



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

Χημική Σύσταση Λιβαδικών φυτών



Πτυχιακή διατριβή: Ευστρατία Παπαδοπούλου
Κασσιανή Κολιοκώστα
Επιβλέπων καθηγητής: Σωτήρης Σ. Κανδρέλης

Άρτα, 2016

Η μόρφωση χωρίς σκέψη προκαλεί σύγχυση.
Η σκέψη χωρίς μόρφωση παραπαίει.
(Κομφούκιος)

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	
A.O	Αζωτούχες ουσίες
I.O	Ινώδεις ουσίες
Ξ.O	Ξηρά ουσία
NDF	Neutral Detergent Fiber (IO αδιάλυτες σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών)
ADL	Αδιάλυτη Λιγνίνη
ADF	Acid Detergent Fiber (IO αδιάλυτες σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών)
IVDMD	In vitro dry matter digestibility (in vitro πεπτικότητα της ξηράς ουσίας)
kg	Χιλιόγραμμα
g	Γραμμάριο
Ha	Εκτάριο (10 στρέμματα)
Στρ.	Στρέμμα
Ca	Ασβέστιο
N	Άζωτο

Πίνακας Περιεχομένων

	Σελ.
1. Πρόλογος	6
2. Εισαγωγή	8
3. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	11
3.1. Γενικά	11
3.1.1. Θρεπτική αξία	13
3.1.2. Αζωτούχες ουσίες	15
3.1.3. Ινώδεις ουσίες	18
3.1.3.1. Ελεύθερες αζωτούχες εκχυλισματικές ουσίες....	19
3.1.3.2. Ανάλυση ινωδών ουσιών κατά Van Soest	20
3.1.3.3. Μέθοδος ανάλυσης κατά Van Soest	20
3.2. Έδαφος	23
3.3. Χλωρίδα	26
3.4. Παραγωγή βοσκήσιμης ύλης	30
3.5. Πεπτικότητα βοσκήσιμης ύλης	31
3.6. Χημική σύσταση βοσκήσιμης ύλης	32
3.6.1. Στάδιο ανάπτυξης λιβαδικών φυτών	33
3.6.2. Φαινολογικό στάδιο φυτών και τοπογραφική θέση	34
3.7.Κλιματικοί παράγοντες	35
3.7.1. Επίδραση της θερμοκρασίας αέρα στη λιβαδική παραγωγή	35
3.7.2. Επίδραση της βροχόπτωσης στη λιβαδική παραγωγή	36
3.8. Ανόργανα στοιχεία	37
3.9. Σκοπός έρευνας	39
4.Υλικά και Μέθοδοι	40
4.1. Περιοχή έρευνας	40
4.2. Δειγματοληψία	42
4.3. Εργαστηριακές αναλύσεις	43
4.3.1. Εργαστηριακές αναλύσεις αζωτούχων ουσιών	43
4.3.2. Εργαστηριακές αναλύσεις NDF	47

4.3.3. Εργαστηριακές αναλύσεις ADF	50
4.4. Μηχανήματα εργαστηρίου	52
5. Αποτελέσματα και Συζήτηση	54
5.1. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε αζωτούχες ουσίες..	54
5.2. Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Ινώδεις ουσίες.....	55
6. Συμπεράσματα.....	57
7. Βιβλιογραφία.....	58

1.Πρόλογος

Η κτηνοτροφία είναι ένας νευραλγικός κλάδος της αγροτικής παραγωγής. Η οργάνωση της κοινωνίας, η ανάπτυξη του πληθυσμού και η άνοδος του βιοτικού επιπέδου είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη και εξέλιξη των τρόπων εκτροφής των ζώων για την κάλυψη του αγροδιατροφικού τομέα της χώρας.

Ωστόσο ο κλάδος αυτός αποτελεί σήμερα το μεγάλο ασθενή του αγροτικού μας χώρου που αντιμετωπίζει σοβαρά και σημαντικά προβλήματα (Πεβερέτος, 2013). Ένα από τα βασικά προβλήματα είναι ότι τα κτηνοτροφικά προϊόντα που παράγονται στη χώρα μας δεν καλύπτουν τις ανάγκες σε ζωοκομικά προϊόντα, με αποτέλεσμα να γίνονται εισαγωγές από άλλες χώρες (Κουτσούκης, 2009). Παράλληλα η έλλειψη ρευστότητας οδηγεί σε υποσιτισμό των ζώων αφού οι κτηνοτρόφοι δεν έχουν στη διάθεσή τους τα χρήματα που απαιτούνται για να αγοράσουν ζωοτροφές. Τέλος αξίζει να αναφέρουμε ότι η μείωση στη παραγωγή του αιγοπρόβειου γάλακτος ανέρχεται κατά 92.000 τόνους τα δύο τελευταία χρόνια και συνεχίζεται (Πεβερέτος, 2013).

Τα λιβάδια της χώρας μας χαρακτηρίζονται από τις χαμηλές γενετικές 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 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 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 σε μεγάλο βαθμό για την ικανοποίηση των διατροφικών αναγκών των ζώων (Κουτσούκης, 2009).

Προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός της παρούσας έρευνας, που ήταν ο προσδιορισμός της σύνθεσης και της διακύμανσης των λιβαδικών φυτών του υπαλπικού λιβαδιού «Κωστηλάτα» Θεοδωριάνων Άρτας, απαιτήθηκαν αρκετές ώρες εργασίας τόσο στην ύπαιθρο όσο και στο εργαστήριο. Επομένως θεωρούμε ελάχιστο χρέος μου να ευχαριστήσουμε όλους όσους μας βοήθησαν στην πραγματοποίηση της εργασίας μας, και ειδικότερα:

Τον επιβλέποντα της πτυχιακής διατριβής **κ. Σωτήρη Κανδρέλη**, καθηγητή της σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Τ.Ε.Ι Ηπείρου, για την ανάθεση του τόσο ενδιαφέροντος θέματος, τη 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. Χαράλαμπο Κουτσούκη**, Ε.ΔΙ.Π. της σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Τ.Ε.Ι Ηπείρου, για την βοήθειά του στη συλλογή και την επεξεργασία των δειγμάτων, για την παρακολούθηση των εργαστηριακών αναλύσεων, καθώς και για την βοήθεια που μου πρόσφερε στον σχεδιασμό και την ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης.

Τον **Δρ. Χρήστο Ρούκο**, υπάλληλο του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων για την καθοδήγηση και παρακολούθηση των εργαστηριακών αναλύσεων, καθώς και για τις διδακτικές συζητήσεις που είχαμε κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

2.Εισαγωγή

Οι φυσικοί βοσκότοποι στην Ελλάδα καλύπτουν περίπου το 40% της ελληνικής επικράτειας (ΕΣΥΕ, 2000) και αξιοποιούνται από την ποιμενική αιγοπροβατοτροφία και τη βοοτροφία εκτατικής εκτροφής. Τα εκτατικά αυτά συστήματα εκτροφής, αξιοποιούν τη λιβαδική βλάστηση παράγοντας ζωοκομικά προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας. Εντούτοις, υπάρχει η δυνατότητα η συμβολή τους αυτή στο εθνικό εισόδημα να αυξηθεί με την εφαρμογή μικρών σχετικά βελτιωτικών εργασιών, ορθολογικής διαχείρισης και σχεδιασμένων συστημάτων βόσκησης (Μπόκος, 2014).

Οι φυσικοί βοσκότοποι στην Ελλάδα εκτείνονται από την παραθαλάσσια έως την αλπική ζώνη. Σύμφωνα με στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε. διακρίνονται σε βοσκότοπους της χαμηλότερης ζώνης (0-600 μ), της μεσαίας (600-800 μ) και της υψηλής ζώνης (800 -1700 μ) και υπαλπικής ζώνης (1700 μ και άνω) . Οι βοσκότοποι στην υψηλή ζώνη καταλαμβάνουν το 50 % της συνολικής έκτασης των φυσικών βοσκοτόπων και παράγουν το 53 % της συνολικής λιβαδικής παραγωγής. Αντίθετα, οι βοσκότοποι της μεσαίας ζώνης (32 %) και της χαμηλότερης ζώνης (18 %) υπολείπονται κατά πολύ της υψηλής ζώνης και παράγουν το 33 % και το 14 % αντίστοιχα της συνολικής λιβαδικής παραγωγής (Σαρλής, 1998).

Η επίδραση του κλίματος στη λιβαδική παραγωγή και στη χημική σύσταση της χλωρίδας των φυσικών βοσκοτόπων είναι σημαντική. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η λιβαδική παραγωγή των ποολίβαδων και φρυγανολίβαδων της χαμηλής και μεσαίας ζώνης να καλύπτει τις διατροφικές ανάγκες των ζώων μόνο κατά την περίοδο της άνοιξης. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η ύλη αυτή ξηραίνεται και είναι χαμηλής θρεπτικής αξίας με αποτέλεσμα να είναι ακατάλληλη να καλύψει τις ανάγκες των βόσκοντων ζώων (Παπαναστάσης, 1982, Papachristou, 2000, Mountousis *et al.*, 2008). Η χρησιμότητα επομένως των υπαλπικών λιβαδιών έγκειται στο γεγονός ότι η περίοδος βόσκησης τους εκτείνεται την καλοκαιρινή περίοδο έως αρχές του φθινοπώρου, διάστημα κατά το οποίο η παραγωγή των λιβαδιών αυτών είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες συντήρησης των ζώων (Παπαναστάσης, 1982, Mountousis *et al.*, 2008). Για το λόγο αυτό είναι συνήθως συνδεδεμένα με τη μετακινούμενη νομαδική κτηνοτροφία, όπου τα κοπάδια των ζώων εισέρχονται στα

υπαλπικά λιβάδια στις αρχές του καλοκαιριού και κατεβαίνουν πάλι στα λιβάδια των χαμηλότερων υψομέτρων το φθινόπωρο. Επομένως η διατήρηση της εκτατικής κτηνοτροφίας στην υπαλπική ζώνη εξυπηρετεί εκτός από τον οικονομικό σκοπό της παραγωγής ποιοτικών προϊόντων και εξασφάλιση εισοδήματος σε ένα κομμάτι του πρωτογενή τομέα αλλά και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προστασία από φυσικούς κινδύνους (από πυρκαγιές κ.ά.) (Zervas, 1998, Hadjigeorgiou *et al.*, 2005, Chatzitheodoridis *et al.*, 2007).

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 διαχείριση τους, τις περισσότερες φορές, γίνεται χωρίς πρόγραμμα, με αποτέλεσμα η βοσκοφόρτωση να είναι μεγαλύτερη της βοσκοϊκανότητας (Κουτσούκης, 2009).

Οι κλιματικές συνθήκες στις χαμηλότερες ζώνες επίσης ποικίλλουν και δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως ευμενείς για υψηλή λιβαδική παραγωγή. Η ξηρή περίοδος του θέρους και οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα περιορίζουν την αυξητική δραστηριότητα. Το κλίμα της υπαλπικής ζώνης, από την Στερεά Ελλάδα και βορειότερα, κατατάσσεται στο Dfb - Dfc κατά Κοppen κλίμακα και χαρακτηρίζεται ως Ηπειρωτικό ξηρικό κλίμα με θερμό θέρος. Η μέση θερμοκρασία αέρος δεν ξεπερνά τους 10 °C, ενώ η μέση ελάχιστη του ψυχρότερου μήνα του έτους, τον Ιανουάριο, πέφτει αρκετά κάτω από το μηδέν. Το ετήσιο ύψος βροχής μπορεί να φτάσει τα 2000mm από το οποίο ένα τμήμα πέφτει την καλοκαιρινή περίοδο, διατηρώντας σε υψηλό επίπεδο την ποσότητα και την ποιότητα της λιβαδικής παραγωγής (Παπαναστάσης, 1982).

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 μια 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 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 βόρεια Αφρική. 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 αγρωστωδών (*Graminae* – *Poaceae*) και των ψυχανθών (*Leguminosae* – *Fabaceae*), καθώς και πολλά ωφέλιμα και μη φυτά, διαφόρων άλλων οικογενειών (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 (Κουτσούκης, 2009).

Για τον προσδιορισμό των Αζωτούχων ουσιών και των Ινωδών ουσιών των ορεινών – υπαλπικών λιβαδιών της Κωστηλάτας, στα Θεοδώριανα Άρτας, πραγματοποιήθηκαν τα παρακάτω βήματα: (α) συλλογή φυτικών ειδών και (β) εργαστηριακές αναλύσεις.

