J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L.F. Huenneke, R.B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D.M. Lodge, H.A. Mooney, M. Oesterheld, N.L. Poff, M.T. Sykes, B.H. Walker, M. Walker and D.H. Wall. 2000. Biodiversity—global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770–1774.
- Samways, M.J. 1997. Conservation biology of Orthoptera. In: Gangwere S.K., M.C. Muralirangan and M. Muralirangan. 1997. (eds): *Bionomics of Grasshoppers, Katydid and their Kin*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK and New York, pp. 481-496.
- Santos, P.F. and W.G. Whitford. 1981. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology*, 62: 654-663.
- Santos, S.A.P., J.E. Cabanas and J.A. Pereira. 2006. Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. *European Journal of Soil Biology*, 43 (2): 77-83.
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs and C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conserv. Biol*, 5: 18-32.
- Sfougaris, A. P. Birtsas and A. Nastis. 1998. Bird diversity and density in relation to different habitats and land uses in Portaicos-Pertuli Area, Greece. Waterhouse A. and E. McEwan (eds). 1998. *Landscapes, Livestock and Livelihoods in European Less Favoured Areas-Proceedings of EU EQUFLFA Project*. pp. 57-62.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, Umbrellas and Keystones: a single species management passe in the landscape era? *Biol. Conservation*, 83: 247-257.

- Síp, V., M. Skorpík, J. Chrpová, V. Sottniková and S. Bártoová. 2000. Effect of cultivar and cultural practices on grain yield and bread-making quality of winter wheat. *Rostl. Vír*, 46: 159–167.
- Sirami, C., J.L. Martin and L. Brotons. 2005. Land abandonment induces non-linear long term changes for landscape and avifauna in the Mediterranean. *Biodiversity Conservation and Sustainable Development in Mountain Areas of Europe: The challenge of interdisciplinary research*, 15p.
- Siriwardena, G.M., S.R. Baillie, S.T. Buckland, R.M. Fewster, J.H. Marchant and J.D. Wilson. 1998. Trends in the abundance of farmlands birds: a quantitative comparison of smoothed Common Birds indices. *J. Appl. Ecol.*, 35: 24-43.
- Solbig, O.T. 1992. Biodiversity: An introduction. In: Solbig O.T, H.M van Emben and P.G.W.J. van Oordt (eds): *Biodiversity and global change*. International Union of Biological Sciences, pp.13-20.
- Sotherton, N.W. 1984. The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering on farmland. *Ann. Appl. Biol*, 105: 423–429.
- Sotherton, N.W. 1985. The distribution and abundance of predatory Coleoptera overwintering in field boundaries. *Ann. Appl. Biol.*, 106: 17–21.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological Methods*. Chapman and Hall, London. In: Magurran A.E., 1988. *Ecological diversity and its measurements*, Princeton University Press, 94p.
- Sparks, T. H., T. Parish and S.A. Hinsley. 1996. Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 60: pp. 1-8.
- Squires V.R. 1982. Dietary overlap between sheep, cattle and goats when grazing in common, *J. Range. Manage*, 35: 116-119.
- Sroller, J., J.D. Pulkra'bek, Nova'k and O. Famera. 2002. The effect of perennial forage crop on grain yields in submontane regions. *Rostl. Vy'r*. 48, 154–158. In: Chloupek O., P. Hrstkova and P. Schweigert. 2003. Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries. *Field Crops Research*, 85: 167–190.
- Steele, J.H. 1991. Marine functional diversity: Ocean and land ecosystems may have different time scales for their responses to change. *Bioscience*, 41: 470-474.

