

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ - Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ



ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΒΟΣΚΗΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ
ΠΟΟΛΙΒΑΔΙΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Καθ. Σωτήρης Σ. Κανδρέλης

Μεταπτυχιακή διατριβή

Χαραλάμπου Α. Κουτσούκη

Τεχνολόγου Γεωπόνου Ζ.Π.

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2009



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ - Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΒΟΣΚΗΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ
ΠΟΟΛΙΒΑΔΙΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Σωτήρης Σ. Κανδρέλης, Καθηγητής
2. Χαράλαμπος Καρυπίδης, Αναπλ. Καθηγητής
3. Δημήτρης Παπαβασιλείου, Αναπλ. Καθηγητής

Μεταπτυχιακή διατριβή

Χαραλάμπου Α. Κουτσούκη
Τεχνολόγου Γεωπόνου Ζ.Π.

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2009



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελ.
1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	5
3.1. Γενικά.....	5
3.2. Έδαφος.....	8
3.3. Χλωρίδα	10
3.4. Παραγωγή βοσκήσιμης ύλης	13
3.5. Πεπτικότητα βοσκήσιμης ύλης	14
3.6. Χημική σύσταση βοσκήσιμης ύλης	16
3.6.1. Στάδιο ανάπτυξης λιβαδικών φυτών.....	16
3.6.2 Φαινολογικό στάδιο φυτών και τοπογραφική θέση.....	17
3.7. Κλιματικοί Παράγοντες	18
3.7.1 Επίδραση της θερμοκρασίας αέρα στη λιβαδική παραγωγή	18
3.7.2. Επίδραση της βροχόπτωσης στη λιβαδική παραγωγή	18
3.8. Τα Ανόργανα Στοιχεία	20
3.9. Σκοπός της έρευνας.....	22
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	23
4.1. Περιοχή έρευνας	23
4.1.1. Γεωγραφική θέση – Μορφολογία εδάφους.....	23
4.1.2. Κλιματικά στοιχεία	25
4.1.3. Γεωλογικά στοιχεία.....	28
4.1.4. Χλωρίδα & Βλάστηση	31
4.2. Μέθοδοι.....	33
4.2.1. Δειγματοληψία	33
4.2.2. Εργαστηριακές αναλύσεις.....	35
4.3. Στατιστική ανάλυση.....	37
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	38
5.1. Έδαφος	38



5.2. Βοτανική Σύνθεση	40
5.3 Παραγωγή βοσκήσιμης ύλης	42
5.4. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Αζωτούχες Ουσίες (ΑΟ).....	44
5.5. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Ολικό Λίπος (ΟΛ) και Τέφρα.....	48
5.6. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Ινώδεις Ουσίες (ΙΟ).....	50
5.6.1 Περιεκτικότητα σε NDF (Neutral Detergent Fiber - ΙΟ αδιάλυτες σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών).....	50
5.6.2. Περιεκτικότητα σε ADF (Acid Detergent Fiber - ΙΟ αδιάλυτες σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών).....	52
5.6.3. Περιεκτικότητα σε λιγνίνη.....	53
5.7. <i>In vitro</i> πεπτικότητα της ΕΟ (IVDMD).....	56
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	61
7. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	62
8.Summary	63
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΠΙΝΑΚΕΣ	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70



ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΟ	Αζωτούχες ουσίες
ΙΟ	Ινώδεις ουσίες
ΟΛ	Ολικό λίπος
ΞΟ	Ξηρά ουσία
Τ	Τέφρα
NDF	Neutral Detergent Fiber (ΙΟ αδιάλυτες σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών)
ADF	Acid Detergent Fiber (ΙΟ αδιάλυτες σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών)
IVDMD	<i>In vitro</i> dry matter digestibility (<i>in vitro</i> πεπτικότητα της ξηρής ουσίας)
Kg	Χιλιόγραμμα
g	Γραμμάριο
Ha	Εκτάριο (10 στρέμματα)
Στρ.	Στρέμμα
P	Επίπεδο σημαντικότητας
r	Συντελεστής συσχέτισης
r²	Συντελεστής προσδιορισμού
C	Αργιλώδες
SiC	Ιλυοαργιλώδες
SiCL	Ιλυοαργιλοπηλώδες
SC	Αμμοαργιλώδες
SCL	Αμμοαργιλοπηλώδες
CL	Αργιλοπηλώδες
Si	Ιλυώδες
SiL	Ιλυοπηλώδες
L	Πηλώδες
S	Αμμώδες
LS	Πηλοαμμώδες
SL	Αμμοπηλώδες



1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σήμερα η κτηνοτροφία αποτελεί έναν από τους πιο δυναμικούς παραγωγικούς τομείς της χώρας. Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου και η αύξηση του πληθυσμού έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθούν και οι ανάγκες για τα προϊόντα ζωικής προέλευσης. Είναι γνωστό άλλωστε, ότι τα κτηνοτροφικά προϊόντα που παράγονται στην χώρα μας δεν καλύπτουν τις ανάγκες σε ζωοκομικά προϊόντα, με αποτέλεσμα να γίνονται εισαγωγές από άλλες χώρες.

Η αιγοπροβατοτροφία και η βοοτροφία αποτελούν δυο από τους σπουδαιότερους κλάδους της κτηνοτροφίας, αξιοποιώντας το μεγαλύτερο μέρος των λιβαδιών της χώρας και συμβάλλοντας σημαντικά στην εθνική οικονομία. Η διατροφή των ζώων αποτελεί το 45-65% του κόστους παραγωγής των ζωικών προϊόντων (Buxton 1996). Η παραγωγή ζωοτροφών στη χώρα μας είναι περιορισμένη και δεν καλύπτει τις διατροφικές ανάγκες των ζώων, με αποτέλεσμα να γίνονται εισαγωγές, οι οποίες αυξάνουν το κόστος της διατροφής των αγροτικών ζώων. Τα λιβάδια της χώρας μας χαρακτηρίζονται από τις χαμηλές γενικά αποδόσεις και δεν καλύπτουν τις ανάγκες των ζώων. Επιπλέον, δεν γίνεται σωστή διαχείριση των λιβαδιών με αποτέλεσμα, εκτός από την χαμηλή παραγωγή βοσκήσιμης ύλης, να δημιουργούνται και καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον, όπως είναι π.χ. μείωση της βιοποικιλότητας, διάβρωση των εδαφών κ.α.

Τα λιβάδια είναι εκτάσεις πολύτιμες και ζωτικής σημασίας για το μέλλον της κτηνοτροφίας στη χώρα μας. Η αξιοποίηση του παραγωγικού δυναμικού τους σε σχέση με τις άλλες χρήσεις γης, όπως είναι οι γεωργικές και οι δασικές εκτάσεις, είναι επιβεβλημένη. Η γνώση της ποσότητας και της ποιότητας της παραγόμενης βοσκήσιμης ύλης, οι θρεπτικές ανάγκες των ζώων και η σωστή διαχείριση των λιβαδιών, θα συμβάλλουν στη μείωση του κόστους παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων κτηνοτροφικών προϊόντων, καθώς επίσης και την σε μεγάλο βαθμό ικανοποίηση των διατροφικών αναγκών των αγροτικών ζώων.

Η Ήπειρος και η Θεσσαλία είναι κτηνοτροφικές περιοχές, οι οποίες διαθέτουν εκτεταμένες λιβαδικές εκτάσεις και ένα σημαντικό μέρος της κτηνοτροφίας τους είναι νομαδική. Για το λόγο αυτό, η γνώση της ποσότητας και της ποιότητας της παραγόμενης βοσκήσιμης ύλης από τα λιβάδια και ιδιαίτερα από τα ποολίβαδα, τα οποία άλλωστε αξιοποιούνται κατά κύριο λόγο από τα πρόβατα και τα βοοειδή, αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, που ήταν ο προσδιορισμός της παραγωγής και η θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης ποολιβαδιών σε διαφορετικές υψομετρικές ζώνες, απαιτήθηκαν αρκετές ώρες εργασίας τόσο στην ύπαιθρο, όσο και στο εργαστήριο. Παρά τα προβλήματα που προέκυψαν κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, ο σκοπός επιτεύχθηκε. Επομένως, θεωρώ ελάχιστο χρέος μου να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν στην πραγματοποίηση της εργασίας, και ειδικότερα:



Τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής διατριβής **κ. Σωτήρη Κανδρέλη**, καθηγητή του Τμήματος Ζωικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, για την ανάθεση του τόσο ενδιαφέροντος θέματος, την συνεχή καθοδήγηση και παρακολούθηση, τις εύστοχες υποδείξεις και προτάσεις του, καθώς και για τις εποικοδομητικές συζητήσεις που είχαμε κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας έως την τελική διαμόρφωση του κειμένου.

Τον **κ. Χρήστο Ρούκο**, Γεωπόνο M.Sc. και υποψήφιο διδάκτορα, υπάλληλο του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων και εργαστηριακό συνεργάτη του Τμήματος Ζωικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, για την συμμετοχή του στην εγκατάσταση των πειραματικών κλωβών, την βοήθεια του στη συλλογή και την επεξεργασία των δειγμάτων (βοσκήσιμη ύλη - έδαφος), τη συνεχή καθοδήγηση και παρακολούθηση των εργαστηριακών αναλύσεων, καθώς και για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Τους αναπληρωτές καθηγητές του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου **κ. κ. Δημήτριο Παπαβασιλείου** και **Χαράλαμπο Καρυπίδη**, μέλη της εξεταστικής επιτροπής, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν στον σχεδιασμό, στην πραγματοποίηση και στην ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης.

Τον **κ. Ιωάννη Μαντζούτσο**, εργαστηριακό συνεργάτη του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, για τη συμβολή του στη διεκπεραίωση των εδαφολογικών αναλύσεων καθώς και για την βοήθεια του στη συλλογή των δειγμάτων.

Τον **κ. Χριστόδουλο Ζινδριλή**, εργαστηριακό συνεργάτη του Τμήματος Ζωικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, για την βοήθεια του στην αναγνώριση των φυτών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος, για όλα όσα διδάχτηκα κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου.



2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα λιβάδια της χώρας μας αποτελούν ζωτικούς χώρους με πολλαπλούς σκοπούς και λειτουργίες. Τα λιβαδικά οικοσυστήματα, τα οποία ανήκουν στον τύπο των ποολίβαδων, καλύπτονται κυρίως από ποώδη φυτά (αγρωστώδη και πλατύφυλλα) σε ποσοστό μεγαλύτερο από 85% και θεωρούνται πολύτιμα για το περιβάλλον και την οικονομία. Στη χώρα μας καλύπτουν έκταση 1.700.000 εκταρίων και κατανέμονται σε όλες τις υψομετρικές ζώνες, όπου τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος επιδρούν σημαντικά όχι μόνο στην ποσότητα, αλλά και στην ποιότητα της βοσκήσιμης που παράγουν (Πλατής κ.α. 2000 - 2002).

Τα λιβάδια στην Ελλάδα ταξινομούνται, με βάση την προέλευση τους, σε φυσικά και τεχνητά, με βάση την εποχή και την διάρκεια χρησιμοποιήσεώς τους, σε χειμερινά και θερινά, με βάση το υψόμετρο σε λιβάδια χαμηλής ζώνης (0-600μ.), μεσαίας ζώνης (600-800μ.), υψηλής ζώνης (800-1700μ.) και υπαλπικής ζώνης (1700μ. και άνω). Από βελτιωτικής όμως απόψεως, επιβάλλεται να ταξινομούνται με βάση την φυτική τους επικάλυψη (Σαρλής 1998).

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα, ήτοι οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και οι υψηλές του θέρους, περιορίζουν την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης. Επιπλέον, ένα μέρος των λιβαδιών δεν προσφέρονται για χρήση σε όλες τις εποχές του έτους, όπως π.χ. τα λιβάδια της υψηλής ζώνης και των υπαλπικών περιοχών τα οποία δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους κάθε περιοχής οφείλονται στη σύγχρονη επίδραση του κλίματος και των ζώντων οργανισμών στο μητρικό πέτρωμα και ρυθμίζονται από την τοπογραφική διαμόρφωση για μια ορισμένη χρονική περίοδο. Οι ιδιότητες του εδάφους είναι σημαντικές παράμετροι για την ποιότητα και ποσότητα της λιβαδικής παραγωγής. Οι σπουδαιότερες από αυτές είναι η παραγωγικότητα, η γονιμότητα, η διαπερατότητα, η υδατοχωρητικότητα και η διαβρωσιμότητα. Γενικά, οι εδαφικές συνθήκες των λιβαδιών της χώρας μας δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ικανοποιητικές εκτός ελάχιστων περιπτώσεων (Σαρλής 1998).

Από υδρολογικής απόψεως, η άνιση κατανομή των ετησίων ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων έχει ως αποτέλεσμα, το μεγαλύτερο μέρος τους να απορρέει επιφανειακά και να συμπαρασύρει το γόνιμο έδαφος. Συνεπώς ο υδάτινος πλούτος παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτος με αποτέλεσμα να γίνεται πολλές φορές αιτία σοβαρών ζημιών αλλά και ρυπογόνος για τα γειτονικά οικοσυστήματα.

Τα λιβάδια της χώρας μας είναι οριακής απόδοσης, με αβαθή και επικλινή εδάφη και μικρή παραγωγή (Παπαναστάσης 2006). Η παραγωγή στα διάφορα διαμερίσματα της χώρας μας παρουσιάζει διακυμάνσεις και εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες, και τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η διαχείρισή τους, τις περισσότερες φορές, γίνεται χωρίς πρόγραμμα, με αποτέλεσμα η βοσκοφόρτωση να είναι μεγαλύτερη της βοσκοϊκανότητας.



Από την άλλη πλευρά, η Ελλάδα έχει την πλουσιότερη χλωρίδα της Ευρώπης. Μάλιστα, λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση ανάμεσα στον αριθμό των ειδών και την επιφάνεια του χώρου, η σχέση αυτή είναι έξι φορές μεγαλύτερη στην Ελλάδα απ' ό τι σε πολλά κράτη της βορειοδυτικής Ευρώπης. Με τον όρο χλωρίδα εννοούμε το σύνολο των διαφόρων ειδών φυτών που απαντούν σε μία περιοχή. Ο αριθμός των ενδημικών αυτών φυτών, δηλαδή αυτών που αυτοφύονται μόνο στην Ελλάδα, ανέρχεται στα περίπου 700 είδη. Αυτό οφείλεται στη γεωλογική ιστορία του τόπου, στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες και προ παντός, στη γεωγραφική του διαμόρφωση και τοποθέτηση, που τον κάνει να έχει μια καταπληκτική ποικιλία φυτών από την Μεσόγειο, την Ευρώπη, την Ασία και τη βόρειο Αφρική. Σε αυτά πρέπει να προσθέσουμε και τον πλούσιο διαμελισμό, σε όρη, χαράδρες, ποταμούς, λίμνες και νησιά που το καθένα προσφέρει δικές του οικολογικές συνθήκες, ιδιαίτερα ευνοϊκές για την ανάπτυξη ξεχωριστών φυτικών κοινωνιών (Ελμουτ Μπάουμαν 1999). Η ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει 6.308 τάξα (είδη και υποείδη), σύμφωνα με τα ως σήμερα στοιχεία της βάσης δεδομένων της Flora Hellenica, ενώ ο αριθμός των ειδών υπολογίζεται ότι είναι 4.900 - 5.500 (Strid & Tan 1992). Στα λιβάδια απαντώνται πολλά είδη της οικογένειας των αγραστωδών (*Graminae* - *Poaceae*) και των ψυχανθών (*Leguminosae* - *Fabaceae*), καθώς και πολλά ωφέλιμα και μη φυτά, διαφόρων άλλων οικογενειών. Ο πλούτος αυτός των φυτικών ειδών παρέχει ευνοϊκές προϋποθέσεις για τη δημιουργία, μέσω της Βιοτεχνολογίας, διαφόρων ποικιλιών φυτών καταλλήλων για τη μελλοντική βελτίωση των σοβαρά υποβαθμισμένων λιβαδιών (Σαρλής 1998).

Τα λιβάδια είναι δυναμικά οικοσυστήματα των οποίων η ποσότητα και η ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης που παράγεται μεταβάλλεται με το χρόνο και με τη χρήση. Για την ορθολογική οργάνωση και διαχείριση των λιβαδιών είναι απαραίτητη η γνώση της χλωρίδας, το είδος του ζώου που θα τα αξιοποιήσει, το σύστημα βόσκησης που πρόκειται να εφαρμοστεί καθώς επίσης και η θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης. Τα παραπάνω αποσκοπούν τόσο στη βέλτιστη διαχείριση και τη βελτίωση των λιβαδιών, όσο και στη βελτίωση των αποδόσεων των ζώων με την ελάχιστη δυνατή χορήγηση συμπληρωματικών ζωοτροφών.

Για τον προσδιορισμό της θρεπτικής αξίας, της βοσκήσιμης ύλης λιβαδιών της Ηπείρου και της Θεσσαλίας, πραγματοποιήθηκαν τα παρακάτω βήματα: (α) συλλογή φυτικών ειδών, (β) εργαστηριακές αναλύσεις υπολογισμού των φυσικοχημικών παραμέτρων του εδάφους και (γ) ανάλυση του οργανικού και ανόργανου περιεχομένου και υπολογισμός της *in vitro* πεπτικότητας της βοσκήσιμης ύλης, το μήνα Μάιο.



3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

3.1. Γενικά

Λιβάδι καλείται η ποώδης ή ξυλώδης ή και μικτή φυτοκοινωνία, η οποία αναπτύσσεται φυσικώς επί της εδαφικής επιφάνειας και η οποία βοσκόμενη επιτοπίως από κτηνοτροφικά ή θηραματικά ζώα, ανανεώνεται με τη φυσική σπορά ή με την παραβλάστηση. Για το λόγο αυτό άλλωστε, καλείται συνήθως και φυσικό λιβάδι. Επίσης, τα φυσικά λιβάδια καλούνται και βοσκές, βοσκότοποι ή και βοσκολίβαδα (Biswell και Λιάκος 1962). Ωσαύτως και σύμφωνα με τους Παπαναστάση και Νοϊτσάκη (1992), λιβάδι είναι το φυσικό οικοσύστημα που καλύπτεται από ποώδη ή θαμνώδη βλάστηση και παράγει βοσκήσιμη ύλη για τα κτηνοτροφικά και τα άγρια ζώα, ενώ παράλληλα προσφέρει και άλλα αγαθά και υπηρεσίες, όπως είναι τα θηράματα, το νερό, η προστασία του περιβάλλοντος, η αναψυχή κ.ο.κ. Επίσης, αποτελεί τη δεξαμενή σπάνιων ειδών χλωρίδας και πανίδας και κατά περιπτώσεις, εξασφαλίζει διάφορα ορυκτά καθώς και προϊόντα εξόρυξης λατομείων.

Σε αντιδιαστολή με το λιβάδι, λειμώνας ή τεχνητό λιβάδι, είναι μια ποώδης φυτοκοινωνία βελτιωμένων χορτοδοτικών κτηνοτροφικών φυτών, που δημιουργείται τεχνητά ύστερα από όργωμα, λίπανση ή άρδευση, και η οποία μπορεί να ανανεώνεται με παραβλάστηση ή με νέα σπορά, ύστερα από βόσκηση με ζώα ή μετά από θερισμό, για την παραγωγή σανού (Biswell και Λιάκος 1982).

Η **βοσκή** είναι η έκταση, της οποίας η παραγωγή χρησιμοποιείται για την διατροφή των ζώων, προσλαμβάνεται σε διάφορες εποχές απευθείας από τα βόσκοντα ζώα και γίνεται εκμεταλλεύσιμη με τη βόσκηση (Σαρλής 1998).

Επομένως, ο όρος **βόσκηση** αναφέρεται στην αποκοπή τμημάτων ή ολόκληρων φυτών από τα ζώα με σκοπό την κάλυψη των αναγκών τους σε τροφή. Στο λιβαδικό οικοσύστημα, η βόσκηση αποτελεί το συνδετικό κρίκο μεταξύ της πρωτογενούς (βλάστησης) και της δευτερογενούς (ζώα) παραγωγής. Είναι η διαδικασία με την οποία η ενέργεια και τα θρεπτικά στοιχεία μεταφέρονται από τη βλάστηση στα ζώα (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992, Σαρλής 1998).

Το γεγονός, ότι η βόσκηση των κτηνοτροφικών ζώων αποτελεί την κυρίαρχη χρήση των λιβαδιών της χώρας μας οδήγησε στη επικράτηση των κοινών ονομάτων βοσκότοποι ή βοσκές. Οι όροι αυτοί είναι επιστημονικά αδόκιμοι, γιατί υποδηλώνουν μια μόνο χρήση, τη βόσκηση. Επί πλέον, ο όρος “βοσκότοπος” είναι και παραπλανητικός. Και αυτό γιατί, ενώ όλα τα λιβάδια μπορούν να βόσκονται, όλοι οι βοσκότοποι δεν αποτελούν λιβάδια. Για παράδειγμα, τα χωράφια σιτηρών βόσκονται το καλοκαίρι μετά τη συγκομιδή των προϊόντων, αλλά δεν είναι λιβάδια. Επίσης, βόσκονται οι αυλές των σπιτιών, τα γήπεδα, οι άκρες των δρόμων στα χωριά, χωρίς όλα αυτά να υπάγονται στα λιβάδια (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).



Βλάστηση είναι η φυτική κάλυψη μιας περιοχής από απόψεως φυσιογνωμίας και πυκνότητας, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η συστηματική κατάταξη των φυτών (Σαρλής 1998). Αύξηση της βλάστησης θεωρείται κάθε αλλαγή, συνήθως κάθε επαύξηση, της φυτικής βιομάζας. Άλλωστε, πολύ συχνά μιλάμε για την ανάπτυξη ενός φύλλου, ενός φυτού ή μιας ολόκληρης λιβαδικής έκτασης. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι η ανάπτυξη ενός λιβαδιού είναι ισοδύναμη με την παραγωγικότητά του, την οποία συνήθως μετράμε σε τόνους φυτικής βιομάζας ανά εκτάριο ανά έτος (t/Ha/έτος). Επίσης, είναι γνωστό ότι η αύξηση της βλάστησης συνεχίζεται με ένα ρυθμό ο οποίος ποικίλει τόσο μέσα στο χρόνο, όσο και σε διάρκεια, η οποία εξαρτάται από τον βιολογικό κύκλο των φυτών, το περιβάλλον τους, αλλά και την εκάστοτε εφαρμοζόμενη διαχείριση (Κανδρέλης 2000).

Ο όρος **θρεπτική αξία** αναφέρεται και αφορά, πάντοτε σε ένα συγκεκριμένο είδος βοσκήσιμης ύλης, ενώ χρησιμοποιείται για να σχολιαστούν οι σχέσεις μεταξύ όλων των παραγόντων της. Άλλωστε, ο όρος θρεπτική αξία είναι μια αρκετά ευρεία έννοια, η οποία πολλές φορές, προσδιορίζεται με ασάφεια, και χρησιμοποιείται συνήθως για μια εξειδικευμένη μορφή ζωικής παραγωγής, η οποία ομαδοποιεί το ζώο, το φυτό και τα κριτήρια που έχουν ως βάση το χώρο του λιβαδιού. Έτσι, για την περίπτωση της θρεπτικής αξίας της βοσκήσιμης ύλης, θεωρούμε ότι αυτή δεν είναι απόλυτα σταθερή, καθώς εξαρτάται από την ποσότητα που καταναλώνει ένα αγροτικό ζώο, η οποία διαφοροποιεί στη συνέχεια τις ποσότητες και τις σχετικές αναλογίες των θρεπτικών συστατικών που απορροφούνται (Κανδρέλης 2000). Σύμφωνα με τους Kellaway και συνεργάτες (1993) η θρεπτική αξία αποτελεί τη συγκέντρωση των θρεπτικών συστατικών στη βοσκήσιμη ύλη ή καλύτερα την ανταποδιδόμενη ζωική παραγωγή ανά μονάδα πρόσληψης.

Εκτός από τη θρεπτική αξία, ένας άλλος όρος σπουδαίας σημασίας είναι και η **ποιότητα** της προσλαμβανόμενης βοσκήσιμης λιβαδικής βλάστησης. Με τον όρο ποιότητα αποδίδουμε την έννοια που συνδέει τη χημική σύσταση και τη δομή της προσλαμβανόμενης τροφής. Είναι με άλλα λόγια και αναλυτικότερα, το αποτέλεσμα της χημείας και της ανατομίας της λιβαδικής βλάστησης, των λοιπών φυσικών ιδιοτήτων, των βλαβερών (επιζήμιων) ουσιών (που μπορεί να είναι ένα προϊόν της χημείας και των φυσικών ιδιοτήτων), των παραγόντων ευαισθησίας και του περιεχομένου ύδατος. Η χημική σύσταση της ποώδους βοσκήσιμης ύλης, ιδιαίτερα μάλιστα στην περίπτωση που αυτή συνδέεται με τα βόσκοντα αγροτικά ζώα, εκτιμάται, κυρίως, με τον όρο “φαινομένη πεπτικότητα” (apparent digestibility), ή απλά πεπτικότητα (Digestibility - D), η οποία αποδίδεται από τον παρακάτω αλγεβρικό τύπο:

$$D=100 \times (IA-f)/IA$$

Όπου: IA είναι η ποσότητα (σε kg) της τροφής που καταναλώνεται από το ζώο, και f είναι η ποσότητα (σε kg) των περιττωμάτων που αποβάλλονται από αυτό.

Η πεπτικότητα υπολογίζεται συνήθως σε ολόκληρη την ποσότητα της ξηράς ουσίας που καταναλώνεται από το ζώο. Στην περίπτωση αυτή μάλιστα ονομάζεται πεπτικότητα ξηράς ουσίας (Dry Matter Digestibility - DMD ή D). Κατά αντίστοιχο τρόπο όπως παραπάνω, όταν η πεπτικότητα αναφέρεται μόνο στην οργανική ουσία, τότε λέγεται πεπτικότητα οργανικής ουσίας (Organic Matter Digestibility – OMD), ενώ υπάρχει και η

πεπτικότητα της τέφρας (Ash Digestibility), δεδομένου ότι για ιστορικούς και μόνο λόγους, όλα τα ανόργανα στοιχεία που περιλαμβάνονται στην τροφή ονομάζονται τέφρα. Τέλος, όταν η πεπτικότητα αναφέρεται σε οποιοδήποτε ιδιαίτερο συστατικό της τροφής έχουμε την αντίστοιχη πεπτικότητα, όπως για παράδειγμα πεπτικότητα κυτταρικών τοιχωμάτων (Cell Wall Digestibility – CWD) (Κανδρέλης 2000).

Παρότι οι μετρήσεις αυτές παραμένουν κοινές, υποστηρίζεται (Beever 1993) ότι δεν μπορούν να δώσουν πειστικές προβλέψεις στην απόδοση των ζώου, υποδεικνύοντας ότι η ορισμένη αξία της φαινομένης πεπτικότητας, θεωρείται ορθότερη ως το μέτρο της τροφικής αξίας.

Μια άλλη σημαντική μέτρηση της χημικής σύστασης της τροφής, η οποία χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη διατροφή των ζώων για να περιγράψει την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, είναι η ακατέργαστη (πρωτογενής) πρωτεΐνη ή αζωτούχες ουσίες (Crude protein – CP). Οι ολικές πρωτεΐνες βρίσκονται από τον απλοποιημένο αλγεβρικό τύπο:

$$CP = 6,25 \times N_{\text{τροφής}}$$

Η απλοποίηση της εξίσωσης βασίζεται στις παρακάτω τρεις (3) παραδοχές-προϋποθέσεις (Κανδρέλης 2000):

Παραδοχή 1^η: όλο το άζωτο στην ποώδη βλάστηση παρουσιάζεται ως πρωτεΐνη,

Παραδοχή 2^η: όλες οι πρωτεΐνες περιέχουν 16% άζωτο,

Παραδοχή 3^η: όλες οι πρωτεΐνες έχουν την ίδια διαιτητική αξία.

Η χημική σύσταση και η θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης είναι διαφορετική μεταξύ των λιβαδιών, αλλά και εντός του ίδιου λιβαδικού υποτύπου. Στην εύκρατη ζώνη η μεταβολίσιμη ενέργεια στα αγρωστώδη κυμαίνονταν από 7,0 έως 13,0 MJ/Kg ΞΟ, και η περιεκτικότητά τους σε αζωτούχες ουσίες ήταν 60 έως 250 gr/Kg ΞΟ, ενώ στα αγρωστώδη της τροπικής ζώνης η μεταβολίσιμη ενέργεια κυμαίνονταν από 5,0 – 11,0 MJ/Kg ΞΟ, και η περιεκτικότητά τους σε αζωτούχες ουσίες ήταν από 20 έως 200 gr/kg ΞΟ (Barnes και Baylor 1995).

Η ποσότητα της παραγόμενης βοσκήσιμης ύλης κυμαίνεται μεταξύ ευρέων ορίων, ανάλογα με την κλιματική ζώνη που αναπτύσσονται τα οικοσυστήματα αυτά, τη συγκεκριμένη σύνθεση της βλάστησης, το είδος του εδάφους και το βαθμό χρησιμοποίησης από τα βόσκοντα ζώα. Σε ποολίβαδα που μελετήθηκαν υπό συνθήκες προστασίας από βόσκηση από το Διεθνές Βιολογικό Πρόγραμμα (IBP) στη δεκαετία του 1970 και τα οποία εκτείνονταν τόσο στην εύκρατη, όσο και στην τροπική ζώνη της γης, η ετήσια παραγωγή κυμάνθηκε από 76 μέχρι 2086 χλγ./στρέμμα (Coupland 1979). Στην Ελλάδα, η ετήσια παραγωγή προστατευόμενων από τη βόσκηση ποολίβαδων βρέθηκε κατά μέσο όρο ίση με 160, 223, και 384 χλγ./στρέμμα στη χαμηλή, μεσαία και υψηλή ζώνη της Μακεδονίας, αντίστοιχα (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Επίσης, η εποχιακή και η ετήσια μεταβολή της βοσκήσιμης ύλης των ποολίβαδων στη χαμηλή ζώνη, εξαρτάται κυρίως από το ύψος και την κατανομή των κατακρημνισμάτων και της θερμοκρασίας, το μέγιστο της παραγωγής πραγματοποιείται το μήνα Μάιο, και η βοσκήσιμη ύλη έχει την υψηλότερη τιμή σε ολικές πρωτεΐνες τον μήνα Μάρτιο (Πλατής κ.α. 2006).



Η ποσότητα της βοσκήσιμης λιβαδικής βλάστησης η οποία καταναλώνεται από τα αγροτικά ζώα, όταν αυτά βόσκουν στις λιβαδικές εκτάσεις, καθορίζεται από τέσσερις, κυρίως παράγοντες, εκ των οποίων οι τρεις συνδέονται στενά και εξαρτώνται από τη δυνατότητα της ανθρώπινης παρέμβασης, με την εφαρμογή γνωστών γεωργικών μεθόδων.

Οι παράγοντες αυτοί είναι: α) η ποιότητα της ποώδους λιβαδικής βλάστησης, β) η δομή του λιβαδιού, γ) η διαθεσιμότητα της προσλήψιμης ποώδους λιβαδικής βλάστησης (το ποσό της τροφής σε σχέση με τις ανάγκες του ζώου), και δ) τα χαρακτηριστικά του ζώου (ο τύπος, το μέγεθος και η παραγωγικότητα του ζώου), ενώ οι περιβαλλοντικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των κτηνοτροφικών φυτών είναι η διαθεσιμότητα του νερού, η θερμοκρασία, η διατροφή, η φωτιά, ο ανταγωνισμός και η αραιώση (Κανδρέλης 2000).

Η διατροφή των ζώων αποτελεί το μεγαλύτερο κόστος για τις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις, επιπλέον η χημική σύνθεση των τροφών έχει άμεση σχέση με την αποδοτικότητα των ζώων. Για τους παραπάνω λόγους, η γνώση της χημικής σύστασης της βοσκήσιμης ύλης είναι βασικής σημασίας για τη βελτίωση των λιβαδιών. Ο προσδιορισμός της χημικής σύστασης γίνεται με εργαστηριακές αναλύσεις, οι οποίες είναι σχετικά οικονομικές και γρήγορες. Οι πληροφορίες όμως που μας παρέχουν δεν μπορούν να μας δώσουν άμεση εκτίμηση της θρεπτικής αξίας της ζωοτροφής, αλλά μας βοηθούν στη στατιστική συσχέτιση για την εκτίμηση της πεπτικότητας (Buxton 1996).

3.2. Έδαφος

Το έδαφος είναι προϊόν φυσικών συντελεστών κλίματος, ζώντων οργανισμών, μητρικού πετρώματος, τοπογραφίας και χρόνου. Τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός εδάφους σε μια περιοχή οφείλονται στη σύγχρονη επίδραση κλίματος και ζώντων οργανισμών στο μητρικό πέτρωμα, που ρυθμίζεται από την τοπογραφική διαμόρφωση για μια ορισμένη χρονική περίοδο (Biswell και Λιάκος 1962).

Στο έδαφος λαμβάνουν χώρα χημικές και βιολογικές δραστηριότητες. Είναι ένα ενεργό σύστημα όπου εισέρχονται και εξέρχονται ενέργεια, οργανικές και ανόργανες ουσίες (Igwe *et al.* 2005).