3.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

3.1.Γενικά

Λιβάδι είναι το φυσικό οικοσύστημα που καλύπτεται από ποώδη ή θαμνώδη βλάστηση και παράγει βοσκήσιμη ύλη για τα κτηνοτροφικά και τα άλλα άγρια ζώα, ενώ παράλληλα προσφέρει και άλλα αγαθά και υπηρεσίες όπως είναι τα θηράματα, το νερό, η προστασία του περιβάλλοντος, η αναψυχή κ.α. Επιπλέον αποτελεί δεξαμενή σπάνιων ειδών χλωρίδας και πανίδας και ακόμα εξασφαλίζει διάφορα ορυκτά καθώς και προϊόντα εξόρυξης λατομείων (Biswell και Λιάκος, 1982).

Κάθε λιβάδι παρουσιάζει πλούσια σύνθεση βλάστησης, ποικιλομορφία απόμων, διάφορα είδη ζώων καθώς και μεταβαλλόμενα κλιματικά και εδαφικά περιβάλλοντα, τα οποία βρίσκονται σε στενή και συνεχή αλληλεξάρτηση και αλληλεπίδραση. Πράγματι, τα φυτά δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπουν σε χημική, η οποία είναι απαραίτητη τόσο για την φωτοσύνθεση όσο και για την αφομοίωση των προϊόντων φωτοσύνθεσης. Στη συνέχεια τα ζώα (ετερότροφοι οργανισμοί) παίρνουν την ενέργεια που χρειάζονται από τα φυτά και την μεταφέρουν σε άλλους ετερότροφους οργανισμούς (Παπαναστάση και Νοϊτσάκη, 1992).

Λειμώνας ή τεχνητό λιβάδι, είναι μια ποώδης φυτοκοινωνία βελτιωμένων χορτοδοτικών κτηνοτροφικών φυτών, που δημιουργείται τεχνητά ύστερα από το 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).

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 παραγωγικότητα 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).

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).

Εκτός από τη θρεπτική αξία, ένας άλλος όρος σπουδαιάς 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 ουσιών, των παραγόντων ευαισθησίας και του περιεχόμενου 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 «φαινομενική πεπτικότητα» (apparent digestibility), ή απλά πεπτικότητα (Digestibility-D) (Κανδρέλης, 2002).

3.1.1 Θρεπτικής αξίας

Ο όρος θρεπτική αξία (nutritive value) χρησιμοποιείται για να ποσοτικοποιηθεί σε μια τροφή η παρουσία και η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών που είναι απαραίτητα για τα ζώα αλλά και να προβλεφθεί η παραγωγή από τα ζώα όπου αυτή χορηγήθηκε (Pori *et al.*, 1999, Coleman and Henry, 2002, Dryden, 2008).

Οι ίδιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η θρεπτική αξία μιας τροφής εξαρτάται από:

- Την περιεκτικότητα της τροφής σε θρεπτικά συστατικά.
- Τη διαθεσιμότητα αυτών των θρεπτικών συστατικών στο ζώο.
- Την αποδοτικότητα με την οποία τα θρεπτικά συστατικά που απορροφήθηκαν χρησιμοποιούνται από το ζώο.
- Την ικανότητα της κατά βούλησης πρόσληψης της τροφής.
- Τις επιδράσεις της τροφής στην υγεία των ζώων και την ποιότητα των κτηνοτροφικών προϊόντων.

Σε κάθε περίπτωση, η θρεπτική αξία εκφράζεται σε πρότυπες μονάδες οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις θρεπτικές ανάγκες των ζώων. Τα πιο διαδεδομένα διατροφικά συστατικά που χρησιμοποιούνται σήμερα προσδιορίζουν τα σημαντικότερα θρεπτικά συστατικά στη Ξ.Ο των τροφών είτε σε όρους πρωτεΐνης (g kg^{-1}) είτε σε όρους μεταβολίσιμης ενέργειας (ME/ΞΟ) (MJ kg^{-1}), όπως στα αυστραλιανά και βρετανικά συστήματα (SCA, 1990, AFRC, 1993), ή ακόμα αυτό της καθαρής ενέργειας (NE/ΞΟ) (Mcal kg^{-1}) που χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α (NRC, 1985).

Η θρεπτική αξία του χόρτου βοσκής επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες οι οποίοι περιλαμβάνουν τη γονιμότητα του εδάφους, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, το είδος του φυτού και τον κύκλο φωτοσύνθεσης που ακολουθεί (Hodges and Bidwell, 1993).

Σύμφωνα με (Sanderson *et al.*, 1999, Tallowin and Jefferson, 1999, Bruinenberg *et al.*, 2002) ότι η θρεπτική αξία επηρεάζεται από το λιβαδικό είδος, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τη διαχείριση και τη φυσιολογική θέση. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του χόρτου βοσκής επιδρούν στη θρεπτική αξία και μπορούν να συμβάλλουν στην πρόληψή της (Mitchell *et al.*, 2001). Επίσης, κρίσιμος παράγοντας είναι η εδαφική υγρασία, η οποία

επηρεάζει έμμεσα τη θρεπτική αξία μέσω επιδράσεων στη μορφολογία και την ηλικία του φυτού (Philipp *et al.*, 2005).

Η χημική σύσταση και η θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις από περιοχή σε περιοχή, ακόμα και σε αυτές που απέχουν ελάχιστα (Buxton, 1996). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η βοσκήσιμη ύλη μπορεί να συνεισφέρει σε διαφορετικό βαθμό στα παραγωγικά συστήματα, παρουσιάζοντας διακύμανση από μη ικανή να ικανοποιήσει τις ανάγκες συντήρησης των ζώων έως εκείνη με πεπτικότητα και συγκέντρωση ενέργειας τόσο υψηλή όσο και οι καρποί δημητριακών (Givens *et al.*, 2000).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο όρος θρεπτική αξία περιλαμβάνει τη χημική σύσταση αλλά και επιπλέον παραμέτρους όπως την ποσότητα της βοσκήσιμης ύλης που καταναλώθηκε (πρόσληψη τροφής), τη πεπτικότητα καθώς και το διαχωρισμό των προϊόντων του μεταβολισμού εντός του ζωικού οργανισμού (Buxton, 1996). Επιπρόσθετα, το ενεργειακό περιεχόμενο της τροφής σχετίζεται στενά με την πεπτικότητα των θρεπτικών συστατικών και επομένως η πεπτικότητα αποτελεί μια εξαιρετικά σημαντική παράμετρος της θρεπτικής αξίας (Kitessa *et al.*, 1999, Tallowin and Jefferson, 1999, Bruinenberg *et al.*, 2002).

Η πεπτικότητα μιας τροφής μπορεί να οριστεί ως η ποσότητα που δεν χάνεται μέσω των κοπράνων και έτσι θεωρείται ότι απορροφήθηκε από το ζώο. Το πεπτό μέρος μιας τροφής είναι το μόνο μέρος το οποίο μπορεί να παρέχει ενέργεια και θρεπτικά συστατικά, προάγοντας έτσι την παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων (Minson, 1990).

Η πρόσληψη, πεπτικότητα και αποδοτικότητα χρησιμοποίησης της βοσκήσιμης ύλης είναι χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την απόδοση των ζώων με τη διακύμανση στη πρόσληψη της τροφής να εξηγεί το 60-90% της διακύμανσης στην πεπτή ενέργεια (Mertens, 1994). Συνεπώς, το καλύτερο κριτήριο εκτίμησης της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης είναι η απόδοση των ζώων.

Οι χημικές αναλύσεις είναι χρονικά γρήγορες και λιγότερο δαπανηρές σε σχέση με τη διεξαγωγή διατροφικών πειραμάτων και συνεπώς μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τα πραγματικά χημικά συστατικά που επηρεάζουν την πέψη, αντίθετα από τις *in vitro* μεθόδους (Van Soest,

1994) καθώς η χημική σύσταση της τροφής επηρεάζει σημαντικά την πεπτικότητα (Minson, 1990).

Από την άλλη πλευρά, οι χημικές μέθοδοι δεν μπορούν να δώσουν μια άμεση εκτίμηση της θρεπτικής αξίας της βοσκήσιμης ύλης, αλλά στηρίζονται στη στατιστική συσχέτιση προκειμένου να εκτιμήσουν την πεπτικότητα και την πρόσληψη της τροφής. Μαζί με τη χρήση προτύπων, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για να προβλέψουν την απόδοση των ζώων ή να προσδιορίσουν τους παράγοντες που δύνονται να περιορίζουν τη ζωική απόδοση (Minson, 1981, 1990).

Επομένως, ικανοποιητική εκτίμηση της θρεπτικής αξίας της τροφής μπορεί να επιτευχθεί από τον συνδυασμό των αναλύσεων προσδιορισμού της χημικής σύστασης και πεπτικότητα συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών, ιδιαίτερα ξηράς ουσίας (ή οργανικής ουσίας) και ενέργειας (Bruinenberg *et al.*, 2002, Karn *et al.*, 2006, Bertrand *et al.*, 2008).

3.1.2. Αζωτούχες Ουσίες

Οι πρωτεΐνες περιέχουν κατά μέσο όρο 16% άζωτο (N) περίπου. Έτσι, θεωρητικά, εφόσον γνωρίζουμε το περιεχόμενο άζωτο της τροφής, μπορούμε να υπολογίσουμε το ποσό της πρωτεΐνης της, εάν πολλαπλασιάσουμε το περιεχόμενο άζωτο με τον αριθμό 6,25 (100/16).

Η μέθοδος η οποία γενικά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του αζώτου των τροφών καλείται μέθοδος Kjeldahl, μετά την ανακάλυψη της από το Δανό χημικό Johan Kjeldahl.

Για να προσδιοριστεί το άζωτο, η οργανική ύλη του δείγματος της τροφής αποσυντίθεται, μετά από θέρμανση με θειικό οξύ (H_2SO_4). Κατά την θέρμανση το υδρογόνο και ο άνθρακας των οργανικών ουσιών της τροφής οξειδώνονται προς νερό (H_2O) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) αντίστοιχα, ενώ το άζωτο ανάγεται προς αμμωνία (NH_3), η οποία δεσμεύεται από την περίσσεια του θειικού οξέος (H_2SO_4). Στην συνέχεια, ακολουθεί η απελευθέρωση της δεσμευμένης NH_3 , με τη βοήθεια διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου ($NaOH$). Η απελευθερωμένη στο διάλυμα αμμωνία παραλαμβάνεται ποσοτικά με απόσταξη μέσα σε διάλυμα βορικού οξέος (H_3BO_3). Ακολουθεί η ογκομέτρηση με διάλυμα HCl ή

H₂SO₄ (πρότυπα διαλύματα 0,1 N) και ο υπολογισμός του επί τοις εκατό (%) ολικού αζώτου της τροφής.

Ο υπολογισμός των πρωτεϊνών με βάση τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου της τροφής δεν αποτελεί την ακριβή εκτίμηση των πραγματικών πρωτεϊνών μιας ζωοτροφής. Ο υπολογισμός αυτός περιλαμβάνει δύο βασικές παραδοχές, οι οποίες είναι σε γενικές γραμμές αποδεκτές και εφαρμόσιμες (Κανδρέλης και συν., 2009 2^η έκδοση).

Παραδοχή 1^η : Η πρωτεΐνη περιέχει 16% περίπου άζωτο. Στην πραγματικότητα όμως, αυτό αντιπροσωπεύει κυρίως ένα μέσο όρο. Μερικές τροφές περιέχουν πρωτεΐνη που αποτελείται από άζωτο περισσότερο του 16%, ενώ άλλες τροφές περιέχουν πρωτεΐνη με λιγότερο άζωτο.