- Stoskopf, N.C. 1981. Understanding crop production. Reston Publishing Co. Reston, Virginia.
- Swift, M.J., O.W. Heal and J.M. Anderson. 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. University of California Press, Berkeley, CA, 372 p.
- Thiele, H.U. 1977. Carabid Beetles In Their Environments. Springer-Verlag, New York.
- Thomas, M.B., S.D. Wratten and N.W. Sotherton. 1992. Creation of island habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropodspredator densities and species composition. *J. Appl. Ecol*, 29: 524–531.
- Thomas, C.F.G. and E.J.P. Marshall. 1999. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72: 131-144.
- Tietze, F. 1985. Veränderungen der Arten- und Dominanzstruktur in Laufkätfertaxoz6nosen (Coleoptera: Carabidae) bewirtschafteter GraslandOkosysteme durch Intensivierungsfaktoren. *Zool. Jahrb. Syst.*, 112: 367-382.
- Tucker, M., H. Graham and F. Melanie. 1995. Birds in Europe, their conservation status. Birdlife International (Birdlife Conservation Series no 3), Cambridge U.K, 600p.
- Tucker, G.M. and M.I. Evans. 1997. Habitats for Birds in Europe: A Conservation Strategy for the Wider Environment. Birdlife International, Cambridge.
- Turner, B.L. and W.E. Doolittle. 1978. The concept and measure of agricultural intensity. *Prof. Geogr*, 30: 279–301.
- United Nations Conference on Environment and Development, 1992. Agenda 21. World Summit on Sustainable Development, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992.
- Verburg, P.H., N. Schulp, N. Witte and A. Veldkamp. 2006. Landscape level impacts of change in European land use: high-resolution simulations with the CLUE model. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 114: 1–6.
- Vickery, J.A., A.D. Evans, P.V Grice, N.J. Aebischer and R. Brand-Hardy. (eds.), 2004b. Ecology and Conservation of Lowland Farmland Birds II. The Road to Recovery. *Ibis*, 146, 5 (Suppl. 2).
- Wallace, J.B. 1988. Aquatic invertebrate research. In: W.T. Swank and D.A. Crossley Jr. (eds): *Forest Hydrology and Ecology at Coweeta*. Springer, New York, NY, pp. 257-268.

- Wallin, H. 1985. Spatial and temporal distribution of some abundant carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in cereal fields and adjacent habitats. *Pedobiologia*, 28: 19-34.
- Whitcomb, W.H. and K. Bell. 1964. Predaceous insects, spiders, and mites of Arkansas cotton fields. *Arkansas Agricultural Experiment Station Bulletin*, 690: 1-84.
- Whitcomb, R.F., C.S. Robins, J.F. Lynch, B.L. Whitcomb, M.K. Klimkiewicz and D. Bystrak. 1981. Effects of forest fragmentation on avifauna of eastern deciduous forest. In: R.L. Burgess and D.M. Sharpe (eds): *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. Springer-Verlag, New York, pp. 125-205.
- Whittaker, R.H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecol. Monogr.*, 30: 279-338.
- Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251. In: Magura T. 2002. Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect. *Forest Ecology and Management*, 157: 23-37.
- Whittaker, R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. In: Hetch M.K., W.C. Steere and B.Wallace. (eds.): *Evolutionary Biology*, vol. 10: 1-67.
- Whittwer, S.H. 1980. The shape of things to come. In P.S. Carlson (ed.). *The biology of crop productivity*. Academic Press, New York, pp. 413-459.
- Wilson, M.V. and C.L. Mohler. 1983. Measuring compositional change along gradients. *Vegetatio*, 54: 129-141.
- Winder, L. 1990. Predation of the cereal aphid *Sitobion avenae* by polyphagous predators on the ground. *Ecol. Ento.*, 15: 105-110.

B. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βερεσόγλου, Δ. 2002. Οικολογία. Εκδόσεις «έλλα», Λάρισα, σελ. 361.
- Βλάχος, Γ. και Ν. Μπεόπουλος. 1999. Η εφαρμογή του αγροτο-περιβαλλοντικού κανονισμού Ε.Ο.Κ. 2078/92 στην Ελλάδα: Πρώτες εκτιμήσεις. Στο: Λουλούδης Λ. και Ν. Μπεόπουλος. 1993. Κριτικές Προσεγγίσεις της Ανάπτυξης και της Προστασίας του Περιβάλλοντος της Υπαίθρου, σελ. 113-127.