Το έδαφος έχει άμεση σχέση με τη βλάστηση και την παραγωγή ενός λιβαδιού. Όσο ευνοϊκότερα είναι τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τόσο πλουσιότερη είναι η λιβαδική βλάστηση και υψηλότερη η λιβαδική παραγωγή. Μερικά χαρακτηριστικά του εδάφους που συνδέονται άμεσα με την παραγωγικότητα των λιβαδιών είναι, η μηχανική σύσταση, η δομή, το βάθος, το pH, η οργανική ουσία και η γονιμότητα (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Η μηχανική σύσταση του εδάφους αναφέρεται στην περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο, ιλύ και άμμο. Τα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο είναι πλουσιότερα σε χημικά στοιχεία, όπως άζωτο, φωσφόρο και κάλιο, αλλά έχουν μικρή διηθητικότητα σε σχέση με τα αμμώδη εδάφη. Τα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άμμο είναι φτωχότερα σε θρεπτικά στοιχεία, αλλά έχουν μεγαλύτερη διηθητικότητα σε σχέση με τα αργιλώδη εδάφη. Η καλύτερη ισορροπία μεταξύ δέσμευσης θρεπτικών στοιχείων και διηθητικότητας του νερού πετυχαίνεται στα μέτρια εδάφη, τα οποία περιέχουν μίγμα άμμου, ιλύος και

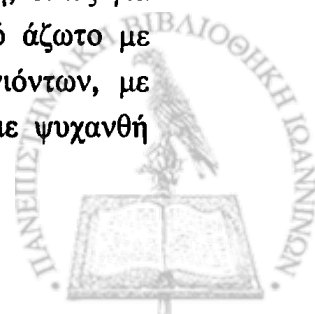
αργίλου. Επίσης η διηθητικότητα του νερού και ο αερισμός του εδάφους επηρεάζονται και από τη δομή, δηλ. από τον τρόπο με τον οποίο είναι τοποθετημένα και συνδεδεμένα μέσα στο έδαφος τα διάφορα ανόργανα και οργανικά συστατικά του (Παπαμίχος 1990, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Το βάθος του εδάφους συνδέεται με την παραγωγικότητά του και έχει μεγάλη σημασία για τη λιβαδική παραγωγή, γιατί τα λιβαδικά εδάφη στη χώρα μας είναι κατά κανόνα αβαθή. Το βάθος του εδάφους είναι το κύριο χαρακτηριστικό για την διάκριση της ποιότητας τόπου στα λιβάδια με δευτερεύον τη συνήθη εγκάρσια κλίση. Η ποιότητα τόπου στα λιβάδια διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: πρώτη (I) ποιότητα τόπου με βάθος εδάφους μεγαλύτερη των 30 εκατοστών και συνήθη κλίση από 0 έως 15%, δεύτερη (II) ποιότητα τόπου με βάθος εδάφους από 15 έως 30 εκατοστά και συνήθη κλίση 15 έως 30%, και τρίτη (III) ποιότητα τόπου με βάθος εδάφους από 0 έως 15 εκατοστά και συνήθη κλίση μεγαλύτερη του 30% (Παπαναστάσης και Γώγος 1983, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Όλα τα χαρακτηριστικά του εδάφους επηρεάζουν τη σύνθεση της λιβαδικής βλάστησης, κανένα όμως από μόνο του, εκτός του pH, δεν είναι σε θέση για τον προσδιορισμό του χημικού περιβάλλοντος των φυτών και των μικροοργανισμών του εδάφους (Igwe *et al.* 2005).

Το pH του εδάφους είναι καθοριστικό για τη σύνθεση της βλάστησης στα λιβάδια. Τα αγρωστώδη γενικά, αντέχουν σε χαμηλό pH ή σε όξινα εδάφη, τα ψυχανθή προτιμούν υψηλό pH και βρίσκονται σε ελαφρώς όξινα, ουδέτερα ή και σε βασικά εδάφη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η στολονίφερη αγρωστίδα (*Agrostis stolonifera*), η ξυνίθρα (*Rumex acetocella*), και η φτέρη (*Pteridium aquillinum*) που απαντούν σε όξινα εδάφη, ενώ η υπαρρένια (*Hyparrhenia hirta*) και οι περισσότερες ετήσιες μηδικές, αλλά και η δενδρώδης μηδική (*Medicago arborea*), απαντούν σε ελαφρώς όξινα μέχρι ουδέτερα εδάφη. Τα περισσότερα όμως λιβαδικά φυτά έχουν σχετικά ευρύ φάσμα αντοχής στην αντίδραση του εδάφους (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Τα λιβαδοπονικά φυτά μπορούν να μεταβάλουν το pH του εδάφους, και είναι δυνατόν αυτά να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις ομάδες: (1) τα φυτά της οικογένειας *Chenopodiaceae* που δεν μεταβάλουν το pH του εδάφους, γιατί απορροφούν ισοδύναμες ποσότητες κατιόντων και ανιόντων, (2) τα αγρωστώδη και τα ψυχανθή που είναι αναποτελεσματικά στη δέσμευση του αζώτου και τα οποία: (α) όταν η κύρια πηγή αζώτου είναι τα νιτρικά απορροφούν, σε μια βάση ισοδυναμίας, περισσότερα ανιόντα από όσο απορροφούν κατιόντα, με αποτέλεσμα να προκαλούν αύξηση στο pH του εδάφους, και (β) όταν η κύρια πηγή του αζώτου είναι η αμμωνία, τα φυτά απορροφούν περισσότερα κατιόντα από όσα ανιόντα απορροφούν, με αποτέλεσμα να προκαλούν μείωση στο pH του εδάφους, (3) τα εμβολιασμένα (με αζωτοβακτήρια) ψυχανθή, τα οποία κατορθώνουν να προσλάβουν το άζωτο δεσμεύοντας το μοριακό άζωτο, και κάποια άλλα είδη, όπως για παράδειγμα το *Fagopyrum esculentum*, τα οποία προσλαμβάνουν το νιτρικό άζωτο με τέτοιο τρόπο ώστε η πρόσληψη των κατιόντων να ξεπερνά αυτή των ανιόντων, με αποτέλεσμα να προκαλούν μείωση του pH στο έδαφος. Στις καλλιέργειες με ψυχανθή



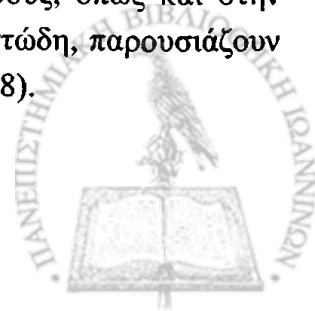
εμφανίζεται μια μακροχρόνια οξύνιση του εδάφους. Σε καλλιέργειες λευκού τριφυλλιού (*Trifolium repens*) έχουν αναφερθεί μειώσεις στο pH του εδάφους κατά 0,5 μονάδες σε τέσσερα έτη, και μίας μονάδα σε ένα χρονικό διάστημα 50 ετών (Κανδρέλης 2000). Οι τιμές του pH των εδαφών, που εξασφαλίζουν στα φυτά τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξή τους είναι 6,0 έως 8,0 (Holechek *et al.* 1989).

Τα λιβαδικά εδάφη είναι γενικά φτωχά σε οργανική ουσία, η οποία επηρεάζει τη δομή του εδάφους και τον εφοδιασμό των φυτών με θρεπτικά στοιχεία. Το άζωτο είναι το πλέον ελλειμματικό στοιχείο στα λιβαδικά εδάφη με δεύτερο στοιχείο να είναι ο φωσφόρος, ενώ πολλές λιβαδικές περιοχές παρουσιάζουν έλλειψη και σε κάλιο, ασβέστιο και θείο. Ελλείψεις σε μαγνήσιο καθώς και σε μικροστοιχεία, όπως ο χαλκός, το κοβάλτιο και ο ψευδάργυρος, μπορούν να επηρεάσουν και την απόδοση των βόσκοντων ζώων σε αυτά τα λιβάδια, ή να προκαλέσουν τοξικά προβλήματα, όταν υπάρχει υπερβολική συγκέντρωση στο έδαφος ορισμένων ιχνοστοιχείων, όπως το σελήνιο και το μολυβδαίνιο (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

3.3. Χλωρίδα

Το σύνολο των φυτικών ειδών που απαντώνται στα λιβάδια αποτελεί τη χλωρίδα των λιβαδιών. Ένα λιβάδι μπορεί να αποτελείται από πλούσια ή πτωχή χλωρίδα. Επίσης, ένα λιβάδι μπορεί να έχει πλούσια βλάστηση και πτωχή χλωρίδα ή και αντιστρόφως. Τα φυτά που αποτελούν τη χλωρίδα των λιβαδιών διακρίνονται σε πόες, που αποτελούν την ποώδη βλάστηση και σε θάμνους και δένδρα, που αποτελούν την ξυλώδη βλάστηση. Στη διαμόρφωση της βλάστησης μια περιοχής συντελούν, οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, οι κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής, το ανάγλυφο του εδάφους, το υψόμετρο και οι ανθρωπογενείς επιδράσεις.

Από απόψεως χρησιμοποίησης των φυτών των βοσκοτόπων από τα ζώα, τα φυτά διακρίνονται σε χρήσιμα ή ωφέλιμα και ζιζάνια. Χρήσιμα ή ωφέλιμα καλούνται τα φυτά εκείνα, τα οποία, όταν καταναλίσκονται από τα ζώα, δίνουν σε αυτά τα θρεπτικά τους στοιχεία χωρίς να προκαλούν δυσάρεστες οργανικές ανωμαλίες. Τα φυτά αυτά είναι πολλά και ανήκουν σε διάφορες οικογένειες. Από αυτές οι σπουδαιότερες είναι οι οικογένειες των αγρωστωδών (*Poaceae*) και των ψυχανθών (*Fabaceae*). Τα αγρωστώδη παρέχουν βοσκή υψηλής θρεπτικής αξίας και σε ικανοποιητικές ποσότητες. Τα φυτά των οικογενειών αυτών είναι μεγάλης προσαρμοστικότητας, αντέχουν στις δυσμενείς συνθήκες βοσκήσης και κοπής και καλλιεργούνται για βόσκηση, σανό, ενσίρωση, καθώς και για απόληψη καρπού. Επίσης, παρέχουν ικανοποιητική αναβλάστηση, προστατεύουν το έδαφος από τη διάβρωση και συντελούν στη βελτίωση των εδαφών. Το υψηλό ποσοστό των αγρωστωδών στο σύνολο της χλωρίδας, προσδίδει βοσκή καλής σύνθεσης, ενώ το υψηλό ποσοστό ψυχανθών στα λιβαδικά οικοσυστήματα συντελεί στη βελτίωση της θρεπτικής αξίας της βοσκήσιμης ύλης και συμβάλλει στη καλή διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, όπως και στην προοδευτική βελτίωσή της. Τα ψυχανθή όμως, σε σχέση με τα αγρωστώδη, παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή στη βόσκηση και στο πάτημα των ζώων (Σαρχής 1998).



Για την ταξινόμηση των λιβαδιών, οι Biswell και Λιάκος (1982) προτείνουν δυο ιεραρχικά επίπεδα, τον τύπο και τον υποτύπο. Ο τύπος του λιβαδιού αποτελεί την ταξινομική μονάδα και χαρακτηρίζεται από τη γενική όψη και φυσιογνωμία της βλάστησης. Ο υποτύπος χαρακτηρίζεται κυρίως, από τη σύνθεση ή την πυκνότητα της βλάστησης.

Σε έρευνες που έγιναν στη χώρα μας έδειξαν, ότι δυο ακόμα ενδιαμέσες επίπεδα είναι απαραίτητα για την ταξινόμηση: η μορφή και η σειρά. Η μορφή του λιβαδιού αποτελεί υποδιαίρεση του τύπου και χαρακτηρίζεται από τη μορφολογία των φύλλων και του βλαστού καθώς και από τον τρόπο αύξησης των κυριαρχούντων φυτών, ενώ η σειρά χαρακτηρίζεται από το κυριαρχούν είδος του λιβαδιού (Παπαναστάσης κ.α. 1986, Papanastasis 1989).

Με βάση τη βλάστησή τους, στην Ελλάδα υπάρχουν τέσσερις τύποι λιβαδιών:

Α) Ποολίβαδα ή χορτολίβαδα ή χορτολιβαδικές εκτάσεις χαρακτηρίζονται τα οικοσυστήματα που καλύπτονται κατά κύριο λόγο με ποώδη φυτά (Stoddart *et al.* 1975, Coupland 1979, Biswell και Λιάκος, 1982). Επίσης, σ' αυτά μπορεί να υπάρχουν και ξυλώδη είδη, μέχρις ορισμένου ποσοστού (10-20%). Μεταξύ των φυτών αυτών κυρίαρχα, από πλευράς βιομάζας, είναι τα αγρωστώδη, ενώ τα πλατύφυλλα υπερτερούν σε αριθμό ειδών. Σε τρία αντιπροσωπευτικά ποολίβαδα της Μακεδονίας βρέθηκε ότι, παρόλο που το 67% των ειδών αποτελούνταν από πλατύφυλλες πόες, το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας (46-80%) οφείλονταν σε τρία κυρίαρχα αγρωστώδη. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος για τον οποίο, στην περιγραφή και ταξινόμηση των ποολίβαδων, τα αγρωστώδη θεωρούνται ως τα κύρια είδη (Παπαναστάσης 1981, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Τα λιβαδικά αυτά οικοσυστήματα εκτείνονται στη χαμηλή και μεσαία ζώνη και κατά αποκλειστικότητα αποτελούν τις υπαλπικές βοσκές που καλούνται και “σπανά” ή “αμάλιες” και στην Κρήτη “μαδάρες” (Σαρλής 1998).

Η βλάστηση των ποολίβαδων αποτελείται από μεγάλη ποικιλία φυτικών ειδών. Τα φυτά αυτά μπορούν να είναι μονοετή ή πολυετή. Τα μονοετή απαντούν σε περιοχές με σαφή και μακρά περίοδο ξηρασίας, όπως είναι εκείνες που έχουν τυπικό μεσογειακό κλίμα. Τα πολυετή φυτά, αντίθετα, βρίσκονται σε περιοχές με σχετικά άφθονη και κατανεμημένη βροχή μέσα στην περίοδο του έτους, όπως για παράδειγμα στην εύκρατη ζώνη. Στην Ελλάδα, τα ετήσια φυτά κυριαρχούν στις νότιες περιοχές και γενικά στη χαμηλή ζώνη. Όσο το υψόμετρο ανεβαίνει, τα ετήσια υποχωρούν και αντικαθίστανται από πολυετή είδη. Τα ορεινά λιβάδια της Ελλάδας χαρακτηρίζονται από πολυετή φυτά. Μετά από σύγκριση τριών αντιπροσωπευτικών ποολίβαδων στη Μακεδονία, διαπιστώθηκε ότι τα ετήσια φυτά αποτελούσαν τα 73% των ειδών στη χαμηλή ζώνη και 35% στη μεσαία, ενώ στην ψευδαλπική ζώνη δεν βρέθηκε κανένα ετήσιο φυτό στο φυτοκάλυμα, το οποίο αποτελούνταν εξ ολοκλήρου από πολυετή φυτά (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Ο τύπος των λιβαδιών αυτών είναι κατάλληλος για βόσκηση προβάτων, βοοειδών και αιγών όταν υπάρχει κάλυψη από ξυλώδη είδη (Biswell και Λιάκος 1962).

Β) Φρυγανολίβαδα είναι εκείνα τα λιβαδικά οικοσυστήματα στα οποία κυριαρχούν τα φρύγανα. Φρύγανα είναι τα ξυλώδη φυτά, τα οποία εμφανίζουν τα φαινόμενα του



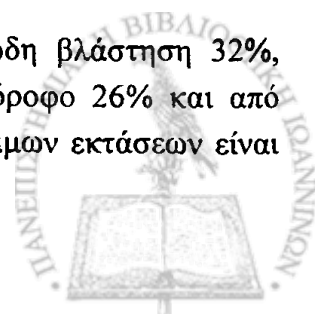
εποχιακού διμορφισμού, δηλ. την αντικατάσταση των μεγάλων χειμερινών φύλλων με μικρά θερινά φύλλα στο τέλος της άνοιξης, προκειμένου να περιορίσουν τη διαπνοή και να ανταπεξέλθουν έτσι στη μακρά και ξηρή θερινή περίοδο (Oshra 1972, Margaris 1981). Πρόκειται για θαμνίσκους (ημίθανους) ύψους μικρότερου του 1 μ. Τα ξυλώδη φυτά δεν αποτελούν το μόνο συστατικό των φρυγανολίβαδων. Τα οικοσυστήματα αυτά θεωρούνται ως ανοικτές ξυλώδεις φυτοκοινότητες, με σημαντικό δομικό στοιχείο και τα ποώδη φυτά. Τα φρυγανολίβαδα απαντούν σε περιοχές με ακραίες συνθήκες κλίματος και με αβαθή και βραχώδη εδάφη. Στην Ελλάδα απαντάται στη δυτική και νότια ηπειρωτική περιοχή, καθώς και στη νησιωτική Ελλάδα. Τα φρυγανολίβαδα έχουν γενικά μικρή θρεπτική αξία, με αποτέλεσμα να μη βόσκονται από τα ζώα ή να βόσκονται ελάχιστα (Παπαναστάσης 1976, Papanastasis 1977, Παπαναστάσης 1984).

Γ) Ως **θαμνολίβαδα** χαρακτηρίζονται τα λιβαδικά οικοσυστήματα στα οποία κυριαρχούν οι θάμνοι. Τα θαμνόμορφα δένδρα συγκροτούν κι αυτά θαμνολίβαδα, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι δεν αποτελούν δασοπονικά είδη τα οποία απέκτησαν τη θαμνώδη μορφή ύστερα από σχετική καλλιέργεια (π.χ. πρεμνοφυή δάση). Όταν οι θάμνοι φύονται σε πυκνή κατάσταση, τότε δημιουργούνται συνηρεφή θαμνολίβαδα, τα οποία στερούνται ή έχουν πολύ μικρό ποσοστό ποώδους βλάστησης. Αντίθετα, όταν οι θάμνοι φύονται σε ομάδες ή σε αραιή κατάσταση, τότε δημιουργούνται ομαδοπαγή ή ανοικτά θαμνολίβαδα, στα οποία ένα σημαντικό ποσοστό του εδάφους είναι καλυμμένο με ποώδη βλάστηση. Τα θαμνολίβαδα έχουν σχεδόν παράλληλη εξάπλωση με τα ποολίβαδα, αλλά περιορίζονται σε εδάφη αβαθή και άγονα, καθώς και σε περιβάλλον με άνιση κατανομή της ετήσιας βροχόπτωσης (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992).

Τα λιβάδια αυτά απαντώνται στην κατώτερη μεσογειακή ζώνη που καλείται ζώνη της ελαίας ή ζώνη της χαλεπίου πεύκης μέχρις υψομέτρου 700 μ. περίπου, ενώ οι φυλλοβόλοι θάμνοι απαντώνται σε περιοχές με ύψυγρο και υγρό μεσογειακό κλίμα. Τα εδάφη των λιβαδιών αυτών είναι αβαθή, πτωχά σε ενεργό ασβέστιο, με pH ουδέτερο ή ελαφρώς όξινο (Σαρλής 1998).

Δ) **Δασολίβαδα** ή μερικώς δασοσκεπή λιβάδια. Είναι τα λιβαδικά οικοσυστήματα, μέσα στα οποία φύονται διεσπαρμένα μεμονωμένα άτομα ή συνδενδρίες ή λόχμες δασικής βλάστησης (Biswell και Λιάκος 1982). Τα δασικά αυτά δένδρα, αν και είναι δυνατόν να παράγουν περιορισμένες ποσότητες καυσόξυλων ή και τεχνική ξυλεία ακόμη, εν τούτοις δεν επηρεάζουν την κυρία χρήση και τη λειτουργία του οικοσυστήματος που είναι η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης. Πηγή της βοσκήσιμης ύλης αυτής είναι τα ποώδη και τα φρυγανώδη ή θαμνώδη φυτά. Υπάρχουν αρκετά φυσικά δασολίβαδα, όμως τα περισσότερα από αυτά είναι τεχνητά και οφείλονται σε ανθρωπογενείς αιτίες. Περίπτωση φυσικών δασολίβαδων αποτελεί η μορφή woodland - grass της Καλιφόρνιας, όπου διάφορα είδη δρυός είναι διασπαρμένα σε ετήσιο ποολίβαδο (Stoddart *et al.* 1975, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Οι βοσκήσιμες εκτάσεις στην Ελλάδα καλύπτονται από ποώδη βλάστηση 32%, θάμνους και δάσος με ποώδη υπόροφο 27%, δάσος με ποώδη υπόροφο 26% και από θάμνους 15%. Σύμφωνα με αυτή την κατάταξη το 58% των βοσκήσιμων εκτάσεων είναι



κατάλληλο για βόσκηση βοοειδών και προβάτων, και το 42% είναι κατάλληλο για βόσκηση αιγών (Ζέρβας 1998).

Τα λιβάδια σύμφωνα με τα πρότυπα εξέλιξης των κυρίαρχων ειδών που τα συνθέτουν, είναι δυνατόν να ταξινομηθούν σε πέντε μεγάλες κατηγορίες (Κανδρέλης 2000):

1. **Τα ετήσια λιβάδια.** Σε αυτά το κυρίαρχο είδος της βλάστησης αναγεννιέται από το σπόρο και η σπορά επαναλαμβάνεται κάθε έτος. Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει άγονα (στείρα) γένη, όπως π.χ. μερικά τετραπλοειδή είδη λόλιου ή κάποια είδη στα οποία δεν επιτρέπεται να απορρίψουν τους σπόρους τους, είτε διότι ο βιολογικός τους κύκλος είναι πολύ μεγάλος, ώστε να μπορέσουν να διασπείρουν τους βιώσιμους σπόρους σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, είτε διότι διαχειρίζονται με τέτοιο τρόπο (π.χ. βόσκονται), ώστε να αποφεύγεται η παραγωγή των σπόρων και η αναγέννηση των φυταρίων.
2. **Τα αυτο-αναγεννώμενα ετήσια λιβάδια.** Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει εκείνα τα είδη, τα οποία συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο και παράγουν σπόρους μέσα σε μια αυξητική περίοδο, ενώ οι σπόροι που έχουν διασπαρθεί φυτρώνουν και επανεγκαθίστανται στο λιβάδι την επόμενη περίοδο π.χ. το υπόγειο τριφύλλι (*Trifolium subterraneum*) και πολλά άλλα ετήσια ποώδη των φυσικών λιβαδιών.
3. **Τα διετή λιβάδια.** Αυτός είναι ένας χαλαρός όρος που χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσουμε τα είδη εκείνα, των οποίων τα περισσότερα μητρικά φυτά επιβιώνουν για δυο περιόδους, όπως π.χ. το λόλιο το πολυανθές (*Lolium multiflorum*). Η διατήρηση όμως στο λιβάδι των φυτών αυτών, απαιτεί μια σωστή διαχείριση, έτσι ώστε, να διασφαλισθεί η διασπορά των σπόρων από τα γνήσια φυτά, ή απλούστερα, από τα φυτά που ξανασπέρνονται. Η ελαφριά βόσκηση είναι δυνατόν να επιδράσει πάνω στα διετή, ώστε αυτά να μετασχηματιστούν σε:
4. **Βραχύβια πολυετή λιβάδια.** Κάτω από τις συνθήκες αυτές το λιβάδι αποτελείται κυρίως από είδη τα οποία αναγεννιούνται βλαστικά, και μέχρι ενός σημείου, από σπόρους. Πλην όμως, η αναγέννηση των σπουδαιότερων ειδών δεν είναι σε επαρκή βαθμό ικανή να διατηρήσει τη σύνθεση του λιβαδιού πάνω από 3 έως 5 έτη.
5. **Τα πολυετή λιβάδια.** Είναι γνωστό ότι διάφορα πολυετή ποώδη φυτά, όπως το πολυετή λόλιο (*Lolium perenne*) στις εύκρατες περιοχές, το *Paspalum dilatatum* ή το *Paspalum notatum* στις υποτροπικές περιοχές και το *Brachiaria decumbens* στις τροπικές, αλλά και τα ψυχανθή, τριφύλλι το έρπον (*Trifolium repens*) και κοινή μηδική (*Medicago sativa*), μπορούν να επιβιώσουν για 5 έως 20 έτη, γεγονός που εξαρτάται από τη διαχείριση της βόσκησης και τη γονιμότητα του εδάφους.

3.4. Παραγωγή βοσκήσιμης ύλης

Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης αναφέρεται σε ετήσια βάση και εκφράζεται σε γραμμάρια στο τετραγωνικό μέτρο (g/m^2) ή χιλιόγραμμα στο στρέμμα ή χιλιόγραμμα στο εκτάριο (Kg/ha) (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Η βοσκήσιμη ύλη ενδιαφέρει τους επιχειρηματίες ή τους κτηνοτρόφους σε δυο επίπεδα. Πρώτον, η παραγωγή ικανοποιητικής ποσότητας και ποιότητας βοσκήσιμης ύλης,



και δεύτερον, η ικανοποιητική παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων από τα ζώα (Biswell και Λιάκος 1962).

Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης των ελληνικών λιβαδιών κυμαίνεται μεταξύ ευρέων ορίων και είναι συνάρτηση της περιοχής και του είδους του λιβαδιού αλλά και των ιδιαίτερων συνθηκών κάθε περιοχής. Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης σε ορεινά ποολίβαδα στο Ν. Ιωαννίνων ήταν 557 Kg ΞΟ/στρέμμα, ενώ σε ποολίβαδα χαμηλού υψομέτρου ήταν 380 Kg ΞΟ/στρέμμα (Τζιάλλα κ.α. 2000). Στη Πρέβεζα, η μέση ετήσια παραγωγή βοσκήσιμης ύλης βρέθηκε στα πεδινά ποολίβαδα 386 Kg ΞΟ/στρ, στα ημιορεινά ποολίβαδα 261 Kg ΞΟ/στρ και στα ορεινά ποολίβαδα 240 Kg ΞΟ/στρ. (Ρούκος κ.α. 2006). Η μεγάλη παραγωγή βοσκήσιμης ύλης των πεδινών ποολιβαδίων αποδόθηκε στην υψηλή βροχόπτωση που η περιοχή της Ηπείρου δέχεται κάθε έτος.

Σε ιδιωτικό πεδινό αβόσκητο ποολίβαδο στην περιοχή Αμφιθέας του Ν. Λαρίσης η μέγιστη παραγωγή βοσκήσιμης ύλης βρέθηκε το μήνα Μάιο και το έτος 2001 ότι ήταν 205,4 Kg ΞΟ/στρέμμα, το 2002 161,3 Kg ΞΟ/στρέμμα και το 2003 190,2 Kg ΞΟ/στρέμμα. Μετά το μήνα Μάιο, το ύψος της διαθέσιμης παραγωγής του ποολίβαδου μειώθηκε, όπως αναμενόταν και η φθίνουσα αυτή τάση επηρεάστηκε άμεσα από τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες και τη γεωγραφική θέση (Πλατής κ.α. 2006). Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης σε πεδινά - ημιορεινά φρυγανολίβαδα κυμαίνεται μεταξύ 100 - 120 Kg ΞΟ/στρ., ενώ σε πεδινά ποολίβαδα η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης ήταν 160 Kg ΞΟ/στρ., σε ημιορεινά 220 Kg ΞΟ/στρ. και σε ορεινά 380 Kg ΞΟ/στρ. (Νάσσης 1995). Οι Παπανικολάου κ.α. (2002) αναφέρουν, ότι η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης μειώνεται από 480 σε 410 Kg ΞΟ/στρ., σε ποολίβαδα μεταξύ χαμηλής και αλπικής ζώνης.

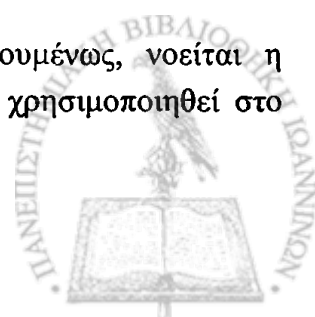
Σε τροπικές περιοχές η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης ξεπέρνα τα 8.000 Kg ΞΟ/στρ., ιδιαίτερα σε λειμώνες με επάρκεια νερού και λίπανσης (Snaydon 1991).

Στις Η.Π.Α, σε αβόσκητα ποολίβαδα της εύκρατης ζώνης, η ετήσια παραγωγή χλωρής βιομάζας ήταν, στο Κολοράντο 10,1 τ./Ha/έτος, στο Τέξας 17,6 τ./Ha/έτος, στη Νότια Ντακότα 18,8 τ./Ha/έτος, στην Οκλαχόμα 28,6 τ./Ha/έτος, ενώ σε αβόσκητα ποολίβαδα της τροπικής ζώνης στο Κουίνσλαντ της Αυστραλίας η παραγωγή κυμαίνονταν από 12,2 έως 15,4 τ./Ha/έτος (Κανδρέλης 2000). Σε φυσικά λιβαδικά οικοσυστήματα, η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης κυμαίνεται από 240 έως 3400 Kg ΞΟ/στρέμμα, με την υψηλότερη παραγωγή να παρατηρείται στις τροπικές περιοχές (Coupland 1992).

Οι διαφορές που παρατηρούνται στην ποσότητα και την ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης αποδίδονται, στις κλιματικές συνθήκες, τον τύπο του εδάφους, την υγρασία του εδάφους, την εποχική βροχόπτωση, τα διαθέσιμα στοιχεία, την βοτανική σύνθεση, το είδος του βόσκοντος ζώου και τη διαχείριση (Lemaire *et al.* 2000, Ρούκος κ.α. 2006, Τζιάλλα κ.α. 2000, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992, Βερεσόγλου 1998).

3.5. Πεπτικότητα βοσκήσιμης ύλης

Με τον όρο “πεπτικότητα”, όπως ήδη αναφέρθηκε προηγουμένως, νοείται η ποσότητα της τροφής που τελικά συγκρατείται από το ζώο για να χρησιμοποιηθεί στο φαινόμενο του μεταβολισμού.



Οι ινώδεις ουσίες χρησιμοποιούνται αρχικά ως αρνητική μέτρηση της ποιότητας της τροφής, επειδή η πεπτικότητα και ως εκ τούτου και η ενεργειακή αξία μιας τροφής μειώνονται, όταν το ποσοστό των ινωδών ουσιών αυξάνεται. Αυτό όμως δεν ισχύει πάντα, κυρίως για τα μηρυκαστικά που έχουν τη δυνατότητα να πέσουν μεγάλες ποσότητες κυτταρινών και ημικυτταρινών των τροφών, δεν πέπτουν όμως και τη λιγνίνη, η οποία πρακτικά είναι άπεπτη (Παπαδόπουλος 1999).

Οι ινώδεις ουσίες (NDF) των φυτών, σχετίζονται αρνητικά με την πρόσληψη τροφής από τα ζώα, ενώ η τιμή του ADF σχετίζεται αρνητικά με την πεπτικότητα των φυτών. Στα περισσότερα ψυχανθή η περιεκτικότητα ADF είναι περίπου 100 gr/Kg ΞΟ, μικρότερη από την αντίστοιχη του NDF, ενώ στα αγρωστώδη η περιεκτικότητα ADF είναι περίπου 200 gr/Kg ΞΟ, μικρότερη από την αντίστοιχη του NDF (Van Soest 1994).

Τα ψυχανθή περιέχουν συνήθως λιγότερες ινώδεις ουσίες σε σχέση με τα αγρωστώδη, και η διαφορά αυτή οφείλεται κυρίως στη συγκέντρωση του NDF στα φύλλα των παραπάνω οικογενειών (Buxton 1996).

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε NDF τεσσάρων αγρωστωδών (*Dactylis glomerata* L., *Bromus inermis* Leyss., *Festuca arundinacea* Schreb. και *Phalaris arundinacea* L.) όταν βρίσκονταν στο στάδιο της ανθοφορίας ήταν περίπου 500 gr/Kg ΞΟ, ενώ η περιεκτικότητα των μίσχων σε NDF ήταν περίπου 700 gr/Kg ΞΟ. Η πεπτικότητα των φύλλων ήταν 550 έως 650 gr/Kg ΞΟ, ενώ των μίσχων από 500 έως 650 gr/Kg ΞΟ (Buxton and Marten 1989, Buxton 1990). Στη μηδική, η περιεκτικότητα των φύλλων σε NDF κατά το μέσο στάδιο της ανθοφορίας ήταν περίπου 250 gr/Kg Ξ.Ο., ενώ των μίσχων ήταν 450 έως 700 gr/Kg Ξ.Ο (Buxton and Hornstein 1986, Buxton *et al.* 1985).

Η πεπτικότητα των μίσχων είναι μικρότερη σε σχέση με την πεπτικότητα των φύλλων και αυτή μειώνεται περισσότερο με την πάροδο της αυξητικής περιόδου (Tilley and Terry 1963).

Η πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης, που αποτελείται από διαφορετικά είδη φυτών, είναι διαφορετική, και αυτό οφείλεται στον διαφορετικό τύπο των φυτών, του πεπού και άπεπτου κυτταρικού περιεχομένου της βοσκήσιμης ύλης, καθώς επίσης και στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε αζωτούχες ουσίες (Pearson *et al.* 2006).

Για να προσδιοριστεί η θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της πεπτικότητάς της. Οι *in vivo* μετρήσεις απαιτούν υψηλό κόστος και χρόνο, ενώ οι εργαστηριακές αναλύσεις είναι σχετικά οικονομικές και γρήγορες. Η πιο διαδομένη μέθοδος είναι η των δυο σταδίων εκτίμηση της *in vitro* πεπτικότητας των Tilley και Terry (1963). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρέως για τον προσδιορισμό της πεπτικότητας των ζωοτροφών, και μας δίνει καλή εκτίμηση της πεπτικότητας με μικρό σφάλμα (Adegosan 2002).

Η βοσκήσιμη ύλη με πεπτικότητα 70-80% ΞΟ, περιέχει αζωτούχες ουσίες και ενέργεια, οι οποίες είναι ικανές για υψηλή παραγωγικότητα των προβάτων. Επίσης, το στάδιο ωριμότητας των φυτών είναι αυτό που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στην πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης (Bell 2003).



3.6. Χημική σύσταση βοσκήσιμης ύλης

Οι ανάγκες των ζώων δε πρωτεΐνες εκφράζονται συνήθως ως αζωτούχες ουσίες (ΑΟ). Η μέση περιεκτικότητα των ψυχανθών σε ολικές αζωτούχες είναι 170 gr/Kg ΞΟ, ενώ των αγρωστώδων κυμαίνεται από 100 έως 130gr/Kg ΞΟ (Minson 1990).

Το μεγαλύτερο ποσοστό της πρωτεΐνης της τροφής (75% περίπου) διασπάται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας, και μόνο το 25% διαπερνά τη μεγάλη κοιλία άθικτο, συνιστώντας έτσι την μη αποδομήσιμη πρωτεΐνη (Broderick 1994, Merchen and Bourquin 1994). Η *Medicago falcata* παρουσιάζει υψηλότερο ποσοστό μη αποδομήσιμης πρωτεΐνης από τη *Medicago sativa* (Broderick and Buxton 1991). Η μη αποδομήσιμη πρωτεΐνη στο *Bromus inermis* L. ήταν 20% και παραμένει σταθερή με την πρόοδο προς την ωρίμανση, ενώ στο *Panicum virgatum* L. η μη αποδομήσιμη πρωτεΐνη ήταν 51% και αυξάνεται έως και 70%, με την πρόοδο προς την ωρίμανση (Mullahey *et al.* 1992).

Επομένως, το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε κυτταρικά τοιχώματα έχει άμεση σχέση με την πεπτικότητά της. Έτσι, επειδή τα φύλλα έχουν μικρότερη συγκέντρωση κυτταρικών τοιχωμάτων σε σχέση με τους μίσχους, παρουσιάζουν κατά συνέπεια, μεγαλύτερη πεπτικότητα. Τέλος, και η περιεκτικότητα των ψυχανθών σε αζωτούχες ουσίες είναι μεγαλύτερη από τα αγρωστώδη.