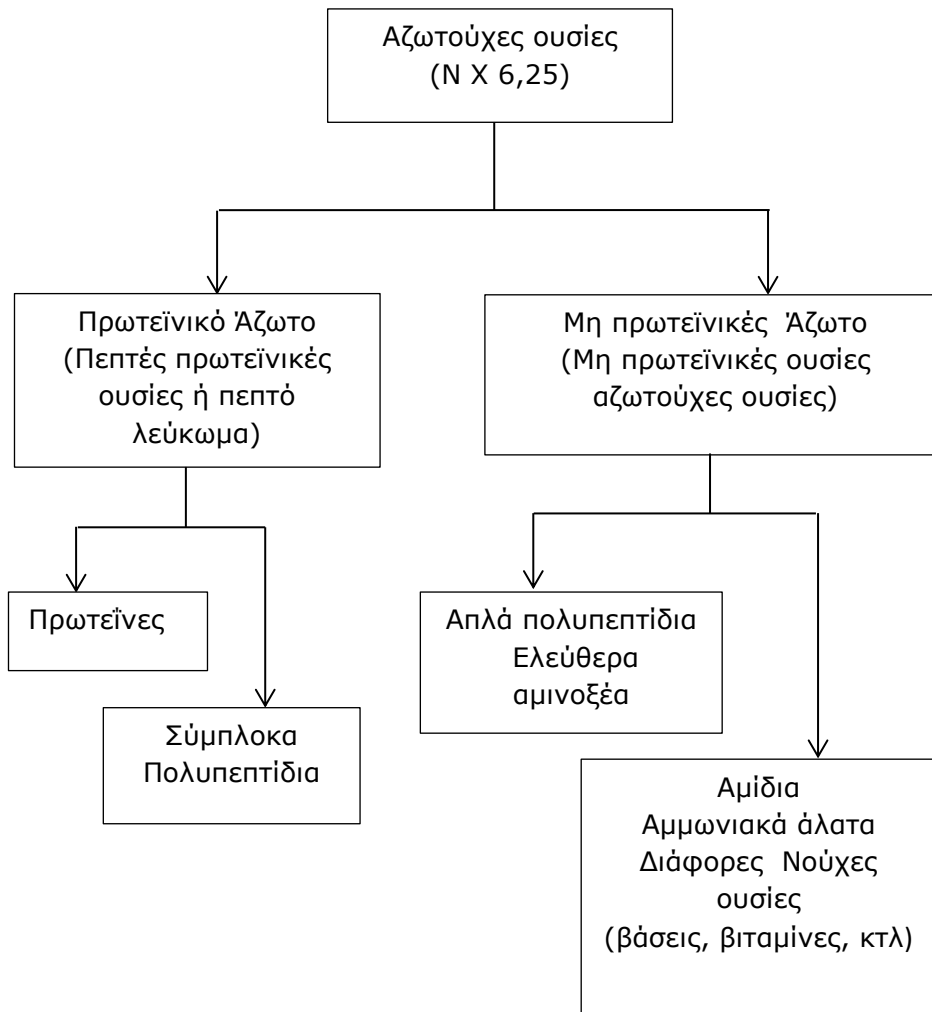
Παραδοχή 2^η : Όλο το άζωτο βρίσκεται με τη μορφή της πρωτεΐνης. Αυτό μπορεί να είναι αληθές στην πράξη, υπάρχουν όμως ορισμένες τροφές, οι οποίες περιέχουν ικανό ποσοστό μη πρωτεϊνούχου αζώτου, όπως είναι εκείνο που εμπεριέχεται στα αμύδια και τα νουκλεϊκά οξέα.

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι ενώ η κατά Kjeldahl μέτρηση των ολικών αζωτούχων ουσιών είναι μια χρήσιμη ένδειξη του περιεχομένου των αζωτούχων ουσιών μιας ζωοτροφής, δεν πρέπει όμως κανείς να αποφαινεται με ευκολία για την ποιότητα του αζώτου της τροφής, επειδή δεν διακρίνεται το πρωτεϊνικό από το μη πρωτεϊνικό άζωτο.

Θα έπρεπε βέβαια να σημειωθεί, ότι τα μηρυκαστικά ζώα είναι σε θέση να χρησιμοποιούν το μη πρωτεϊνικό άζωτο, ακριβώς λόγω της παρουσίας των μικροοργανισμών στο πεπτικό τους σύστημα. Για τα παμφάγα και σαρκοφάγα ζώα όμως, η βιολογική (διατροφή) αξία της πρωτεΐνης της τροφής εξαρτάται από τα περιεχόμενα σε αυτήν αμινοξέα.

Κατά συνέπεια και για τους παραπάνω λόγους, θα πρέπει να αποφεύγουμε να αποκαλούμε «πρωτεΐνη» το γινόμενο 6,25 x N, αλλά να καλούμε όπως πραγματικά αυτό πρέπει να λέγεται, δηλαδή «ολικές αζωτούχες ουσίες» και να έχουμε επίγνωση των περιορισμών που το χαρακτηρίζουν (Κανδρέλης, 2013).

Επίσης, στην πράξη ενδιαφέρει η βιολογική αξία της πρωτεΐνης του σιτηρεσίου, η οποία εξαρτάται από το οριακό αμινοξύ. Έτσι, η έρευνα στράφηκε στην εκτίμηση της ποιότητας των πρωτεϊνών και ειδικότερα στον προσδιορισμό των αμινοξέων μιας τροφής ή σιτηρεσίου (Κανδρέλης και συν., 2009 2^η έκδοση).



Σχήμα 1. Οι διάφορες μορφές του αζώτου των ζωοτροφών

3.1.3 Ινώδεις Ουσίες

Οι ινώδεις ουσίες αποτελούν ενδεικτικό μέσο του άπεπτου, σχετικά, μέρους της τροφής. Για τον προσδιορισμό των ινωδών ουσιών, το δείγμα της τροφής βράζεται πρώτα σε αραιό διάλυμα θειικού οξέος (H_2SO_4) και στη συνέχεια σε αραιό αλκαλικό διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου ($NaOH$), με σκοπό την απομίμηση της πεπτικής δράσης των γαστρικών εκκρίσεων. Ακολούθως, το υπόλειμμα του δείγματος που παραμένει άπεπτο, μετά από τους βρασμούς σε όξινα και αλκαλικά αραιά διαλύματα, ζυγίζεται και αποτεφρώνεται.

Η διαφορά του βάρους του υπολείμματος, πριν και μετά την αποτέφρωση, εκφράζει την ποσότητα των ινωδών ουσιών που περιέχονται στο δείγμα της τροφής. Αν αυτή αναχθεί επί τοις εκατό (%) της ξηρής ουσίας ή του φυσικού δείγματος, τότε εκφράζει την περιεκτικότητα της τροφής σε ινώδεις ουσίες, σύμφωνα με την εξίσωση που ακολουθεί (Κανδρέλης, 2013).

$$\text{Ινώδεις ουσίες (\%)} = \frac{B_A - B_T}{\text{Βάρος δείγματος}} \times 100$$

Το κλάσμα που προσδιορίζεται με τη μέθοδο αυτή, είναι πράγματι η ελεύθερη λίπους οργανική ουσία, η οποία είναι αδιάλυτη σε όξινο και αλκαλικό μέσο και συμβατικά περιγράφεται ως «ολικές ινώδεις ουσίες». Με τον όρο αυτό, εννοούμε τα συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτών, κυρίως όμως τους υδατάνθρακες (μη σακχαροειδείς ομο – και έτερο – πολυσακχαρίτες). Το κλάσμα αυτό, σε γενικές γραμμές, περιέχει κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και λιγνίνη (άκρως αδρανής ουσία, ανθεκτική στη δράση των ενζύμων και ως εκ τούτου άπεπτη). Θα πρέπει να τονιστεί ότι το κλάσμα των ινωδών ουσιών, δεν περιέχει όλη την ποσότητα από τα τρία παραπάνω συστατικά, τα οποία βρίσκονται στην τροφή και αυτό γιατί ένα ποσοστό, το οποίο ποικίλλει ανάλογα με το είδος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτικού υλικού, περιέχεται τελικά στο κλάσμα των ελεύθερων αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών, με τις οποίες που θα ασχοληθούμε παρακάτω. Αρχικά, οι ινώδεις ουσίες χρησιμοποιούνται 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 (Κανδρέλης και συν. 2009, 2^η έκδοση). Αυτό όμως δεν ισχύει πάντα, και κυρίως για τα μηρυκαστικά, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να πέψουν μεγάλες ποσότητες κυτταρινών και ημικυτταρινών των τροφών, φυσικά όχι όμως και τη λιγνίνη, η οποία είναι πρακτικά άπεπτη.

Γενικά, πρέπει να τονιστεί ότι, μολονότι η ανάλυση των ινωδών ουσιών έχει πολλά αδύνατα σημεία, αυτή χρησιμοποιείται ως ένα ενδεικτικό μέσο της ποιότητας της τροφής, λόγω της σημαντικής αρνητικής συσχέτισης που υπάρχει μεταξύ των ινωδών ουσιών και της πεπτικότητας της οργανικής ουσίας της τροφής.

3.1.3.1. Ελεύθερες Αζωτούχες Εκχυλισματικές Ουσίες (ΕΑΕΟ)

Το κλάσμα αυτό αντιπροσωπεύει ένα σύνολο οργανικών ουσιών, για το οποίο δεν υπάρχει ειδική ανάλυση. Η πολύ μεγάλη πλειοψηφία των Ε.Α.Ε.Ο είναι υδατάνθρακες, ήτοι: άμυλο, σάκχαρα, φρουκτόζες, πεπτικές, κυτταρίνη (μερική), ημικυτταρίνη (μερική), λιγνίνη (μερική). Στις Ε.Α.Ε.Ο. όμως, περιέχονται και άλλα συστατικά, όπως είναι τα οργανικά οξέα, οι διάφορες χρωστικές ουσίες και οι βιταμίνες.

Οι Ε.Α.Ε.Ο θεωρείται ότι αποτελούν το πλέον εύπεπτο από τα μη αζωτούχα συστατικά της τροφής. Αυτό όμως, δεν θα ήταν αληθές, εάν η ομάδα αυτών των ουσιών δεν περιέχει κάποια ποσοστά κυτταρίνης, ημικυτταρίνης και λιγνίνης (Κανδρέλης & συνεργάτες 2009, 2^η έκδοση).

Ο υπολογισμός των ΕΑΕΟ γίνεται έμμεσα με την εξίσωση:

$$\text{Ε.Α.Ε.Ο.} = 100 - (\% \text{ Υγρασία} + \% \text{ Τέφρα} + \% \text{ Ολική Πρωτεΐνη} + \% \text{ Ολικά Λίπη} + \% \text{ Ολικές Ινώδεις Ουσίες})$$

3.1.3.2. Ανάλυση Ινώδων Ουσιών κατά Van Soest

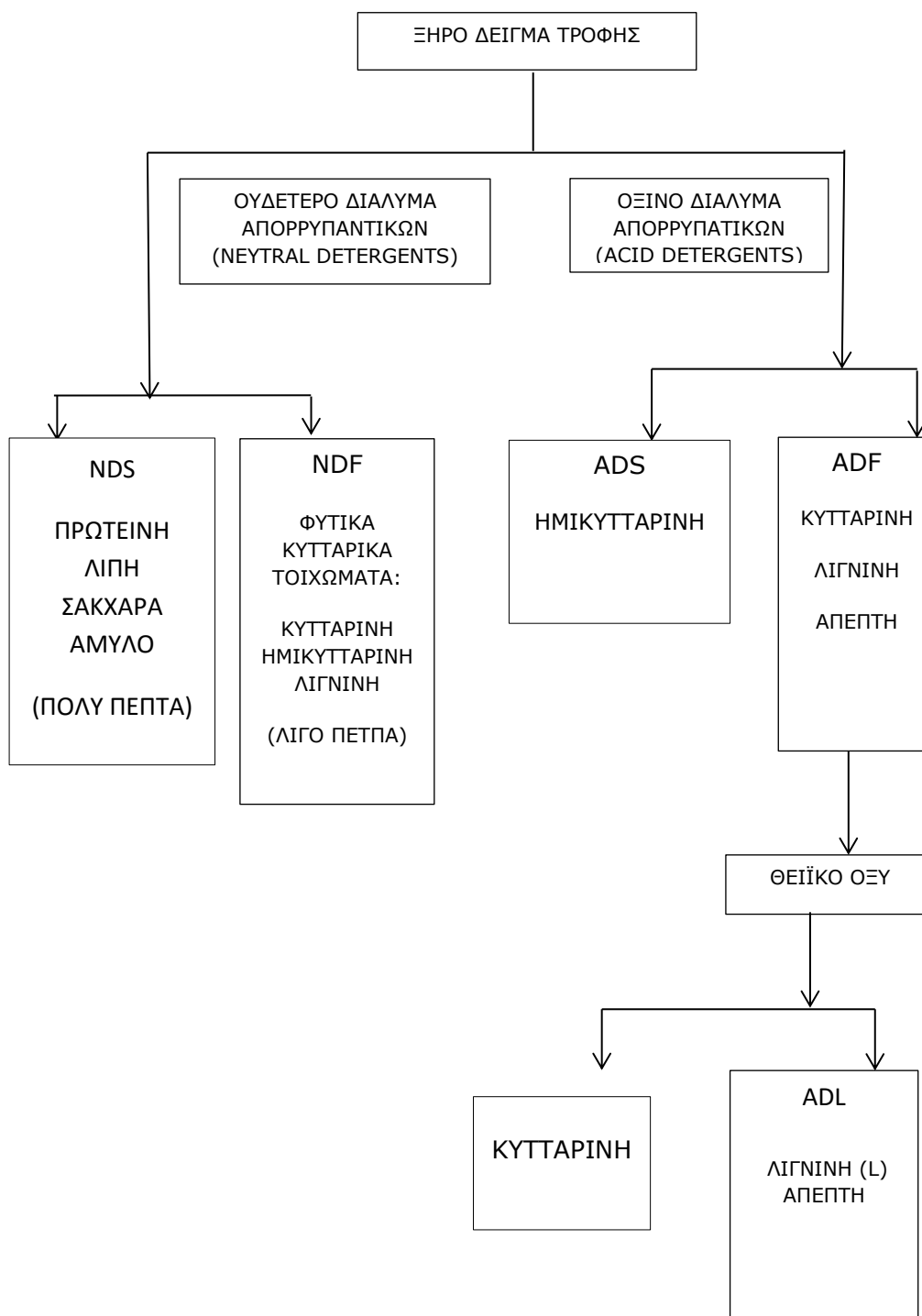
Οι ινώδεις ουσίες, όπως αυτές προσδιορίζονται με το σύστημα Weende, δεν αποτελούν μια ομοιογενή ουσία, αλλά ένα μίγμα ουσιών, τα κύρια χαρακτηριστικά του οποίου αποτελούν μια ομοιογενή ουσία, αλλά ένα μίγμα ουσιών, τα κύρια χαρακτηριστικά του οποίου αποτελούν η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη και η λιγνίνη. Από τις ουσίες αυτές η κυτταρίνη και η ημικυτταρίνη έχουν περίπου τη ίδια θρεπτική αξία για τα μηρυκαστικά ζώα, ενώ η λιγνίνη είναι πρακτικά άπεπτη από οποιοδήποτε είδος ζώου. Κατά την ανάλυση όμως των ζωοτροφών με τη μέθοδο Weende, μόνο ένα μέρος της ημικυτταρίνης, της κυτταρίνης και της λιγνίνης αναλαμβάνονται στο κλάσμα που ονομάζουμε «ινώδεις ουσίες», ενώ ένα σημαντικό μέρος των προαναφερθέντων ουσιών προσμετρείται ως ΕΑΕΟ, οι οποίες κατά συνθήκη, αποτελούνται από σάκχαρα και άμυλο, τα οποία είναι σχεδόν πεπτές ουσίες.