- Γκόγκας, Δ., Κ. Μπλαδενόπουλος και Σ. Κοτζαμανίδης. 2005. Τεχνική της καλλιέργειας των χειμερινών σιτηρών. Γεωργία και κτηνοτροφία, 10: 42-46.
- ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. 2000. Ειδική περιβαλλοντική μελέτη-Σχέδιο Διαχείρισης Βιοτόπου Ειδικής Προστασίας (SPAs) Όρη Αντιχάσια-Μετέωρα.
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας (ΕΣΥΕ), 1993. Έρευνες Διάρθρωσης των Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων. Αθήνα.
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας (ΕΣΥΕ), 1995. Κατανομή της εκτάσεως της Ελλάδος κατά βασικές κατηγορίες χρήσεων γης. Αθήνα.
- Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης. 2003. Περιβαλλοντικά Σήματα, Σχέδιο Έκθεσης Δεικτών Αειφορίας, σελ. 47-58.
- Εμμανουήλ, Ν., Α. Τσαγκαράκης, Γ. Πετεινάτος, Χ. Εμμανουήλ, Φ. Γκάτζιος, Α. Αναγνωστόπουλος και Α. Παυλίδης. 2006. Ποσοτική και ποιοτική μελέτη αρθροπόδων σε αυτοφυή ποώδη βλάστηση περιοχής Σπάτων Ν. Αττικής. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου 2006, σελ. 312-313.
- Καϊλίδης, Δ.Σ. 1986. Δασική Εντομολογία. Εκδόσεις Γιαπούλη-Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
- Καρανικόλας, Π. και Ν. Μαρτίνος. 1999. "Χωρική διαφοροποίηση της ελληνικής γεωργίας με ορίζοντα το 2010", στο «Η Ελληνική Γεωργία προς το 2010». Μαραβέγιας Ν. (επιμέλεια), Εκδόσεις Παπαζήση, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 245-292.
- Κεραμίδας, Β. 1999. Ιδιότητες του εδάφους που επηρεάζουν τη γονιμότητα του. Επιστημονική διημερίδα «Θρέψη-Λίπανση-Περιβάλλον», Νοέμβριος 1999, Λάρισα, σελ. 27.
- Λουλούδης, Α. και Ν. Μπεόπουλος. 1993. Κριτικές Προσεγγίσεις της Ανάπτυξης και της Προστασίας του Περιβάλλοντος και της Υπαίθρου. Εκδόσεις Στοχαστής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μαντζανάς, Κ. και Β. Παπαναστάσης. 2005. Δασογεωργικά συστήματα και το Ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα SAFE. Πρακτικά Επιστημονικής Ημερίδας, Δασογεωργικά Συστήματα Χρήσης Γης, 4 Φεβρουαρίου 2005, Θεσσαλονίκη.
- Μελιάδης, Ι., Κ. Ραδόγλου και Σ. Καζαντζίδης. 2004. Παρακολούθηση των αλλαγών βιοτόπων στη περιοχή ειδικής προστασίας Όρη Αντιχάσια-Μετέωρα με τη

- χρήση ψηφιακών διαχρονικών δορυφορικών εικόνων. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.-Ι.Δ.Ε., Θεσσαλονίκη, σελ.61.
- Μιχαηλίδου, Ε. 2001. Χρήση Τηλεπισκοπικών Μεθόδων και Ανάπτυξη Βάσης Γνώσης για εφαρμογή στη Γεωργία: Μελέτη περίπτωσης Πεδιάδας της Μεσσαράς. Περιλήψεις Μεταπτυχιακών (Διπλωματικών) Εργασιών (ΕΜΠ).
- Παπαγεωργίου, Ν.Κ. 1990. Βιολογία Άγριας Πανίδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Παπαδημάτου, Α. 2002. Δείκτες Βιώσιμης και Αξιοβίωτης Ολοκληρωμένης Ανάπτυξης: Παραδείγματα στις ορεινές περιοχές. Περιλήψεις Μεταπτυχιακών (Διπλωματικών) Εργασιών (ΕΜΠ).
- Παπαναστάσης, Β. 1994. Σχέσεις Κτηνοτροφίας και Φυσικού Περιβάλλοντος στον Ορεινό και Ημιορεινό Χώρο. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου: «Κτηνοτροφική Πολιτική. Θέσεις-Προσανατολισμοί», Ιωάννινα 10-12 Νοεμβρίου 1994. ΓΕ.Ω.ΤΕ.Ε, Θεσσαλονίκη.
- Παπούλια, Σ., Σ. Καζαντζίδης, Σ. Γαλατσίδας και Γ. Τσιουρλής. 2004. Κατανομή στρουθιόμορφων ειδών σε λιβαδικά και δασικά οικοσυστήματα. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Βόλος, 10-12 Νοεμβρίου, 2004, σελ. 403-407.
- Ράππος, Ε., Α.Δ. Αγγελούδου, Ι. Παπαθανασίου, Θ.Α. Γέμτος και Γ.Δ. Νάνος. 2006. Γεωργία ακριβείας σε καλλιέργεια μηλιάς. Καταγραφή παραλλακτικότητας και συσχετίσεων μεταξύ ανθοφορίας, απόδοσης και ποιότητας καρπών σε οπωρώνα. Γεωργία και Κτηνοτροφία, 4: 42-44.
- Σακελλαριάδης, Σ. 1999. Αειφορική Διαχρονικότητα Φυσικών Πόρων. Μαθήματα Αειφορικής Γεωργίας, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Στάης, Σ. και Μ. Πυροβέτση. 2006. Συγκριτικά στοιχεία για τη σύνθεση της ορνιθοπανίδας σε λιβάδια των περιοχών ειδικής προστασίας (SPAs) Μενοικίου όρους και Χολομώντα. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου 2006, σελ. 285-293.
- Σφήκας, Α.Γ. 1991. Γενική Γεωργία. Θεσ/κη, Α.Π.Θ.
- Σφουγγάρης Α. και Θ. Τσιλιγιάννης. 2004. Συγκριτική μελέτη της ποικιλότητας ειδών και αφθονίας της ορνιθοπανίδας λιβαδικών και αγροτικών οικοσυστημάτων της περιοχής Ελασσόνας. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Πρακτικά 4^{ου}

Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Βόλος, 10-12 Νοεμβρίου 2004, σελ. 29-37.

- Τζανακάκης, Μ. 1995. Εντομολογία. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Τρούμπης, Α.Ι. 1993. Βιολογική Ποικιλότητα: Αρχές και Θεωρία Διαχείρισης. Σημειώσεις προπτυχιακού μαθήματος, Εργαστήριο Διαχείρισης Βιοποικιλότητας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- Τσαντήλας, Χ.Α. και Δ.Γ. Δημογιάννης. 1999. Αναγκαιότητα εδαφολογικών χαρτών στη λίπανση των καλλιεργειών. Επιστημονική Δημερίδα «Θρέψη-Λίπανση-Περιβάλλον», Νοέμβριος 1999, Λάρισα, σελ. 67.
- Υπουργείο Γεωργίας, 2000. Πρακτικά Συνεδρίου, «Γεωργία και Περιβάλλον», 25 Φεβρουαρίου 2000, Κέντρο Γαία, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.
- Φασούλας, Α.Κ. και Ν.Α. Φωτιάδης. 1984. Αρχές της επιστήμης των καλλιεργούμενων φυτών. Εκδόσεις Α.Π.Θ., σελ. 34.
- Χιντήρογλου, Χ. και Δ. Βαφειάδης. 2002. Βιοποικιλότητα, μια Εισαγωγή. Μετάφραση του Gaston, K.J. and J.I Spicer. Biodiversity. An introduction. UNIVERSITY STUDIO PRESS A.E, Λάρισα.

Γ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

[http 1://www.faunaeur.org/Maps.html](http://www.faunaeur.org/Maps.html)

[http 2://www.minagric.gr/greek/2.5.4.1.html](http://www.minagric.gr/greek/2.5.4.1.html)

[http 3://www.minagric.gr/greek.2.5.4.2.html](http://www.minagric.gr/greek.2.5.4.2.html)

[http 4://www.geogr.eduportal.gr/maps.html](http://www.geogr.eduportal.gr/maps.html)

[http 5://www.animaldiversity.ummz.umich.edu](http://www.animaldiversity.ummz.umich.edu)

[http 6://www.koleopterologie.de/gallery/index.html](http://www.koleopterologie.de/gallery/index.html)

[http 7://www.delta-intkey.com](http://www.delta-intkey.com)

[http 8://www.atlashymenoptera.net/sphecidae.htm](http://www.atlashymenoptera.net/sphecidae.htm)

[http 9://www.antweb.org](http://www.antweb.org)

[http 10://www.Kendall-Bioresearch.co.uk/key](http://www.Kendall-Bioresearch.co.uk/key)

[http 11://www.home.hccnet.nl/mp.van.veen/KEYS](http://www.home.hccnet.nl/mp.van.veen/KEYS)

[http 12://www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org)

[http 13://www.rspb.org.uk.html](http://www.rspb.org.uk.html)

[http 14://www.physics4u.gr/news/2005/news2013.html](http://www.physics4u.gr/news/2005/news2013.html)