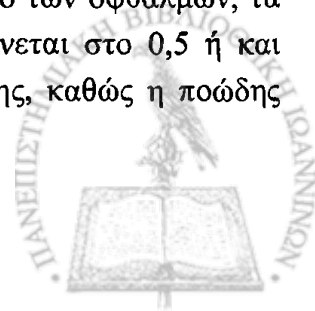
3.6.1. Στάδιο ανάπτυξης λιβαδικών φυτών

Καθώς η ποώδης βλάστηση ωριμάζει, το ποσοστό επί τοις εκατόν των διαλυτών υλικών μέσα στα κύτταρα μειώνεται και οι συγκεντρώσεις της ημικυτταρίνης, κυτταρίνης και λιγνίνης αυξάνονται. Η ωρίμανση, αποτέλεσμα του χρόνου ή του σταδίου ανάπτυξης, είναι η μέγιστη απλή μεταβλητή στη ποιότητα της ποώδους λιβαδικής βλάστησης. Προκαλεί την πτώση της πεπτικότητας από το 75 έως 80% στα μη ώριμα αγρωστώδη ή ψυχανθή, στο 50%, σε φυσικό ποολίβαδο στη Ευρώπη κατά την διάρκεια του χειμώνα και ακόμα πιο χαμηλά στο 30%, σε ιστάμενο νεκρό υλικό κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου στους ξηρούς και υγρούς τροπικούς (Κανδρέλης 2000).

Ο Wilson (1982), έδωσε μέσους ρυθμούς πτώσης της πεπτικότητας όταν τα φύλλα ωριμάσουν προτού να φτάσουν στην πλήρη ανάπτυξή τους κατά 1,5, 1,1 και 1,3% πεπτικότητα ανά εβδομάδα στα *Panicum maximum*, *Pennisetum polystachion* και *Austostipa* spp, αντίστοιχα.

Υπάρχει μια υψηλή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και της πεπτικότητας των λιβαδικών φυτών που αναπτύσσονται την Άνοιξη, αν και ο ρυθμός μείωσης παρουσιάζει διακύμανση ανάλογα με τη γεωγραφική θέση. Στις βόρειες περιοχές των Η.Π.Α. η μείωση αυτή ανέρχεται σε 3 και 5 gr/kg/d για τον Μάιο και τον Ιούνιο, αντίστοιχα (Fick *et al.* 1994).

Κατά την ωρίμανση των φυτών, η αναλογία μεταξύ φύλλων και μίσχων μειώνεται. Στη μηδική (*Medicago sativa* L.) μία εβδομάδα πριν το πρώιμο στάδιο των οφθαλμών, τα φυτά έχουν αναλογία φύλλων / μίσχων 1,4, η οποία συνήθως μειώνεται στο 0,5 ή και περισσότερο στις επόμενες εβδομάδες (Albrecht *et al.* 1987). Επίσης, καθώς η ποώδης



βλάστηση ωριμάζει, ο λόγος των φύλλων προς τους βλαστούς μειώνεται για τα ψυχρόβια αγρωστώδη από 0,80 στο 0,30 (Κανδρέλης 2000).

Η πεπτικότητα των φυτών Λιβαδική Οικολογία *glomerta* L., *Bromus inermis* Leyss., *Festuca arundinacea* Schreb. και *Phalaris arundinaceae* L. μειώνεται κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο από 4 έως 6 gr/kg/d ανάλογα με τον αριθμό των παραφυάδων (Buxton and Marten 1989).

Όταν τα λιβαδοπονικά φυτά βρίσκονται στο ώριμο στάδιο της ανάπτυξής τους, η περιεκτικότητά τους σε ΑΟ είναι μικρότερη από την περιεκτικότητα που αυτά παρουσιάζουν όταν βρίσκονται σε νεαρό στάδιο. Αυτό οφείλεται: α) στο ότι μειώνονται οι ΑΟ στα φύλλα και τους μίσχους, β) οι μίσχοι έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε ΑΟ και γ) οι μίσχοι καταλαμβάνουν μεγαλύτερη βιομάζα στα ώριμα φυτά (Buxton 1996).

3.6.2 Φαινολογικό στάδιο φυτών και τοπογραφική θέση

Η λιβαδική παραγωγή καθώς και η ποιότητα αυτής επηρεάζεται τόσο από το φαινολογικό στάδιο των φυτών όσο και από την τοπογραφική θέση.

Σε λιβάδια του Ν. Ιωαννίνων, στην αρχή της βλαστικής περιόδου, παρατηρήθηκε μεγάλο ποσοστό ΑΟ και στην συνέχεια σταδιακή μείωση, ενώ η περιεκτικότητά τους σε ινώδεις ουσίες ήταν μεγαλύτερη, όταν οι ΑΟ είχαν τη μικρότερη τιμή (Τζιάλλα κ.ά. 2000).

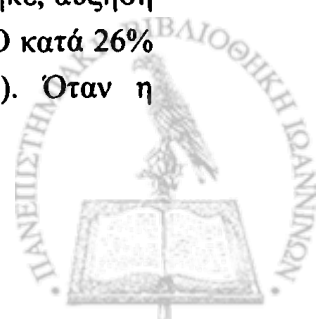
Σε λιβάδια της κεντρικής και δυτικής Ισπανίας το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ και ανόργανα άλατα μειωνόταν, ενώ οι ινώδεις ουσίες αυξάνονταν καθώς προχωρούσε το φαινολογικό στάδιο των φυτών. Επίσης η τοπογραφική θέση έπαιξε σημαντικό ρόλο στην παραγωγή βιομάζας, στην περιεκτικότητα σε ΑΟ, ινωδών ουσιών και ανόργανων αλάτων (Perez-Corona *et al.* 1998)

Στα φυσικά ποολίβαδα του Ν. Φλώρινας, το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ μειωνόταν όσο τα φυτά πλησίαζαν στο στάδιο πλήρους ωρίμανσης. Η μείωση των ΑΟ ήταν ταχύτερη στα ποολίβαδα χαμηλού υψομέτρου και η ταχύτητα μειωνόταν, όσο αυξανόταν το υψόμετρο, ενώ οι ινώδεις ουσίες αυξάνονταν όσο τα φυτά πλησίαζαν στο στάδιο πλήρους ωρίμανσης (Mountousis *et al.* 2006a).

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση και η μεταβολή της στη διάρκεια της ημέρας, καθορίζει το φαινολογικό στάδιο ανάπτυξης των λιβαδικών φυτών (Manske 2005).

Σκιερός ή νεφελώδης καιρός μπορεί να ελαττώσει τις συγκεντρώσεις των διαλυτών υδατανθράκων και συνεπώς να αυξήσει το χαμηλό ποσοστό της χαμηλής πεπτικότητας υλικού στην τροφή. Πρόβατα που τρέφονταν με πολυετές λόλιο (*Lolium perenne*), το οποίο σκιαζόταν κατά το ένα τέταρτο από τον ήλιο, έτρωγαν 9 έως 15% λιγότερο και είχαν κέρδος σε ζωντανό βάρος κατά 38% μικρότερο, από ότι τα πρόβατα που τρέφονταν με αγρωστώδες που αναπτυσσόταν σε πλήρες ηλιακό φως (Hight *et al.* 1968).

Κατά την επιβολή σκιάς 63 % σε πέντε πολυετή ποώδη φυτά παρατηρήθηκε, αύξηση της πεπτικότητας κατά 5%, μείωση της παραγωγής κατά 43%, αύξηση των ΑΟ κατά 26% και μείωση των ινωδών ουσιών κατά 3% (Kephart and Buxton 1993). Όταν η



φωτοπερίοδος αυξήθηκε από 8 σε 24 ώρες, παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στο μέσο ύψος των μίσχων του λειμώνιου φλεού (*Phleum pratense*) (Heide 1985).

Η μεγάλη φωτοπερίοδος συμβάλλει στην υψηλή ποιότητα βοσκήσιμης ύλης, λόγω μεγαλύτερης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των διαλυτών σακχάρων που μειώνουν το περιεχόμενο σε ινώδεις ουσίες (Buxton and Fales 1994).

3.7. Κλιματικοί Παράγοντες

3.7.1 Επίδραση της θερμοκρασίας αέρα στη λιβαδική παραγωγή

Η θερμοκρασία είναι η πλέον σημαντική περιβαλλοντική επίδραση στην ποιότητα της ποώδους λιβαδικής βλάστησης. Οι υψηλές θερμοκρασίες επιταχύνουν την ανάπτυξη, την άνθηση, την ωρίμανση, αυξάνουν την λιγνινοποίηση, μειώνουν τις συγκεντρώσεις διαλυτών υδρογονανθράκων και μειώνουν την πεπτικότητα. Η πεπτικότητα των κορυφών των αγρωστωδών μειώνεται κατά 0,5 ποσοστιαίες μονάδες ανά $^{\circ}\text{C}$ αύξησης της θερμοκρασίας (Wilson 1982).

Υπό την ευρύτερη έννοια, η θερμοκρασία (μαζί με την υγρασία του εδάφους) έχει επιπτώσεις στην ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης, μέσω του καθορισμού των ειδών που θα ευδοκιμήσουν μέσα σε μια περιοχή (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992).

Επίσης, οι συγκεντρώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων αυξάνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας, και η αύξηση αυτή είναι μεγαλύτερη στα λιγότερο πεπτά τμήματα των κυτταρικών τοιχωμάτων (Deinum & Dirven 1976).

Η πεπτικότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων ελαττώθηκε κατά 10%, όταν οι θερμοκρασίες ημέρα/νύκτα αυξήθηκαν από 18/10 σε 32/24 $^{\circ}\text{C}$ (Moir, Wilson and Blight 1977).

Μια αύξηση στη θερμοκρασία από 10 έως 20 $^{\circ}\text{C}$ μείωσε την πεπτικότητα, στο ίδιο στάδιο ωριμότητας, κατά 7 ποσοστιαίες μονάδες στο κόκκινο τριφύλλι (*Trifolium pratense* L.) και 5 ποσοστιαίες μονάδες στο λειμώνιο φλέο (*Phleum pratense* L.) (Ohlsson 1991).

Κάθε αύξηση 1 $^{\circ}\text{C}$ στη θερμοκρασία, γενικά, μειώνει την πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης από 0,3 έως 0,7% χωρίς να επηρεάσει σημαντικά το περιεχόμενό της σε ΑΟ (Buxton and Fales 1994).

Η θερμοκρασία του αέρα επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης των λιβαδικών φυτών, κυρίως κατά τα πρώτα φαινολογικά στάδια. Το νερό, τα θρεπτικά συστατικά και η διαχείριση καθορίζουν την ποσότητα της ξηρής ουσίας και η θερμοκρασία του αέρα καθορίζει το συγχρονισμό της ανάπτυξης των φυτών (Frank and Ries 1990).

3.7.2. Επίδραση της βροχόπτωσης στη λιβαδική παραγωγή

Από έρευνες που έγιναν προέκυψε ότι στα λιβάδια υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της υγρασίας και της παραγωγής, γιατί το νερό αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα της φωτοσύνθεσης, ενώ επηρεάζει τόσο την μεταφορά των ανόργανων θρεπτικών συστατικών



από τη ρίζα στα φύλλα, όσο και την μεταφορά των προϊόντων φωτοσύνθεσης από τα φύλλα, όπου αυτά παράγονται, στα άλλα όργανα του φυτού συμπεριλαμβανομένων και των ριζών (Singh *et al.* 1979).

Η κύρια πηγή νερού για τα λιβάδια είναι η βροχή. Έχει βρεθεί ότι υπάρχει συνεχής αύξηση της ετήσιας παραγωγής στα ποολίβαδα, μέχρι της ποσότητας των 2.000Kg/στρέμμα, όσο το μέσο ετήσιο ύψος βροχής αυξάνει από 100 μέχρι 2.400mm. Η αύξηση αυτή όμως, δεν είναι πάντοτε ευθύγραμμη, ούτε και απεριόριστη, γιατί όταν η βροχόπτωση αυξάνει, η παραγωγή είναι δυνατόν να περιοριστεί από κάποιους άλλους παράγοντες, όπως είναι η γονιμότητα του εδάφους, η θερμοκρασία και άλλοι (Van Dyne 1979).

Από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε έναν μεγάλο αριθμό μέτρια βοσκημένων λιβαδιών προέκυψε ότι το 40% της διακύμανσης της ετήσιας παραγωγής της βοσκήσιμης ύλης οφείλεται στη σχέση της με την ετήσια βροχόπτωση (Lauenroth and Sala 1992).

Στη χώρα μας ο ρόλος της βροχής επηρεάζεται βασικά από την οικολογική ζώνη στην οποία απαντά το λιβάδι. Έτσι, στην ψευδαλπική ζώνη η επίδραση της βροχής της αυξητικής περιόδου στην παραγωγή είναι μεγαλύτερη της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης, ενώ στη μεσαία ζώνη αποφασιστικό ρόλο παίζει η βροχή του μηνός Μαρτίου (Παπαναστάσης 1982).

Για τη λεκάνη της Μεσογείου προτάθηκε από τους Le Houerou and Hoste (1977) μια μαθηματική σχέση μεταξύ της ετήσιας βροχόπτωσης (X) σε χλς. και της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης (Y) σε Kg/στρέμμα.

$$Y = -10,372 + 0,217 X \quad r = 0,83$$

Η εξίσωση αυτή, η οποία ισχύει για ετήσια βροχόπτωση από 50-900 χλς., σημαίνει ότι για κάθε διαφορά ενός χιλιοστού βροχής παράγονται 200 γραμμάρια περίπου βοσκήσιμης ύλης το στρέμμα. Η παραπάνω σχέση όμως δεν είναι ακριβής, γιατί δεν λαμβάνει υπόψη την ετήσια κατανομή της λιβαδικής παραγωγής, και δεν εξετάζει τη διαθεσιμότητα των φυτών με μικρή διάρκεια ζωής (Gintzburger 1986).

Σε ποολίβαδα της Μακεδονίας, με ετήσια βροχόπτωση 261-1079 χλς για κάθε διαφορά ενός χιλιοστού βροχής, παράγονται 435 γραμμάρια περίπου βοσκήσιμης ύλης το στρέμμα (Παπαναστάσης 1982). Η ανεπάρκεια ή η έλλειψη νερού συνήθως είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης. Στη μηδική (*Medicago sativa* L.) η έλλειψη νερού προκάλεσε, μείωση στην παραγωγή κατά 49%, αύξηση της αναλογίας φύλλων/μίσχων κατά 18%, αύξηση της πεπτικότητας των μίσχων κατά 8% και λιγότερο των φύλλων, ενώ δεν εμφάνισε καμία μεταβολή στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ (Halim *et al.* 1989).

Η έλλειψη νερού επηρεάζει περισσότερο την περιεκτικότητα της βοσκήσιμης σε ινώδεις ουσίες. Ήπιες έως μέτριες ξηρασίες, οι οποίες διατηρούνται για εκτεταμένες περιόδους, προκαλούν καθυστέρηση στην ωρίμανση των φυτών, αφού συντελούν στη μείωση του ύψους των φυτών και την αύξηση της αναλογίας φύλλων/μίσχων, τόσο στα ψυχανθή, όσο και στα αγρωστώδη (Peterson *et al.* 1992).



Η έλλειψη νερού προκαλεί αύξηση των ΑΟ στους μίσχους έως και 10%, ενώ στα φύλλα προκαλείται μείωση έως και 14%. Επιπλέον, η έλλειψη νερού προκαλεί γήρανση των φύλλων και μεταβάλλει την αναλογία φύλλων/μίσχων. Αυξάνεται δηλαδή προσωρινά η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ, γιατί στη συνολική βιομάζα των φυτών οι μίσχοι αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό. Επίσης, η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ είναι δυνατόν να επηρεαστεί και από την κατανομή του αζώτου στο έδαφος, σε σχέση με τη θέση του διαθέσιμου νερού στο έδαφος. Η περιεκτικότητα σε ΑΟ μπορεί να αυξηθεί, αν το άζωτο του εδάφους είναι περισσότερο διαθέσιμο από το νερό ή να μην επηρεαστεί, αν υπάρχει αρκετή ποσότητα νερού και αζώτου στο έδαφος. Αν η μεγαλύτερη ποσότητα του αζώτου είναι κοντά στη επιφάνεια και υπάρχει αρκετό νερό στο έδαφος τότε τα φυτά αναπτύσσονται κανονικά προσλαμβάνοντας μικρές ποσότητες αζώτου, με αποτέλεσμα να υπάρχει μείωση των ΑΟ στην βοσκήσιμη ύλη (Sheaffer et al. 1992, Buxton and Fales 1994).

3.8. Τα Ανόργανα Στοιχεία

Με εξαίρεση τα στοιχεία H, C, N, και O, που αποτελούν συστατικά των οργανικών ενώσεων, υπάρχουν περίπου 20 ανόργανα μεταλλικά στοιχεία, τα οποία θεωρούνται απαραίτητα για τη ζωή των ζώων. Τα απαραίτητα αυτά στοιχεία συνήθως ταξινομούνται σε δυο κύριες ομάδες, ανάλογα με τη συγκέντρωσή τους στο σώμα των ζώων: τα μακροστοιχεία και τα μικροστοιχεία. Οι γενικές λειτουργίες των μακροστοιχείων και των μικροστοιχείων συνοψίζονται στα παρακάτω: αποτελούν απαραίτητα συστατικά της δομής του σκελετού, παίζουν αποφασιστικό ρόλο στη διατήρηση της οσμωτικής πίεσης, αποτελούν δομικά συστατικά των μαλακών ιστών, είναι απαραίτητα για τη μετάδοση των νευρικών παρορμήσεων και μυϊκών συσπάσεων, παίζουν ζωτικό ρόλο στην οξεοβασική ισορροπία του σώματος και ως εκ τούτου ρυθμίζουν το pH του αίματος και των άλλων υγρών του σώματος, είναι απαραίτητα συστατικά διαφόρων ενζύμων, βιταμινών, ορμονών και συμμετέχουν στο μεταβολισμό (Παπαδόπουλος 1999).

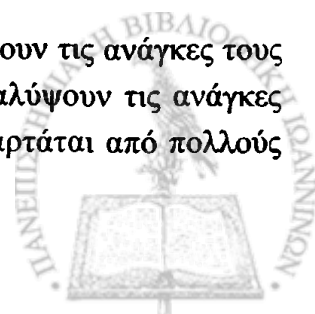
Η ποσότητα των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, η ικανότητα απορρόφησης του εδάφους και η μεταφορά των συγκεκριμένων ιόντων μέσω του εδάφους επηρεάζουν τη συγκέντρωση των ιόντων στην κοινή επιφάνεια ρίζας/εδάφους και την ταχύτητα με την οποία την προσλαμβάνουν οι λειμώνες. Τα ιόντα προσεγγίζουν την ρίζα με τρεις ανεξάρτητες διαδικασίες. Αυτές είναι (Κανδρέλης 2000):

α) η μαζική ροή, μέσω της κίνησης με το νερό, η οποία με μια διαβάθμιση επιδρά στο υδατικό δυναμικό,

β) η διάχυση, η οποία οφείλεται στις διαβαθμίσεις συγκέντρωσης των συγκεκριμένων ιόντων, και

γ) η πρόσληψη, από τη ρίζα ή τους συσχετιζόμενους μύκητες (μυκόρριζα) ή τα βακτήρια που αναπτύσσονται μέσω του εδάφους.

Τα αγροτικά ζώα βασίζονται κυρίως στη βόσκηση για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε ανόργανα στοιχεία. Τα λιβάδια όμως, σπάνια είναι σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες των ζώων. Η περιεκτικότητα των λιβαδιών σε ανόργανα στοιχεία εξαρτάται από πολλούς



παράγοντες. Μερικοί από αυτούς είναι τα χαρακτηριστικά του εδάφους, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, οι κλιματικές συνθήκες και η εφαρμογή λίπανσης (Greene *et al.* 1987, Greene 2000, Mayland *et al.* 1990).

Τα εδάφη έχουν διαφορετική περιεκτικότητα σε οργανικά στοιχεία και εξαρτάται από το γεωλογικό υπόβαθρο και τα χαρακτηριστικά τους. Η οργανική ουσία και η οξύτητα του εδάφους (pH) έχουν επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα των ανόργανων στοιχείων στο έδαφος σε ότι αφορά τη λήψη τους από τις ρίζες και την κατοπινή μεταφορά τους στους φυτικούς ιστούς (Lopez-Mosquera *et al.* 2005).

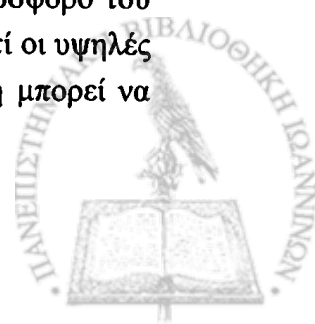
Στα αμμώδη εδάφη τα ανόργανα στοιχεία μεταφέρονται ευκολότερα από την επιφάνεια προς το εσωτερικό τους, απ' ό,τι αυτό συμβαίνει στα βαριά αργιλώδη εδάφη, με αποτέλεσμα τα ανόργανα στοιχεία να είναι λιγότερο διαθέσιμα στα φυτά και κατά συνέπεια στα ζώα (Greene 2000).

Στους ενεργά αναπτυσσόμενους φυτικούς ιστούς, η περιεκτικότητα σε φωσφόρο, μαγνήσιο και κάλιο είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους φυτικούς ιστούς που δεν αναπτύσσονται κανονικά. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών, όπως π.χ. η βροχόπτωση, επηρεάζουν έμμεσα και τη συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στη βοσκήσιμη ύλη. Επίσης, κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου, η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ιχνοστοιχεία παρουσιάζει μικρότερη διαφοροποίηση σε σχέση με τα μακροστοιχεία (Greene *et al.* 1987).

Τα ψυχανθή περιέχουν σχεδόν διπλάσια ποσότητα ασβεστίου σε σχέση με τα αγρωστώδη και αυτή είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες των μηρυκαστικών. Σε πειράματα που έγιναν στις Η.Π.Α., έδειξαν ότι: α) το πιο ανεπαρκές ιχνοστοιχείο στα ψυχανθή είναι ο ψευδάργυρος και η μέση τιμή του να ανέρχεται στα 23 mg/Kg ΞΟ, και β) η μέση περιεκτικότητα των ψυχανθών σε Cu καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες των περισσότερων αγροτικών ζώων. Επίσης, σε άλλα πειράματα που έγιναν στις Η.Π.Α. έδειξαν ότι, α) στα φυσικά λιβάδια η περιεκτικότητα P, Mg και K ήταν πολύ μικρότερη απ' όση ήταν σε καλλιεργούμενους αγρούς, στους οποίους αρχικά εφαρμόστηκε λίπανση, β) η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Mg κάλυπτε τις ανάγκες των βοοειδών κατά τη διάρκεια της κύησης, όχι όμως και της γαλακτοπαραγωγής, και γ) δεν εμφανίστηκαν περιπτώσεις ανεπάρκειας Mg στα αγροτικά ζώα, τα οποία έβοσκαν σε φυσικά λιβάδια (Greene 2000, Greene *et al.* 1989, Corah και Dargatz 1996).

Όταν η διατροφή των ζώων είναι ανεπαρκής σε ανόργανα στοιχεία, τότε η πρόσληψη της τροφής μειώνεται. Για παράδειγμα, τα αιγοπρόβατα και τα βοοειδή μειώνουν την πρόσληψη τροφής, όταν αυτή είναι ανεπαρκής σε φωσφόρο. Επιπλέον, η μείωση αυτή της πρόσληψης εξαρτάται και από το ποσοστό της ανεπάρκειας, και επιδεινώνεται μάλιστα, όταν τα ζώα δεν καλύπτουν τις ανάγκες τους σε ενέργεια και πρωτεΐνη (Ternouth 1991).

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ασβέστιο εξαρτάται από το ποσό του ανταλλάξιμου ασβεστίου στο έδαφος και επηρεάζεται από το άζωτο και το φωσφόρο του εδάφους. Η αναλογία Ca:P στο σύνολο της τροφής απαιτεί μεγάλη προσοχή γιατί οι υψηλές αναλογίες Ca:P είναι αιτία πολλών διαταραχών. Η αναλογία Ca:P στη μηδική μπορεί να



φθάσει το 8:1, πολύ μεγαλύτερη από την προτεινόμενη αναλογία 2:1 (Buxton and Fales 1994).

Παγκοσμίως, η πιο συνηθισμένη ανεπάρκεια ανόργανου στοιχείου είναι αυτή του φωσφόρου. Η ανεπάρκεια του φωσφόρου είναι εντονότερη στους βοσκότοπους των τροπικών περιοχών σε σχέση με τις εύκρατες περιοχές και η μεγαλύτερη συνέπεια στα αγροτικά ζώα είναι μειωμένη αναπαραγωγική ικανότητα (Hale and Olson 2001, McDowell *et al.* 1984, McDowell and Valle 2000).

3.9. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσουμε τον τρόπο με τον οποίο επιδρά η υψομετρική, με βάση το υπερθαλάσσιο ύψος, ζώνη, πάνω στην παραγωγή και την θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης των ποολιβαδίων. Για επιτευχθεί ο σκοπός αυτός εξετάσαμε τέσσερα (4) διαφορετικά οικολογικά περιβάλλοντα των γεωγραφικών διαμερισμάτων της Ηπείρου και της Θεσσαλίας, έτσι ώστε, να εξάγουμε με ασφάλεια συμπεράσματα, τα οποία θα βοηθήσουν στον ασφαλέστερο χειρισμό αυτών των λιβαδοπονικών οικοσυστημάτων, με αντικειμενικό σκοπό τη διατήρηση και τη βελτίωσή τους.

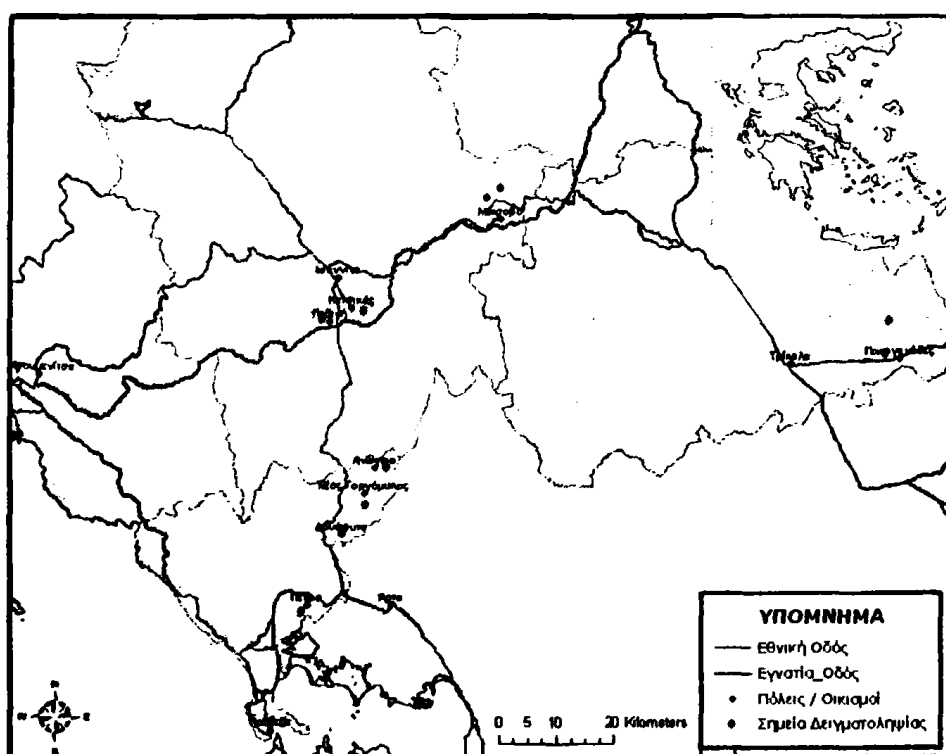


4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Περιοχή έρευνας

4.1.1. Γεωγραφική θέση – Μορφολογία εδάφους

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ποολίβαδα των Νομών Πρεβέζης, Ιωαννίνων και Τρικάλων (Χάρτης 1). Συγκεκριμένα, στα Δ.Δ. Πέτρας και Δρυοφύτου του Δήμου Φιλιπιάδας (Ν. Πρέβεζας), στα Δ.Δ. Γοργομύλου και Ανωγείου του Δήμου Ανωγείου (Ν. Πρέβεζας), στο Δ.Δ. Κατσικάς του Δήμου Παμβώτιδος (Ν. Ιωαννίνων), στο Δ.Δ. Πεδινής του Δήμου Μπιζανίου (Ν. Ιωαννίνων), στο Δ.Δ. Μετσόβου του ομώνυμου Δήμου (Ν. Ιωαννίνων), και στο Δ.Δ. Γεωργανάδων του Δήμου Οιχαλίας (Ν. Τρικάλων).



Χάρτης 1. Η περιοχή έρευνας.

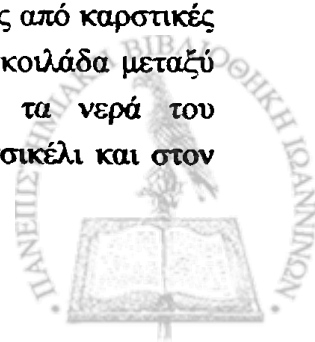
Η κατεύθυνση που ακολουθήθηκε ήταν από τα νότια και τα δυτικά προς τα βόρεια και τα ανατολικά και κατόπιν κεντρικά. Αυτό έγινε σε μια προσπάθεια να ακολουθηθεί η πορεία των κοπαδιών των ζώων που μετακινούνται στο μέσο περίπου της άνοιξης, από τα χαμηλότερα υψόμετρα στα υψηλότερα. Έτσι, από το υπερθαλάσσιο ύψος του 1 μέτρου περίπου που απαντάται στην περιοχή της Πέτρας φθάνουμε σε υψόμετρο 1.420 μέτρων περίπου, στην περιοχή του Μετσόβου. Παρακάτω παρουσιάζονται τα σπουδαιότερα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των περιοχών στις οποίες πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία.



Ο Ν. Πρεβέζης καταλαμβάνει το ΝΔ τμήμα της Ηπείρου. Έχει έκταση 1.074 τ. χλμ. και πληθυσμό 58.910 κατοίκους. Σνωρεύει Β με τους νομούς Θεσπρωτίας και Ιωαννίνων, Α και Ν με το Ν. Άρτας, Ν και Δ βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος. Το 33,1% του εδάφους του νομού είναι πεδινό, το 21,9% ημιορεινό και το 45% ορεινό. Το 18,2% της συνολικής έκτασης του Ν. Πρεβέζης καλύπτεται από δάση. Το ανάγλυφο του νομού Πρέβεζας διαμορφώνεται βασικά από τις προεκτάσεις των βουνών της Θεσπρωτίας και του Ν. Ιωαννίνων, που προχωρούν από βόρεια προς νότια σε παράλληλη διάταξη. Επίσης, το ανάγλυφο συμπληρώνεται από τρεις πεδινές εκτάσεις. Η μία βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα και προέκυψε από την αποξήρανση της Αχερουσίας λίμνης και διαφόρων τελμάτων και από τη διευθέτηση της κοίτης του Αχέροντα. Η άλλη, της Φιλιππιάδας, αποτελεί συνέχεια στα δυτικά της πεδιάδας της Άρτας και σχηματίστηκε από τις προσχώσεις του Ξηροποτάμου και του Λούρου και από την αποστράγγιση διαφόρων τελμάτων. Συνέχεια της πεδιάδας της Φιλιππιάδας αποτελεί η πεδιάδα της Πρέβεζας, στη νοτιότερη χερσονοειδή απόληξη του νομού.

Βασικά υδρογραφικά στοιχεία του Ν. Πρέβεζας είναι οι ποταμοί Αχέροντας και Λούρος. Ο πρώτος, διαρρέει το βορειοδυτικό τμήμα του νομού και αρδεύει την πεδιάδα του Φαναρίου. Ο Λούρος, που πηγάζει από τις ανατολικές κλιτύς του Τόμαρου, προχωρεί προς τα νότια, ρέει ανάμεσα στο Ξεροβούνι και στα Θεσπρωτικά όρη, διαρρέει την πεδιάδα της Φιλιππιάδας, δέχεται από δεξιά τα νερά του κυριότερου παραποτάμου του, του Ξεροπόταμου ή Ξεριά, και ύστερα από διαδρομή 66 χλμ. χύνεται στον Αμβρακικό. Στον Ν. Πρέβεζας υπάρχουν ακόμα δύο μικρές λίμνες, η Μαύρη και η Ζήρος, δυτικά και βορειοδυτικά αντίστοιχα, της Φιλιππιάδας.

Στο Ν. Ιωαννίνων τα κυριότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι οι ψηλές επιμήκεις οροσειρές και οι στενές κοιλάδες. Στο βορειοδυτικό τμήμα του νομού, από τα Ελληνοαλβανικά σύνορα, αρχίζει η οροσειρά της Πίνδου με τον Γράμμο, η οποία συνεχίζεται στα νότια με τα όρη Σμόλικας, Βασιλίτσα, Μαυροβούνι και μετά το Μέτσοβο, έως τη νότια Πίνδο, με τον Λάκμο (Περιστέρι) και τα Αθαμανικά όρη (Τζουμέρκα). Δυτικά της Πίνδου σχηματίζονται τρεις οροσειρές, που διασχίζουν την περιοχή με διεύθυνση ΒΔΝΑ: η πρώτη σχηματίζεται από τα όρη Δούσκος (Μερόπη), το βόρειο τμήμα του οποίου βρίσκεται σε Αλβανικό έδαφος, Τύμφη (Γκαμήλα) και Μιτσικέλι, η δεύτερη οροσειρά που υψώνεται δυτικότερα της προηγούμενης και αρχίζει από τα Ελληνοαλβανικά σύνορα και σχηματίζεται από τα όρη Μακρύκαμπος, Κασιδιάρης, τα όρη Κουρέντων και Τόμαρος (Ολύτσικα) και η τρίτη που αρχίζει επίσης από τα Ελληνοαλβανικά σύνορα και εκτείνεται στα σύνορα των νομών Ιωαννίνων-Θεσπρωτίας, αποτελείται από τα όρη Τσαμαντά (Μουργκάνα) και συνεχίζεται με τα όρη του Σουλίου. Οι πεδινές περιοχές του νομού είναι ασημαντες, αφού καταλαμβάνουν μόνο το 3,3% της συνολικής επιφάνειας. Τον Ν. Ιωαννίνων διαρρέουν πλούσιοι σε νερά και με σχετικά ομοιόμορφη παροχή ποταμοί, γεγονός που οφείλεται στις πολλές βροχοπτώσεις και στην τροφοδοσία τους από καρστικές πηγές. Στα βόρεια του Μετσόβου πηγάζει ο Αώος, ο οποίος διαρρέει την κοιλάδα μεταξύ Τύμφης και Σμόλικα, δέχεται κοντά στα Ελληνοαλβανικά σύνορα τα νερά του Σαρανταπόρου και ρέει ύστερα στο Αλβανικό έδαφος. Ανάμεσα στο Μιτσικέλι και στον



Κασιδιάρη ρέει ο Καλαμάς (Θύαμις), ο οποίος στα νότια του Κασιδιάρη στρέφεται προς τα δυτικά, ρέει εγκάρσια προς τις οροσειρές και μπαίνει στον Ν. Θεσπρωτίας. Ο Αχέροντας τροφοδοτείται από τα νερά της λεκάνης του Σουλίου, ο Λούρος πηγάζει από τον Τόμαρο και εκβάλλει στον Αμβρακικό και ο Άραχθος πηγάζει από τον Τόμαρο και εκβάλλει επίσης στον Αμβρακικό (Ηπειρος, Ζαγόρι).