Κατά συνέπεια, στο βαθμό κατά τον οποίο η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη και η λιγνίνη εμφανίζονται ως συστατικά των ΕΑΕΟ, η περιεκτικότητα της τροφής ως ΕΑΕΟ εμφανίζεται λανθασμένα υψηλότερη, ενώ η θρεπτική τους αξία παράλληλα είναι μικρότερη από αυτή που θα ήταν εάν αποτελούνταν μόνο από σάκχαρα και άμυλο. Ταυτόχρονα το κλάσμα «ινώδης ουσίες» δεν ανταποκρίνεται στη πραγματική περιεκτικότητα της τροφής σε ημικυτταρίνη και λιγνίνη (Κανδρέλης & συνεργάτες 2009, 2^η έκδοση).

3.1.3.3. Μέθοδος ανάλυσης κατά Van Soest

Με σκοπό την εξάλειψη των σφαλμάτων που παρουσιάζει ο προσδιορισμός των κυτταρινούχων ουσιών με το σύστημα Weende, ο Van Soest και οι συνεργάτες του στο Πανεπιστήμιο Cornell, της Νέας Υόρκης, επινόησαν μια μέθοδο, η οποία σήμερα έχει τύχει ευρύτατα της αποδοχής σε όλα τα εργαστήρια ανάλυσης ζωοτροφών ανά τον κόσμο.

Κατά την μέθοδο αυτή (σχήμα 2) οι κατταρινούχες ουσίες μιας τροφής διακρίνονται σε (α) ουσίες ουδέτερου διαλύματος και (β) ουσίες όξινου διαλύματος απορρυπαντικών.



Σχήμα 2. Μέθοδος της ανάλυσης της τροφής κατά Van Soest

(α) Ινώδεις ουσίες ουδέτερου διαλύματος απορρυπαντικών (NDF)

Ο προσδιορισμός των αδιάλυτων σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών (Neutral Detergent Fiber: NDF) της τροφής βασίζεται στη διαλυτοποίησή τους, μέσω του διαλύματος απορρυπαντικών το οποίο διαχωρίζει την τροφή σε δύο κλάσματα, τα οποία είναι:

- (1) Το διαλυτό μέρος (Neutral Detergent Solubles: NDS), το οποίο αντιπροσωπεύει το πολύ πεπτό μέρος της τροφής και αποτελείται από πρωτεΐνες, λίπη, διαλυτούς υδατάνθρακες (άμυλο, σάκχαρα, αλλά και πεκτίνες) και άλλα διαλυτά συστατικά.
- (2) Το αδιάλυτο μέρος (Neutral Detergent Fiber: NDF), το οποίο αντιπροσωπεύει τα λιγότερο πεπτά κλάσματα της τροφής και αποτελούνται από τα φυτικά κυτταρικά τοιχώματα τα οποία περιλαμβάνουν την κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και την λιγνίνη.

(β) Ινώδεις ουσίες όξινου διαλύματος απορρυπαντικών (ADF)

Ο προσδιορισμός των αδιάλυτων σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών (Acid Detergent Fiber: ADF), της τροφής βασίζεται στην διαλυτοποίησή τους μέσω ενός διαλύματος απορρυπαντικών το οποίο διαχωρίζει την τροφή σε δύο κλάσματα, τα οποία είναι:

- (1) Το διαλυτό μέρος (Acid Detergent Solubles: ADS), το οποίο περιλαμβάνει την λιγότερο πεπτή ημικυτταρίνη, και
- (2) Το αδιάλυτο μέρος (Acid Detergent Fiber: ADF), το οποίο αντιπροσωπεύει το λιγότερο πεπτό μέρος της τροφής που αποτελείται από την περισσότερο πεπτή κυτταρίνη και την άπεπτη λιγνίνη.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η διαφορά μεταξύ NDF και ADF αντιπροσωπεύει κατά κύριο λόγο την ημικυτταρίνη.

(γ) Αδιάλυτη Λιγνίνη (ADL)

Μετά την διαδικασία προσδιορισμού του ADF, μπορεί να χρησιμοποιηθεί θειικό οξύ (H_2SO_4) ώστε να διαχωρίσει το ADF περαιτέρω σε:

- (1) Διαλυτό μέρος, το οποίο περιλαμβάνει την περισσότερο πεπτή κυτταρίνη, και
- (2) Αδιάλυτο μέρος, το οποίο περιλαμβάνει κυρίως την άπεπτη λιγνίνη.

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, 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).

Όπως είναι γνωστό από την εδαφολογία, η μηχανική σύσταση αναφέρεται στην περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο, ιλύ και άμμο. Τα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο είναι πλουσιότερα σε χημικά στοιχεία, όπως το άζωτο, φωσφόρο και κάλιο, αλλά έχουν μικρή διηθητικότητα σε σχέση με τα αμμώδη. 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 επιτυγχάνεται στα μέτρια εδάφη, τα οποία περιέχουν μίγμα άμμου, ιλύος και αργίλου. Επίσης η διηθητικότητα του και ο αερισμός του εδάφους επηρεάζονται από τη δομή, δηλαδή από τον τρόπο με τον οποίο είναι τοποθετημένα και συνδεδεμένα μέσα στο έδαφος τα διάφορα ανόργανα και οργανικά του (Παπαμίχος, 1990, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992).

Το βάθος του εδάφους συνδέεται με την παραγωγικότητα του και έχει μεγάλη σημασία για τη λιβαδική παραγωγή, επειδή τα λιβαδικά εδάφη είναι κατά κανόνα αβαθή. Από έρευνες που έγιναν στη χώρα μας προέκυψε, ότι το χαρακτηριστικό αυτό είναι και το κύριο κριτήριο διάκρισης των ποιοτήτων τόπου στα λιβάδια με δευτερεύον τη συνήθη εγκάρσια κλίση. Η ποιότητα τόπου στα λιβάδια διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες όπως απεικονίζεται στον πίνακα 1 (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).

Πίνακας 1. Η ποιότητα τόπου στα λιβάδια διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες

Ποιότητα τόπου	Βάθος εδάφους	Συνήθη κλίση
Πρώτη (I)	>30 cm	0-15%
Δεύτερη (II)	15-30 cm	15-30%
Τρίτη (III)	0-15 cm	>30%

Το pH του εδάφους είναι καθοριστικό για τη σύνθεση της βλάστησης στα λιβάδια. Τα αγρωστώδη γενικά, αντέχουν σε χαμηλό pH ή σε όξινα εδάφη, ενώ 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).

Επειδή η αντίδραση συνδέεται με την περιεκτικότητα του εδάφους σε εναλλακτικά κατιόντα, τιμές του pH από 6 έως 8 εξασφαλίζουν στα φυτά περισσότερα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη τους (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. Τα τελευταία είναι λίγο περιορισμένα, γι' αυτό και η γονιμότητα του εδάφους αποτελεί συνήθως περιοριστικό παράγοντα στην αύξηση των λιβαδικών φυτών. Τα άζωτο είναι πλέον ελλειμματικό στοιχείο στα λιβαδικά εδάφη με δεύτερο το φώσφορο, ενώ πολλές λιβαδικές περιοχές παρουσιάζουν έλλειψη και σε κάλιο, ασβέστιο και θείο. Ελλείψεις σε μαγνήσιο καθώς και σε ιχνοστοιχεία όπως ο χαλκός, κοβάλτιο και ψευδάργυρος, μπορούν να επηρεάσουν και την απόδοση των βόσκοντων ζώων σε αυτά τα λιβάδια, ή να προκαλέσουν τοξικά προβλήματα, όταν υπάρχει υπερβολικά συγκέντρωση στο έδαφος ορισμένων άλλων ιχνοστοιχείων, όπως είναι 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 αντιστρόφως. Τα φυτά που αποτελούν τη χλωρίδα των λιβαδιών διακρίνονται σε πόες, που αποτελούν την ποώδη βλάστηση σε θάμνους και σε δέντρα, που αποτελούν τη ξυλώδη βλάστηση. Στη διαμόρφωση της βλάστησης μιας περιοχής συντελούν, οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, οι κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής, το ανάγλυφο του εδάφους, το υψόμετρο και οι ανθρωπογενείς επιδράσεις (Σαρλής, 1998).

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 αγρωστώδων (Poaceae) και των ψυχανθών (Fabaceae). Τα αγρωστώδη παρέχουν βοσκή υψηλής θρεπτικής αξίας και σε ικανοποιητικές ποσότητες. Τα φυτά αυτά είναι μεγάλης προσαρμοστικότητας, αντέχουν στις δυσμενείς συνθήκες βόσκησης 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 αγρωστώδων 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 (Σαρλής 1998).

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

Σε έρευνες που έγιναν στη χώρα μας έδειξαν, ότι δύο ακόμα ενδιάμεσα 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 κυρίαρχο είδος του λιβαδιού (Παπαναστάσης κ.α 1986, Papanastasis 1989).

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

A) 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 αποτελούνται 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).

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 (Oshran 1972, Margaris 1981).

Γ) Θαμνολίβαδα χαρακτηρίζονται τα λιβαδικά οικοσυστήματα στα οποία κυριαρχούν οι θάμνοι. Τα θαμνοφόρα δέντρα συγκροτούν και αυτά θαμνολίβαδα, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι δεν αποτελούν δασοπονικά είδη, τα οποία απέκτησαν τη θαμνώδη μορφή ύστερα από σχετική καλλιέργεια (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992).

Δ) Δασολίβαδα χαρακτηρίζονται οι λιβαδικές εκτάσεις, μέσα στις οποίες φύονται διεσπαρμένα μεμονωμένα άτομα ή συνδενδρίες ή λόχμες δασικής βλάστησης (Biswell και Λιάκος, 1982). Τα δασικά δέντρα, παράγουν περιορισμένες ποσότητες καυσόξυλων ή τεχνικής ξυλείας και δεν επηρεάζουν την 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 (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992).

Ενώ, σύμφωνα με τα πρότυπα εξέλιξης των κυρίαρχων ειδών που τα συνθέτουν, είναι δυνατό να ταξινομηθούν σε πέντε μεγάλες ομάδες. Οι ομάδες αυτές των λιβαδιών είναι (Κανδρέλης, 2000):

- **Ετήσια Λιβάδια:** το κυρίαρχο είδος της βλάστησης αναγεννιέται από το σπόρο και η σπορά επαναλαμβάνεται κάθε έτος. Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει άγωνα γένη (*Lolium spp.*) ή κάποια είδη στα οποία δεν επιτρέπεται να απορρίψουν τους σπόρους τους, είτε γιατί ο βιολογικός τους κύκλος είναι πολύ μεγάλος, είτε γιατί διαχειρίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγεται η παραγωγή των σπόρων και η αναγέννηση των φυταρίων.

- **Αυτό-αναγεννώμενα ετήσια λιβάδια:** περιλαμβάνει εκείνα τα είδη, τα οποία συμπληρώνουν το 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.
- **Διετή λιβάδια:** είναι ένας χαλαρός όρος που χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσουμε τα είδη εκείνα, των οποίων τα περισσότερα μητρικά φυτά επιβιώνουν για δύο 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 ξανά σπέρνονται. Η ελαφριά βόσκηση είναι δυνατόν να επιδράσει πάνω στα διετή, ώστε αυτά να μετασχηματιστούν σε:
- **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.
- **Πολυετή λιβάδια :** είναι γνωστό ότι διάφορα πολυετή ποώδη, 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 και τη γονιμότητα του εδάφους.

3.4 Παραγωγή βοσκήσιμης ύλης

Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης αναφέρετε 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 και τους κτηνοτρόφους σε δύο επίπεδα. Πρώτον, την παραγωγή ικανοποιητικής ποιότητας και ποσότητας βοσκήσιμης ύλης και δεύτερον, την ικανοποιητική παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντα 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 και των ιδιαίτερων συνθηκών κάθε περιοχής. Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης σε ορεινά ποολίβαδα στον Ν. Ιωαννίνων ήταν $557 \text{ Kg } \text{ΞΟ/στρέμμα}$ (Τζιάλλα κ.α, 2000). Στην Πρέβεζα, η μέση ετήσια παραγωγή βοσκήσιμης ύλης βρέθηκε στα πεδινά ποολίβαδα $386 \text{ Kg } \text{ΞΟ/στρ.}$ στα ημιορεινά ποολίβαδα $261 \text{ Kg } \text{ΞΟ/στρ.}$ και στα ορεινά ποολίβαδα $240 \text{ Kg } \text{ΞΟ/στρ.}$ (Ρούκος, 2006). Η μεγάλη παραγωγή βοσκήσιμης ύλης των ορεινών ποολίβαδων αποδόθηκε στην υψηλή βροχόπτωση που η περιοχή της Ηπείρου δέχεται κάθε έτος.

Οι διαφορές που παρατηρούνται στην ποιότητα και στην ποσότητα της βοσκήσιμης ύλης αποδίδονται, στις κλιματικές συνθήκες, των τύπο του εδάφους, την υγρασία του εδάφους, την εποχική βροχόπτωση, τα διαθέσιμα στοιχεία, τη 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, εννοείται 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 η ενεργειακή αξία μίας τροφής μειώνονται, όταν το ποσοστό των ινωδών ουσιών αυξάνεται. Αυτό όμως δεν ισχύει πάντα, κυρίως για τα μηρυκαστικά που έχουν τη δυνατότητα να πέμψουν 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 τα αγρωστώδη η περιεκτικότητα σε 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 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, διαφέρει και αυτό οφείλεται στο διαφορετικό τύπο των φυτών, του πεπτού 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 πεπτικότητας της. Οι *in vitro* μετρήσεις απαιτούν υψηλό κόστος και χρόνο, ενώ οι εργαστηριακές αναλύσεις είναι σχετικά οικονομικές και γρήγορες. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι των δύο 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% N.O , 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 σε πρωτεΐνες εκφράζονται συνήθως ως αζωτούχες ουσίες (AO). Η μέση περιεκτικότητα των ψυχανθών σε ολικές αζωτούχες ουσίες είναι 170 gr/Kg N.O , ενώ των αγρωστώδων κυμαίνεται από 100 έως 300 gr/Kg N.O (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).

Επομένως, το περιεχόμενο της βοσκήσιμης ύλης σε κυτταρικά τοιχώματα έχει άμεση σχέση με την πεπτικότητα 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 εκατό 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 στην 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 στην Ευρώπη κατά τη 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).

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 το Μάιο και Ιούνιο αντίστοιχα (Fick *et al.*, 1994).

Κατά την ωρίμανση των φυτών, η αναλογία μεταξύ φύλλων και μίσχων μειώνεται. Στη μηδική (*Medicago sativa L.*) μια βδομάδα πριν το πρώιμο στάδιο των οφθαλμών, τα φυτά έχουν αναλογία φύλλων / μίσχων 1,4 η οποία συνήθως μειώνεται στο 0,5 και περισσότερο στις επόμενες βδομάδες (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).

Όταν τα λιβαδοπονικά φυτά βρίσκονται στο ώριμο στάδιο της ανάπτυξής τους, η περιεκτικότητά τους σε ΑΟ είναι μικρότερη από την περιεκτικότητά που αυτά παρουσιάζουν όταν βρίσκονται σε νεαρό στάδιο. Αυτό οφείλεται : α) στο ότι μειώνονται οι ΑΟ στα φύλλα και στους 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.

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

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.*, 2006).

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).

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% (Kerhart 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 διαλυτών σακχάρων που μειώνουν σε ινώδης 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 °C αύξησης της θερμοκρασίας (Wilson, 1982).

Μια αύξηση στη θερμοκρασία από 10 έως 20 °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 °C στη θερμοκρασία, γενικά, μειώνει την πεπτικότητα της βοσκήσιμης ύλης από 0,3 έως 0,7% χωρίς να επηρεάσει σημαντικά το περιεχόμενο 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 έρευνα 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 2.000 Kg/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).

Για τη λεκάνη της Μεσογείου προτάθηκε από τους Le Houerou and Hoste (1977) μια μαθηματική σχέση μεταξύ της ετήσιας βροχόπτωσης (X) σε χιλιοστά βροχής. 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 χιλιοστά βροχής, 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).

Η έλλειψη νερού επηρεάζει περισσότερο την περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης 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 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 η 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 στην επιφάνεια και υπάρχει αρκετό νερό στο έδαφος τότε τα φυτά αναπτύσσονται κανονικά προσλαμβάνοντας μικρές ποσότητες αζώτου, με αποτέλεσμα να υπάρχει μείωση των ΑΟ στη 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 μικροστοιχεία και τα μακροστοιχεία. 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 τη κοινή επιφάνεια ρίζας/εδάφους και την ταχύτητα με την οποία την προσλαμβάνουν οι λειμώνες. Τα ιόντα προσεγγίζουν τη ρίζα με τρεις ανεξάρτητες διαδικασίες. Αυτές είναι (Κανδρέλης, 2000):

- α) η μαζική ροή, μέσω της κίνησης του νερού, 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 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 τους εδάφους 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' ότι 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 φώσφορο, 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).

3.9 Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η σύνθεση και η διακύμανση των αζωτούχων ουσιών, ADF και NDF, των λιβαδικών φυτών του υπαλπικού λιβαδιού «Κωστηλάτα» Θεοδωριάνων Άρτας. Για να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός εξετάσαμε την βοσκήσιμη ύλη ως προς τις ολικές αζωτούχες ουσίες και τις ινώδης ουσίες έτσι ώστε, να εξάγουμε με ασφάλεια συμπεράσματα, τα οποία θα βοηθήσουν στο ασφαλέστερο χειρισμό αυτών των λιβαδοπονικών συστημάτων, με αντικειμενικό σκοπό τη διατήρηση και τη βελτίωσή τους.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Περιοχή έρευνας

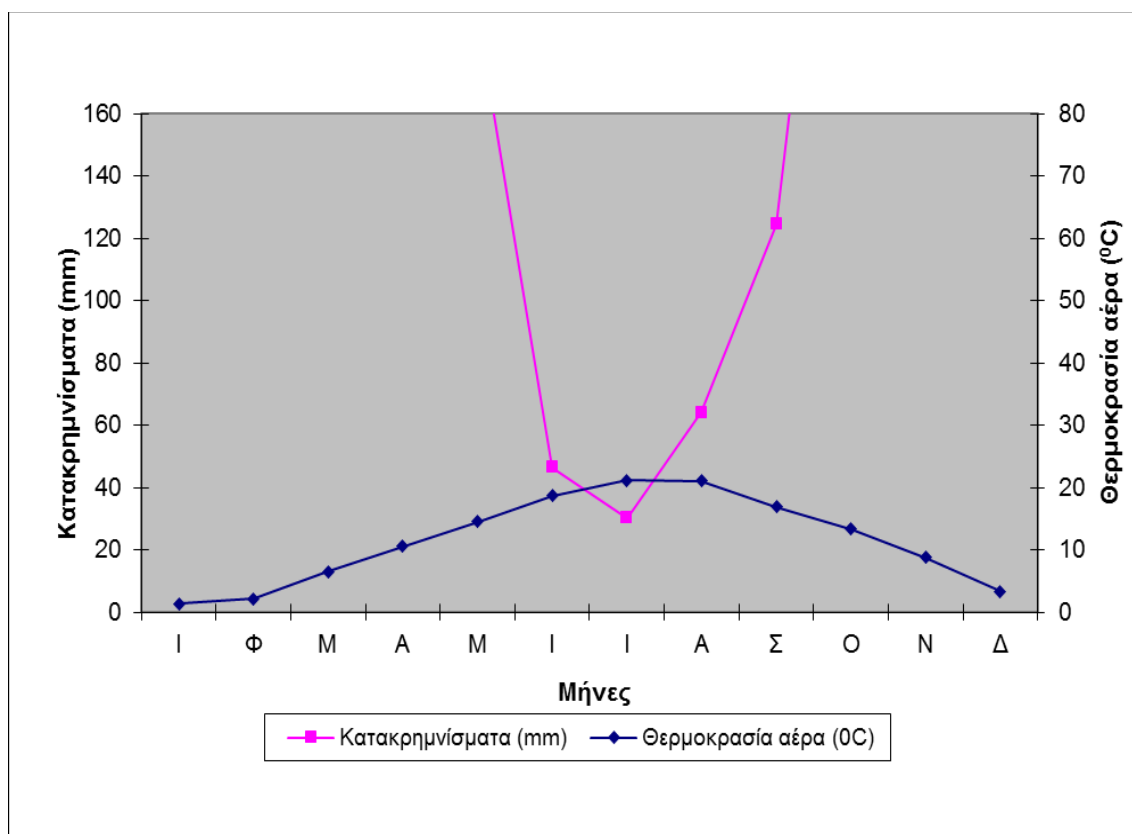
Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά τα έτη 2012 και 2013 στο υπαλπικό λιβάδι Κωστηλάτας Θεοδωριάνων, το οποίο εκτείνεται σε υψόμετρο από 1400 έως 2393 μ. και βρίσκεται 80 χιλιόμετρα βορειοανατολικά της Άρτας, στην οροσειρά των Τζουμέρκων.

Τα αποτελέσματα που έχουμε για την μηχανική σύσταση του εδάφους προκύπτουν από την έρευνα που έχει διεξαχθεί στο λιβάδι της Κωστηλάτας. Η λιβαδική παραγωγή είναι σχετικά μικρή και πιθανόν οφείλεται στην αλόγιστη βόσκηση (υπερβόσκηση) των προηγούμενων ετών. Δεδομένου ότι με βάση τη μηχανική σύσταση αναμένεται αυξημένος κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους, είναι αναγκαία η άμεση εφαρμογή προγράμματος ορθολογικής διαχείρισης της βόσκησης για την αποφυγή περαιτέρω υποβάθμισης του λιβαδικού οικοσυστήματος (Ρούκος και οι συν, 2014). 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 Θεοδωριάνων (υψόμετρο 960μ., γεωγραφικό πλάτος 39.44, γεωγραφικό μήκος 21.21) (www.theodoriana.com, 2016).

Σύμφωνα με το μετεωρολογικό Σταθμό, στα Θεοδώριανα το έτος 2012 η μέση θερμοκρασία αέρα ήταν 11.6 °C και το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 3240.8 mm, ενώ το έτος 2013 η μέση θερμοκρασία αέρα ήταν 11.6 °C και το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 3143.9 mm. Για τον χαρακτηρισμό του κλίματος στις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος 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 χιλιοστά μικρότερο του διπλάσιου 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 δύο 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 χιλιοστά. 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).

Στην περιοχή που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις το κλίμα χαρακτηρίζεται ως Μεσομεσογειακό (Διάγραμμα 1), γιατί η περίοδος ξηρασίας είναι μικρή και μάλιστα αυτή κυμαίνεται μεταξύ 40 και 100 ημερών ετησίως.



Διάγραμμα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα «Κωστηλάτας» Θεσσαλονίκης

4.2. Δειγματοληψία

Η έρευνα διεξήχθη το τελευταίο δεκαήμερο Μαΐου - Ιουνίου του 2012-2013. Εγκαταστάθηκαν συνολικά δεκαέξι (16) σταθεροί πειραματικοί κλωβοί διαστάσεων 4μ. χ 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 2012.