Ο Ν. Τρικάλων είναι ο δεύτερος σε έκταση και ο τρίτος σε πληθυσμό από τους τέσσερις νομούς της Θεσσαλίας. Καταλαμβάνει το βορειοδυτικό τμήμα της Θεσσαλίας και συνορεύει με τους Ν. Γρεβενών (βόρεια), Λάρισας (ανατολικά), Καρδίτσας (νότια), Άρτας και Ιωαννίνων (δυτικά). Ο Ν. Τρικάλων έχει έκταση 3.367 χλμ.. Το 72% των εδαφών του είναι ορεινό, το 11% ημιορεινό και το 17% πεδινό. Ο Ν. Τρικάλων είναι ο περισσότερος ορεινός νομός της Θεσσαλίας και περιβάλλεται στις τρεις πλευρές του από βουνά. Στα ανατολικά υψώνεται ο Τίτανος και τα βουνά του Ζάρκου, που διαχωρίζουν το νομό από το νομό της Λάρισας. Βόρεια βρίσκονται τα Αντιχάσια, με ψηλότερες κορυφές την Οξυά και τα Μετερίζια. Βόρεια, στα σύνορα με το Ν. Γρεβενών, βρίσκονται τα Χάσια. Δυτικά υπάρχει ο ορεινός όγκος της νότιας Πίνδου, ο οποίος και καταλαμβάνει αρκετά μεγάλο τμήμα του νομού. Συγκεκριμένα, στα σύνορα με το νομό Ιωαννίνων υψώνονται οι κορυφές Άσπρα Λιθάρια και Κατάρια. Νοτιότερα βρίσκονται τα βουνά Λάκμος (Περιστερί) και Τζουμέρκα.

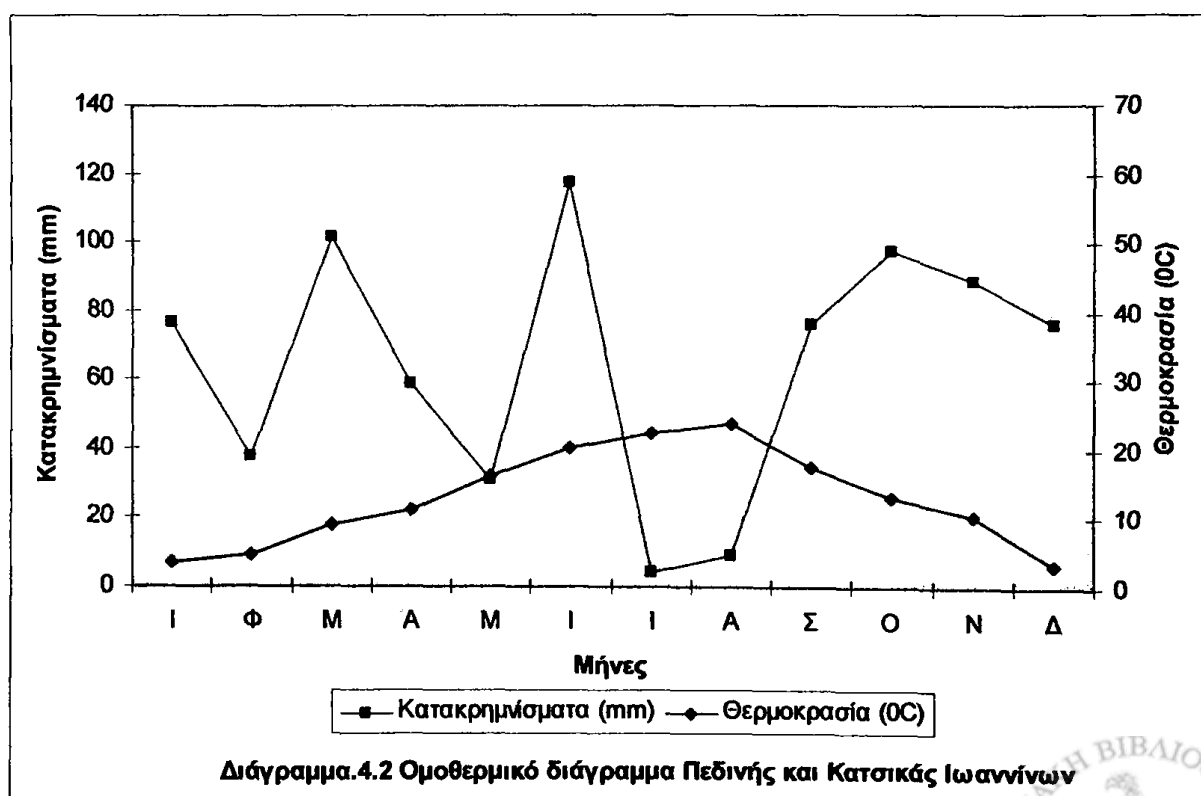
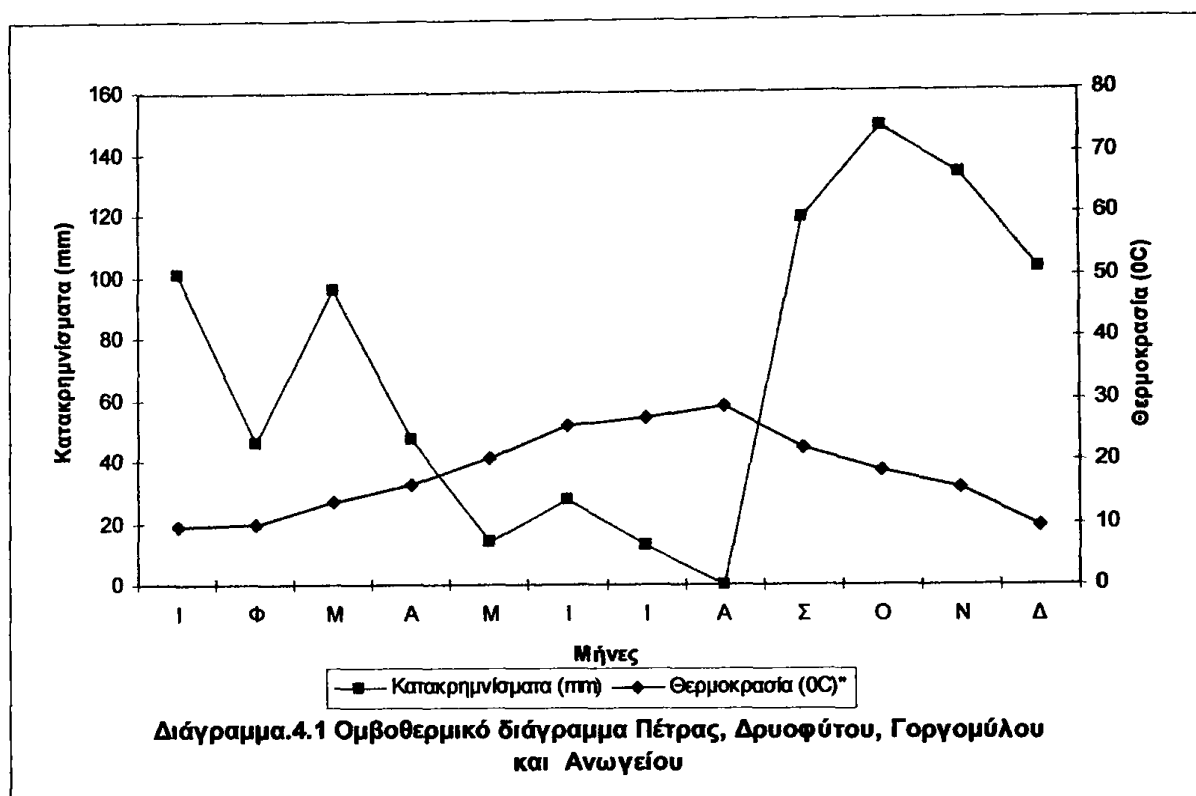
Τα βασικά ποτάμια του νομού είναι: οι παραπόταμοι του Πηνειού (Μαλακασιώτης, Μουργκάνης, Ληθαίος, Παλαιοχωρίτης, Αγιαμονιώτης, Νεοχωρίτικος, Πορταϊκός) και οι παραπόταμοι του Αχελώου ή Ασπροπόταμου.

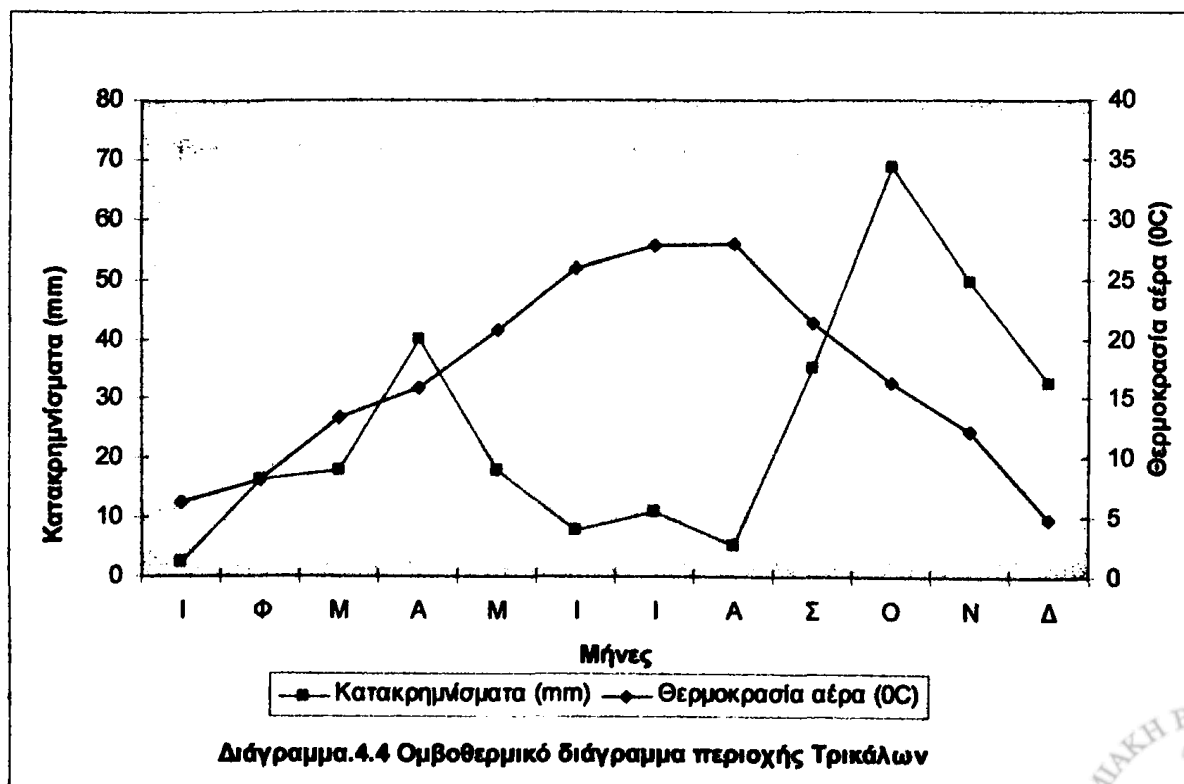
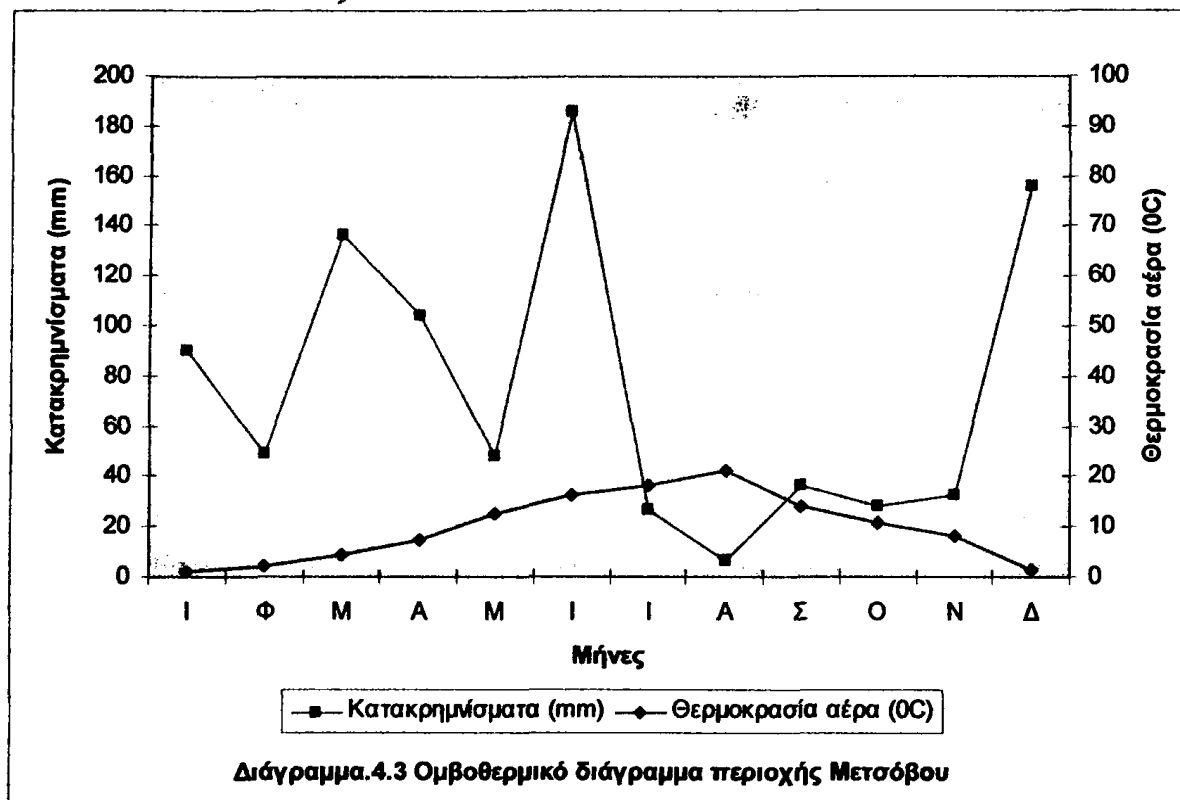
4.1.2. Κλιματικά στοιχεία

Για την συλλογή των κλιματικών στοιχείων (μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα και ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων) στις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία των Μετεωρολογικών Σταθμών Άρτας (υπερθαλάσσιο υψόμετρο 50μ., γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 17'$ και γεωγραφικό μήκος $20^{\circ} 54'$), Ιωαννίνων (υπερθαλάσσιο υψόμετρο 475 μ., γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 08'$ και γεωγραφικό μήκος $20^{\circ} 51'$, Μετσόβου (υπερθαλάσσιο υψόμετρο 1235μ., με γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 77'$ και γεωγραφικό μήκος $21^{\circ} 18'$), και Τρικάλων (υπερθαλάσσιο υψόμετρο 163μ., με γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 33'$ και γεωγραφικό μήκος $21^{\circ} 45'$) (ΕΜΥ 2009).

Σύμφωνα με τα στοιχεία των παραπάνω Μετεωρολογικών Σταθμών, στην Πέτρα στο Δρυόφυτο, στο Γοργόμυλο και στο Ανώγειο η μέση θερμοκρασία αέρα ήταν $18,2^{\circ}\text{C}$ και το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης ήταν 1011,8 mm, στην Πεδινή και στην Κατσικά Ιωαννίνων $13,1^{\circ}\text{C}$ και 870,7 mm, στο Μέτσοβο $9,9^{\circ}\text{C}$ και 901,39 mm και στα Τρίκαλα $16,9^{\circ}\text{C}$ και 338,6 mm, αντίστοιχα (αναλυτικά οι τιμές δίνονται στους πίνακες του Παραρτήματος Π1 & Π2).







Από τα κλιματολογικά στοιχεία των πινάκων (Π1 & Π2) και τα ομβροθερμικά διαγράμματα (4.1, 4.2, 4.3, και 4.4) συμπεραίνεται ότι, για τις περιοχές Πέτρας, Γοργομούλου, Δρυοφύτου και Ανωγείου η ξηρότερη περίοδος είναι από τα μέσα Απριλίου έως το τέλος Αυγούστου, για την Πεδινή και την Κατσικά Ιωαννίνων είναι από τις αρχές Ιουλίου έως το τέλος Αυγούστου, για την περιοχή Μετσόβου από τα μέσα Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και για την περιοχή των Τρικάλων από το τέλος Απριλίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου.

Για τον χαρακτηρισμό του κλίματος στις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Caussen. Ο Caussen κάνει βιολογικό διαχωρισμό των κλιμάτων, χρησιμοποιώντας ένα ξηροθερμικό δείκτη, ο οποίος δίνει κατά προσέγγιση τον αριθμό των βιολογικών ξηρών ημερών μιας περιόδου ξηρασίας. Περίοδο δε ξηρασίας θεωρεί εκείνη κατά την οποία οι μήνες της έχουν ύψος βροχής σε χλσ. μικρότερο του διπλασίου της μέσης θερμοκρασίας. Ο χαρακτηρισμός των κλιμάτων γίνεται με βάση τα ομβροθερμικά διαγράμματα, τα οποία φανερώνουν την εποχή κατά την οποία εμφανίζεται η περίοδος ξηρασίας. Τα διαγράμματα φέρουν δυο καμπύλες, μια θερμική, η οποία εμφανίζει τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες και μια ομβρομετρική και αφορά τα μέσα μηνιαία ύψη βροχής. Στους άξονες των συντεταγμένων, οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες και τα μηνιαία ύψη βροχής, βρίσκονται σε σχέση 1:2, δηλαδή μια μεταβολή της θερμοκρασίας κατά 10 °C, συνεπάγεται μια μεταβολή του ύψους βροχής κατά 20 χλσ. Όταν οι βιολογικά ξηρές ημέρες δεν υπερβαίνουν τις ετησίως 40, το κλίμα χαρακτηρίζεται ως Υπομεσογειακό, όταν αυτές κυμαίνονται μεταξύ 40 και 100, το κλίμα χαρακτηρίζεται ως Μεσομεσογειακό, και όταν αυτές υπερβαίνουν τις 100, το κλίμα χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό (Σούλης 1994).

Στις πεδινές ζώνες I & II το κλίμα χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό, γιατί η περίοδος ξηρασίας είναι μεγάλη, ενώ στην ημιορεινή και στην ορεινή – υπαλπική ζώνη το κλίμα χαρακτηρίζεται ως Μεσομεσογειακό, γιατί η περίοδος ξηρασίας είναι μικρή, κυμαίνεται μάλιστα αυτή μεταξύ 40 και 100 ημερών ετησίως.

4.1.3. Γεωλογικά στοιχεία

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που καλύπτουν την περιοχή του Ν. Πρέβεζας είναι αντιπροσωπευτικοί αυτών της Ηπείρου και εμφανίζονται αρκετά διαταραγμένοι λόγω του έντονου τεκτονισμού που έχουν υποστεί κατά καιρούς. Η περιοχή ανήκει στη ζώνη πτυχώσεων της δυτικής Ελλάδας, όπου η δημιουργία των πτυχώσεων, σε αντίθεση με τη ιζηματογένεση μέσα στα παλαιά θαλάσσια γεωσύνκλινα, υπήρξε συνεχής σε όλο το Μεσοζωικό αιώνα, καθώς και στις αρχές του Καινοζωικού. Επίσης, κατά περιόδους, επακολούθησαν ορογόνες πτυχώσεις, που προκάλεσαν την ανάδυση των ασβεστολιθικών οροσειρών από την αρχική μορφή των πτυχώσεων των πετρωμάτων, χωρίς όμως να διακοπεί η ιζηματογένεση νεότερων πετρωμάτων, η οποία περιορίστηκε στις μεταξύ των



ορέων ή και των λιμναίων λεκανών, μέχρι την τελική διαμόρφωση της περιοχής σε γεωτεκτονική μονάδα.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή έρευνας, με αναφορά από τους παλαιότερους στους νεότερους, είναι οι παρακάτω (Ι.Γ.Μ.Ε. 2006):

- **Θαλάσσιες αποθέσεις Πλειστόκαινου:** Αυτές συναντώνται σε διάταξη παράλληλη προς την οροσειρά του Ξηροβουνίου, κοντά στις όχθες του ποταμού Λούρου.

- **Υπολιθογραφικοί ασβεστόλιθοι (Παλαιοκαίνου – Ανωτ. Ηωκαίνου):** Αυτοί είναι λεπτοστρωματώδεις, κατά θέσεις λατυποπαγείς, και εμφανίζονται σε θέσεις στα δυτικά πρανή της οροσειράς του Ξηροβουνίου.

- **Ασβεστόλιθοι Ανωτέρου Σενωνίου:** Οι ασβεστόλιθοι αυτοί είναι λευκοί έως λευκότεφροι, παχυστρωματώδεις μικρολατυποπαγείς με θραύσματα Ρουδιστών. Εμφανίζονται στην αξονική περιοχή του αντικλίνου του Ανωγείου και καταλαμβάνουν την μεγαλύτερη έκταση. Το πάχος τους κυμαίνεται από 200-300 μέτρα.

- **Ασβεστόλιθοι Βίγλας (Ανωτ. Ιουραστικό - Κατ. Σενώνιο):** Εμφανίζονται στο κέντρο της περιοχής έρευνας.

- **Σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες (Ανώτ. Λιάσιο – Ανωτ. Ιουραστικό):** Αποτελούνται από εναλλαγές πυριτολίθων και πυριτιακών ερυθρόχρωμων αργίλων. Η εμφάνισή τους είναι περιορισμένη.

- **Ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα (μέσο - κατώτερο Λιάσιο):** Είναι άστρωτοι έως παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι και εμφανίζονται στο δυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας.

Τα εδάφη της περιοχής, ανάλογα με το γεωλογικό υπόβαθρό τους, διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες (Κατακουζηνού & Καφίρη 1962):

- **Εδάφη στην υψηλή ζώνη των ασβεστόλιθων.** Τα εδάφη είναι σκοτεινά-ορφνά, σκελετικά, αργιλοπηλώδη, με καλή υδατοϊκανότητα και ελαφρά όξινη αντίδραση (pH 5,8-6,0). Είναι καλά εφοδιασμένα σε K, N και ελλειμματικά σε P. Χαρακτηριστικό των εδαφών αυτών είναι ότι αναπτύσσεται μια μεγάλη ποικιλία φυτών, που η παραγωγή τους όμως είναι περιορισμένη. Η παραγωγή είναι συνάρτηση του βάθους του εδάφους και αυτό εξαρτάται άμεσα από την κλίση του. Στην περιοχή επικρατούν γενικά μεγάλες κλίσεις, γι' αυτό και το έδαφος, στη μεγαλύτερη έκτασή του, είναι μικρού βάθους και υπάρχει μόνο στα μεταξύ των λίθων διαστήματα. Μέτρια βαθύ έδαφος, ικανοποιητικής παραγωγικότητας, συναντάται μόνο σε σχετικά επίπεδες θέσεις και μικροκοιλώματα.

- **Εδάφη στις αλλουβικές αποθέσεις μεγάλου βάθους, καλής παραγωγικότητας.** Τα εδάφη αυτά είναι φαιο-ορφνά και ερυθρο-ορφνά, μεγάλου βάθους, καλής παραγωγικότητας. Έχουν πηλώδη σύσταση, είναι ελαφρά όξινα (pH 5-6) και καλά εφοδιασμένα σε N, P και K. Η μεγαλύτερη έκταση των εδαφών αυτών χρησιμοποιείται για την γεωργική εκμετάλλευση.

- **Εδάφη στον ασβεστόλιθο της χαμηλής ζώνης και στα πλευρικά κορήματα.** Τα εδάφη αυτά είναι ορφνόφαια, μετρίου βάθους, με πολλούς λίθους, αργιλοπηλώδη, ελαφράς αλκαλικής αντίδρασης (pH 7,5-8,5), ανεπαρκώς εφοδιασμένο σε N, P και K, με μέτρια παραγωγικότητα.



Το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων γεωλογικά ανήκει στη μέση Αδριατικοϊόνια ζώνη, με πετρογραφικούς σχηματισμούς που αρχίζουν από το τριαδικό του μεσοζωϊκού αιώνα (με τριαδικά λατυποπαγή) και συνεχίζουν μέχρι σήμερα (με τις σύγχρονες αποθέσεις). Τα πετρώματα που επικρατούν είναι ιζηματογενούς προέλευσης, ενώ λείπουν παντελώς τα πυριγενή και τα κρυσταλλοσχιστώδη (Μαράτος 1972). Στην περιοχή έρευνας τα πετρώματα είναι κρητιδικοί ασβεστόλιθοι, που ανήκουν στο ανώτερο Σενώνιο του Άνω Κρητιδικού. Πρόκειται για μικρολατυποπαγείς ασβεστολίθους με θραύσματα ρουδιστών. Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους που προέκυψε από την αποσάθρωση αυτών των ασβεστολίθων είναι κυρίως βαριάς υφής (C-CL) στις μικρές κλίσεις και πιο ελαφράς υφής (L-SL) στις μεγαλύτερες κλίσεις, μέτριου βάθους και πλούσια σε ασβέστιο (Ca) (Σούλης 1978).

Η περιοχή της Θεσσαλίας, γεωλογικά, εκτείνεται σε τρεις γεωτεκτονικές ζώνες: α) την Πελαγονική, β) την Υποπελαγονική και γ) την ζώνη Πίνδου. Τα πετρώματα των ζωνών αυτών αποτελούν το αλπικό υπόβαθρο της περιοχής. Στο βορειοδυτικό-δυτικό τμήμα εντοπίζονται εκτεταμένες εμφανίσεις των ιζηματογενών σχηματισμών της Μεσο-ελληνικής Αύλακας. Μετά το τέλος της αλπικής ορογένεσης, το νεοτεκτονικό καθεστώς της περιοχής οδήγησε στη δημιουργία των τεκτονικών βυθισμάτων-λεκανών της Δυτικής (Καρδίτσα-Τρίκαλα) και Ανατολικής Θεσσαλίας (Λάρισα).

Παρακάτω, περιγράφονται οι κύριοι γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στην περιοχή της Θεσσαλίας.

- **Πρόσφατα χαλαρά ιζήματα.** Αυτά καλύπτουν τις πεδινές εκτάσεις της Θεσσαλίας, με πάχη που ξεπερνούν τα 200m. Αποτελούνται κυρίως από άμμους, αργίλους, κροκαλοπαγή, χαλίκια και πηλούς.

- **Νεογενή/Μολασσικά.** Ιζήματα του Τριτογενούς. Πρόκειται για ψαμμίτες, μάργες ασβεστολίθους, κροκαλοπαγή, αργίλους και άμμους, συνήθως σε αρκετά συνεκτική μορφή.

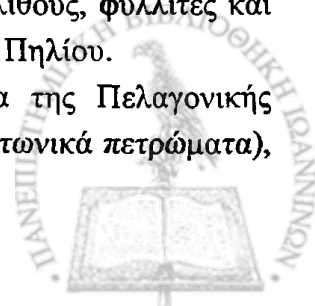
- **Οφειόλιθοι.** Αυτοί απαντώνται σε εκτεταμένες εμφανίσεις, ιδίως στο δυτικό τμήμα. Πρόκειται για βασικά έως υπερβασικά πυριγενή πετρώματα (δουνίτες, σερπεντίνες, χαρτζβουργίτες, διορίτες κ.α.) με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό το πρασινωπό χρώμα τους, στο οποίο οφείλουν και το όνομά τους. Με τα πετρώματα αυτά συνδέεται και η μεταλλοφορία χρωμίτη που παρατηρείται ευρέως σ' αυτές τις οφειολιθικές σειρές.

- **Ασβεστόλιθοι/Μάρμαρα.** Είναι ανθρακικά πετρώματα του αλπικού υποβάθρου. Συχνά συναντώνται ανακρυσταλλωμένα έως ελαφρά μεταμορφωμένα. Αποτελούν αντικείμενο έντονης λατομικής δραστηριότητας στην περιοχή.

- **Φλύσχης.** Είναι ο κλαστικός ιζηματογενής σχηματισμός της ζώνης Πίνδου και της Υποπελαγονικής. Αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, πηλιτών και αργιλικών σχιστολίθων. Εμφανίζεται κυρίως στο ορεινό τμήμα της Πίνδου.

- **Σχιστόλιθοι.** Αυτοί είναι μεταμορφωμένα πετρώματα του αλπικού υποβάθρου της Πελαγονικής ζώνης. Στην πλειοψηφία τους αποτελούνται από σχιστολίθους, φυλλίτες και γνευσίους. Απαντώνται κυρίως στις περιοχές Ολύμπου, Ελασσόνας και Πηλίου.

- **Γρανίτες/Ηφαιστειακά.** Μέσα στα σχιστολιθικά πετρώματα της Πελαγονικής βρίσκονται συχνά και εμφανίσεις γνευσιωμένων γρανιτών (όξινα πλουτωνικά πετρώματα),



με πιο εκτεταμένη εμφάνιση αυτή του γρανίτη της Δεσκάτης. Στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου εντοπίζονται περιορισμένες εμφανίσεις πρόσφατων (~2 εκατ. χρόνια) ηφαιστειακών βασαλτικών πετρωμάτων, που αποτελούν τους ηφαιστειακούς δόμους των Μικροθηβών, Αλμυρού και Αχιλλείου.

Συμπερασματικά, η Πελαγονική ζώνη συγκροτείται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, τους γενεσιωμένους γρανίτες, τα ημιμεταμορφωμένα Περμιο-Τριαδικά πετρώματα, τα δυο ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού-Ιουρασικού, τους οφειολίθους και τα Ανωκρητιδικά επικλυσιογενή ιζήματα. Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της Υποπελαγονικής ζώνης είναι οι μεγάλες οφειολιθικές μάζες και η συνοδεύουσα αυτές σχιστοκερατολιθική διάπλαση που έχει μεγάλη εξάπλωση και αποτελεί τον πιο βασικό σχηματισμό της ζώνης. Τέλος, η ζώνη της Πίνδου που αποτελεί το δυτικό όριο της Θεσσαλίας αποτελείται από αλπικά πετρώματα (δολομίτες και ασβεστόλιθοι, καθώς και ιζήματα βαθιάς θάλασσας) και μεταλπικά ιζήματα με ρυθμικές εναλλαγές πελιτών, ψαμμιτών, μαργών, μικρολατυποπαγών, ραδιολαριτών, πελαγικούς και λατυποπαγείς ασβεστόλιθους και γενικά φλυσχοειδείς σχηματισμούς. Η λιθοστρωματογραφία της ζώνης ολοκληρώνεται με τα μολассικά ιζήματα της Μεσοελληνικής αύλακας Ολιγοκαινικής ηλικίας (Sogrean 1974).

4.1.4. Χλωρίδα & Βλάστηση

Στην περιοχή έρευνας διακρίνουμε τις παρακάτω ζώνες βλάστησης (Σαρλής 1998, Horvat *et al.* 1974, Μαυρομάτης 1978).

- Στην Πεδινή ζώνη I, η βλάστηση ανήκει στην ευμεσογειακή ζώνη (*Quercetalia ilicis*) και ειδικότερα στους αυξητικούς χώρους *Andrachno – Quercetum ilicis* και *Orno-Quercetum ilicis* της υποζώνης *Quercion ilicis*.

- Στην Ημιορεινή ζώνη, η βλάστηση ανήκει στην παραμεσογειακή ζώνη (*Quercetalia pubescentis*) και ειδικότερα στον αυξητικό χώρο *Coccifero-Carpinetum* της υποζώνης *Ostryo-Carpinion*.

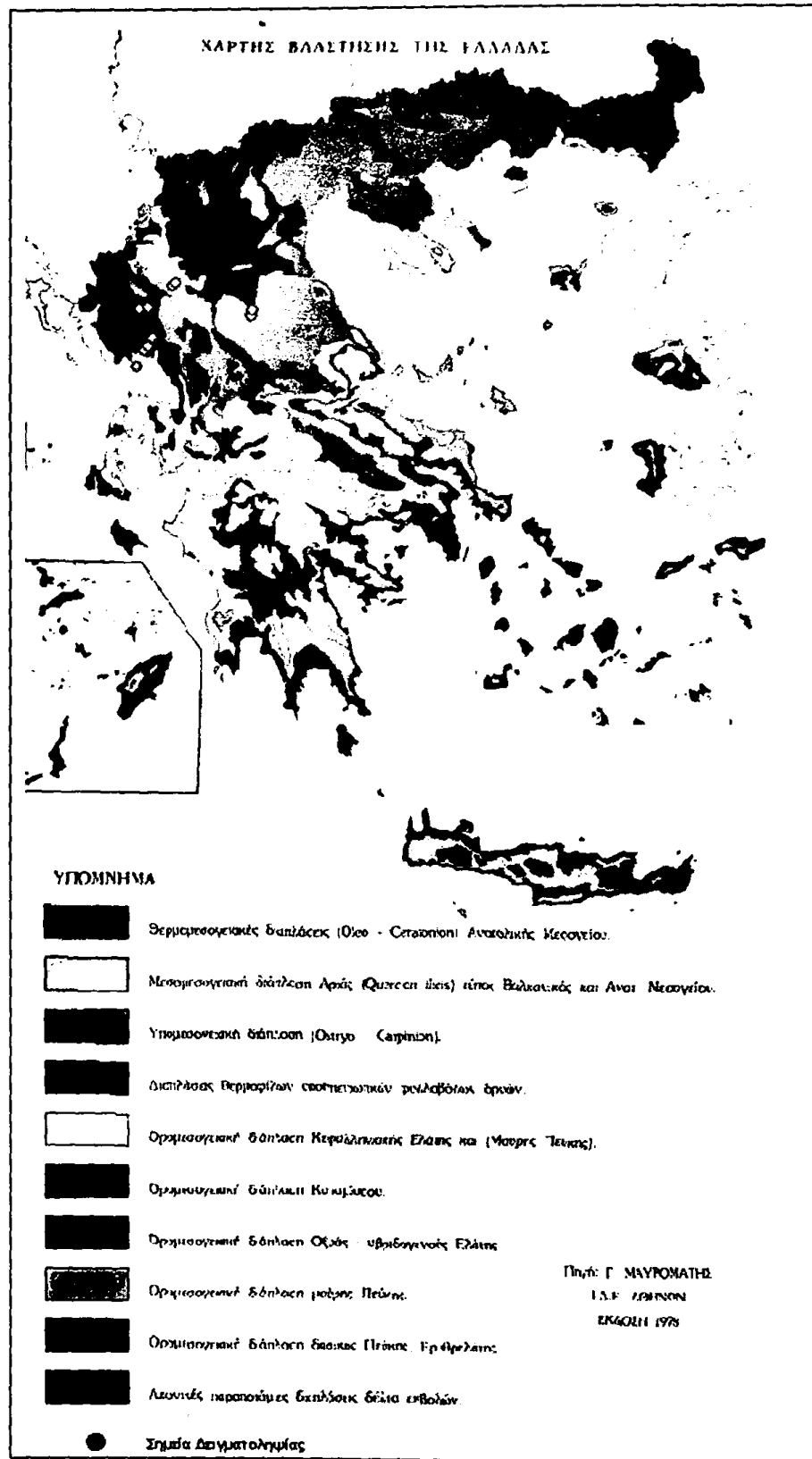
- Στην Ορεινή – Υπαλπική ζώνη, η βλάστηση ανήκει:

- ✓ Στη ζώνη δασών οξιάς – ελάτης και ορεινών παραμεσογείων κωνοφόρων (*Fagetalia*) και ειδικότερα στον αυξητικό χώρο *Abietum borissi-regis* της υποζώνης *Fagion moesiaca*.