Οι κλωβοί τοποθετήθηκαν σε αντιπροσωπευτικά σημεία των ποολίβαδων ακολουθώντας την πορεία των κοπαδιών, που βόσκουν στις περιοχές που επιλέχθηκαν ή την παρουσία υφιστάμενων κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων (πρόχειρες στάνες ή στάβλοι). Οι κλωβοί χωρίστηκαν σε τέσσερις (4) ομάδες των τεσσάρων (4) κλωβών, ανάλογα με το υψόμετρο.

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 χ 50 cm λαμβάνοντας δείγματα από πέντε (5) διαφορετικά σημεία εντός του κλωβού προκειμένου να υπάρχει ομοιογένεια.

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 2013. 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 άφθονα στο βοσκημένο τμήμα της περιοχής).

Τα δείγματα βοσκήσιμης ύλης που συλλέχθηκαν στις τρεις (3) κύριες βοτανικές ομάδες: 1) Αγρωστώδη, 2) Ψυχανθή και 3) Λοιπές πλατύφυλλες πόες μεταφέρθηκαν, διαχωρίστηκαν και ζυγίστηκαν ξεχωριστά κάθε βοτανική ομάδα 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 (εικόνα 1) για ξήρανση στους 65°C για 48 ώρες (Deinum and Maassen, 1994. Μετά το τέλος της ξήρανσης ζυγίζονταν (εικόνα 2) μέχρι σταθερού βάρους. Στη συνέχεια, προσδιορίζεται το ολικό άζωτο με τη κλασική μέθοδο Kjeldahl (εικόνα 3), και των Ινωδών Ουσιών σύμφωνα με τη μέθοδο των Goering and Van Soest (1970).

4.3 Εργαστηριακές αναλύσεις

4.3.1 Εργαστηριακές αναλύσεις αζωτούχων ουσιών

Πορεία εργασίας

Τοποθετούμε σε μια φιάλη Kjeldahl 0,9 – 1 gr δείγματος μέσα σε διηθητικό χαρτί, μερικά γυάλινα σφαιρίδια ή τεμαχίδια πορσελάνης, 10 gr θειικού καλίου και 1 gr θειικού χαλκού. Σε μια άλλη φιάλη προσθέτουμε τα ίδια αντιδραστήρια αλλά χωρίς την προσθήκη τροφής (λευκός προσδιορισμός). Σε κάθε φιάλη ενεργούμε ως εξής:

- Προσθέτουμε 20-25 ml πυκνού θειικού οξέος και αναδεύουμε. Θερμαίνουμε προσεχτικά μέχρις ότου το περιεχόμενο σταματήσει να βγάζει ατμούς. Συνεχίζουμε την καύση μέχρι να γίνει διαυγές και άχρωμο το περιεχόμενο της φιάλης. Κατά τη διάρκεια της καύσης αναδεύουμε κατά τακτά χρονικά διαστήματα την φιάλη. Κατόπιν συνεχίζουμε την καύση για μιάμιση (1½) ώρα και αφήνουμε να ψυχθεί στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Προσθέτουμε περίπου 150 ml απεσταγμένου νερού και μερικά κομμάτια ελαφρόπετρας.

- Σε κωνική φιάλη των 250 ml προσθέτουμε με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου 50 ml διαλύματος βορικού οξέος και 4 σταγόνες δείκτη. Αφού αναδεύουμε την κωνική φιάλη, την τοποθετούμε στο κάτω άκρο του ψυκτήρα κατά τέτοιο τρόπο ώστε το ράμφος του να βυθίζεται στο

διάλυμα του βορικού οξέος.

- Με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου προσθέτουμε στη φιάλη Kjeldahl 80 ml διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου. Η προσθήκη αυτή γίνεται από τις παρειές έχοντας τη φιάλη σε πλάγια θέση για να εμποδιστεί η γρήγορη ανάμιξη του καυστικού νατρίου με το περιεχόμενο της φιάλης.

- Συνδέουμε τη φιάλη με τον ψυκτήρα. Αναμιγνύουμε το περιεχόμενο της φιάλης και θερμαίνουμε με π προσοχή μέχρι βρασμού αποφεύγοντας το άφρισμα. Συνεχίζουμε την απόσταξη μέχρι ώσπου το περιεχόμενο της φιάλης παρουσιάσει αναπηδήματα.

- Μετά το τέλος της απόσταξης βγάζουμε το εμβαπτισμένο ράμφος του ψυκτήρα από το διάλυμα του βορικού οξέος και το ξεπλένουμε με λίγο απεσταγμένο νερό. Ογκομετρούμε το περιεχόμενο της κωνικής φιάλης με διάλυμα υδροχλωρικού ή θειικού οξέος 0,1N και σημειώνουμε τα ml του υδροχλωρικού ή θειικού οξέος που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση.

Αρχή της μεθόδου Kjeldahl

Αντιδραστήρια

1. Θειικό κάλιο (K_2SO_4)

2. Θειικός χαλκός ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

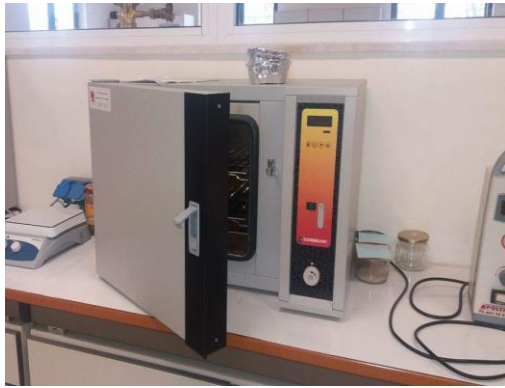
3. Πυκνό θειικό οξύ (H_2SO_4) 95-97%, ειδικό βάρος 1,84

4. Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου: Παρασκευάζεται με διάλυση 500 gr υδροξειδίου του νατρίου ($NaOH$) και 12 gr θειούχου νατρίου ($Na_2S \cdot 9H_2O$) σε 1000 ml απεσταγμένου νερού.

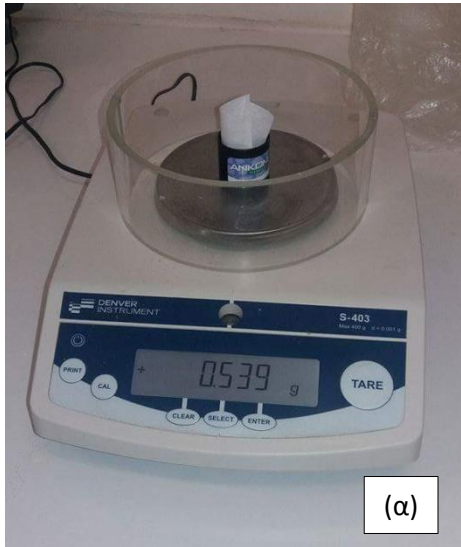
5. Διάλυμα βορικού οξέος: Παρασκευάζεται με διάλυση 40 gr βορικού οξέος (H_3BO_3) σε 1000 ml απεσταγμένου νερού.

6. Διάλυμα δείκτη: Παρασκευάζεται με διάλυση 0,2 gr ερυθρού του μεθυλίου και 0,1 gr κυανού του μεθυλενίου σε 100 ml αιθανόλης (96% κ.ο.).

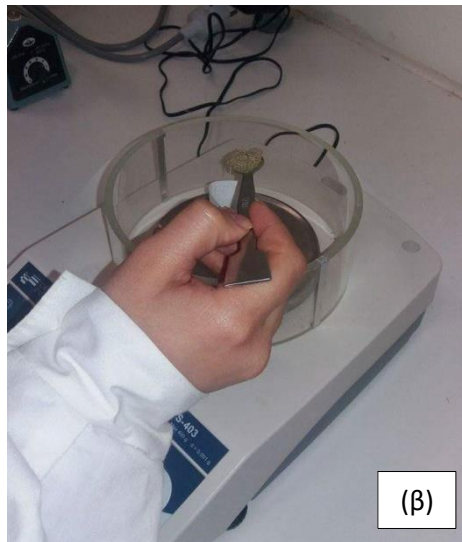
7. Διάλυμα δεκατοκανονικό υδροχλωρικού (ή θειικού) οξέος 0,1 N: Μία (1) αμπούλα N/10 HCl διαλύεται σε ογκομετρική φιάλη η οποία γεμίζεται με απεσταγμένο νερό μέχρι της ενδείξεως των 1000 ml.



Εικόνα 1. Κλίβανος για ξήρανση στους 65°C για 48 ώρες

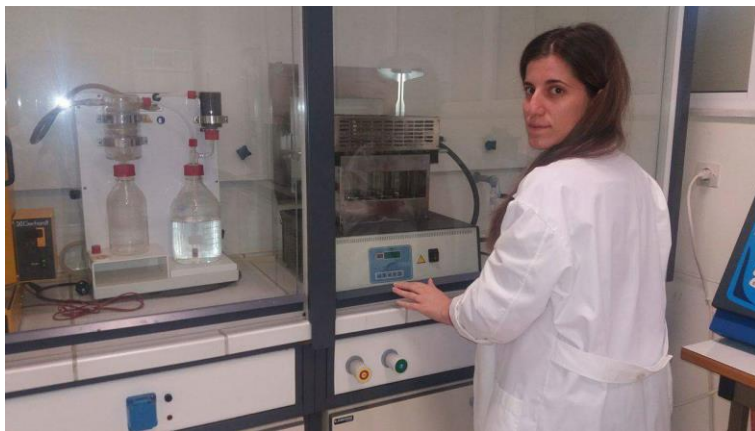


(α)



(β)

Εικόνα 2. (α) ζύγιση χαρτιού (β) ζύγιση δείγματος



Εικόνα 3. Απεικόνιση του μηχανήματος των αζωτούχων ουσιών με την μέθοδο Kjeldahl

Χρήση της συσκευής Vapodest 40

Η μέθοδος βασίζεται στη μετατροπή όλου του αμμωνιακού αζώτου σε θειικό αμμώνιο $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, τη μετατροπή του $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ σε υδροξείδιο του αμμωνίου NH_4OH και εν συνεχεία μεταφορά, μέσω απόσταξης της αμμωνίας (NH_3) και του NH_4OH σε περίσσεια βορικού οξέος H_3BO_3 από το οποίο προσδιορίζουμε το N ογκομετρικώς με HCl ή H_2SO_4 .

Πορεία Εργασίας

I. Τοποθετούμε σε κάθε μία από τις οκτώ γυάλινες ειδικές φιάλες (φιάλες πέψεως) 0,9 – 1,0 gr δείγματος της υπό εξέτασης ζωοτροφής μαζί με 15-20 gr θειικού καλίου και 1 gr θειικού χαλκού.

II. Προσθέτουμε στη φιάλη πέψεως (φιάλη Kjeldahl) 20 – 25 ml πυκνού θειικού οξέος 95-97%, ειδ. Βάρους 1,84.

- Προκειμένου να αποφευχθεί η επικόλληση της τροφής στα τοιχώματα της φιάλης κατά τη διάρκεια της θέρμανσης, ενδείκνυται η τοποθέτησή της σε διηθητικό χαρτί.

III. Τοποθετούμε τις φιάλες με τη σειρά στην ειδική μεταλλική υποδοχή της συσκευής πέψεως και κατόπιν προσεχτικά στη συσκευή πέψεως εντός της εστίας του απαγωγού.

IV. Θέρμανση της φιάλης πέψεως για περίπου δύο (2) ώρες.

- Θέτουμε τη συσκευή θέρμανσης σε λειτουργία και την προθερμαίνουμε στους 150 – 200°C. Όταν τοποθετήσουμε το σταντ με τις 8 φιάλες πέψεως προσεχτικά στη συσκευή και εφαρμόσουμε το καπάκι εξαγωγής των αερίων, ανοίγουμε στα $\frac{3}{4}$ το διακόπτη του νερού και ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία στους 250 - 300°C για 45 – 60 min. Κατά τακτά χρονικά διαστήματα ανακινούμε ελαφρά τη φιάλη, ώστε το θειικό οξύ να διαβρέχει τα τοιχώματα της φιάλης για την επίτευξη πλήρους καύσεως της υπό εξέτασης ζωοτροφής.
- Παρακολουθούμε με προσοχή το βρασμό του περιεχομένου της φιάλης για την επίτευξη της πλήρους καύσεως του και όταν περάσει το στάδιο του αφρισμού, κατά το οποίο απαιτείται προσοχή ώστε αν ο αφρός ανεβαίνει μέχρι το λαιμό πρέπει να χαμηλώσουμε τη

θερμοκρασία ή να ανασηκώσουμε το σταντ με τις φιάλες με προσοχή και να το τοποθετήσουμε στην ειδική θέση της συσκευής, παρατηρούμε ότι οι ατμοί του θειικού οξέος αρχίζουν να υγροποιούνται πάνω στα τοιχώματα της φιάλης (εφίδρωση). Στο στάδιο αυτό και όταν ο αφρισμός υποχωρήσει αυξάνουμε τη θερμοκρασία σταδιακά (ανά 20 min περίπου) στους 350°C, για την επιτάχυνση του βρασμού.

- Με την έναρξη αλλαγής χρώματος του περιεχομένου της φιάλης από καφέ σε πρασινωπό, αυξάνουμε στο μέγιστο τη θερμοκρασία (όχι πάνω από 375°C) και σημειώνουμε την ώρα, καθώς έπειτα από 10 λεπτά πρέπει να σβηστεί η εστία και να απομακρυνθεί η φιάλη από αυτή.

V. Απομάκρυνση της φιάλης από τη θερμαντική εστία και παραμονή επί μερικά λεπτά ώστε να κρυώσει ελαφρά.

VI. Τοποθέτηση της φιάλης στη συσκευή απόσταξης Varodest 40.

- Τοποθετούμε τη φιάλη πέψεως με προσοχή ώστε να εφάπτεται κανονικά στην υποδοχή της συσκευής.
- Τοποθετούμε μια καθαρή κωνική φιάλη 250 ml (φιάλη Erlenmeyer) στη συσκευή.
- Επιλέγουμε το κατάλληλο πρόγραμμα που ήδη έχουμε ρυθμίσει.
- Η συσκευή εκτελεί αυτόματα την απόσταξη.
- Μόλις τελειώσει η απόσταξη, με τη βοήθεια γαντιού, απομακρύνουμε τη φιάλη από τη συσκευή τοποθετώντας την στην αντίστοιχη θέση στο σταντ και την γεμίζουμε με νερό, προκειμένου να διευκολύνουμε τον μετέπειτα καθαρισμό της.
- Συνεχίζουμε με την επόμενη φιάλη πέψεως και τοποθετούμε νέα καθαρή κωνική φιάλη στη συσκευή

VII. Τιτλομέτρηση του περιεχομένου της κωνικής φιάλης με δεκατοκανονικό (N/10) διάλυμα υδροχλωρικού οξέος.

- Παίρνουμε την κωνική φιάλη (φιάλη Erlenmeyer) και προσθέτουμε 3-4 σταγόνες διαλύματος δείκτη και ανακινούμε ελαφρώς. Το περιεχόμενο της φιάλης αποκτά πρασινωπό χρώμα.
- Τοποθετούμε τη φιάλη κάτω από το στόμιο της προχοϊδας και τη σημειώνουμε την ένδειξη της στάθμης του HCl.

- Στο σημείο όπου αλλάζει το χρώμα, σημειώνουμε την ένδειξη. Από τη διαφορά των ενδείξεων (τελική-αρχική) υπολογίζουμε τα ml του HCl που καταναλώθηκαν.

Αντιδραστήρια

1. Θειικό κάλιο (K_2SO_4)
2. Θειικός χαλκός ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
3. Πυκνό θειικό οξύ (H_2SO_4) 95-97%, ειδικό βάρος 1,84
4. Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου: Παρασκευάζεται με διάλυση 500 gr υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) και 12 gr θειούχου νατρίου ($Na_2S \cdot 9H_2O$) σε 1000 ml απεσταγμένου νερού.
5. Διάλυμα βορικού οξέος: Παρασκευάζεται με διάλυση 40 gr βορικού οξέος (H_3BO_3) σε 1000 ml απεσταγμένου νερού.
6. Διάλυμα δείκτη: Παρασκευάζεται με διάλυση 0,2 gr ερυθρού του μεθυλίου και 0,1 gr κυανού του μεθυλενίου σε 100 ml αιθανόλης (96% κ.ο.).
7. Διάλυμα δεκατοκανονικό υδροχλωρικού (ή θειικού) οξέος 0,1 N: Μία (1) αμπούλα N/10 HCl διαλύεται σε ογκομετρική φιάλη η οποία γεμίζεται με απεσταγμένο νερό μέχρι της ενδείξεως των 1000 ml.

4.3.2. Εργαστηριακές αναλύσεις ινωδών ουσιών NDF (Neutral Detergent Fiber- IO αδιάλυτες σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών)

Η μέθοδος βασίζεται στη διαλυτοποίηση, μέσω ενός ουδέτερου διαλύματος απορρυπαντικών:

- i) των διαλυτών υδατανθράκων, συμπεριλαμβανομένης και της πεκτίνης,
- ii) του συνόλου σχεδόν των πρωτεϊνών,
- iii) των λιπών, και
- iv) των διαλυτών ανόργανων αλάτων και μέρους του διοξειδίου του πυριτίου.

Τα διάφορα συστατικά του δείγματος χαρακτηρίζονται σαν ουσίες διαλυτές σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών.

Τα μη διαλυτά συστατικά του δείγματος χαρακτηρίζονται σαν ουσίες αδιάλυτες σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών (NDF) και αποτελούνται από: ημικυτταρίνη, κυτταρίνη, λιγνίνη, κουτίνη, αδιάλυτα ανόργανα άλατα και ελάχιστη πρωτεΐνη.

Πορεία εργασίας

- 1.** Αλέθουμε το δείγμα της τροφής χρησιμοποιώντας κόσκινο με οπές του ενός χιλιοστού.
- 2.** Μέσα στο ειδικό ποτηράκι ζυγίζουμε περίπου ένα γραμμάριο δείγματος τροφής (εικόνα 2 β).
- 3.** Σε κάθε ένα από τα ποτηράκια που έχουν ήδη τοποθετηθεί στον υποδοχέα της συσκευής (εικόνα 4), προσθέτουμε 100 ml διαλύματος, μισό γραμμάριο θειώδους νατρίου και 4-5 σταγόνες οκτανόλης.
- 4.** Ρυθμίζουμε την συσκευή έτσι ώστε να επιτύχουμε έναν ήπιο βρασμό και βράζουμε το δείγμα για ακριβώς 60 λεπτά (εικόνα 5).
- 5.** Απομακρύνουμε το υγρό με τα εν αυτό διαλελυμένα συστατικά και εν συνεχεία ξεπλένουμε το υπόλειμμα 3 φορές με ζεστό απεσταγμένο νερό και δύο φορές με κρύα ακετόνη.
- 6.** Τοποθετούμε τα ποτηράκια στο πυριαντήριο για 8 ώρες στους 105°C και εν συνεχεία τα αφήνουμε να κρυώσουν μέσα στον γυάλινο ξηραντήρα (εικόνα 6).
- 7.** Ζυγίζουμε (B_1).
- 8.** Υπολογίζουμε τις αδιάλυτες σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών ουσίες (NDF) ως εξής:

$$\text{NDF \%} = \frac{(\text{βάρος ποτηριού} + \text{βάρος υπολείμματος}) - \text{βάρος ποτηριού}}{\text{βάρος αρχικού δείγματος}} \times 100$$

9. Τοποθετούμε τα ποτηράκια στον κλίβανο αποτέφρωσης για τρεις ώρες στους 550°C και στη συνέχεια αφήνουμε να κρυώσουν στον γυάλινο ξηραντήρα.

10. Ζυγίζουμε (B₂).

11. Υπολογίζουμε την αδιάλυτη σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών τέφρα

ως εξής:

$$\text{τέφρα \%} = \frac{B_1 - B_2}{\text{βάρος αρχικού δείγματος}} \times 100$$

Αντιδραστήρια

1. Ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών (NDF):

- a. Ένυδρο τετραβορικό νάτριο (Na₂B₄O₇·10H₂O), 6.81 γραμμάρια.
- b. Δινάτριο άλας του αιθυλενοδιαμινοτετραοξικού οξέος ή δινάτριο άλας του EDTA (C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈), 18.61 γραμμάρια
- c. Δωδεκυλοθειικό νάτριο (C₁₂H₂₅NaO₄S), 30 γραμμάρια
- d. 2 – αιθοξυ – αιθανόλη (C₄H₁₀O₂), 10 ml
- e. Μονόξινο φωσφορικό νάτριο (Na₂HPO₄), 5,46 γραμμάρια
- f. Απεσταγμένο H₂O, 1000 ml

Προσθέτουμε το τετραβορικό νάτριο (a) και το δινάτριο άλας του EDTA (b) σε ένα ποτήρι και τα διαλύουμε με μέρος του απεσταγμένου νερού (f) υπό ταυτόχρονη θέρμανση του διαλύματος. Προσθέτουμε το δωδεκυλοθειικό νάτριο (c) και την 2-αιθοξυ-αιθανόλη (d). Ξεχωριστά διαλύουμε το φωσφορικό νάτριο (e) σε μέρος του απεσταγμένου νερού (f) υπό θέρμανση. Αναμιγνύουμε τα δύο διαλύματα και το υπόλοιπο απεσταγμένο νερό και ελέγχουμε το pH (6,9-7,1).

2. Οκτανόλη ($C_8H_{18}O$)

3. Άνυδρο θειώδες νάτριο (Na_2SO_3)

4. Ακετόνη

4.3.3. Εργαστηριακές αναλύσεις ινωδών ουσιών ADF (Acid Detegrent Fiber – IO αδιάλυτες σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών)

Η μέθοδος βασίζεται στη διαλυτοποίηση, μέσω ενός όξινου διαλύματος απορρυπαντικών:

- i) των διαλυτών υδατανθράκων, συμπεριλαμβανομένης και της πεκτίνης.
- ii) του συνόλου σχεδόν των πρωτεϊνών
- iii) των διαλυτών ανοργάνων αλάτων.

Τα μη διαλυτά συστατικά του δείγματος αποτελούνται από: κυτταρίνη, λιγνίνη και ανόργανα άλατα (κυρίως διοξείδιο του πυριτίου) και χαρακτηρίζονται σαν ουσίες αδιάλυτες σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών (ADF). Η διαφορά μεταξύ NDF και ADF αντιπροσωπεύει κατά κύριο λόγο την ημικυτταρίνη.

Πορεία εργασίας

1. Αλέθουμε το δείγμα της τροφής χρησιμοποιώντας κόσκινο με οπές του ενός χιλιοστού.
2. Μέσα στο ειδικό ποτηράκι ζυγίζουμε περίπου ένα γραμμάριο δείγματος Τροφής (εικόνα 2β).

- 3.** Σε κάθε ένα από τα ποτηράκια που έχουν ήδη τοποθετηθεί στον υποδοχέα της συσκευής (εικόνα 4), προσθέτουμε 100 ml διαλύματος και 4-5 σταγόνες οκτανόλης.
- 4.** Ρυθμίζουμε την συσκευή έτσι ώστε να επιτύχουμε έναν ήπιο βρασμό και βράζουμε το δείγμα για ακριβώς 60 λεπτά (εικόνα 5).
- 5.** Απομακρύνουμε το υγρό με τα εν αυτό διαλελυμένα συστατικά και εν συνεχεία ξεπλένουμε το υπόλειμμα 3 φορές με ζεστό απεσταγμένο νερό και δύο φορές με κρύα ακετόνη.
- 6.** Τοποθετούμε τα ποτηράκια στο πυριαντήριο για 8 ώρες στους 105°C και εν συνεχεία τα αφήνουμε να κρυώσουν μέσα στον γυάλινο ξηραντήρα (εικόνα 6).
- 7.** Ζυγίζουμε (B₁).
- 8.** Υπολογίζουμε τις αδιάλυτες σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών ουσίες (ADF) ως εξής:

$$\text{ADF \%} = \frac{(\text{βάρος ποτηριού} + \text{βάρος υπολείμματος}) - \text{βάρος ποτηριού}}{\text{βάρος αρχικού δείγματος}} \times 100$$

- 9.** Τοποθετούμε τα ποτηράκια στον κλίβανο αποτέφρωσης για τρεις ώρες στους 550°C και στη συνέχεια αφήνουμε να κρυώσουν στον γυάλινο ξηραντήρα (εικόνα 6).
- 10.** Ζυγίζουμε (B₂).
- 11.** Υπολογίζουμε την αδιάλυτη σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών τέφρα ως εξής:

$$\text{τέφρα \%} = \frac{B_1 - B_2}{\text{βάρος αρχικού δείγματος}} \times 100$$

Αντιδραστήρια

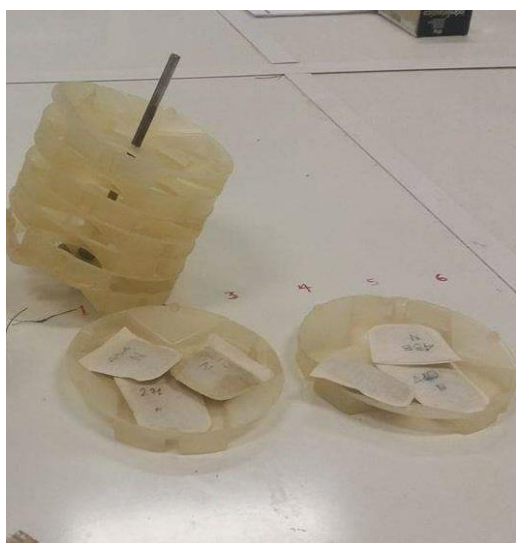
1. Όξινο διάλυμα απορροπαντικών (ADS):

- Δεκαεξυλο-τριμέθυλο-αμμωνιοβρωμίδιο ($C_{19}H_{42}BrN$) 20 gr.
- Θειικό οξύ 1N (H_2SO_4 49,04 gr/1000 ml H_2O) 1000 ml.