- ✓ Στην ζώνη των ψυχροβίων κωνοφόρων (*Vaccinio-Picetalia*) και ειδικότερα στην υποζώνη *pinion heldreichii*.

- Στην Πεδινή ζώνη II, η βλάστηση ανήκει στην παραμεσογειακή ζώνη (*Quercetalia pubescentis*) και ειδικότερα στον αυξητικό χώρο *Carpinetum orientalis* της υποζώνης *Ostryo-Carpinion*.





Χάρτης 2. Χάρτης βλάστησης της Ελλάδας.



4.2. Μέθοδοι

4.2.1. Δειγματοληψία

Η έρευνα διεξήχθη το μήνα Μάιο του 2008. Εγκαταστάθηκαν συνολικά δεκαέξι (16) σταθεροί πειραματικοί κλωβοί διαστάσεων 4μ. X 4μ., οι οποίοι περιφράχθηκαν με μεταλλικό δικτυωτό πλέγμα ύψους 1,5 μέτρου, για να προστατευθούν από τη βόσκηση. Η εγκατάσταση των κλωβών πραγματοποιήθηκε οχτώ μήνες νωρίτερα από την έναρξη του πειράματος, τον μήνα Οκτώβριο του 2007.

Οι κλωβοί τοποθετήθηκαν σε αντιπροσωπευτικά σημεία των ποολιβαδίων ακολουθώντας την πορεία των κοπαδιών, που βόσκουν στις περιοχές που επιλέχθηκαν ή την παρουσία υφιστάμενων κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων (πρόχειρες στάνες ή στάβλοι). Με βάση το υπερθαλάσσιο υψόμετρο και με τη βοήθεια GPS χειρός, οι κλωβοί χωρίστηκαν σε τέσσερις (4) ομάδες των τεσσάρων (4) κλωβών, ανάλογα με το υψόμετρο ως εξής:

Ομάδα	Περιοχή	Υψομετρική Ζώνη (Διακόμανση Υψομέτρου - m)	Αριθμός Κλωβών	Υψόμετρο (m)
I	Πέτρα	Χαμηλή / Πεδινή (0 – 500)	2	0
	Δρυόφυτο		2	370
	Πεδινή		1	520
II	Κατσικάς	Μεσαία / Ημιορεινή (501 – 1000)	1	475
	Γοργόμυλος		2	615
III	Μέτσοβο	Υψηλή / Ορεινή (1001 και άνω)	2	1.420
	Ανώγειο		2	1.380
IV	Γεωργανάδες	Χαμηλή / Πεδινή (0 – 500)	4	90

Για την πραγματοποίηση της δειγματοληψίας ο κάθε κλωβός διαιρέθηκε με σχοινί σε εννέα (9) ίσα τμήματα. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια μεταλλικού πλαισίου διαστάσεων 50 x 50 cm λαμβάνοντας δείγμα από πέντε (5) διαφορετικά σημεία εντός του κλωβού προκειμένου να υπάρχει ομοιογένεια, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.1.



Στα πέντε διαφορετικά σημεία μέσα σε κάθε κλωβό, η υπέργεια βλάστηση κόπηκε με ψαλίδι σε ύψος 2 cm από το επίπεδο του εδάφους (Odum 1971), κατ' απομίμηση της βόσκησης των ζώων.

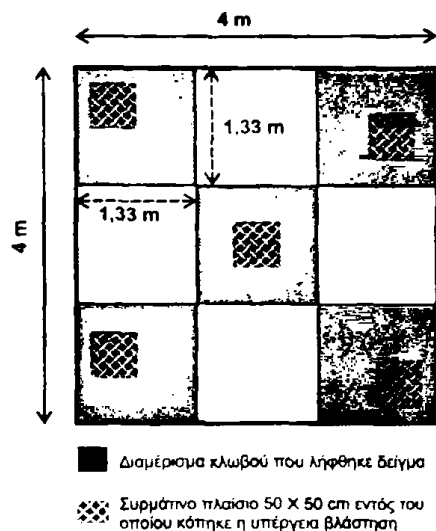
Η κοπή πραγματοποιήθηκε το τελευταίο πενθήμερο του Μαΐου του 2008. Την περίοδο αυτή, τα λιβαδικά φυτά της πεδινής και ημιορεινής ζώνης βρίσκονταν σε πλήρη ανθοφορία σε αντίθεση με τα λιβαδικά φυτά της ορεινής – υπαλπικής ζώνης που φαινολογικά δεν είχαν φτάσει στο στάδιο της ανθοφορίας. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με ιδιαίτερη επιμέλεια ώστε να περιλαμβάνει ολόκληρο το υπέργειο τμήμα των φυτών με το άνθος του, όπου αυτό υπήρχε, προκειμένου να λάβει χώρα μετέπειτα ο ακριβής προσδιορισμός και ταξινόμησή τους στις κύριες βοτανικές ομάδες. Επίσης, εξαιρέθηκαν από την δειγματοληψία όλα τα αγκαθωτά είδη φυτών καθώς και τα φυτά που από την επιτόπια παρατήρηση δεν καταναλώνονταν από τα ζώα (υπήρχαν σε αφθονία στο βοσκημένο τμήμα της περιοχής).

Τα λιβαδικά είδη που απαντώνταν μέσα στο μεταλλικό πλαίσιο σε μεγαλύτερη συχνότητα θεωρήθηκαν ως τα επικρατούντα είδη (Πίνακας Π3). Για το σκοπό αυτό τέθηκε ως ελάχιστο όριο της συχνότητας εμφάνισης των λιβαδικών φυτών το ποσοστό 10%. Τα επικρατούντα φυτά τοποθετούνταν κάθε ένα σε λευκό πορώδες χαρτί για την μετέπειτα αποξήρανσή τους. Τα δείγματα φυλάσσονταν σε ξηρό μέρος μέχρι πλήρους αποξήρανσής τους. Ο προσδιορισμός και η ταξινόμησή τους κατά οικογένεια - γένος - είδος έγινε με βάση τις κλείδες προσδιορισμού Τσόγκα (1974), Β. Π. Παπαναστάση (1983), Μέρου Θ. και άλλοι (2007) και Flora Hellenica (Strid and Tan 1997, 2002).

Στα δείγματα βοσκήσιμης ύλης που συλλεγόταν γινόταν επιτόπου διαχωρισμός των φυτών της βοσκήσιμης ύλης που συλλέχθηκε στις τρεις (3) κύριες βοτανικές ομάδες: i) Αγρωστώδη, ii) Ψυχανθή και iii) Λοιπές πλατύφυλλες πόες, καθώς επίσης και επιτόπου ζύγιση ξεχωριστά κάθε βοτανικής ομάδας. Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετούνταν σε χαρτοσακούλες και μεταφερόταν στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Λιβαδοπονικών Συστημάτων του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου.

Κατόπιν, τα διαχωρισθέντα σε βοτανικές ομάδες δείγματα από κάθε κλωβό ζυγίζονταν και αμέσως μετά τοποθετούνταν σε κλίβανο για ξήρανση στους 65°C για 48 ώρες (Deinum and Maassen 1994). Μετά το τέλος της ξήρανσης ζυγίζονταν μέχρι σταθερού βάρους. Το ποσοστό υγρασίας της βοσκήσιμης ύλης κάθε βοτανικής ομάδας υπολογίστηκε από τη διαφορά των βαρών της επιτόπου ζύγισης και της ζύγισης μετά την ξήρανση.

Στα αποξηραμένα δείγματα κάθε βοτανικής ομάδας και για κάθε κλωβό ξεχωριστά, γινόταν άλεση σε μύλο (KINEMATICA PX-MFC 90D) με μεταλλικό κόσκινο 0.5 mm και στη συνέχεια αποθήκευση των δειγμάτων σε πλαστικά φιαλίδια.



Σχήμα 4.1. Σημεία δειγματοληψίας βοσκήσιμης ύλης εντός κάθε κλωβού.



4.2.2. Εργαστηριακές αναλύσεις

4.2.2.1. Έδαφος

Η συνήθης ανάλυση δειγμάτων του εδάφους, αν και διαφέρει μεταξύ εργαστηριακών μεθόδων, εντούτοις περιλαμβάνει τον υπολογισμό της δομής του εδάφους, του pH, της αλατότητας και της οργανικής ουσίας όπως επίσης και της διαθεσιμότητας των ανόργανων στοιχείων (Walworth 2006). Ο προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης, της οργανικής ουσίας και το pH του εδάφους πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου.

Για τον προσδιορισμό των κλασμάτων (μηχανική ανάλυση), του pH και του οργανικού άνθρακα (οργανική ουσία) του εδάφους, λήφθηκαν από κάθε πειραματικό κλωβό, δείγματα επιφανειακού εδάφους σε βάθος μέχρι 30 cm, με τη βοήθεια δειγματολήπτη διαταραγμένου δείγματος, στο τέλος Μαΐου. Μετά την επί τόπου απομάκρυνση χαλικιών και υπολειμμάτων φυτικής ύλης, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε καθαρές σακούλες και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Τεχνολογίας Λιβαδικών Συστημάτων του Τμήματος Ζωικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, όπου τοποθετήθηκαν σε καταψύκτη για αποφυγή της μικροβιακής δραστηριότητας.

Για την περαιτέρω επεξεργασία των δειγμάτων του εδάφους προηγήθηκε αεροξήρανση σε πυριατήριο στους 25 ± 5 °C (Dane and Torpp 2002). Τέλος τα δείγματα αλέστηκαν σε ανοξείδωτη χαλύβδινη συσκευή άλεσης με μεταλλικό σείστρο με οπές 2,0 mm και αποθηκεύτηκαν σε αριθμημένα πλαστικά δοχεία, έτοιμα για περαιτέρω επεξεργασία. Η μηχανική (κοκκομετρική) ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του υδρομέτρου (Bouyoucos 1962, FAO 1974). Πριν γίνει ο προσδιορισμός των εδαφικών τεμαχιδίων, απομακρύνθηκε η οργανική ουσία με υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) και θέρμανση, διαλύθηκαν τα ανθρακικά άλατα με υδροχλωρικό οξύ και απομακρύνθηκαν τα ελεύθερα οξείδια σιδήρου με διθειονικό νάτριο ($Na_2S_2O_4$). Κατόπιν με την παραπάνω μέθοδο υπολογίστηκε το εκατοστιαίο ποσοστό άμμου, ιλύος και αργίλου στο έδαφος (Ryan *et al.* 2001).

Ο χαρακτηρισμός των εδαφών ως όξινων ή βασικών γίνεται με τη μέτρηση του pH. Το pH του εδάφους μετρήθηκε με pHμετρο σε εκχύλισμα πάστας κορεσμού. Πριν τη μέτρηση του pH, το pHμετρο ρυθμίστηκε με τη βοήθεια δυο διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης $pH = 4$ και $pH = 7$.

Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους πραγματοποιήθηκε έμμεσα. Πρώτα υπολογίστηκε ο οργανικός άνθρακας, με καύση της οργανικής ουσίας του εδάφους και μέτρηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) που εκλύθηκε. Η οργανική ουσία του εδάφους υπολογίζεται από το γινόμενο του οργανικού άνθρακα με σταθερό συντελεστή ίσο με 1,724. Η χρήση της μεθόδου στηρίζεται στην υπόθεση ότι η οργανική ουσία περιέχει 58% οργανικό άνθρακα (Παπαμίχος 1990, Ryan *et al.* 2001).



4.2.2.2. Βοσκήσιμη Ύλη

Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας, της ανόργανης ουσίας (τέφρα), των αζωτούχων ουσιών (ΑΟ), των λιπαρών ουσιών (ΛΟ) και ινωδών ουσιών (ΙΟ) των δειγμάτων της βοσκήσιμης ύλης πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις μεθόδους AOAC (1999), στο εργαστήριο Διατροφής Αγροτικών Ζώων του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, ενώ ο προσδιορισμός των ανόργανων αλάτων πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια Διατροφής Αγροτικών Ζώων και Εδαφολογίας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου. Για τον προσδιορισμό της *in vitro* πεπτικότητας της ξηράς ουσίας (IVDMD), το Εργαστήριο Διατροφής Αγροτικών Ζώων συνεργάστηκε με το Wildlife Habitat /Nutrition Laboratory του Department of Natural Resource Sciences του Washington State University. Ειδικότερα:

- Για τον προσδιορισμό της ανόργανης ουσίας (τέφρα - Ash), πραγματοποιήθηκε καύση ξηρού δείγματος σε κλίβανο στους 600 °C για τρεις ώρες (Pettersson *et al* 1999). Η τέφρα υπολογίστηκε ως η διαφορά του τελικού από το αρχικό βάρος του δείγματος.

- Ο προσδιορισμός των αζωτούχων ουσιών (ΑΟ) πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο Kjeldahl με την χρήση της συσκευής Varoquest. Στα δείγματα γινόταν υγρή καύση παρουσία θειικού χαλκού (CuSO_4), θειικού καλίου (K_2SO_4) και πυκνού θειικού οξέος (H_2SO_4). Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετούνταν στη συσκευή απόσταξης Varoquest 40, όπου με τη βοήθεια του H/Y της συσκευής γινόταν αυτόματη απόσταξη. Ακολουθούσε η τιτλομέτρηση με δεκατονικό (N/10) διάλυμα υδροχλωρικού οξέος. Κατά την παραπάνω διαδικασία υπολογίστηκε το συνολικό άζωτο (N) του δείγματος. Οι ΑΟ υπολογίστηκαν ως το γινόμενο N x 6,25.

- Για τον προσδιορισμό των λιπαρών ουσιών (ΛΟ), πραγματοποιήθηκε εκχύλιση δειγμάτων με πετρελαϊκό αιθέρα με τη χρήση της συσκευής Soxhlet. Η επί τις (%) περιεκτικότητα του δείγματος σε λίπος υπολογίστηκε από τη διαφορά βάρους του δείγματος πριν και μετά την εκχύλιση.

- Ο προσδιορισμός των Ινωδών Ουσιών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο των Goering and Van Soest (1970) με τη χρήση της συσκευής FIBERTEC με τη χρήση ουδέτερου και όξινου διαλύματος απορρυπαντικών ουσιών αντίστοιχα.

- Για τον προσδιορισμό της *in vitro* πεπτικότητας της ξηράς ουσίας της βοσκήσιμης ύλης (IVDMD), χρησιμοποιήθηκε η δύο σταδίων μέθοδος των Tilley and Terry (1963). Για την πραγματοποίηση της διαδικασίας τοποθετήθηκαν φίστουλες στη μεγάλη κοιλία έξι προβάτων βάρους 40-50 kg, με σκοπό τη λήψη στομαχικού υγρού. Η διαδικασία προσδιορισμού της *in vitro* πεπτικότητας της ξηράς ουσίας ξεκίνησε μια εβδομάδα μετά την τοποθέτηση των φιστουλών, ώστε να μπορέσει ο οργανισμός των ζώων να τις δεχτεί. Τα ζώα τρέφονταν κανονικά και είχαν ελεύθερη πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Ένα 24ωρο πριν τη λήψη στομαχικού υγρού, διακοπτόταν η παροχή τροφής, ενώ ήταν ελεύθερη η λήψη νερού. Ξηρό δείγμα 0,5 gr τοποθετούνταν σε κωνικές φιάλες των 100 ml. 50 ml μίγματος αποτελούμενο από διάλυμα McDougall's (buffer) και στομαχικό υγρό τοποθετούνταν σε κάθε φιαλίδιο και όλα τα φιαλίδια τοποθετούνταν στη συσκευή πεπτικότητας για 48 ώρες. Μετά από 48 ώρες, σε κάθε φιαλίδιο τοποθετούνταν 5 ml όξινου διαλύματος πεψίνης και τα δείγματα παρέμεναν στη συσκευή για άλλες 24 ώρες. Τα

επωασμένα δείγματα διηθούνταν σε πυρίμαχα ποτηράκια με πορώδη βάση, γνωστού βάρους και κατόπιν τοποθετούνταν στο πυριατήριο στους 105 °C για 24 ώρες. Κατόπιν τοποθετούνταν στους ξηραντήρες, ώσπου να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος και ζυγίζονταν εκ νέου. Κάθε δείγμα αναλύθηκε τρεις φορές. Σε κάθε διαδικασία τοποθετούνταν 5 δείγματα ζωοτροφών γνωστής πεπτικότητας και τρία δείγματα λευκού προσδιορισμού (Λ.Π.)

Η *in vitro* πεπτικότητα της ξηρής ουσίας (IVDMD - *in vitro* dry matter digestibility) υπολογίστηκε με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{IVDMD} = \frac{\text{Βάρος δείγματος} - (\text{Βάρος υπολ/τος} - \text{βάρος Λ.Π.})}{\text{Βάρος δείγματος}}$$

4.3. Στατιστική ανάλυση

Το σχέδιο του πειράματος βασίστηκε στην τεχνική των συνδυασμένων παραγόντων σε ομάδες με υπό-υποομάδες (split-split-plot experiment), των Snedecor and Cochran (1980), με 16 σημεία δειγματοληψίας (πειραματικοί κλωβοί) και 2 παράγοντες [υψομετρική ζώνη (n=4) και βοτανική ομάδα (n=3)].

Τα αποτελέσματα της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης και των χημικών αναλύσεων υποβλήθηκαν σε ανάλυση διακύμανσης (two way ANOVA) με τη χρήση του στατιστικού πακέτου Statistical Package for Social Sciences (SPSS 2003, Κιτικίδου 2005).

Οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν με τη χρήση του κριτηρίου στατιστικής σημαντικότητας (F-criterion). Για τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης, της χημικής σύστασης και της *in vitro* πεπτικότητας, έλαβε χώρα ανάλυση συσχέτισης (Pearson's correlation analysis). Για να ποσοτικοποιηθούν οι αλληλεπιδράσεις της πεπτικότητας της ξηρής ουσίας της βοσκήσιμης ύλης και των υπόλοιπων παραμέτρων που βρέθηκαν στατιστικά σημαντικοί ($P < 0,05$, πραγματοποιήθηκε βήμα-προς-βήμα πολλαπλή γραμμική ανάλυση συμμεταβολής (stepwise multiple regression). Ο διαχωρισμός των μέσων όρων μεταξύ των βοτανικών ομάδων και των υψομετρικών ζωνών πραγματοποιήθηκε με τον έλεγχο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher (1966) ο οποίος έγινε για δεδομένο επίπεδο σημαντικότητας ($P < 0,05$). Όλα τα “±” που αναφέρονται στην παρούσα ανάλυση αναφέρονται στην τυπική απόκλιση των εκτιμώμενων μέσων όρων.



5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1. Έδαφος

Από την ανάλυση των εδαφών των ποολιβαδίων των περιοχών που πραγματοποιήθηκε η έρευνα για τον καθορισμό της μηχανικής σύστασής τους, βρέθηκε ότι στην πεδινή υψομετρική ζώνη της Ηπείρου το ποσοστό της άμμου κυμαίνεται κ.μ.ο. στο 23,8 %, της ιλύος στο 30,2 % και της αργίλου στο 46,0 %. Από την άλλη πλευρά, στην αντίστοιχη πεδινή ζώνη (Πεδινή II) της Θεσσαλίας οι τιμές της άμμου και της ιλύος ήταν σαφώς μεγαλύτερες (36,5% και 38,0%, αντίστοιχα) από της Ηπείρου, ενώ το ποσοστό του κλάσματος της αργίλου ήταν πολύ μικρότερο, μόλις 25,5 %. Στη μεσαία υψομετρική ζώνη το ποσοστό της άμμου ήταν 28,6 %, της ιλύος 30,0 % και της αργίλου 41,4 %. Τέλος, στην ορεινή ζώνη το ποσοστό σε άμμο ανήλθε σε 48,3 %, της ιλύος σε 29,3 % και της αργίλου σε 22,3 % (Πίνακας 5.1).

Πίνακας 5.1. Κατάταξη των εδαφών της περιοχής έρευνας σύμφωνα με τη μηχανική σύσταση του εδάφους κατά υψομετρική ζώνη (μέσοι όροι $\pm$ τυπική απόκλιση).

Υψομετρική Ζώνη	Μηχανική Σύσταση			Τάξη Εδάφους
	Άμμος (%)	Ιλύς (%)	Αργίλος (%)	
Πεδινή I	23,8 $\pm$ 2,1	30,2 $\pm$ 3,9	46,0 $\pm$ 5,9	Αργιλώδη
Ημιορεινή	28,6 $\pm$ 1,5	30,0 $\pm$ 3,5	41,4 $\pm$ 2,1	Αργιλώδη
Ορεινή	48,3 $\pm$ 5,5	29,3 $\pm$ 4,2	22,3 $\pm$ 3,2	Πηλώδη
Πεδινή II	36,5 $\pm$ 3,4	38,0 $\pm$ 4,5	25,5 $\pm$ 7,6	Πηλώδη

Ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής άμμου, ιλύος και αργίλου στο έδαφος, τα διάφορα εδάφη διακρίνονται σε 12 κατηγορίες μηχανικής σύστασης, σύμφωνα με το τρίγωνο μηχανικής σύστασης των εδαφών που χρησιμοποιείται από το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α. (USDA 1998). Με βάση αυτό το σύστημα τα εδάφη της πεδινής ζώνης I και της ημιορεινής είναι αργιλώδη, ενώ της πεδινής ζώνης II και της ορεινής – υπαλπικής είναι πηλώδη (Πίνακας 5.1 και Σχήμα 5.1).

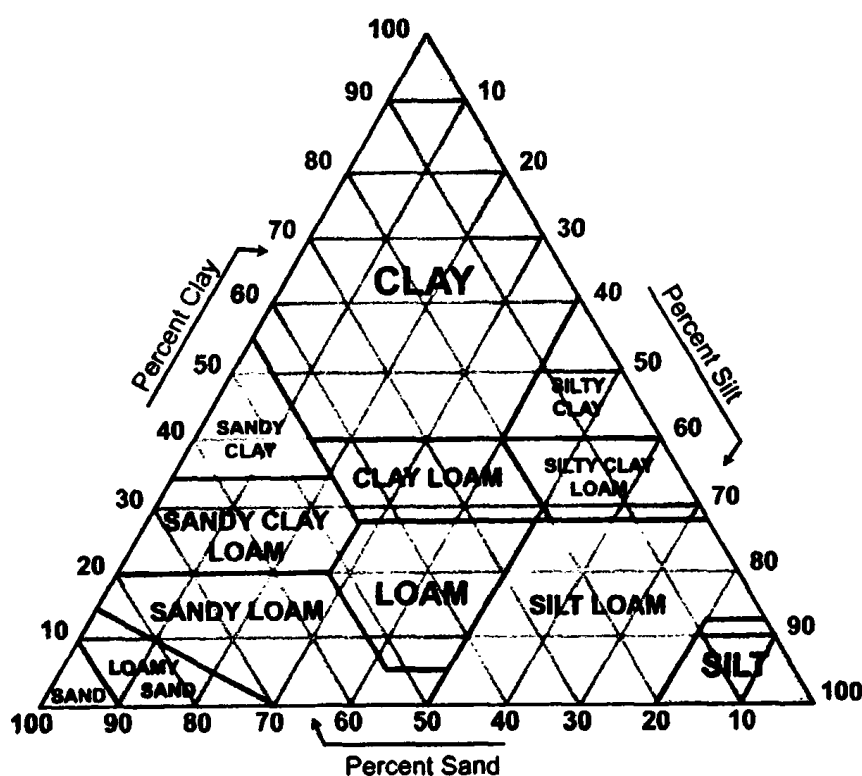
Η μέση τιμή του pH στα εδάφη των ποολιβαδίων που έγινε το πείραμα βρέθηκε ότι είναι: στην πεδινή υψομετρική ζώνη της Ηπείρου 7.9, στη μεσαία 6.3, στην ορεινή 6.2 και στην πεδινή ζώνη της Θεσσαλίας 6.4 (Πίνακας 5.2).

Η οργανική ουσία των εδαφών των ποολιβαδίων βρέθηκε ότι ανήλθε κατά μέσο όρο σε 7,3% στην πεδινή ζώνη της Ηπείρου έναντι μόλις 1,8% της πεδινής ζώνης της Θεσσαλίας, σε 3,8% στην ημιορεινή ζώνη και σε 5,8 % στην ορεινή υψομετρική ζώνη. (Πίνακας 5.2).



Πίνακας 5. 2. Διακύμανση της τιμής του pH και περιεκτικότητα των εδαφών της περιοχής έρευνας σε οργανική ουσία κατά υψομετρική ζώνη (μέσοι όροι $\pm$ τυπική απόκλιση).

Υψομετρική Ζώνη	pH	Οργανική Ουσία (%)
Πεδινή Ι	$7,9 \pm 0,3$	$7,3 \pm 2,8$
Ημιορεινή	$6,3 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,2$
Ορεινή	$6,2 \pm 1,1$	$5,8 \pm 2,4$
Πεδινή ΙΙ	$6,4 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,4$



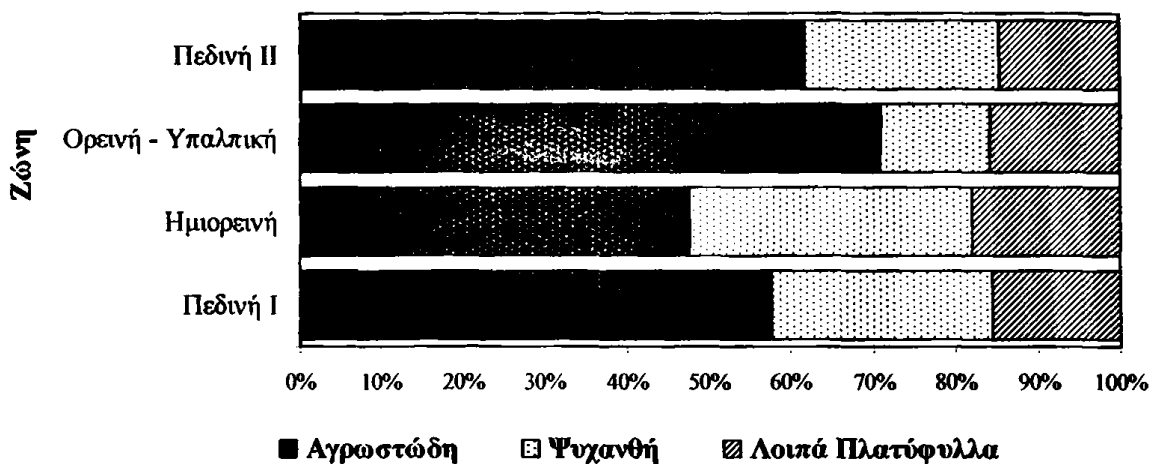
CLAY (C) = Αργιλώδες, SILTY CLAY (SiC) = Ιλυοαργιλώδες, LOAM (L) = Πηλώδες
 SILTY CLAY LOAM (SiCL) = Ιλυοαργιλοπηλώδες, SILTY LOAM (SiL) = Ιλυοπηλώδες,
 SANDY CLAY (SC) = Αμμοαργιλώδες, SANDY CLAY LOAM (SCL) = Αμμοαργιλοπηλώδες,
 CLAY LOAM (CL) = Αργιλοπηλώδες, SILTY (Si) = Ιλυώδες, SAND (S) = Αμμώδες,
 SANDY LOAM (SL) = Αμμοπηλώδες, LOAMY SAND (LS) = Πηλοαμμώδες,

Σχήμα. 5.1. Τρίγωνο μηχανικής σύστασης εδάφους



5.2. Βοτανική Σύνθεση

Στην σύνθεση της βλάστησης η ομάδα των αγρωστώδων συμμετείχε με ποσοστά 57,6%, 48,5%, 70,9% και 61,8 % στην πεδινή, ημιορεινή, ορεινή και πεδινή ζώνη της Θεσσαλίας (πεδινή II), αντίστοιχα. Τα ψυχανθή συμμετείχαν με ποσοστά 26,8 %, 34,6%, 13,4%, και 23,6 %, αντίστοιχα, ενώ τα πλατύφυλλα με ποσοστά 15,6 %, 16,9 %, 15,7% και 14,6%, αντίστοιχα (Εικόνα 5.1).



Εικόνα 5.1. Σύνθεση (%) της βοσκήσιμης ύλης στις κύριες βοτανικές ομάδες (αγρωστώδη, ψυχανθή και λοιπές πλατύφυλλες πόες) κατά υψομετρική ζώνη.

Στα αγρωστώδη παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της ορεινής – υπαλπικής ζώνης. Επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ της ημιορεινής ζώνης και των ζωνών ορεινής – υπαλπικής και της πεδινής II. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$) μεταξύ πεδινής ζώνης I, ημιορεινής και πεδινής ζώνης II (Πίνακας 5.3).

Πίνακας 5.3. Σύνθεση (%) της βοσκήσιμης ύλης στις κύριες ομάδες (αγρωστώδη, ψυχανθή και λοιπές πλατύφυλλες πόες) ανά υψομετρική ζώνη.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή I	57,6 ± 4,9 ac	26,8 ± 5,5 a	15,6 ± 0,7 a
Ημιορεινή	48,5 ± 9,4 a	34,6 ± 8,9 a	16,9 ± 2,1 a
Ορεινή - Υπαλπική	70,9 ± 6,3 b	13,4 ± 1,3 b	15,7 ± 5,1 a
Πεδινή II	61,8 ± 5,2 bc	23,6 ± 7,2 ab	14,6 ± 2,0 a

Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$).



Στα ψυχανθή, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) βρέθηκαν ανάμεσα από την πεδινή ζώνη I και ημιορεινή ζώνη με την ορεινή –υπαλπική ζώνη, ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ της ορεινής- υπαλπικής με την πεδινή ζώνη II (Πίνακας 5.3).

Στα λοιπά πλατύφυλλα, δεν παρατηρήθηκε καμιά στατιστική σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ των ζωνών (Πίνακας 5.3).

Τα αγρωστώδη παρέχουν βοσκή υψηλής θρεπτικής αξίας και σε ικανοποιητικές ποσότητες. Είναι μεγάλης προσαρμοστικότητας, αντέχουν στις δυσμενείς συνθήκες βοσκήσης και κοπής, παρέχουν ικανοποιητική αναβλάστηση, προστατεύουν το έδαφος από τη διάβρωση και συντελούν στη βελτίωση των εδαφών. Το υψηλό ποσοστό των αγρωστωδών στο σύνολο της χλωρίδας, προδίδει βοσκή καλής σύνθεσης. Από την άλλη πλευρά, υψηλό ποσοστό ψυχανθών στα λιβάδια συντελεί στη βελτίωση της θρεπτικής αξίας της βοσκήσιμης ύλης και συμβάλλει στη καλή διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, όπως και στην προοδευτική βελτίωσή της. Τα ψυχανθή όμως σε σχέση με τα αγρωστώδη, παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή στη βόσκηση και στο πάτημα των ζώων (Σαρλής 1998).

Τα αγρωστώδη είναι περισσότερο ανταγωνιστικά έναντι των ψυχανθών και των λοιπών πλατύφυλλων (Βερεσόγλου 1998). Μεταξύ των φυτών αυτών κυρίαρχα από πλευράς βιομάζας είναι τα αγρωστώδη, ενώ τα πλατύφυλλα υπερτερούν σε αριθμό ειδών. Τα μονοετή απαντούν σε περιοχές με σαφή και μακρά περίοδο ξηρασίας, όπως είναι εκείνες που έχουν τυπικό μεσογειακό κλίμα. Τα πολυετή φυτά, αντίθετα, βρίσκονται σε περιοχές με σχετικά άφθονη και κατανεμημένη βροχή μέσα στην περίοδο του έτους, όπως για παράδειγμα στην εύκρατη ζώνη. Στην Ελλάδα, τα ετήσια φυτά κυριαρχούν στις νότιες περιοχές και γενικά στη χαμηλή ζώνη. Όσο ανεβαίνουμε υψομετρικά τα ετήσια υποχωρούν και αντικαθίστανται από πολυετή είδη. Τέλος, τα πολυετή φυτά χαρακτηρίζουν τα ορεινά λιβάδια της Ελλάδας (Παπαναστάσης 1981, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Γενικά, τα αγρωστώδη αντέχουν σε χαμηλό pH, τα ψυχανθή προτιμούν υψηλό pH αλλά τα βρίσκουμε και σε ελαφρώς όξινα, ουδέτερα ή και σε βασικά εδάφη. Τα περισσότερο όμως λιβαδικά φυτά έχουν σχετικά ευρύ φάσμα αντοχής στην αντίδραση του εδάφους (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Η στατιστική διαφορά που παρατηρείται στην σύνθεση της βλάστησης μεταξύ των ζωνών, τόσο στα αγρωστώδη όσο και στα ψυχανθή, οφείλεται στις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους καθώς και στο γεγονός ότι τα αγρωστώδη είναι περισσότερο ανταγωνιστικά από τα άλλα φυτά.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε προστατευόμενα από την βόσκηση λιβάδια χαμηλής και υψηλής ζώνης της Ηπείρου, οι Τζιάλλα κ.α.(2000) βρήκαν ότι τα αγρωστώδη, όταν δεν βόσκονται, είναι κυρίαρχα, λόγω της αυξημένης ανταγωνιστικότητας τους απέναντι στα ψυχανθή και τις λοιπές πλατύφυλλες πόες.



5.3 Παραγωγή βοσκήσιμης ύλης

Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης παρουσίασε μεγάλη διακύμανση, τόσο μεταξύ των υψομετρικών ομάδων, όσο και εντός της ίδιας ομάδας. Εντούτοις, η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι η υψομετρική ομάδα επιδρά στατιστικά σημαντικά ($P<0,05$) στην παραγωγή βοσκήσιμης ύλης (Πίνακας 5.4).

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (one way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης στη σύνθεση και παραγωγή της βοσκήσιμης ύλης στις κύριες βοτανικές ομάδες (αγρωστώδη, ψυχανθή και λοιπά πλατύφυλλα).

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	F-statistics	P
Σύνθεση βοσκήσιμης ύλης			
Αγρωστώδη (%)	3	7,426	0,005
Ψυχανθή (%)	3	8,001	0,003
Λοιπά Πλατύφυλλα (%)	3	1,278	0,326
Παραγωγή			
Αγρωστώδη (gr/m ²)	3	4,115	0,032
Ψυχανθή (gr/m ²)	3	6,541	0,007
Λοιπά Πλατύφυλλα (gr/m ²)	3	19,001	0,000
Συνολική (gr/m ²)	3	14,516	0,000

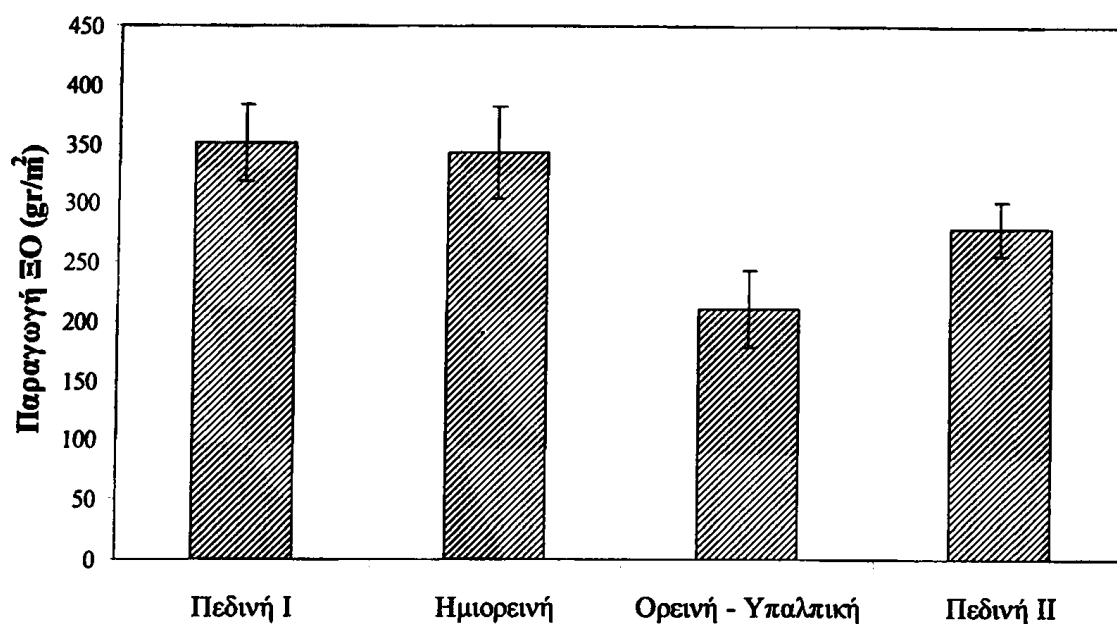
Όπως στατιστικά σημαντικά επιδρά στην παραγωγή και η ανάλυση διακύμανσης της υψομετρικής ζώνης και της βοτανικής ομάδας (Πίνακας 5.5).

Πίνακας 5.5. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (two way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης και της βοτανικής ομάδας στη παραγωγή της βοσκήσιμης ύλης.

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	Παραγωγή	
		F	P
Ζώνη (Z)	3	11,433	0,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	107,489	0,000
Z x B	6	3,576	0,007

Η ομάδα της πεδινής ζώνης I παρουσίασε τη μεγαλύτερη παραγωγή βοσκήσιμης ύλης (351,0 gr/m² κ.μ.ο.). Η παραγωγή αυτή διαφέρει στατιστικά σημαντικά ($P<0,05$) από όλες τις υπόλοιπες ομάδες εκτός από την ημιορεινή. Η ημιορεινή ζώνη παρουσίασε, οριακά από την πεδινή I, την δεύτερη υψηλότερη παραγωγή (342,6 gr/m² κ.μ.ο.), η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά ($P<0,05$) από την ορεινή και την πεδινή ζώνη II. Η μικρότερη παραγωγή ανήλθε στα 211,8 gr/m² κ.μ.ο. και σημειώθηκε στην ορεινή - υπαλπική ζώνη, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$) με όλες τις υπόλοιπες ζώνες.

Στην πεδινή ζώνη II η παραγωγή κυμάνθηκε στα 279,7 gr/m² κ.μ.ο. και διαφέρει στατιστικά σημαντικά ($P<0.05$) από όλες τις υπόλοιπες ζώνες (Εικόνα 5.2 & Πίνακας 5.6).



Εικόνα 5.2. Παραγωγή βοσκήσιμης ύλης (gr DM/m²) ανά υψομετρική ζώνη.

Πίνακας 5.6. Παραγωγή βοσκήσιμης ύλης (gr DM/m²) ανά υψομετρική ζώνη στις κύριες βοτανικές ομάδες.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα			Συνολική Παραγωγή
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες	
Πεδινή I	201,1 ± 10,6 a	95,3 ± 26,8 a	54,6 ± 3,1 a	351,0 ± 31,9 a
Ημιορεινή	163,4 ± 17,3 b	121,4 ± 45,5 a	62,8 ± 8,3 a	342,6 ± 39,5 a
Ορεινή - Υπαλπική	151,5 ± 36,0 b	28,1 ± 1,7 b	32,2 ± 6,1 b	211,8 ± 32,6 b
Πεδινή II	186,1 ± 3,3 ab	58,9 ± 36,8 ab	34,7 ± 10,6 b	279,7 ± 22,9 c

Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P<0.05$).

Η διαφοροποίηση της παραγωγής σε σχέση με την υψομετρική ζώνη όπου απαντώνται τα ποολίβαδα έχει αποδοθεί στις ευνοϊκότερες κλιματικές συνθήκες, με πρωτεύουσα την παράμετρο των θερμοκρασιών οι οποίες επικρατούν στην πεδινή ζώνη έναντι των υπολοίπων ζωνών και ιδιαίτερα της ορεινής (Ρούκος κ.α. 2000, Τζιάλλα κ.α. 2006). Καθώς και στην διακύμανση της ποιότητας του εδάφους μεταξύ των υψομετρικών ζωνών (Burke *et al.* 1995, Ρούκος κ.α. 2006).



Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης εμφανίζει σημαντικά ($P<0.01$) αρνητική συσχέτιση με το υψόμετρο ($r=-0,724$) (Πίνακας 5.7).

Πίνακας 5.7. Συντελεστές συσχέτισης της παραγωγής ($\text{gr } \Xi\text{O} / \text{m}^2$) της βοσκήσιμης ύλης με το υψόμετρο, ανά βοτανική ομάδα και στο σύνολο.

Παράμετρος	Παραγωγή (gr/m^2)			
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές πλατύφυλλες πόες	Συνολική
Υψόμετρο	-0,642**	-0,491*	-0,453	-0,724**

Επίπεδο σημαντικότητας: * $P<0.05$, ** $P<0.01$

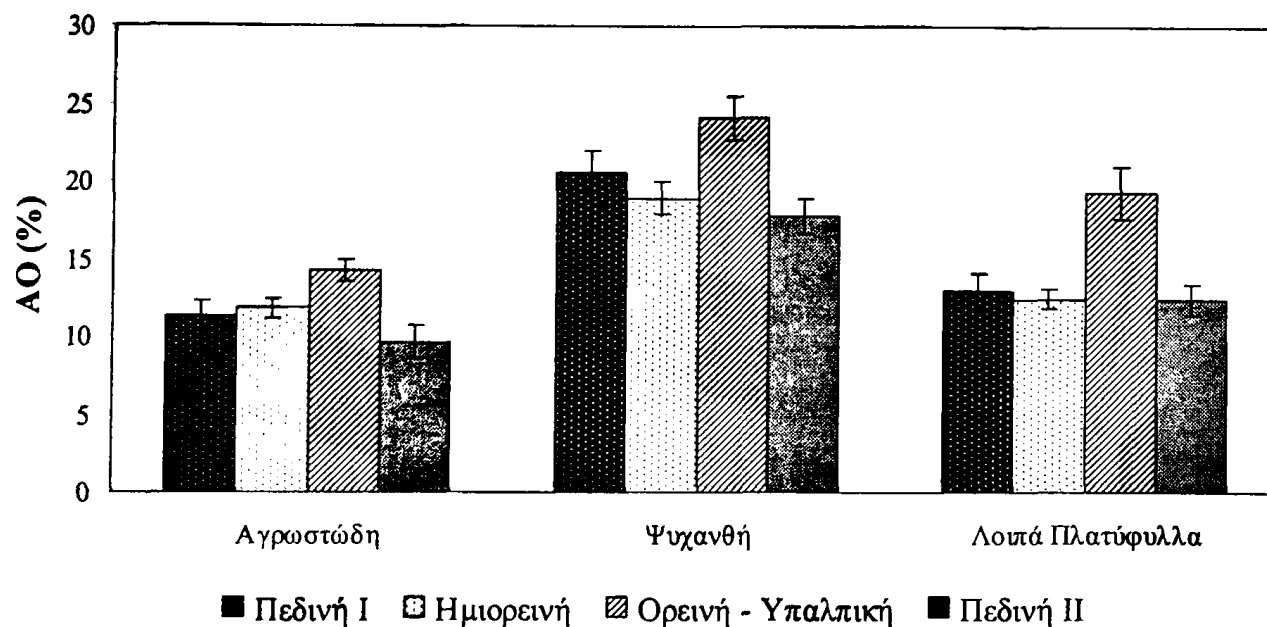
Από τα αποτελέσματα της έρευνας μπορεί να υποστηριχθεί ότι, η μεγαλύτερη παραγωγή στην πεδινή ομάδα της Ηπείρου (πεδινή Ι), οφείλεται στο συνδυασμό των ευνοϊκότερων κλιματικών συνθηκών που επικρατούν σε αυτή σε σχέση με τις υπόλοιπες ζώνες καθώς και στην καλύτερη ποιότητα του εδάφους (Πίνακας 5.2, και Πίνακες Π1 & Π2 Παραρτήματος). Όντως αυτό προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη ότι: α) ο ρυθμός αύξησης των λιβαδικών φυτών κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου της αύξησης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του αέρα, ενώ η υγρασία του εδάφους, οι θρεπτικές ουσίες και η διαχείριση καθορίζουν την ποσότητα της ξηρής ουσίας που παράγεται (Frank and Ries 1990), και β) η θερμοκρασία του αέρα μειώνεται κατά 0,6, 0,5, 0,5, 0,4, 0,4 και 0,6 °C για κάθε 100 μ. αύξησης του υψομέτρου τους μήνες Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο, αντίστοιχα (Σούλης 1994).

Τα αποτελέσματα, συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στην Ήπειρο. Οι Ρούκος κ.α. (2006) βρήκαν ότι, η μέση ετήσια παραγωγή βοσκήσιμης ύλης ήταν 386, 261 και 240 $\text{kg } \Xi\text{O}/\text{στρ}$ σε πεδινά, ημιορεινά και ορεινά ποολίβαδα, αντίστοιχα. Η μεγάλη παραγωγικότητα των πεδινών ποολιβαδίων αποδόθηκε στην υψηλή βροχόπτωση που δέχεται κάθε έτος η περιοχή της Ηπείρου. Επίσης, οι Τζιάλλα κ.α. (2000) βρήκαν ότι, η μεγαλύτερη παραγωγή βοσκήσιμης ύλης σε ποολίβαδα της χαμηλής ζώνης (Κατσικά Ιωαννίνων) σημειώθηκε τον μήνα Μάιο, ενώ σε ποολίβαδα της υψηλής ζώνης (Μέτσοβο) σημειώθηκε τον Ιούνιο.

5.4. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Αζωτούχες Ουσίες (ΑΟ)

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Αζωτούχες Ουσίες (ΑΟ) παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις τόσο μεταξύ των υψομετρικών ομάδων όσο και εντός της ίδιας βοτανικής ομάδας. Τα αγρωστώδη παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ΑΟ στην ορεινή – υπαλπική ζώνη με ποσοστό 14,3%, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη ΙΙ με ποσοστό 9,6%, ενώ στην ημιορεινή και την πεδινή ζώνη Ι τα ποσοστά ανήλθαν σε 11,8 % και 11,3%, αντίστοιχα. Τα ψυχανθή παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ΑΟ στην ορεινή-υπαλπική ζώνη με ποσοστό 24,1%, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη ΙΙ με ποσοστό 17,8

%, ενώ στην πεδινή ζώνη I και την ημιορεινή τα ποσοστά ανήλθαν σε 20,6 % και 18,9 %, αντίστοιχα. Τα λοιπά πλατύφυλλα παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ΑΟ στην ορεινή-υπαλπική ζώνη με ποσοστό 19,3%, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη II με ποσοστό 12,4 %, ενώ στην πεδινή ζώνη I και την ημιορεινή τα ποσοστά ανήλθαν σε 12,9 % και 12,5 %, αντίστοιχα. (Εικόνα 5.3).



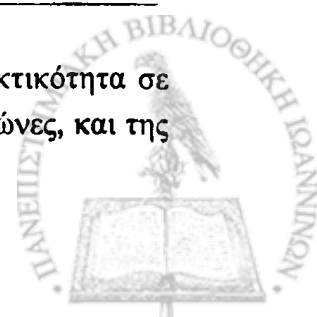
Εικόνα 5.3. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ κατά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι τόσο η υψομετρική ζώνη όσο και η βοτανική ομάδα επιδρά στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ (Πίνακας 5.8).

Πίνακας 5.8. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (two way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης και της βοτανικής ομάδας στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ.

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	ΑΟ	
		F	P
Ζώνη (Z)	3	65,491	0,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	239,275	0,000
Z x B	6	4,329	0,002

Στα αγρωστώδη, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) στην περιεκτικότητα σε ΑΟ εντοπίζονται μεταξύ της ορεινής-υπαλπικής ζώνης με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, και της



πεδινής ζώνης II με όλες τις υπόλοιπες, ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ της ημιορεινής ζώνης και της πεδινής ζώνης I. Στην ομάδα των ψυχανθών, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P<0,05$) εμφανίζονται μεταξύ της πεδινής ζώνης I με την ορεινή- υπαλπική και την πεδινή ζώνη II, μεταξύ της ημιορεινής ζώνης και της ορεινής- υπαλπικής, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$) μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της ημιορεινής, και της ημιορεινής με την πεδινή ζώνη II. Στην ομάδα των λοιπών πλατύφυλλων στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P<0,05$) σημειώνονται μεταξύ της ορεινής- υπαλπικής ζώνης και όλων των υπολοίπων, ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ πεδινής I, πεδινής II και ημιορεινής ζώνης (Πίνακας 5.9).

Πίνακας 5.9. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε Αζωτούχες Ουσίες ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή I	11,3 ± 0,9 a	20,6 ± 1,3 a	12,9 ± 1,2 a
Ημιορεινή	11,8 ± 0,6 a	18,9 ± 1,0 ac	12,5 ± 0,7 a
Ορεινή - Υπαλπική	14,3 ± 0,7 b	24,1 ± 1,4 b	19,3 ± 1,7 b
Πεδινή II	9,6 ± 1,0 c	17,8 ± 1,1 c	12,4 ± 1,0 a

Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P<0,05$).

Επιπλέον, βρέθηκε στατιστικά σημαντικά ($P<0,01$) θετική συσχέτιση μεταξύ του υψόμετρου και της περιεκτικότητας σε ΑΟ της ΞΟ των αγρωστωδών ($r=0,794$), των ψυχανθών ($r=0,659$) και των λοιπών πλατυφύλλων ($r=0,790$) (Πίνακας 5.10).

Πίνακας 5.10. Συντελεστές συσχέτισης της περιεκτικότητας (%) της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ με το υψόμετρο, ανά βοτανική ομάδα.

Παράμετρος	ΑΟ (%)		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές πλατύφυλλες πόες
Υψόμετρο	0,794**	0,659**	0,790**

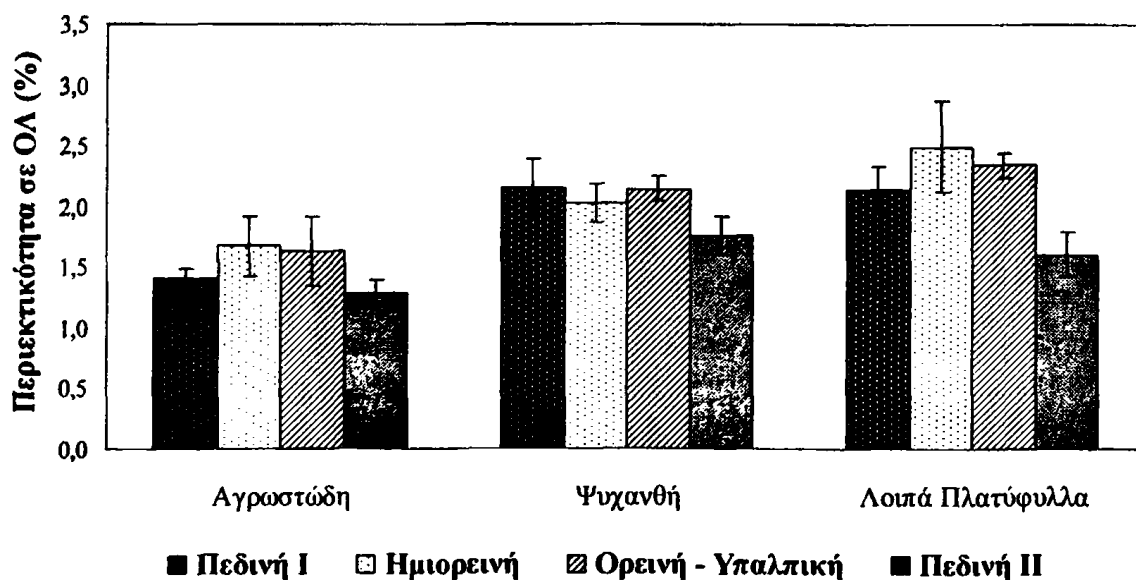
Επίπεδο σημαντικότητας: ** $P<0,01$

Η εκτίμηση της θρεπτικής αξίας της βοσκήσιμης ύλης μπορεί να βασιστεί στην περιεκτικότητα των λιβαδικών φυτών σε πρωτεΐνη, φωσφόρο και ενέργεια (Cook and Sims 1975). Το περιεχόμενο των λιβαδικών φυτών σε αζωτούχες ουσίες (ΑΟ) είναι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα της παραγόμενης βοσκήσιμης ύλης. Βοσκήσιμη ύλη που αποτελείται από φυτά που βρίσκονται στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης περιέχει μεγαλύτερες ποσότητες αζωτούχων ουσιών σε σχέση με αυτή, που στη σύνθεσή της περιλαμβάνει λιβαδικά φυτά που έχουν ήδη ολοκληρώσει την αυξητική τους

περίοδο. Αυτό οφείλεται: α) στο ότι μειώνονται οι ΑΟ στα φύλλα και τους μίσχους, β) οι μίσχοι έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε ΑΟ και γ) οι μίσχοι καταλαμβάνουν μεγαλύτερη βιομάζα στα ώριμα φυτά (Buxton 1996). Επίσης, η μέση περιεκτικότητα των ψυχανθών σε ολικές αζωτούχες είναι μεγαλύτερη των αγρωστωδών (Minson 1990).

Η στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0,05$) που παρατηρείται και στις τρεις κατηγορίες φυτών, μεταξύ της ορεινής – υπαλπικής ζώνης με τις υπόλοιπες υψομετρικές ζώνες, αποδίδεται στο γεγονός ότι τα φυτά της ορεινής – υπαλπικής ζώνης βρίσκονταν σε πρωϊμότερο στάδιο ανάπτυξης σε σχέση με τα φυτά των υπολοίπων ζωνών.

Τα αποτελέσματά μας συμφωνούν με έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε φυσικά ποολίβαδα του Ν. Φλώρινας, στην οποία διαπιστώθηκε ότι το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ μειωνόταν όσο τα φυτά πλησίαζαν στο στάδιο πλήρους ωρίμανσης. Η μείωση αυτή των ΑΟ ήταν ταχύτερη στα ποολίβαδα χαμηλού υψομέτρου και μειωνόταν όσο αυξανόταν το υψόμετρο (Mountousis *et al.* 2006a). Επίσης, σε λιβάδια του Ν. Ιωαννίνων στην αρχή της βλαστικής περιόδου παρατηρήθηκε μεγάλο ποσοστό ΑΟ και στην συνέχεια αυτές εμφάνισαν σταδιακή μείωση, ενώ η περιεκτικότητά τους σε ινώδεις ουσίες ήταν μεγαλύτερη όταν οι ΑΟ είχαν τη μικρότερη τιμή (Τζιάλλα κ.α. 2000).



Εικόνα 5.4. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ΟΛ κατά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

5.5. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Ολικό Λίπος (ΟΛ) και Τέφρα

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Ολικό Λίπος (ΟΛ) παρουσίασε μικρές διακυμάνσεις τόσο μεταξύ των υψομετρικών ομάδων όσο και εντός της ίδιας βοτανικής ομάδας. Τα αγρωστώδη παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ΟΛ στην ημιορεινή ζώνη με ποσοστό 1,7%, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη ΙΙ με ποσοστό 1,3%, ενώ στην ορεινή - υπαλπική και την πεδινή ζώνη Ι τα ποσοστά ανήλθαν σε 1,6 % και 1,4%, αντίστοιχα. Τα ψυχανθή παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ΟΛ στην πεδινή ζώνη Ι με ποσοστό 2,2%, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη ΙΙ με ποσοστό 1,8 %, ενώ στην ορεινή - υπαλπική και την ημιορεινή τα ποσοστά ανήλθαν σε 2,1 % και 2,0 %, αντίστοιχα. Τα λοιπά πλατύφυλλα παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ΟΛ στην ημιορεινή ζώνη με ποσοστό 2,5%, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη ΙΙ με ποσοστό 1,6 %, ενώ στην πεδινή ζώνη Ι και την ορεινή - υπαλπική τα ποσοστά ανήλθαν σε 2,1 % και 2,3 %, αντίστοιχα (Εικόνα 5.4).

Στα αγρωστώδη, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0,05$) μεταξύ των ζωνών. Στα ψυχανθή, η πεδινή ζώνη Ι και η ορεινή- υπαλπική ζώνη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$) με την πεδινή ζώνη ΙΙ, ενώ η ημιορεινή ζώνη δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με καμία από τις υπόλοιπες ζώνες. Στα λοιπά πλατύφυλλα, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0,05$) υπάρχει μόνο μεταξύ της πεδινής ζώνης ΙΙ με τις υπόλοιπες ζώνες (Πίνακας 5.11).

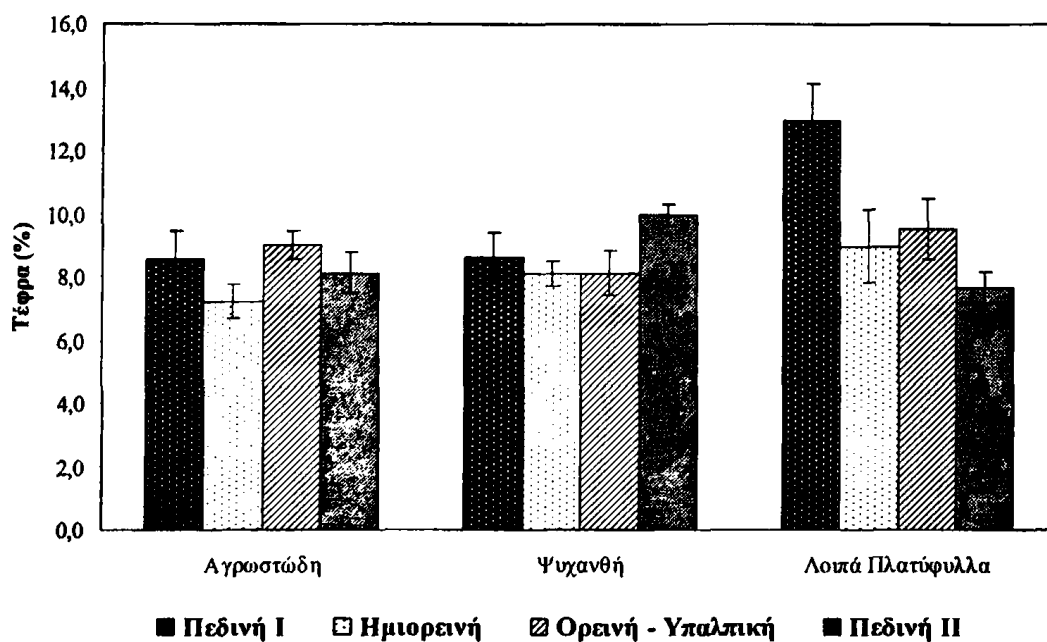
Πίνακας 5.11. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε ολικό λίπος (ΟΛ) ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή Ι	1,4 ± 0,1 a	2,2 ± 0,2 a	2,1 ± 0,2 a
Ημιορεινή	1,7 ± 0,2 a	2,0 ± 0,2 ab	2,5 ± 0,4 a
Ορεινή - Υπαλπική	1,6 ± 0,3 a	2,1 ± 0,1 a	2,3 ± 0,1 a
Πεδινή ΙΙ	1,3 ± 0,1 a	1,8 ± 0,2 b	1,6 ± 0,2 b

Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$).

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε τέφρα παρουσίασε μικρές διακυμάνσεις τόσο μεταξύ των υψομετρικών ομάδων όσο και εντός της ίδιας βοτανικής ομάδας. Τα αγρωστώδη παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε τέφρα στην ορεινή-υπαλπική ζώνη με ποσοστό 9,0%, την ελάχιστη τιμή στην ημιορεινή με ποσοστό 7,2%, ενώ στην πεδινή ζώνη Ι & ΙΙ τα ποσοστά ανήλθαν σε 8,5%, και 8,1%, αντίστοιχα. Τα ψυχανθή παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε τέφρα στην πεδινή ζώνη ΙΙ με ποσοστό 10,0%, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική και την ημιορεινή ζώνη με ποσοστά 8,1 %, ενώ στην πεδινή ζώνη Ι το ποσοστό ανήλθε σε 8,6 %. Τα λοιπά πλατύφυλλα παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε τέφρα στην πεδινή ζώνη Ι με ποσοστό 13,0%, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη ΙΙ με ποσοστό 7,7 %, ενώ στην ορεινή - υπαλπική και την ημιορεινή ζώνη τα ποσοστά ανήλθαν σε 9,51 % και 9%, αντίστοιχα (Εικόνα 5.5).

Στα αγρωστώδη, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P<0,05$) στην περιεκτικότητα σε τέφρα εντοπίζονται μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της ορεινής – υπαλπικής με την ημιορεινή ζώνη, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ πεδινής ζώνης I, ορεινής – υπαλπικής και πεδινής ζώνης II, καθώς επίσης και μεταξύ της ημιορεινής με την πεδινή ζώνη II. Στα ψυχανθή, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$) στην περιεκτικότητα σε τέφρα εντοπίζονται μόνο μεταξύ της πεδινής ζώνης II με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ πεδινής I, ημιορεινής και ορεινής- υπαλπικής ζώνης. Στα λοιπά πλατύφυλλα, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$) στην περιεκτικότητα σε τέφρα εντοπίζονται μόνο μεταξύ της πεδινής ζώνης I με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ πεδινής II, ημιορεινής και ορεινής- υπαλπικής ζώνης (Πίνακας 5.12).

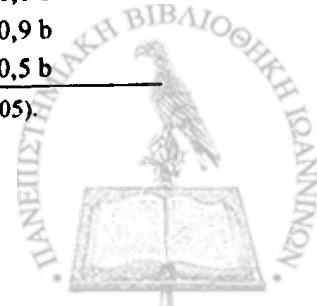


Εικόνα 5.5. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε τέφρα (T) ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Πίνακας 5.12. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε τέφρα (T) ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή I	8,5 ± 0,9 a	8,6 ± 0,8 a	13,0 ± 1,2 a
Ημιορεινή	7,2 ± 0,5 b	8,1 ± 0,4 a	9,0 ± 1,1 b
Ορεινή - Υπαλπική	9,0 ± 0,5 a	8,1 ± 0,7 a	9,5 ± 0,9 b
Πεδινή II	8,1 ± 0,7 ab	10,0 ± 0,3 b	7,7 ± 0,5 b

Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P<0.05$).

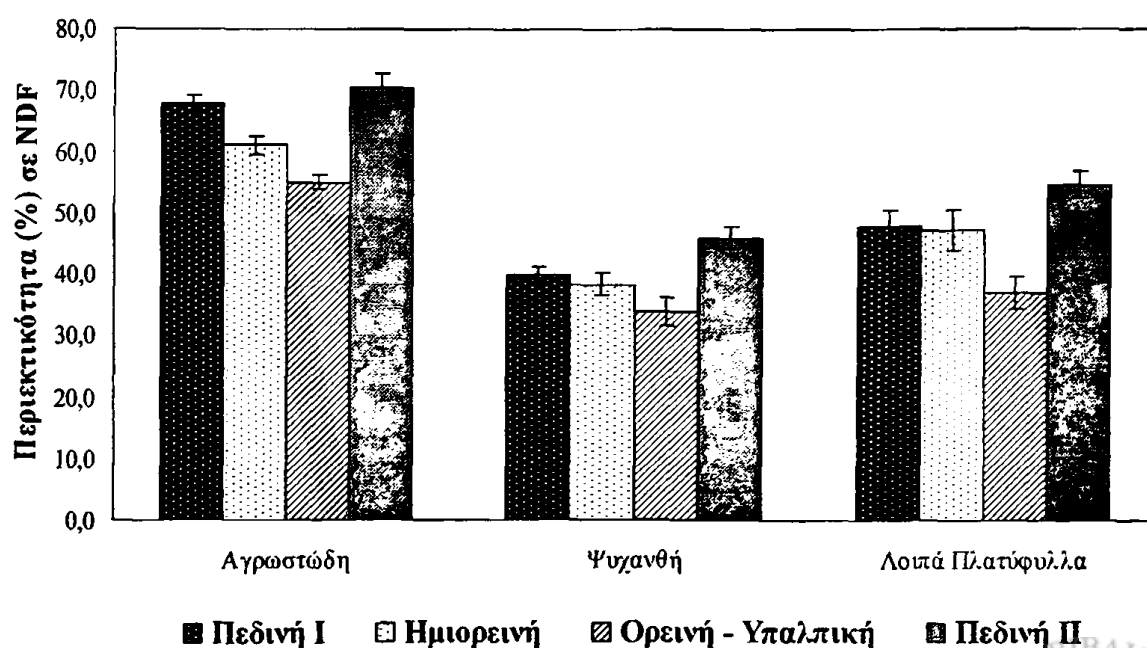


Οι Perez-Corona *et al.* (1998) μελέτησαν την επίδραση του φαινολογικού σταδίου των λιβαδικών φυτών και της τοπογραφικής ζώνης στην παραγωγή βιομάζας, στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, λιγνίνη, κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και σε ανόργανα στοιχεία σε δείγματα βοσκήσιμης ύλης που συλλέχθηκαν από λιβάδια της κεντρικής - δυτικής Ισπανίας. Οι ερευνητές βρήκαν ότι το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ και τέφρα μειωνόταν καθώς προχωρούσε το φαινολογικό στάδιο των φυτών ενώ η περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες έτεινε να αυξηθεί. Η τοπογραφική θέση επέδρασε σημαντικά ($P < 0,01$) στη μέγιστη παραγωγή βιομάζας, στην περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες, ΑΟ και τέφρα. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξαν έρευνες δέκα ετών σε λιβάδια στη δυτική Ισπανία (Vazquez-de-Aldana *et al.* 2000). Το περιεχόμενο σε τέφρα είναι συνήθως μεγαλύτερο στα φύλλα απ' ότι στους μίσχους (Lambert *et al.* 1989, Summers *et al.* 2001).

5.6. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Ινώδεις Ουσίες (ΙΟ)

5.6.1 Περιεκτικότητα σε NDF (Neutral Deteqrent Fiber - ΙΟ αδιάλυτες σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών)

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε NDF παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις τόσο μεταξύ των υψομετρικών ομάδων όσο και εντός της ίδιας βοτανικής ομάδας. Τα αγρωστώδη παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε NDF στην πεδινή ζώνη ΙΙ με ποσοστό 70,3%, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική με ποσοστό 54,9%, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη Ι τα ποσοστά ανήλθαν σε 61,0% και 67,8%, αντίστοιχα.



Εικόνα 5.6. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε NDF ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Τα ψυχανθή παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε NDF στην πεδινή ζώνη II με ποσοστό 46,1%, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική με ποσοστό 34,0%, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη I τα ποσοστά ανήλθαν σε 38,5% και 39,9%, αντίστοιχα. Τα λοιπά πλατύφυλλα παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε NDF στην πεδινή ζώνη II με ποσοστό 54,7%, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική με ποσοστό 37,1%, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη I τα ποσοστά ανήλθαν σε 47,3% και 47,9%, αντίστοιχα (Εικόνα 5.6).

Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι τόσο η υψομετρική ζώνη όσο και η βοτανική ομάδα επιδρά στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε NDF (Πίνακας 5.13).

Πίνακας 5.13. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (two way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης και της βοτανικής ομάδας στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε NDF.

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	NDF	
		F	P
Ζώνη (Z)	3	79,597	0,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	459,307	0,000
Z x B	6	3,723	0,006

Στα αγρωστώδη, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0,05$) στην περιεκτικότητα σε NDF εντοπίζονται μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της πεδινής ζώνης II με την ημιορεινή και την ορεινή - υπαλπική ζώνη, καθώς επίσης μεταξύ της ορεινής- υπαλπική με την ημιορεινή, ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ της πεδινής ζώνης I με την πεδινή ζώνη II. Στα ψυχανθή και στα λοιπά πλατύφυλλα, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0,05$) παρατηρήθηκε μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της ημιορεινής με την ορεινή- υπαλπική και την πεδινή ζώνη II, και μεταξύ της ορεινής - υπαλπικής ζώνης με την πεδινή ζώνη II, ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ πεδινής ζώνης I και ημιορεινής (Πίνακας 5.14).