Διαλύουμε το αμμωνιοβρωμίδιο μέσα στο θειικό οξύ με ταυτόχρονη ανάδευση του διαλύματος.

2. Οκτανόλη ($C_8H_{18}O$)

3. Ακετόνη



εικόνα 4. Τοποθέτηση δειγμάτων στον υποδοχέα του μηχανήματος των ινωδών ουσιων



Εικόνα 5. Μηχάνημα Ινωδών ουσιών



εικόνα 6. Ξυραντήρας

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Αζωτούχες Ουσίες (Α.Ο)

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Αζωτούχες Ουσίες (ΑΟ) παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στα Αγρωστώδη το μήνα Μάιο το έτος 2013 με τιμή 12,93%, τα Ψυχανθή τον μήνα Μάιο το έτος 2013 με τιμή 18,49% και τα Πλατύφυλλα επίσης τον μήνα Μάιο το έτος 2012 με τιμή 14,71%. Ενώ οι μικρότερες τιμές παρουσιάστηκαν σε όλες τις βοτανικές ομάδες το έτος 2013 τον μήνα Αύγουστο, με τιμή στα Αγρωστώδη 7,28%, στα Ψυχανθή 10,23% και στα Πλατύφυλλα 8,73% (πίνακας 5.1 και 5.2).

Πίνακας 5.1. Περιεκτικότητα επί της (%) της βοσκήσιμης ύλης σε Αζωτούχες ουσίες του έτους 2012.

Έτος	Μήνες δειγματοληψίας			
	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
2012				
Αγρωστώδη	12,48	10,36	8,92	8,13
Ψυχανθή	17,26	15,26	13,50	10,25
Πλατύφυλλα	14,71	12,59	11,04	9,04

Πίνακας 5.2. Περιεκτικότητα επί της (%) της βοσκήσιμης ύλης σε Αζωτούχες ουσίες του έτους 2013.

Έτος	Μήνες δειγματοληψίας			
	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
2013				
Αγρωστώδη	12,93	10,36	8,73	7,28
Ψυχανθή	18,49	16,08	13,47	10,23
Πλατύφυλλα	14,45	12,77	11,14	8,73

Η περιεκτικότητα των αζωτούχων ουσιών σε όλες τις βοτανικές ομάδες είναι αυξημένες στα αρχικά στάδια ανάπτυξής τους και μειώνονται όσο ωριμάζουν. Τα αποτελέσματα μας συμπίπτουν με άλλους ερευνητές όπως (Buxton,1996),(Mountousis,2006), (Τζιάλλα, 2000) και (Κουτσούκης,2009).

5.2 Περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Ινώδεις ουσίες (ΙΟ)

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε NDF (Neutral Deteqrent Fiber - ΙΟ αδιάλυτες σε ουδέτερο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών) παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή για όλες τις βοτανικές ομάδες το έτος 2013, στα Αγρωστώδη τον μήνα Ιούνιο με τιμή 58,06%, στα Ψυχανθή τον μήνα Μάιο με τιμή 49,28% και στα Πλατύφυλλα τον μήνα Ιούλιο με τιμή 52,20%. Ενώ οι μικρότερες τιμές παρουσιάστηκαν για όλες τις βοτανικές ομάδες το έτος 2012, στα Αγρωστώδη τον μήνα Αύγουστο 50,59% , στα Ψυχανθή επίσης τον μήνα Αύγουστο με τιμή 28,32% και στα Πλατύφυλλα τον μήνα Ιούνιο με τιμή 34,92% (πίνακας 5.3 και 5.4).

Πίνακας 5.3. Περιεκτικότητα επί της (%) της βοσκήσιμης ύλης σε Ινώδεις ουσίες (NDF) του έτους 2012.

Έτος	Μήνας Δειγματοληψίας			
	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
2012				
Αγρωστώδη	-	57,42	54,50	50,59
Ψυχανθή	-	36,28	40,02	28,32
Πλατύφυλλα	-	34,92	51,70	42,74

Πίνακας 5.4. Περιεκτικότητα επί της (%) της βοσκήσιμης ύλης σε Ινώδεις ουσίες (NDF) του έτους 2013.

Έτος	Μήνας δειγματοληψίας			
	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
2013				
Αγρωστώδη	54,82	58,06	57,75	-
Ψυχανθή	49,28	48,44	48,51	-
Πλατύφυλλα	48,50	44,91	52,20	-

Η περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ADF (Acid Deteqrent Fiber – ΙΟ αδιάλυτες σε όξινο διάλυμα απορρυπαντικών ουσιών) παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή στα Αγρωστώδη το έτος 2012 το μήνα Ιούλιο με τιμή 41,98%, τα Ψυχανθή το έτος 2013 το μήνα Ιούνιο με τιμή 39,70% και τα Πλατύφυλλα το έτος 2012 το μήνα Ιούλιο με τιμή 43,67%. Ενώ τις μικρότερες τιμές παρουσίασαν όλες οι βοτανικές ομάδες το έτος 2012, τα Αγρωστώδη τον μήνα Ιούνιο με τιμή 29,13%, τα Ψυχανθή τον μήνα Αύγουστο με τιμή 8,82% και τα Πλατύφυλλα τον μήνα Ιούνιο με τιμή 17,94%.

Πίνακας 5.5. Περιεκτικότητα επί της (%) της βοσκήσιμης ύλης σε Ινώδεις ουσίες (ADF) του έτους 2012.

Έτος	Μήνες δειγματοληψίας			
	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
2012				
Αγρωστώδη	-	29,13	41,98	39,33
Ψυχανθή	-	13,59	34,10	8,82
Πλατύφυλλα	-	17,94	43,67	28,72

Πίνακας 5.4. Περιεκτικότητα επί της (%) της βοσκήσιμης ύλης σε Ινώδεις ουσίες (ADF) του έτους 2013.

Έτος	Μήνας δειγματοληψίας			
	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
2013				
Αγρωστώδη	31,67	33,45	38,69	-
Ψυχανθή	32,24	39,70	39,63	-
Πλατύφυλλα	31,25	36,10	38,74	-

Οι ινώδης ουσίες αποτελούν αρνητική μέτρηση της ποιότητας της τροφής. Από τις αναλύσεις NDF και ADF έδειξαν ότι καθώς το φαινολογικό στάδιο των φυτών ωριμάζει οι ινώδεις ουσίες αυξάνονται. Τα αποτελέσματά μας συμπίπτουν και με άλλους ερευνητές όπως (Παπαδόπουλος,1999) και (Κανδρέλης και συν.,2009)

6. Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της έρευνας που έλαβε χώρα στο υπαλπικό λιβάδι Κωστηλάτας Θεοδωριάνων της Άρτας, στην οροσειρά των Τζουμέρκων, εξετάσαμε την χημική σύσταση της βοσκήσιμης ύλης.

Από τα αποτελέσματα και την σχετική συζήτηση τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι ότι στο λιβάδι της Κωστηλάτας παρέχει φυτά αυξημένης θρεπτικής αξίας καθώς περιέχει σε ικανοποιητικά επίπεδα αζωτούχες ουσίες τους μήνες του καλοκαιριού σε αντίθεση με τους βοσκότοπους των χαμηλότερων ζωνών που τους ίδιους μήνες δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες των βόσκοντων ζώων.

Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν την χρησιμότητα των υπαλπικών λιβαδιών και ότι είναι ζωτικής σημασίας η ορθή διαχείρισή τους τόσο για την μείωση της βοσκοφόρτωσης, όσο και την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και για την.

7. Βιβλιογραφία

- 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.
- 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.
- Βερσερόγλου, Δ. Σ. 1998. Σημειώσεις Γενικής Οικολογίας. Θεσσαλονίκη.
- 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.
- 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.
- 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. 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.
- Zervas, G. 1998. Quantifying and optimizing grazing regimes in Greek mountain systems. *J. Applied Ecol.* 35: 983-986.
- 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.
- Gintzburger G. 1986. Seasonal variation in above-ground annual and perennial phytomass of an rid 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., 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.
- 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. Junntila & J. Nilsen (Eds): *Plant Production in the North*, pp. 1-22. Norwegian University Press, Oslo.
- Igwe, J.C., Nnorom, I. C. and Gbaruko, B. C. 2005. Kinetics of radionuclides and heavy metals behavior in soils: Implications for plant growth. *African J. Biotechnol.*, 4(13): 1541-1547.
- Κανδρέλης, Σ. 2000. Τεχνολογία Λιβαδοπονικών Συστημάτων. Άρτα .
- Κανδρέλης, Σ. 2003. Τεχνολογία Λιβαδοπονικών Συστημάτων και Κτηνοτροφικών Φυτών. Άρτα.
- Κανδρέλης, Σ. και συνεργάτες 2009. Σημειώσεις εργαστηρίου βασικής διατροφικής αγροτικών ζώων. Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα.
- Κουτσούκης, Χ. 2009. Πτυχιακή διατριβή. Παραγωγή και θρεπτική αξία βοσκήσιμης ύλης ποολίβαδων σε διαφορετικές υψομετρικές ζώνες. Ιωάννινα.
- Lopez-Mosquera, M. E., R. Barros, M. J. Saniz, E. Carral. and S. Seoane. 2005. Metal concentrations in agricultural and forestry soils in northwest Spain: implications for disposal of organic waters in acid soils. *Soil Use and Management*, 21: 298-305.
- Manske, L. L. 2005. Environment factors that affect range plant growth, 1982-2004. NDSU Dicknson Research Extension Center. Grassland Section. Annual Report. Dicknson, ND.
- 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.
- 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.

- Μπόκος Π. Ι. 2014. Συγκριτική μελέτη της χλωρίδας και της χημικής σύστασης της βοσκήσιμης ύλης των υπαλπικών λιβαδιών των βουνών «Κερκίνη» και «Τζένα» με διαφορετικό γεωλογικό υπόβαθρο.
- 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).
- Παπαδόπουλος, Μ. 1999. Διατροφή ζώων 1. Άρτα.
- Παπαμίχος, Ν. 1990. Δασικά Εδάφη. 2^η Έκδοση, Θεσσαλονίκη.
- Παπαναστάσης, Β. 1982. Παραγωγή των ποολίβαδων σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρος και τη βροχή στη Βόρεια Ελλάδα. Δασική Έρευνα. III- Παράρτημα.
- 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.Π. 2006. Νέες απόψεις για την εξέλιξη της βλάστησης και η εφαρμογή τους στα Ελληνικά λιβάδια. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνέδριου. Αθήνα 2006.
- Παπαναστάσης, Β.Π. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Θεσσαλονίκη.
- Πεβερέτος Π. 2013. Κλειδί για τη βιωσιμότητα και την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας. Μυτιλήνη.
- 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.
- 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.
- 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 βοσκότοπων Μέρος Α. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, 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.
- 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.
- Strid A. & Tan K. 1992. Flora Hellenica and the threatened plants of Greece. *Opera Bot.* 11: 356-67.
- 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. Κασσιούμη και Χ. Γούλας. 2000. Παραγωγή και ποιότητα βοσκήσιμης ύλης λιβαδιών σε δύο διαφορετικά κλιματολογικά περιβάλλοντα του Νομού Ιωαννίνων. Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Ιωάννινα, 4-6 Οκτωβρίου 2000.
- Van Dyne, G. M. 1979. Reflections and projections, p. 881-921. In *Grasslands, Systems Analysis and Man* (A.J. Breymeyer and G.M. Van Dyne, eds) IBP 19, Cambridge Univ. Press, London.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, New York, 476 pp.