Πίνακας 5.14. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε NDF ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή I	67,8 ± 1,2 a	39,9 ± 1,4 a	47,9 ± 2,7 a
Ημιορεινή	61,0 ± 1,4 b	38,5 ± 1,7 a	47,3 ± 3,2 a
Ορεινή - Υπαλπική	54,9 ± 1,1 c	34,0 ± 2,3 b	37,1 ± 2,6 b
Πεδινή II	70,3 ± 2,3 a	46,1 ± 1,7 c	54,7 ± 2,2 c

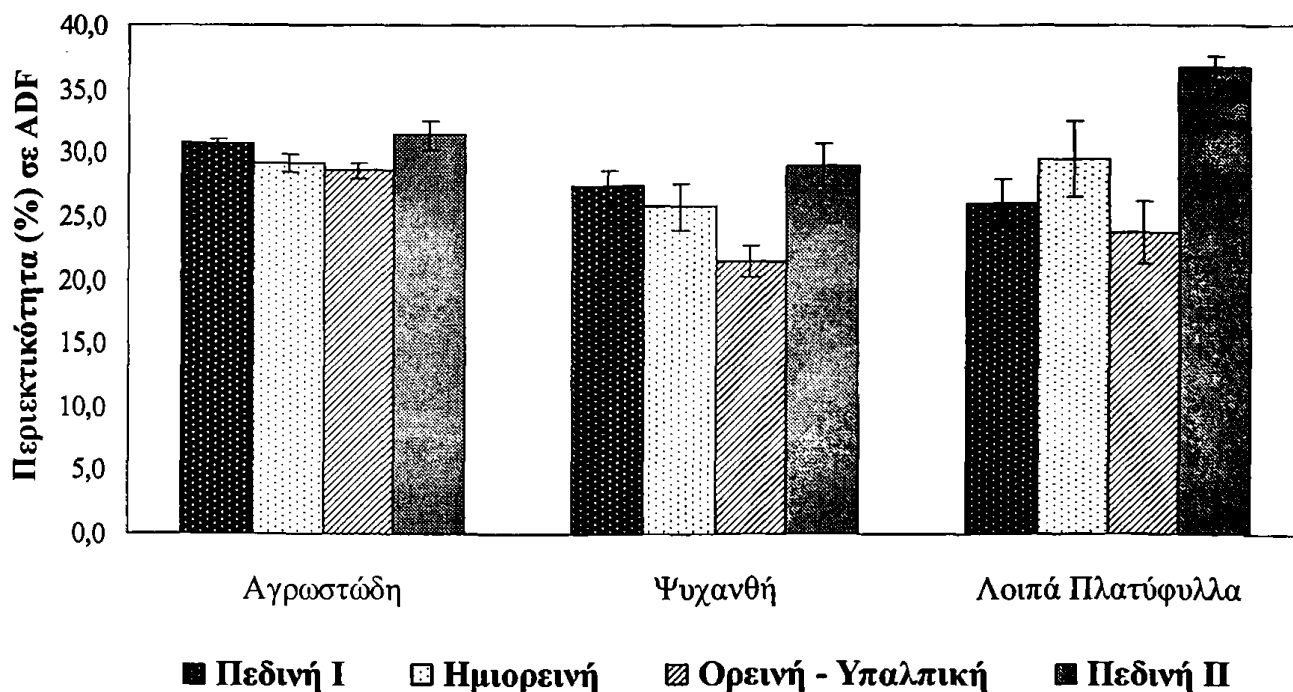
Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$).



5.6.2. Περιεκτικότητα σε ADF (*Acid Detergent Fiber* - *ΙΟ αδιάλυτες σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών*)

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ADF παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις τόσο μεταξύ των υψομετρικών ομάδων όσο και εντός της ίδιας βοτανικής ομάδας. Τα αγρωστώδη παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ADF στην πεδινή ζώνη II με ποσοστό 31,4 %, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική με ποσοστό 28,6%, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη I τα ποσοστά ανήλθαν σε 29,2% και 30,7%, αντίστοιχα. Τα ψυχανθή παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ADF στην πεδινή ζώνη II με ποσοστό 29,1%, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική με ποσοστό 21,6%, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη I τα ποσοστά ανήλθαν σε 25,6% και 27,4%, αντίστοιχα. Τα λοιπά πλατύφυλλα παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε ADF στην πεδινή ζώνη II με ποσοστό 36,6%, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική με ποσοστό 23,4%, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη I τα ποσοστά ανήλθαν σε 29,0% και 27,6%, αντίστοιχα (Εικόνα 5.7)

Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι τόσο η υψομετρική ζώνη όσο και η βοτανική ομάδα επιδρά στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ADF (Πίνακας 5.15).



Εικόνα 5.7. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε ADF ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Πίνακας 5.15. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (two way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης και της βοτανικής ομάδας στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ADF.

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	ADF	
		F	P
Ζώνη (Z)	3	74.993	0,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	54.796	0,000
Z x B	6	13.653	0,000

Στα αγρωστώδη, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$) στην περιεκτικότητα σε ADF εντοπίζονται μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της πεδινής ζώνης II με την ορεινή - υπαλπική ζώνη και με την ημιορεινή ζώνη, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της πεδινής ζώνης II, και μεταξύ της ορεινής- υπαλπικής ζώνης με την ημιορεινή. Στα ψυχανθή, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$) παρατηρείται μεταξύ της ορεινής-υπαλπικής ζώνης με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, και μεταξύ της πεδινής ζώνης II με την ορεινή-υπαλπική και με την ημιορεινή ζώνη, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ πεδινής ζώνης I και πεδινής ζώνης II, καθώς επίσης και μεταξύ της πεδινής ζώνης I με την ημιορεινή ζώνη. Στα λοιπά πλατύφυλλα, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$) παρατηρείται μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της ημιορεινής με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της ημιορεινής ζώνης (Πίνακας 5.16).

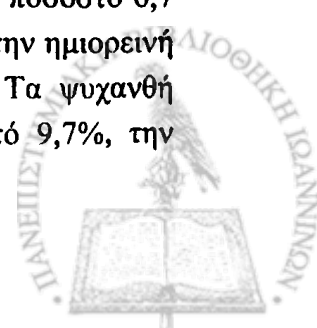
Πίνακας 5.15. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε ADF ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή I	30,7 ± 0,3 a	27,4 ± 1,3 ac	27,6 ± 1,0 a
Ημιορεινή	29,2 ± 0,7 b	25,6 ± 1,5 a	29,0 ± 1,1 a
Ορεινή - Υπαλπική	28,6 ± 0,6 b	21,6 ± 1,2 b	23,4 ± 0,9 b
Πεδινή II	31,4 ± 1,1 a	29,1 ± 1,6 c	36,6 ± 1,0 c

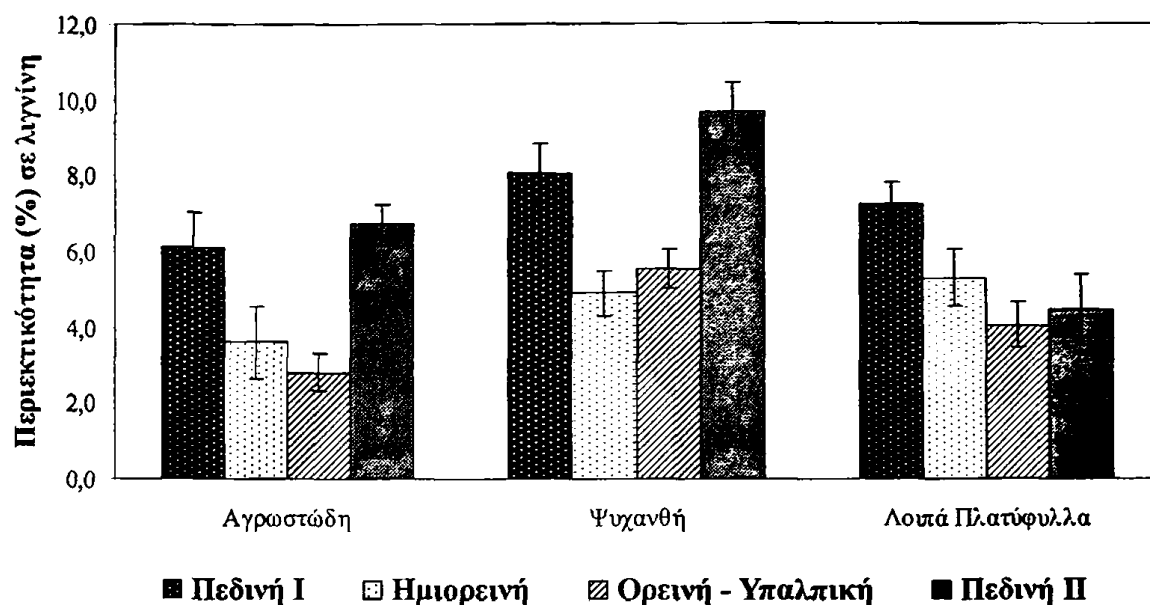
Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P<0,05$).

5.6.3. Περιεκτικότητα σε λιγνίνη

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε λιγνίνη παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις τόσο μεταξύ των υψομετρικών ομάδων όσο και εντός της ίδιας βοτανικής ομάδας. Τα αγρωστώδη παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε λιγνίνη στην πεδινή ζώνη II με ποσοστό 6,7 %, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική ζώνη με ποσοστό 2,8%, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη I τα ποσοστά ανήλθαν σε 3,6% και 6,1%, αντίστοιχα. Τα ψυχανθή παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε λιγνίνη στην πεδινή ζώνη II με ποσοστό 9,7%, την



ελάχιστη τιμή στην ημιορεινή με ποσοστό 4,9%, ενώ στην ορεινή - υπαλπική και πεδινή ζώνη I τα ποσοστά ανήλθαν σε 5,6% και 8,1%, αντίστοιχα. Τα λοιπά πλατύφυλλα παρουσίασαν τη μέγιστη τιμή σε λιγνίνη στην πεδινή ζώνη I με ποσοστό 7,3%, την ελάχιστη τιμή στην ορεινή - υπαλπική ζώνη με ποσοστό 4,1%, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη II τα ποσοστά ανήλθαν σε 5,3% και 4,5%, αντίστοιχα (Εικόνα 5.8).



Εικόνα 5.8. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε λιγνίνη ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι τόσο η υψομετρική ζώνη όσο και η βοτανική ομάδα επιδρά στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε λιγνίνη (Πίνακας 5.17).

Πίνακας 5.17. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (two way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης και της βοτανικής ομάδας στην περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε λιγνίνη.

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	Λιγνίνη	
		F	P
Ζώνη (Z)	3	52,113	0,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	36,721	0,000
Z x B	6	8,447	0,000

Στα αγρωστώδη, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) στην περιεκτικότητα σε λιγνίνη εντοπίζονται μεταξύ τόσο της πεδινής ζώνης I όσο και της πεδινής ζώνης II με την ορεινή - υπαλπική και με την ημιορεινή ζώνη, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ της πεδινής ζώνης I με την πεδινή ζώνη II, και μεταξύ της

ορεινής- υπαλπικής ζώνης με την ημιορεινή. Στα ψυχανθή, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$) παρατηρείται μεταξύ της πεδινής ζώνης I με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, και μεταξύ της πεδινής ζώνης II με όλες τις υπόλοιπες, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ της ημιορεινής ζώνης και της ορεινής – υπαλπικής ζώνης. Στα λοιπά πλατύφυλλα, στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,05$) παρατηρείται μεταξύ της πεδινής ζώνης I με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, της ημιορεινής ζώνης με την πεδινή ζώνη I και με την ορεινή – υπαλπική ζώνη, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ της ημιορεινής ζώνης και της πεδινής ζώνης II και μεταξύ της ορεινής – υπαλπικής ζώνης με την πεδινή ζώνη II (Πίνακας 5.18).

Πίνακας 5.18. Περιεκτικότητα (%) της βοσκήσιμης ύλης σε λιγνίνη ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή I	6,1 ± 0,9 a	8,1 ± 0,8 a	7,3 ± 0,6 a
Ημιορεινή	3,6 ± 0,9 b	4,9 ± 0,6 b	5,3 ± 0,7 b
Ορεινή - Υπαλπική	2,8 ± 0,5 b	5,6 ± 0,5 b	4,1 ± 0,6 c
Πεδινή II	6,7 ± 0,6 a	9,7 ± 0,8 c	4,5 ± 0,9 bc

Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P<0,05$).

Οι ινώδεις ουσίες χρησιμοποιούνται αρχικά ως αρνητική μέτρηση της ποιότητας της τροφής, επειδή η πεπτικότητα και ως εκ τούτου και η ενεργειακή αξία μιας τροφής μειώνονται όταν το ποσοστό των ινωδών ουσιών αυξάνεται (Παπαδόπουλος 1999). Το NDF είναι το κλάσμα εκείνο των ινωδών ουσιών που θεωρείται ως το μέτρο του περιεχομένου μιας τροφής σε κυτταρικά τοιχώματα και αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και ελάχιστη πρωτεΐνη. Το ADF αποτελεί και αυτό μέρος του κυτταρικού περιεχομένου και σχετίζεται αρνητικά με την πεπτικότητα της βοσκής. Στα περισσότερα ψυχανθή η περιεκτικότητα ADF είναι περίπου 100 gr/kg ΞΟ, μικρότερη από την αντίστοιχη του NDF, ενώ στα αγρωστώδη η περιεκτικότητα ADF είναι περίπου 200 gr/kg ΞΟ, μικρότερη από την αντίστοιχη του NDF (Van Soest 1994). Τα ψυχανθή περιέχουν συνήθως λιγότερες ινώδεις ουσίες σε σχέση με τα αγρωστώδη γεγονός που οφείλεται κυρίως στη συγκέντρωση του NDF στα φύλλα των παραπάνω οικογενειών (Buxton 1996). Όσο τα φυτά ωριμάζουν, το περιεχόμενο σε ινώδεις ουσίες τείνει να αυξάνεται, για όλες τις κατηγορίες φυτών (Ghadaki *et al.* 1975). Το περιεχόμενο της βοσκής σε NDF είναι αυτό που φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο από την έλλειψη νερού. Ήπιες έως μέτριες ξηρασίες που επικρατούν για εκτεταμένες περιόδους προκαλούν γενικά καθυστέρηση στην ωρίμανση των φυτών επειδή συντελούν στη μείωση του ύψους των φυτών και στην αύξηση της αναλογίας φύλλων / μίσχων τόσο στα λιβαδικά ψυχανθή όσο και στα αγρωστώδη (Peterson *et al.* 1992, Sheaffer *et al.* 1992). Επίσης, οι συγκεντρώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων αυξάνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας,



και η αύξηση αυτή είναι μεγαλύτερη στα λιγότερο πεπτά τμήματα των κυτταρικών τοιχωμάτων (Deinum & Dirven 1976).

Από τα αποτελέσματα της έρευνας παρατηρείται ότι σε όλες τις βοτανικές ομάδες μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες βρέθηκε στα φυτά των πεδινών ζωνών I & II, ακολουθούν τα φυτά της ημιορεινής ζώνης, ενώ το μικρότερο ποσοστό παρατηρείται στα φυτά της ορεινής- υπαλπικής ζώνης. Επίσης, η ανάλυση διακύμανσης (Πίνακες 5.13, 5.15, 5.17, και 5.19) έδειξε ότι υπάρχει σημαντική επίδραση τόσο της υψομετρικής ζώνης, όσο και της αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών (υψομετρική ζώνη X βοτανική ομάδα). Επομένως, οι διαφοροποιήσεις αυτές στην περιεκτικότητα όλων των βοτανικών ομάδων σε ινώδεις ουσίες μπορούν να αποδοθούν στις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες και ιδιαίτερα στις συνθήκες θερμοκρασίας.

Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε ποολίβαδα της Ηπείρου και του Ν. Κοζάνης και βρέθηκε ότι, το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε ινώδεις ουσίες ήταν μικρότερο στην αρχή της αυξητικής περιόδου σε σχέση με τη τιμή που παρουσιάστηκε όταν τα φυτά βρίσκονταν σε πλήρη ωριμότητα (Τζιάλλα κ.α. 2000, Skapetas *et al.* 2004, Mountousis *et al.* 2006a, Ρούκος κ.α. 2006).

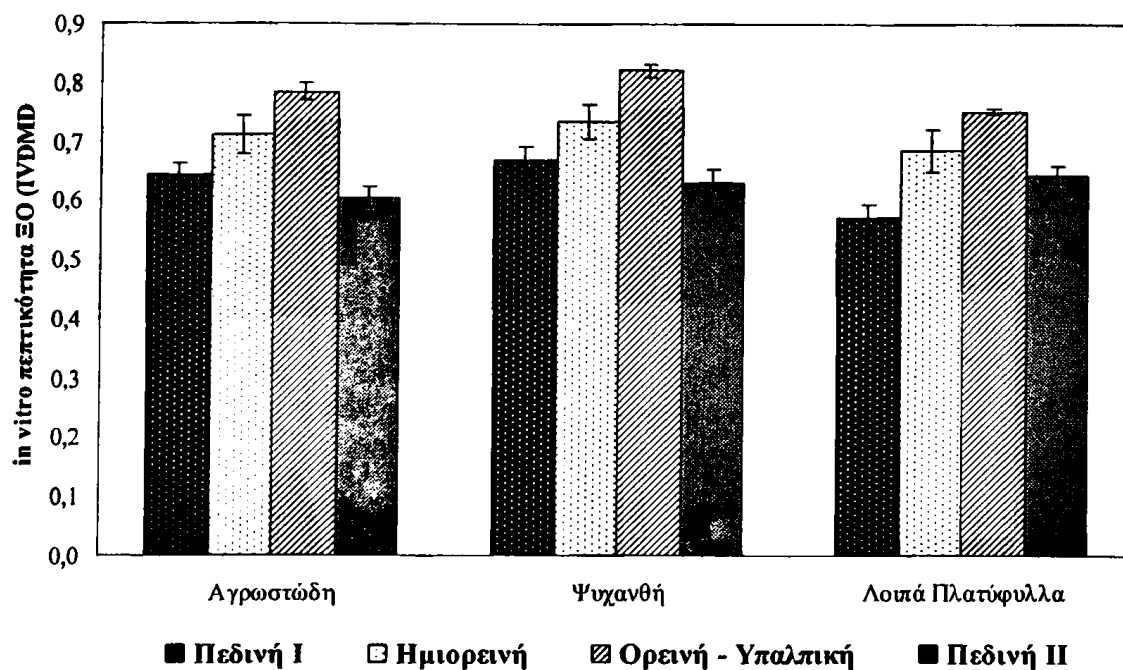
Πίνακας 5.19. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (one way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης στη χημική σύσταση (NDF, ADF και Λιγνίνη) ανά βοτανική ομάδα.

Βοτανική ομάδα	Παράμετρος	B.E.	F-statistics	P
Αγρωστώδη	NDF	3	81,402	0,000
	ADF	3	12,624	0,001
	Λιγνίνη	3	18,036	0,000
Ψυχανθή	NDF	3	20,838	0,000
	ADF	3	16,999	0,000
	Λιγνίνη	3	37,878	0,000
Λοιπά Πλατύφυλλα	NDF	3	19,894	0,000
	ADF	3	74,115	0,000
	Λιγνίνη	3	16,468	0,000

5.7. *In vitro* πεπτικότητα της ΞΟ (IVDMD)

Η *in vitro* πεπτικότητα της ξηρής ουσίας (IVDMD) της βοσκήσιμης ύλης παρουσίασε μεγάλη διακύμανση μεταξύ των υψομετρικών ζωνών σε όλες τις βοτανικές ομάδες (Εικόνα 5.9). Η IVDMD επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά ($P < 0,01$) τόσο από την υψομετρική ζώνη και τη βοτανική ομάδα ($P < 0,001$) της βοσκήσιμης ύλης, όσο και από την αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των παραγόντων (Πίνακας 5.20). Η *in vitro* πεπτικότητα της ξηρής ουσίας (IVDMD) των αγρωστωδών, παρουσίασαν την μέγιστη τιμή στην ορεινή –

υπαλπική ζώνη με 0,784, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη ΙΙ με 0,605, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη Ι παρουσίασαν 0,711 και 0,644, αντίστοιχα. Τα ψυχανθή, παρουσίασαν την μέγιστη τιμή στην ορεινή – υπαλπική ζώνη με 0,821, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη ΙΙ με 0,630, ενώ στην ημιορεινή και την πεδινή ζώνη Ι παρουσίασαν 0,735 και 0,671, αντίστοιχα. Τα λοιπά πλατύφυλλα παρουσίασαν την μέγιστη τιμή στην ορεινή – υπαλπική ζώνη με 0,751, την ελάχιστη τιμή στην πεδινή ζώνη Ι με 0,573, ενώ στην ημιορεινή και πεδινή ζώνη ΙΙ παρουσίασαν 0,684 και 0,645, αντίστοιχα (Εικόνα 5.9).

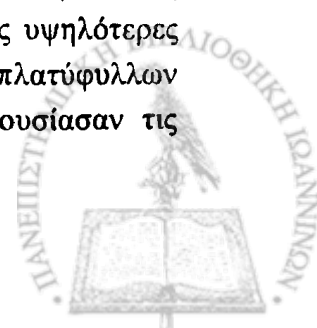


Εικόνα. 5.9. *In vitro* πεπτικότητα της ΞΟ (IVDMD) της βοσκήσιμης ύλης ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Πίνακας 5.20. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (two way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης και της βοτανικής ομάδας στην *in vitro* πεπτικότητα της ΞΟ της βοσκήσιμης ύλης.

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	IVDMD	
		F	P
Ζώνη (Z)	3	99,077	0,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	14,600	0,000
Z x B	6	3,152	0,014

Η Εικόνα 5.9 παρουσιάζει τις τιμές της IVDMD ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα. Γενικά, μέσα στην ίδια υψομετρική ζώνη τα ψυχανθή εμφάνισαν τις υψηλότερες τιμές IVDMD, ενώ τις χαμηλότερες τιμές εμφάνισε η ομάδα των λοιπών πλατύφυλλων. Μεταξύ των υψομετρικών ζωνών, όλες οι βοτανικές ομάδες παρουσίασαν τις



υψηλότερες τιμές της *in vitro* πεπτικότητας στην ορεινή – υπαλπική ζώνη και τις ελάχιστες στην πεδινή ζώνη II.

Στα αγρωστώδη και στα ψυχανθή, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0.05$) στην *in vitro* πεπτικότητα της ξηρας ουσίας (IVDMD) παρατηρούνται μεταξύ της πεδινής ζώνης I και της πεδινής ζώνης II τόσο με την ορεινή – υπαλπική ζώνη όσο και με την ημιορεινή ζώνη, αλλά και μεταξύ της ημιορεινής ζώνης με την ορεινή- υπαλπική ζώνη, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ πεδινής ζώνης I και πεδινής ζώνης II. Στα λοιπά πλατύφυλλα, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0.05$) μεταξύ της πεδινής ζώνης I με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, όπως επίσης και μεταξύ της ορεινής- υπαλπικής ζώνης με όλες τις υπόλοιπες ζώνες, ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ της ημιορεινής και της πεδινής ζώνης II (Πίνακας 5.21).

Πίνακας 5.21. *In vitro* πεπτικότητα της ΞΟ (IVDMD) της βοσκήσιμης ύλης ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή I	0,644 ± 0,019 a	0,671 ± 0,021 a	0,573 ± 0,022 a
Ημιορεινή	0,711 ± 0,032 b	0,735 ± 0,030 b	0,684 ± 0,036 b
Ορεινή - Υπαλπική	0,784 ± 0,014 c	0,821 ± 0,011 c	0,751 ± 0,015 c
Πεδινή II	0,605 ± 0,017 a	0,630 ± 0,024 a	0,645 ± 0,014 b

Σημείωση: Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0.05$).

Η ανάλυση συσχέτισης (Πίνακας 5.22) έδειξε ότι η τιμή της IVDMD όλων σχεδόν των βοτανικών ομάδων συσχετίζεται σημαντικά ($P < 0.05$) θετικά με το υψόμετρο, θετικά με την περιεκτικότητα σε ΑΟ και αρνητικά με την περιεκτικότητα σε NDF, ADF και λιγνίνη. Ειδικότερα, στην ομάδα των αγρωστωδών, η IVDMD εμφάνισε σημαντική ($P < 0.01$) θετική συσχέτιση με το υψόμετρο ($r = +0,843$) και το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ ($r = +0,711$), ενώ αντιθέτως εμφάνισε σημαντική ($P < 0.01$) αρνητική συσχέτιση με το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε NDF ($r = -0,833$), ADF ($r = -0,873$) και λιγνίνη ($r = -0,709$). Στα ψυχανθή, η IVDMD εμφάνισε σημαντική ($P < 0.01$) θετική συσχέτιση με το υψόμετρο ($r = +0,866$) και το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ ($r = +0,643$), ενώ αντιθέτως εμφάνισε σημαντική ($P < 0.01$) αρνητική συσχέτιση με το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε NDF ($r = -0,887$), ADF ($r = -0,915$) και λιγνίνη ($r = -0,695$). Στα λοιπά πλατύφυλλα, η IVDMD εμφάνισε σημαντική ($P < 0.01$) θετική συσχέτιση με το υψόμετρο ($r = +0,717$) και το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ ($r = +0,631$), ενώ αντιθέτως εμφάνισε σημαντική ($P < 0.01$) αρνητική συσχέτιση με το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε NDF ($r = -0,729$), ADF ($r = -0,408$) και λιγνίνη ($r = -0,732$).



Πίνακας 5.22. Συντελεστές συσχέτισης της *in vitro* πεπτικότητας της ΞΟ (IVDMD) της βοσκήσιμης ύλης με τη χημική σύσταση, κτο υψόμετρο, ανά βοτανική ομάδα.

IVDMD	Υψόμετρο	ΑΟ	NDF	ADF	ΟΛ	Λιγνίνη
Αγρωστώδη	0,843**	0,711**	-0,833**	-0,873**	0,219	-0,709**
Ψυχανθή	0,866**	0,643**	-0,887**	-0,915**	0,362	-0,695**
Λοιπά Πλατύφυλλα	0,717**	0,631**	-0,729**	-0,408	0,028	-0,732**

Επίπεδο σημαντικότητας: *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$

Για να εκφραστούν ποσοτικά οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ της IVDMD των επιμέρους βοτανικών ομάδων της βοσκήσιμης ύλης με την περιεκτικότητα σε NDF και ADF που εμφάνισαν σημαντική συσχέτιση με αυτή, πραγματοποιήθηκε βήμα προς βήμα γραμμική παλινδρόμηση (stepwise multiple regression) (Πίνακας 5.23). Η ανάλυση αυτή έδειξε, ότι το ADF και το NDF συσχετίζονται υψηλά με την πεπτικότητα.

Πίνακας 5.23. Εξισώσεις συσχέτισης της *in vitro* πεπτικότητας της ΞΟ (IVDMD) με μεταβλητές της χημικής σύστασης της βοσκήσιμης ύλης ανά βοτανική ομάδα (stepwise multiple regression analysis).

	Εξίσωση συσχέτισης	R ²
1. IVDMD _(Αγρωστώδη)	= 2,196 – 0,051 ADF	0,761
2. IVDMD _(Ψυχανθή)	= 1,308 – 0,023 ADF	0,837
3. IVDMD _(Λοιπά Πλατύφυλλα)	= 1,082 – 0,018 NDF + 0,015 ADF	0,739

Τη χαμηλότερη πεπτικότητα εμφάνισαν τα λιβάδια της χαμηλότερης υψομετρικής ζώνης της Θεσσαλίας και κατόπιν της Ηπείρου, εξαιτίας της ταχύτερης ωρίμανσης των φυτών, που ήταν αποτέλεσμα της υψηλότερης θερμοκρασίας του αέρα και της μικρότερης βροχόπτωσης στις παραπάνω ζώνες (Πίνακες Π1 & Π2 Παραρτήματος).

Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει το ρυθμό ανάπτυξης των φυτών και μειώνει την αναλογία φύλλων/ μίσχων και την πεπτικότητα. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1 °C μπορεί να μειώσει την πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης στις εύκρατες περιοχές κατά 0,3-0,7%. Αυτό εξηγεί γιατί η βοσκήσιμη ύλη των λιβαδιών που βρίσκονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα (όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη), εμφανίζει υψηλότερες τιμές πεπτικότητας από την αντίστοιχη περιοχών με χαμηλό υψόμετρο (Buxton 1996), φαινόμενο που παρατηρήθηκε και στα λιβάδια της περιοχής μελέτης.

Στην κεντροδυτική Ισπανία ωστόσο, διαπιστώθηκε, ότι η πεπτικότητα της ξηράς ουσίας της βοσκήσιμης ύλης σε ποολίβαδα μεγαλύτερου υψομέτρου ήταν μικρότερη σε σχέση με αυτή των λιβαδιών με χαμηλότερο υψόμετρο, εξαιτίας της παρουσίας ετήσιων ή/και γρήγορης ανάπτυξης φυτών (Pérez – Corona *et al.* 1998).

Το ποσοστό μείωσης της πεπτικότητας με την αύξηση της ωριμότητας εξαρτάται, εκτός από τη θερμοκρασία του αέρα και τη βροχόπτωση και από το είδος των λιβαδικών



φυτών (Korevaar 1986, Bruinenberg *et al.* 2002). Με βάση αυτό και δεδομένου ότι, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, στα λιβάδια της ενδιάμεσης ζώνης το ποσοστό των ψυχανθών και άλλων πλατύφυλλων ειδών είναι μεγαλύτερο, σε σχέση με τα λιβάδια των δύο άλλων ζωνών, η μικρότερη μείωση της IVDMD της βοσκήσιμης ύλης αναμένεται στα λιβάδια της ενδιάμεσης ζώνης.



6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της έρευνας που έλαβε χώρα σε τέσσερα διαφορετικά περιβάλλοντα της Ηπείρου και της Θεσσαλίας εξετάσαμε την βοτανική σύνθεση, την παραγωγή, την χημική σύνθεση και την πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης, καθώς και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (μηχανική σύσταση, οργανική ουσία και pH). Από τα αποτελέσματα και τη σχετική συζήτηση τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω:

1. Η ομάδα των αγρωστωδών υπερτερεί στην σύνθεση της βλάστησης έναντι των άλλων ομάδων σε όλες τις υψομετρικές ζώνες, καθότι αυτή βρέθηκε να παρουσιάζει ποσοστό 59,7%, ενώ η ομάδα των ψυχανθών και των λοιπών πλατύφυλλων παρουσίασαν 24,6% και 15,7%, αντίστοιχα.
2. Η μεγαλύτερη παραγωγή εμφανίζεται στα ποολίβαδα της πεδινής ζώνης της Ηπείρου με 351,0 gr/m² Ξ.Ο κ.μ.ο., στην ημιορεινή ζώνη η παραγωγή ανέρχεται στα 342,6 gr/m² Ξ.Ο. κ.μ.ο., ενώ η χαμηλότερη παραγωγή εμφανίζεται στα ποολίβαδα της πεδινής ζώνης της Θεσσαλίας με 279 gr/m² Ξ.Ο. Στην ορεινή – υπαλπική ζώνη η παραγωγή ανήλθε στα 211,8 gr/m² Ξ.Ο. κ.μ.ο., αλλά την χρονική στιγμή που πραγματοποιήθηκε η έρευνα η παραγωγή δεν είχε φτάσει στο μέγιστο.
3. Στο περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης το μεγαλύτερο ποσοστό σε αζωτούχες ουσίες παρουσιάζεται στα ποολίβαδα της ορεινής – υπαλπικής ζώνης με ποσοστό 19,2%, ενώ το χαμηλότερο ποσοστό παρατηρείται στα ποολίβαδα της πεδινής ζώνης II με ποσοστό 13,3%.
4. Οι ινώδεις ουσίες οι οποίες αποτελούν ενδεικτικό μέσο του άπεπτου σχετικά μέρους της τροφής, εμφανίζονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στο περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης στα ποολίβαδα των πεδινών ζωνών I & II με τιμές NDF 51,9% και 57,1%, αντίστοιχα, ενώ τα ποολίβαδα της ημιορεινής και ορεινής – υπαλπικής ζώνης εμφανίζουν τιμές NDF 48,9% και 42%, αντίστοιχα.
5. Η *in vitro* πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης και κατά συνέπεια η θρεπτική της αξία είναι μεγαλύτερη στην ορεινή – υπαλπική ζώνη, καθώς βρέθηκε να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή (0,785), έναντι των άλλων ζωνών (0,710, 0,629 και 0,62) που παρουσίασαν η ημιορεινή, η πεδινή I και η πεδινή II, αντίστοιχα.
6. Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ΑΟ που παρουσίασε η ορεινή-υπαλπική ζώνη φανερώνει ότι, η μετακίνηση των ζώων από τα χαμηλότερα λιβάδια προς τα υψηλότερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, θεωρείται διαχειριστικά ορθή τόσο για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών των ζώων όσο και για την καλύτερη αξιοποίηση των βοσκοτόπων.



7. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παραγωγή και θρεπτική αξία βοσκήσιμης ύλης ποολίβαδων σε διαφορετικές υψομετρικές ζώνες.

Τα λιβάδια είναι εκτάσεις πολύτιμες και ζωτικής σημασίας για το μέλλον της κτηνοτροφίας στη χώρα μας. Εκτός των άλλων αγαθών που προσφέρουν, παράγουν και βοσκήσιμη ύλη ικανή να καλύψει τις διατροφικές ανάγκες των αγροτικών ζώων σε διάφορες εποχές του έτους. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, από την έρευνα που έλαβε χώρα σε τέσσερα διαφορετικά λιβαδικά οικοσυστήματα της Ηπείρου και της Θεσσαλίας, το Μάιο του 2008 και αφορούσε την βοτανική σύνθεση, την παραγωγή, την χημική σύνθεση και την πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης. Η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε τέσσερις (4) διαφορετικές υψομετρικές ζώνες: α) πεδινή (2 ζώνες), β) ημιορεινή, και γ) ορεινή – υπαλπική, όπου και εγκαταστάθηκαν συνολικά δεκαέξι (16) σταθεροί πειραματικοί κλωβοί, τέσσερις (4) σε κάθε ζώνη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι: α) τα αγρωστώδη, σε όλες τις υψομετρικές ζώνες υπερτερούν στην σύνθεση της βλάστησης (59,7%), ενώ η ομάδα των λοιπών πλατύφυλλων παρουσίασε το μικρότερο ποσοστό (15,7%), β) η μεγαλύτερη παραγωγή εμφανίζεται στα ποολίβαδα της πεδινής ζώνης της Ηπείρου με 351,0 gr/m² Ξ.Ο κ.μ.ο., ενώ η χαμηλότερη παραγωγή παρουσιάστηκε στα ποολίβαδα της ορεινής - υπαλπικής ζώνης με 211,8 gr/m² Ξ.Ο. κ.μ.ο, γ) τα ποολίβαδα της ορεινής - υπαλπικής ζώνης παρουσίασαν το μεγαλύτερο ποσοστό (19,2%) σε αζωτούχες ουσίες, ενώ το μικρότερο ποσοστό (13,3%) παρουσιάστηκε στην πεδινή ζώνη της Θεσσαλίας, δ) οι ινώδεις ουσίες εμφανίζονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα ποολίβαδα των πεδινών ζωνών I & II (51,9% και 57,1%), αντίστοιχα, ενώ τα ποολίβαδα της ορεινής – υπαλπικής ζώνης εμφανίζουν το μικρότερο ποσοστό (42%) και τέλος, ε) η πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης είναι μεγαλύτερη στην ορεινή – υπαλπική ζώνη με τιμή (0,785), ενώ η μικρότερη τιμή (0,627) παρουσιάστηκε στην πεδινή ζώνη της Θεσσαλίας.

Λέξεις κλειδιά: Λιβάδι, υψομετρική ζώνη, βοτανική σύνθεση, παραγωγή βοσκήσιμης ύλης, θρεπτική αξία, αζωτούχες ουσίες, ινώδεις ουσίες, πεπτικότητα.



8. Summary

Production and nutritive value of forage in grasslands at different altitudinal zones.

Grasslands are valuable and of vital importance areas to the future of stock breeding in our country. Apart from the goods they offer, they also ensure forage production able to cover the nutritional requirements of grazing animals at various seasons of the year. In this paper, the results of research that was conducted in four different grassland ecosystems in Epirus and Thessaly, during 2008 concerning botanical composition, production, chemical structure and digestibility of forage are presented. The research area was divided into four (4) altitudinal zones, that is: a) low elevation zone (2 zones), b) middle elevation zone and c) high elevation zone, where a total of sixteen (16) experimental plots were implanted, four plots (4) in every zone. The results proved that a) grasses in all altitudinal zones were the dominant species (59,7%), whereas forbs were kept in the lowest percentage (15,7%), b) the largest forage production appeared in low elevation zone grasslands of Epirus with 351.0 gr/m², whereas the lowest forage production appeared to be in high elevation zone grasslands with 211.8 gr/m², c) high elevation zone grasslands contain the highest amount of crude protein (19,2%), whereas the low elevation zone grasslands of Thessaly contain the smallest amount (13.3%), d) the fiber content appear to be higher in low elevation grasslands I and II (51.9% and 57.1%) respectively, the lowest amount (42%) appears in high elevation zone grasslands. E) The digestibility of forage *in vitro* is greater in high elevation zone (0,785), whereas its lowest value appears in the low elevation zone of Thessaly.

Key words: grassland, altitudinal zone, flora, forage production, nutritive value, crude protein, fiber content, digestibility



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΠΙΝΑΚΕΣ



Πίνακας Π1. Διακύμανση της μέσης τιμής της μέγιστης, ελάχιστης και μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα στους γειτονικούς Μετεωρολογικούς Σταθμούς της περιοχής έρευνας.

Μήνας	Αρτα			Ιωάννινα			Τρίκαλα			Μέτσοβο		
	Μέγιστη	Ελάχιστη	Μέση	Μέγιστη	Ελάχιστη	Μέση	Μέγιστη	Ελάχιστη	Μέση	Μέγιστη	Ελάχιστη	Μέση
Ιανουάριος	14,1	6,0	9,5	10,3	-1,9	3,5	10,4	2,6	6,2	--	--	1,2
Φεβρουάριος	14,6	5,8	9,7	11,9	-1,6	4,6	13,4	3,7	8,2	--	--	2,1
Μάρτιος	18,5	9,6	13,4	15,2	3,3	9,1	19,3	7,8	13,4	--	--	4,5
Απρίλιος	21,9	11,6	16,2	18,6	4,6	11,3	21,9	10,1	15,9	--	--	7,6
Μάιος	26,8	15,4	20,6	23,9	7,7	16,0	27,4	14,2	20,7	--	--	12,7
Ιούνιος	32,1	20,4	25,9	28,1	12,6	20,2	32,9	19,1	25,9	--	--	16,4
Ιούλιος	33,9	21,0	27,1	31,4	13,3	22,5	35,0	20,7	27,7	--	--	18,2
Αύγουστος	35,7	22,9	28,8	34,3	13,6	23,9	35,1	21,0	27,9	--	--	21,1
Σεπτέμβριος	27,8	18,1	22,3	25,8	10,6	17,5	27,5	16,1	21,3	--	--	14,3
Οκτώβριος	24,2	14,5	18,6	21,1	6,2	13,0	21,7	12,2	16,3	--	--	10,8
Νοέμβριος	19,7	11,9	15,3	16,3	4,6	9,9	15,4	8,8	11,8	--	--	8,2
Δεκέμβριος	14,6	7,9	10,7	10,5	1,2	5,5	9,8	4,1	6,8	--	--	1,5
Μέση Ετήσια	23,7	13,8	18,2	20,6	6,2	13,1	22,6	11,8	16,9	--	--	9,9

Πηγή: ΕΜΥ 2009



Πίνακας Π2. Διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης στους γειτονικούς Μετεωρολογικούς Σταθμούς της περιοχής έρευνας.

Μ.Σ.	Ιαν.	Φεβ.	Μάρτ.	Απρ.	Μαρτ.	Ιούν.	Ιούλ.	Αυγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιω
Άρτα	101,2	46,4	96,2	47,2	14,2	27,4	13,0	0,0	118,8	148,4	155,2	243,8	1011,8
Ιωάννινα	76,6	37,6	101,8	59,0	31,0	117,4	4,2	9,4	76,6	98,0	105,6	153,4	870,7
Μέτσοβο	90,29	49,47	136,28	104,82	48,32	185,81	26,6	6,8	36,4	28	32,6	156	901,39
Τρίκαλα	2,6	16,2	17,8	39,8	18,0	7,8	11,0	5,4	35,2	68,6	60,0	56,2	338,6

Πηγή: ΕΜΥ 2009



Πίνακας Π3. Επικρατούντα λιβαδικά φυτά στη βοσκήσιμη ύλη των ποολιβαδίων των περιοχών έρευνας ανά υψομετρική ζώνη και βοτανική ομάδα όπου ανήκουν.

Υψομετρική Ζώνη	Βοτανική Ομάδα		
	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Λοιπές Πλατύφυλλες πόες
Πεδινή Ι	<i>Anthoxanthum odoratum</i> <i>Avena sterilis</i> <i>Hordeum murinum</i> <i>Phalaris minor</i> <i>Stipa bromoides</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Bromus maximus</i>	<i>Medicago minima</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Vicia cracca</i> <i>Astragalus monspessu-lanus</i> <i>Trifolium pratense</i>	<i>Crepis</i> sp. <i>Geranium</i> spp L <i>Teucrium polium</i> <i>Micromeria juliana</i> <i>Asparagus acutifolius</i> <i>Plantago bellandii</i> <i>Galium verum</i>
Ημιορεινή	<i>Dactylis glomerata</i> L. <i>Hordeum murinum</i> L. <i>Phalaris paradoxa</i> L. <i>Vulpia ciliata</i> D <i>Agrostis canina</i> <i>Brachypodium distachyon</i>	<i>Medicago arabica</i> L. <i>Trifolium repens</i> L. <i>Trifolium repinatum</i> L. <i>Vicia cracca</i> <i>Medicago lupulina</i>	<i>Geranium</i> spp. <i>Rumex acetosa</i> L. <i>Rumex acetosella</i> L. <i>Ranunculus repens</i> L.
Ορεινή	<i>Arrhenathrum elatius</i> L. <i>Festuca heterophylla</i> L. <i>Festuca varia</i> H. <i>Koeleria cristata</i> L. <i>Lolium perenne</i> L. <i>Phleum alpinum</i> L. <i>Poa alpine</i> L. <i>Poa nemoralis</i> L. <i>Avena fatua</i> <i>Poa bulbosa</i> <i>Phleum pratense</i>	<i>Medicago arabica</i> L. <i>Trifolium repens</i> L. <i>Lathyrus aphaca</i> L. <i>Lotus aegaeus</i> B. <i>Lotus corniculatus</i> L. <i>Trifolium arvense</i> <i>Vicia pubescens</i> <i>Anthyllis tetraphylla</i>	<i>Sinapis arvensis</i> L. <i>Crhysanthemum segetum</i> L. <i>Ranunculus repens</i> L. <i>Rumex acetosa</i> L. <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. <i>Cerastium</i> spp.
Πεδινή ΙΙ	<i>Setaria yiridis</i> L. <i>Avena sterilis</i> L. <i>Vulpia ciliata</i> D. <i>Eleusine indica</i> L. <i>Poa pratensis</i>	<i>Medicago arabica</i> L. <i>Trifolium repens</i> L. <i>Trifolium hybridum</i> L. <i>Trifolium pratense</i> L.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L. <i>Cerastium</i> spp <i>Rumex acetosa</i> L. <i>Silybum marianum</i> L. <i>Geranium</i> spp L. <i>Euphorbia helioscopia</i> L. <i>Convolvulus arvensis</i> L. <i>Oxalis acetosella</i> L. <i>Daucus Carota</i> L. <i>Matricaria discoidea</i> L.



Πίνακας Π4. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (one way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης στη χημική σύσταση και την *in vitro* πεπτικότητα της ΞΟ (IVDMD) ανά βοτανική ομάδα.

Βοτανική ομάδα	Παράμετρος	B.E.	F-statistics	P
Αγρωστώδη	ΑΟ	3	19,165	0,000
	ΟΛ	3	2,341	0,125
	NDF	3	81,402	0,000
	ADF	3	12,624	0,001
	Λιγνίνη	3	18,036	0,000
	IVDMD	3	33,589	0,000
Ψυχανθή	ΑΟ	3	18,526	0,000
	ΟΛ	3	2,757	0,088
	NDF	3	20,838	0,000
	ADF	3	16,999	0,000
	Λιγνίνη	3	37,878	0,000
	IVDMD	3	40,488	0,000
Λοιπά Πλατύφυλλα	ΑΟ	3	34,176	0,000
	ΟΛ	3	5,836	0,011
	NDF	3	19,894	0,000
	ADF	3	74,115	0,000
	Λιγνίνη	3	16,468	0,000
	IVDMD	3	32,110	0,000



Πίνακας Π5. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης (two way ANOVA) στα οποία φαίνονται οι βαθμοί ελευθερίας (B.E.), η στατιστική (F-κριτήριο) και η σημαντικότητα (P) της επίδρασης της υψομετρικής ζώνης και της βοτανικής ομάδας στη χημική σύσταση και την *in vitro* πεπτικότητα της ΞΟ της βοσκήσιμης ύλης.

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	Παραγωγή		ΑΟ		ΟΛ	
		F	P	F	P	F	P
Ζώνη (Z)	3	11,433	,000	65,491	,000	8,733	,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	107,489	,000	239,275	,000	31,539	,000
Z x B	6	3,576	,007	4,329	,002	1,781	,131

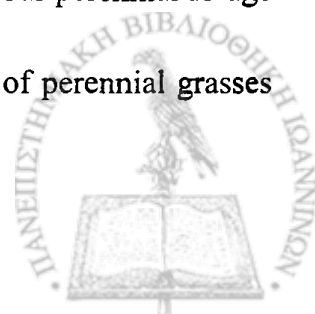
Πηγή Διακύμανσης		NDF		ADF		Λιγνίνη	
		F	P	F	P	F	P
Ζώνη (Z)	3	79,597	,000	74.993	,000	52,113	0,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	459,307	,000	54.796	,000	36,721	0,000
Z x B	6	3,723	,006	13.653	,000	8,447	0,000

Πηγή Διακύμανσης	B.E.	Τέφρα		IVDMD	
		F	P	F	P
Ζώνη (Z)	3	12,332	,000	99,077	,000
Βοτανική Ομάδα (B)	2	13,293	,000	14,600	,000
Z x B	6	9,555	,000	3,152	,014

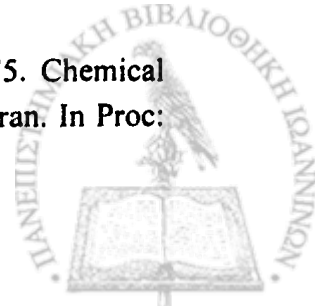


ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

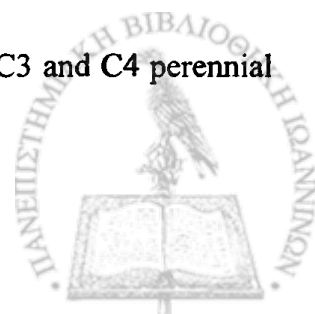
- Adegosan, A. T. 2002. What are feeds worth?: A critical evaluation of selected nutritive value methods. In: Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, FL. pp. 33-47.
- Albrecht, K. A., W.F. Wedin, and D. R. Buxton. 1987. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. *Crop Sci.*, 27: 735-741.
- AOAC, 1999. Official methods of analysis, 16th ed. (930.15). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Barnes, R. F. and J.E. Baylor. 1995. Forages in a changing world. In: Barnes, R.F., Miller, D.A. and Nelson, C.J. (eds) Forages, Vol. 1. An Introduction to Grassland Agriculture. Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp.
- Beever, D. 1993. Ruminant animal production from forages: present position and future opportunities. Proceeding of the XVII International Grassland Congress, pp. 535-42. New Zealand Grassland Association, North Palmerston.
- Bell, A. 2003. Pasture assessment and livestock production. NSW Department of Primary Industries. Agnote series DPI-428 (1st edition). State of New South Wales.
- Biswell, H. H. και Λ. Γ. Λιάκος. 1962. Λιβαδοπονική. Θεσσαλονίκη.
- Biswell, H. και Λ. Λιάκος. 1982. Λιβαδοπονική, 3^η έκδοση Θεσσαλονίκη.
- Βερεσόγλου, Δ. Σ. 1998. Σημειώσεις Γενικής Οικολογίας. Θεσσαλονίκη.
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-sized analysis of soils. *Agron. J.* 53: 464 - 465.
- Broderick, G.A. 1994. Quantifying forage protein quality. In: G.C. Fahey, Jr. *et al.* (Editors), Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 200-228.
- Broderick, G.A. and D. R. Buxton, 1991. Genetic variation in alfalfa for ruminal protein degradability. *Can. J. Plant Sci.*, 71: 755-760.
- Bruinenberg, M. H., H. Valk, H. Korevaar and P.C. Struik. 2002. Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Science*, 57: 292-301.
- Burke, I. C. Elliot E.T. and Cole C.V. 1995. Influence of macroclimate, landscape position and management on soil organic matter in agroecosystems. *Ecological Applications*, vol. 5: 124-131.
- Buxton, D. R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology* 59: 37-49.
- Buxton, D.R. 1990. Cell-wall components in divergent germplasm of four perennial forage grass species. *Crop Sci.*, 29: 213-219.
- Buxton, D. R. and G. C. Marten. 1989. Forage quality of plant parts of perennial grasses and relationship to phenology. *Crop Sci.* 29: 429-435



- Buxton, D. R. and J. S. Homstein. 1986. Cell-wall concentration and components in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil and red clover. *Crop Sci.*, 26: 180-184.
- Buxton, D. R. and S. L. Fales. 1994. Plant environment and quality. In: G.C. Fahey, Jr. et al. (Editors), *Forage quality, evaluation, and utilization*. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 155-199.
- Buxton, D. R., J. S. Homstein, W. F. Wedin, and G. C. Marten. 1985. Forage quality in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil and red clover. *Crop Sci.* 25: 273-279.
- Cook, C.W. 1972. Comparative nutritive values of forbs, grasses and shrubs. In: C.M. McKell, J.P. Blaisdell and J.R. Goodin, eds.: *Wildland Shrubs-Their Biology and Utilization*. Ogden, Utah, USDA, Forest Serv. Gen. Tech. Rep. INT-1.
- Corah, L. R., and D. Dargatz. 1996. Forage analyses from cow/calf herds in 18 states. Beef Cow/Calf Health and Productivity Audit (CHAPA). USDA Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, National Health Monitoring System, USDA, Washington, DC.
- Coupland, R.T. 1979. The nature of grassland, p. 23-29. In: *Grassland Ecosystems of the World*. IBP 18 (R.T. Coupland, ed.) Cambridge University Press, London.
- Coupland, R.T. 1992. Approach and generalizations. In: Coupland, R. T. (ed.) *Natural Grasslands. Introduction and Western Hemisphere*. *Ecosystems of the World 8A*, Elsevier, Amsterdam, pp. 1-6.
- Dane, J.H. and G.C. Topp. 2002. *Methods of Soil Analysis: Part 4. Physical Methods*, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
- Deinum, B., and A. Maassen. 1994. Effects of drying temperature on chemical composition and in vitro digestibility of forages. *Animal Feed Science and Technology* 46:75-86.
- E.M.Y. 2009. www.meteo.gr/stations/arta, www.meteo.gr/stations/ioannina, www.meteo.gr/stations/trikala, www.epirusmonitoring.gr/search.asp.
- ΕΛΜΟΥΤ ΜΠΑΟΥΜΑΝ. 1999. Η Ελληνική χλωρίδα στο μύθο, στην τέχνη και στη λογοτεχνία. Β' έκδοση- Ανατύπωση Αθήνα.
- FAO. 1974. The Euphrates Pilot Irrigation Project. *Methods of soil analysis*, Gageb Soil Laboratory (A laboratory manual). Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Zervas, G. 1998. Quantifying and optimizing grazing regimes in Greek mountain systems. *J. Applied Ecol.* 35: 983-986.
- Fick, G. W., P. W. Wilkens and J. H. Cherney. 1994. Modelling forage quality changes in the growing crop. In: G.C. Fahey, Jr et al. (Editors), *Forage quality, evaluation and utilization*. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 757 - 795.
- Fisher, R. A. 1966. *The design of experiments*. 8th ed. Hafner, New York.
- Frank, A. B. and R. E. Ries. 1990. Effect of soil water, nitrogen, and growing degree-days on morphological development of crested and western wheatgrass. *J. Range Manage.* 43(3): 257-260.
- Ghadaki, M. B., P. J. Van Soest, R. E. McDowell and B. Malekpour. 1975. Chemical composition and in vitro digestibility of some range forage species of Iran. In *Proc:*



- Evaluation and mapping of tropical African rangelands, Bamako - Mali, 3-8 March 1975. International Livestock Centre for Africa, Addis Abeba, Ethiopia.
- Gintzburger G. 1986. Seasonal variation in above-ground annual and perennial phytomass of an arid rangeland in Libya. *J. Range Manage.* 39: 348-353.
- Greene, L. W. 2000. Designing mineral supplementation of forage programs for beef cattle. *J. Anim. Sci.* 78 (E-Suppl.): E13
- Greene, L. W., J. F. Baker, and P.F. Hardt. 1989. Use of animal breeds and breeding to overcome the incidence of grass tetany: A review. *J. Anim. Sci.* 67:3463-3469
- Greene, L. W., W. E. Pinchak and R. K. Heitschmidt. 1987. Seasonal dynamics of minerals in forages at the Texas Experimental Ranch. *J. Range Manage.* 40:502-506.
- Hale, C. and K. C. Olson. 2001. Mineral supplements for beef cattle. Missouri Extension Service, Columbia, MU. Publication G2081.
- Halim, R. A., D. R. Buxton, M. J. Hattendorf and R. E. Carlson. 1989. Water-stress effects on alfalfa quality after adjustments for maturity differences. *Agron. J.* 81:189-194.
- Heide, O. M. 1985. Physiological aspects of climatic adaptation in plants with special reference to high-latitude environments. I: Plant Production in the North. In: Kaurin, A., O. Junttila & J. Nilsen (eds): *Plant Production in the North*, pp. 1-22. Norwegian University Press, Oslo.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper and C. H. Herbel: *Range Management*. Prentice Hall, N.J. (Βρέθηκε στο Παπαναστάσης, Β.Π. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. *Λιβαδική Οικολογία*. Θεσσαλονίκη).
- Horvat, I., V. Glavac, and H. Ellenberg. 1974. *Vegetation Sudosteuropas*. Gustav Fischer Verlag-Stuttgart.
- Igwe, J. C., Nnorom, I. C. and Gbaruko, B. C. 2005. Kinetics of radionuclides and heavy metals behaviour in soils: Implications for plant growth. *African J. Biotechnol.*, 4(13): 1541-1547.
- Ι.Γ.Μ.Ε. – Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. 2006. Βασικός Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας, κλίμακα 1:50.000. Διάφορα Γεωλογικά φύλλα Έκδοση ΙΓΜΕ, Απρίλιος 2006.
- Κανδρέλης, Σ. 2000. *Τεχνολογία Λιβαδοπονικών Συστημάτων*. Άρτα.
- Κατακουζηνού, Δ. και Δ. Καφίρη. 1962. Σύσταση, Ιδιότητες και Ενδεδειγμένη Χρήση των Εδαφών της Ζώνης Πειραματισμού και Επιδείξεως Ηπείρου. Υπουργεία Συντονισμού και Γεωργίας, Υπηρεσία Περιφερειακής Αναπτύξεως Ηπείρου και Ινστιτούτο Εδαφολογίας, Λιπασματολογίας και Κλιματολογίας. Αθήνα.
- Kellaway, R. G., R. L. Ison, X. Li, and M. K. Garret. 1993. The nutritive value of alternative legumew. In: *Alternative Pasture Legumew 1993*, ed. D.L. Michalk, A.D. Craig, and W. J. Collins, pp. 176-87. Primary Industries South Australia, Technical Report 219
- Kephart, K. D. and D. R. Buxton. 1993. Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses to shade. *Crop Sci.* 33:831-837.



- Κιτικίδου, Κ. 2005. Εφαρμοσμένη Στατιστική με τη του στατιστικού πακέτου SPSS. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Korevaar, H. 1986. Produktie en voederwaarde van gras bij gebruiks-en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer, PR rapport 101. Ph.D. thesis, Wageningen
- Lambert, M. G., G. A. Jung, H. W. Harpster and J. Lee. 1989: Forage shrubs in North Island hill country. 4. Chemical composition and conclusions. N.Z. J. Agric. Res., 32: 499-506.
- Lambert, M. G., G. A. Jung, H. W. Harpster and J. Lee. 1989: Forage shrubs in North Island hill country. 4. Chemical composition and conclusions. N.Z. J. Agric. Res., 32: 499-506.
- Lauenroth, W. K. and O. E. Sala. 1992. Long term forage production of North American shortgrass steppe. Ecol. Appl. 2397-403.
- Le Houerou, H, N. and C. H. Hoste. 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahelo-Sudanian zone. J. range Manage., 30:181-189. (Βρέθηκε στο Παπαναστάσης, Β.Π. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Θεσσαλονίκη).
- Lopez - Mosquera, M. E., R. Barros, M. J. Sainz, E. Carral. and S. Seoane. 2005. Metal concentrations in agricultural and forestry soils in northwest Spain: implications for disposal of organic wastes on acid soils. Soil Use and Management, 21: 298-305.
- Manske, L. L. 2005. Environmental factors that affect range plant growth, 1982-2004. NDSU Dickinson Research Extension Center. Grassland Section. Annual Report. Dickinson, ND.
- Μαράτος, Γ. 1972. Γεωλογία της Ελλάδος. Αθήνα.
- Margaris, N. 1981. Adaptive strategies in plants dominating mediterranean – type ecosystems, p. 309-315. In: Mediterranean – type Shrublands (F. S. Castrii *et al.*, eds). Elsevier Sci. Co. Amsterdam. (Βρέθηκε στο Παπαναστάσης, Β.Π. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Θεσσαλονίκη).
- Μαυρομάτης, Γ. 1978. Χαρτογράφηση Δασών του Υπουργείου Γεωργίας
- Mayland, H. F., L. W. Greene, D.L. Robinson and S. R. Wilkinson. 1990. Grass Tetany: A review of Mg in the soil-plant-animal continuum. In: Proc. Pacific Northwest Anim. Nutr. Conf., Vancouver, BC. pp 29-41.
- McDowell, L. R. and G. Valle. 2000. Major minerals in forages. In: D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford, and H.M. Omed (Eds). Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Publishing, New York, pp. 373-397
- McDowell, L. R., G. L. Ellis, and J. H. Conrad, 1984. Mineral supplementation for grazing cattle in tropical regions. World Anim. Rev. 52:1-12.
- Merchen, N. R. and L. D. Bourquin. 1994. Processes of digestion of forage based diets by ruminants. In: G.C. Fahey, Jr. Et al. (Eds), Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 564-612.



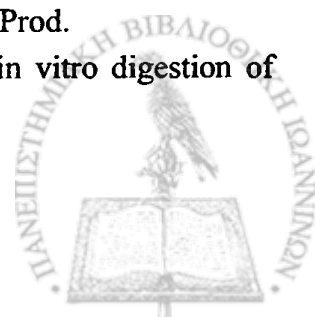
- Μέρου, Θ., Γ. Φωτιάδης, Σ. Τσιφτσής, Κ.Βιδάκης, Μ. Βραχνάκης, Ι.Τσιριπιδής και Β.Π. Παπαναστάσης. 2007. Ψυχανθή της βόρειας Ελλάδας. Δράμα.
- Minson, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, New York
- Mountousis, I., K. Papanikolaou, G. Stanogias, F. Chatzitheodoridis and V. Karalazos. 2006: Altitudinal chemical composition variations in biomass of rangelands in Northern Greece. Liv. Res. Rural Dev. 18(9). Available at: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/8/moun18106.htm>
- Mullahey, J. J., S. S. Waller, K. J. Moore, L. E. Moser and T. J. Klopfenstein. 1992. *In situ* ruminal protein degradation of switchgrass and smooth brome grass. Agron J. 84: 183-188.
- Νάσσης, Α. 1995. Παραγωγικότητα και δυνατότητες βελτίωσης των φυσικών λιβαδιών. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου για την Κτηνοτροφία με θέμα "Κτηνοτροφική πολιτική: Θέσεις - Προσανατολισμοί". Έκδοση ΓΕΩΤΕΕ.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of ecology. 3rd edition. W. B. Saunders Co., Philadelphia and London. 544 pp
- Ohlsson, C. 1991. Growth, development, and composition of temperate forage legumes and grasses in varying environments. Ph.D. Diss. Iowa State Univ., Ames (Diss. Abstr. 91-26231).
- Orshan, G. 1972. Morphological and physiological plasticity in relation to drought, p. 245 – 254. In: Wildland Shrubs – their Biology and Utilization (C. McKell, J. P. Blaisdell and J. R. Goodin, eds.) USDA General Technical Rep. INT-1.
- Παπαδόπουλος, Μ. 1999. Διατροφή ζώων 1. Άρτα.
- Παπαμίχος, Ν. 1990. Δασικά Εδάφη. 2^η Έκδοση, Θεσσαλονίκη.
- Παπαναστάσης, Β. 1976. Ο ρόλος του πυρός και της βόσκησής υπό προβάτων εις τους ασφακώνας Θεσπρωτίας. Κ.Δ.Ε.Β.Ε. Δελ. Ερευνών Αριθμ. 81. Θεσσαλονίκη.
- Papanastasis, V. 1977. Fire ecology and management of phrygana Communities in Greece, p. 476-82. Proc. Symp. Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems. USDA Forest Service, General Techn. Rep. Wo-3, Washington D.C.
- Papanastasis, V. 1981. Species structure and productivity in grasslands of northern Greece, p. 205-217. In: Components of Productivity of Mediterranean – Climate Regions. T: VS4, Dr W. Junk Pubs. The Hague.
- Παπαναστάσης, Β. 1982. Παραγωγή των ποολίβαδων σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρος και τη βροχή στη Βόρεια Ελλάδα. Δασική Έρευνα. III-Παράρτημα.
- Παπαναστάσης, Β. 1984. Ποώδης βλάστηση και φρύγανα. Γεωτεχνικά, 6:112-117.
- Papanastasis, V. 1989. Rengeland survey in Greece. Herba, 2:17-20.
- Παπαναστάσης, Β. και Α. Γώγος, 1983. Συμβουλή στη διάκριση και αξιολόγηση των λιβαδιών της χαμηλής ζώνης της Δυτικής Ηπείρου. Δασική Έρευνα, IV (2): 92-129.
- Παπαναστάσης, Β. και Κ. Καραγιαννακίδου - Παπαδημητρίου. 1993. Τα σπουδαιότερα αγρωστώδη των φυσικών λιβαδιών. Αθήνα.



- Παπαναστάσης, Β.Π. 2006. Νέες απόψεις για την εξέλιξη της βλάστησης και η εφαρμογή τους στα Ελληνικά λιβάδια. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Αθήνα 2006.
- Παπαναστάσης, Β.Π. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Θεσσαλονίκη.
- Παπαναστάσης, Β.Π., Π. Πλατής, Γ. Χαλυβόπουλος και Α. Τεπελή – Μάλαμα. 1986. Βοσκόμενες δασικές εκτάσεις του Ν. Δράμας. Πρόγραμμα Απογραφής Βοσκοτόπων Βόρειας Ελλάδας. Δελτίο Ν° 1, ΙΔΕΘ.
- Παπανικολάου, Κ., Ι. Νικολακάκης, Α., Ιμαμίδου, Β., Παππά, και Β. Ντότας. 2002. Χλωριδική και χημική σύνθεση της βοσκήσιμης ύλης των βοσκοτόπων του Νομού Φλωρίνης και η σημασία τους στην ανάπτυξη της βιολογικής κτηνοτροφίας. Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης, Ειδική έκδοση, 27: 48-49.
- Πλατής, Π., Β. Παπαναστάσης, Θ. Παπαχρήστου, Α. Τσιόντης και Σ. Κανδρέλης. 2002. Εποχιακή μεταβολή ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών βοσκήσιμης ύλης ποολίβαδων ψευδαλπικής και χαμηλής ζώνης. Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Καρπενήσι 2002.
- Πλατής, Π.Δ., Β.Π. Παπαναστάσης και Α.Ι. Τσιόντης. 2004. Ποσοτική και ποιοτική μεταβολή της βοσκήσιμης ύλης ποολίβαδων της χαμηλής οικολογικής ζώνης στην περιφέρεια Θεσσαλίας. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Βόλος 2004.
- Πλατής, Π.Δ., Θ.Γ. Παπαχρήστου και Β.Π. Παπαναστάσης. 2000. Αγρομετεωρολογικά μοντέλα πρόβλεψης του ύψους της παραγωγής και της ποιότητας διαφόρων βοσκοτόπων. Τελική έκθεση προγράμματος Β'ΚΠΣ 1994-99. Υπουργείο Γεωργίας-Ι.Δ.Ε. (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε) Θεσσαλονίκη.
- Pearson R. A., R. F. Archibald and R. H. Muirhead. 2006. A comparison of the effect of forage type and level of feeding on the digestibility and gastrointestinal mean retention time of dry forages given to cattle, sheep, ponies and donkeys. Br. J. Nutr. 95: 88-98.
- Perez-Corona, M. E., B.R. Vazquez-de-Aldana, B. Garcia-Criado, and A. Garcia-Ciudad. 1998. Variations in nutritional quality and biomass production of semiarid grasslands. J. Range Manage. 51: 570-576.
- Peterson P. R., C. C. Sheaffer and M. H. Hall. 1992. Drought effects on perennial forage legume yield and quality. Agron. J. 84: 774-779.
- Petterson, D. S., Harris, D. J., Rayner, C. J., Blakeney, A. B. and Choct, M. 1999. Methods for the analysis of premium livestock grains. Australian Journal of Agricultural Research 50, 775-787.
- Ryan, J., G. Estefan and A. Rashid. 2001. Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. 2nd Edition. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Ρούκος, Χ., Κ. Παπανικολάου και Ι. Μουντούσης. 2006. Μηνιαίες και καθ' ύψος μεταβολές στην παραγωγή και τη χημική σύσταση της βοσκήσιμης ύλης σε λιβάδι του Ν. Πρέβεζας. Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης.



- Σαρλής, Γ.Π. 1998. βελτίωση και Διαχείριση Φυσικών βοσκοτόπων Μέρος Α'. Εκδόσεις Α. Σταμούλη, Αθήνα
- Sheaffer C. C., P. R. Peterson, M. H. Hall and J. B. Stordahl. 1992. Drought effects on yield and quality of perennial grasses in the north central United States. *Journal of Production Agriculture* (5) 556-561
- Sheaffer C. C., P. R. Peterson, M. H. Hall and J. B. Stordahl. 1992. Drought effects on yield and quality of perennial grasses in the north central United States. *Journal of Production Agriculture* (5) 556-561
- Singh, J. S., M. J. Trlica, P. G. Risser, R. E. Redmann and J. K. Marshall. 1979. Autotrophic system, p. 59-200. In: *Grasslands, Systems Analysis and Man* (A. I. Breymeyer and G. M. Van Dyne, eds) IBP 19. Cambridge Univ. Press, London.
- Skapetas, B., D. Nitas, A. Karalazos and I. Hatziminaoglou. 2004. A study on herbage mass production and quality for organic grazing sheep in a mountain pasture of northern Greece. *Small Rumin. Res.* 87: 277-281.
- Snaydon, R. W. 1991. The productivity of C3 and C4 plants: a reassessment. *Functional Ecology* 5: 321-330.
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. 1980. *Statistical methods*. 7th edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Sogrean S. A. (1974). Μελέτη αναπτύξεως υπογείων υδάτων πεδιάδος Θεσσαλίας «Τελική έκθεση». Βρέθηκε στην διδακτορική διατριβή <<Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων – βαρέων μετάλλων και ραδιοκαισίου στο νερό – ίζημα και υδρόβια φυτά του ποταμού Πηνειού>>. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Χ. ΜΠΕΛΛΟΣ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2004.
- Σούλης, Ν. 1978. Εδαφολογική μελέτη Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Ιωάννινα.
- Σούλης, Ν. 1994. Το κλίμα της Ηπείρου. Ιωάννινα.
- SPSS. 2003. *SPSS Categories 12.0. A Software Package, Version 12.0*, Chicago, SPSS Inc.
- Stoddart, L. A., A. D. Smith and Th. W. Box 1975. *Range Management*, 3rd Edition. McGraw-Hill Book Co. N.Y. (Βρέθηκε στο Παπαναστάσης, Β.Π. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. *Λιβαδική Οικολογία*. Θεσσαλονίκη).
- Strid A. & Tan K. 1992. *Flora Hellenica and the threatened plants of Greece*. *Opera Bot.* 11: 356-67
- Summers, M. D., B. M. Jenkins, P. R. Hyde, J. F. Williams, S. C. Scardacci and R. G. Mutters. 2001. Properties of Rice Straw as Influenced by Variety, Season and Location, ASAE Annual Meeting, Paper number 01-6078, ASABE, St. Joseph, MI, USA.
- Ternouth, J. H. 1991. The kinetics and requirements of phosphorus in ruminants. p. 143-151. In Y.W. Ho, H.K. Wang, N. Abdullah and Z. A. Tajuddin (eds) *Recent Advances on the Nutrition of Herbivores*. Malaysian Soc. Anim. Prod.
- Tilley J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J. British Grassland Society* (1963) 18:104111



- Τζιάλλα, Χ., Μ. Κασιούμη και Χ. Γούλας. 2000. Παραγωγή και ποιότητα βοσκήσιμης ύλης λιβαδιών σε δύο διαφορετικά κλιματολογικά περιβάλλοντα του Νομού Ιωαννίνων. Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Ιωάννινα, 4-6 Οκτωβρίου 2000.
- Τσόγκας, Ε. 1974. Κλείδες προσδιορισμού των εν Ελλάδι Papilionaceae και πολυετών Gramineae εις στάδιον χλόης. Αθήνα.
- USDA, 1998. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Keys to Soil Taxonomy, Eighth Edition. Soil Survey Staff.
- Van Dyne, G. M. 1979. Reflections and projections, p. 881-921. In Grasslands, Systems Amalysis and Man (A.J. Breymeyer and G.M. Van Dyne, eds) IBP 19, Cambridge Univ. Press, London. (Βρέθηκε στο Παπαναστάσης, Β.Π. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Θεσσαλονίκη).
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca, New York, 476 pp.
- Vazquez-de-Aldana, B. R., A. Garcia-Ciudad, M. E. Perez-Corona, and B. Garcia -Criado. 2000. Nutritional quality of semi-arid grassland in western Spain over a 10-year period: changes in chemical composition of grasses, legumes and forbs. Grass and Forage Science, 55: 209 -220.
- Walworth, J. L., 2006. Soil sampling and Analysis. Arizona Cooperative Extension Publ. AZ1412. College of Agriculture & Life Sciences, the University of Arizona. 5p.

