

Κεφάλαιο Έβδομο

Η ποιότητα της ποώδους λιβαδικής βλάστησης και η πρόσληψη της από τα ζώα

7.1. Γενικά

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 την 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, ήτοι: το ποσό της τροφής σε σχέση με τις ανάγκες του ζώου, και
- ✚ (δ) τα χαρακτηριστικά του ζώου ήτοι: ο τύπος, το μέγεθος και η παραγωγικότητα του ζώου (Σχήμα 7.1).

Κατά την εφαρμογή μιας ορθολογικής διαχείρισης, οφείλουμε να αντιμετωπίζουμε τους παραπάνω παράγοντες συνολικά, αφού θεωρείται δεδομένο ότι σε μια δεδομένη βοσκήσιμη έκταση οι παράγοντες αυτοί λειτουργούν και συνεργάζονται όλοι μαζί. Τα μέσα όμως με τα οποία σχετίζονται, έχουν να κάνουν με την συμπεριφορά του ζώου, γεγονός που μερικές φορές περιγράφεται και ως **οικολογία των συστημάτων βόσκησης**.

Ο Stockdale (1985) μάλιστα, βασιζόμενος στους παραπάνω παράγοντες συσχέτισε την ημερήσια πρόσληψη, υπό τη μορφή της ξηρής ουσίας (Ξ.Ο.), με έξι (6) μεταβλητές, οι οποίες στην ουσία τους δεν είναι τίποτε περισσότερο από επιμέρους εκφράσεις των παραπάνω αναφερθέντων παραγόντων, δηλαδή της **ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης, της σύνθεσης της βοσκήσιμης ύλης, της διαθεσιμότητας της στους χώρους πρόσληψης και τέλος, του τύπου των βόσκοντων ζώων**. Οι αριθμοί της εξίσωσης βρέθηκαν μετά από την προσαρμογή της καμπύλης και ασφαλώς, επειδή αυτή είναι εξειδικευμένη για κάποια συγκεκριμένη περιοχή στην οποία αυτός διεξήγαγε

τις έρευνες και στην οποία προφανώς έχει πλήρη εφαρμογή, η χρήση της κάθε φορά θα πρέπει να συνεκτιμάται δεόντως και σε στενή πάντοτε συνάφεια με τους προαναφερθέντες παράγοντες. Τέλος, θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι το αποτέλεσμα της **εξίσωσης (7.1.)** παρουσιάζει την ποσότητα της τροφής, την οποία προσλαμβάνει μια γαλακτοφόρος αγελάδα από ένα λιβάδι.

Η εξίσωση του Stockdale έχει την παρακάτω μορφή:

$$I_A = -7 + 0,27W_A - 0,0018(W_A)^2 + 1,1W + 6,2D - 0,63P_T + 0,11LW - 1,46DE \quad (7. 1)$$

με ($r^2 = 0,89$)

Όπου: I_A είναι η ποσότητα τροφής που καταναλώθηκε από μια γαλακτοφόρο αγελάδα σε kg ανά αγελάδα και ημέρα,

W_A είναι η ποσότητα διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης σε kg Ξ.Ο. ανά αγελάδα και ημέρα,

W είναι η συνολική ποσότητα της βοσκήσιμης ύλης σε kg Ξ.Ο. ανά στρέμμα, η οποία κυμαίνεται ανάμεσα από 280 έως 520 kg Ξ.Ο. ανά στρέμμα,

D είναι η πεπτικότητα, επί τοις εκατόν (%),

P_T είναι ο τύπος των φυτών, δηλαδή ψυχρόβια ή θερμόβια φυτά,

LW είναι το ζων βάρος του ζώου σε kg. Ο παράγοντας αυτός κυμαίνεται μεταξύ 320 και 420 kg ανά αγελάδα, και

DE είναι η διάρκεια της βόσκησης σε ημέρες που κυμαίνεται μεταξύ 10 έως 365 ημέρες.

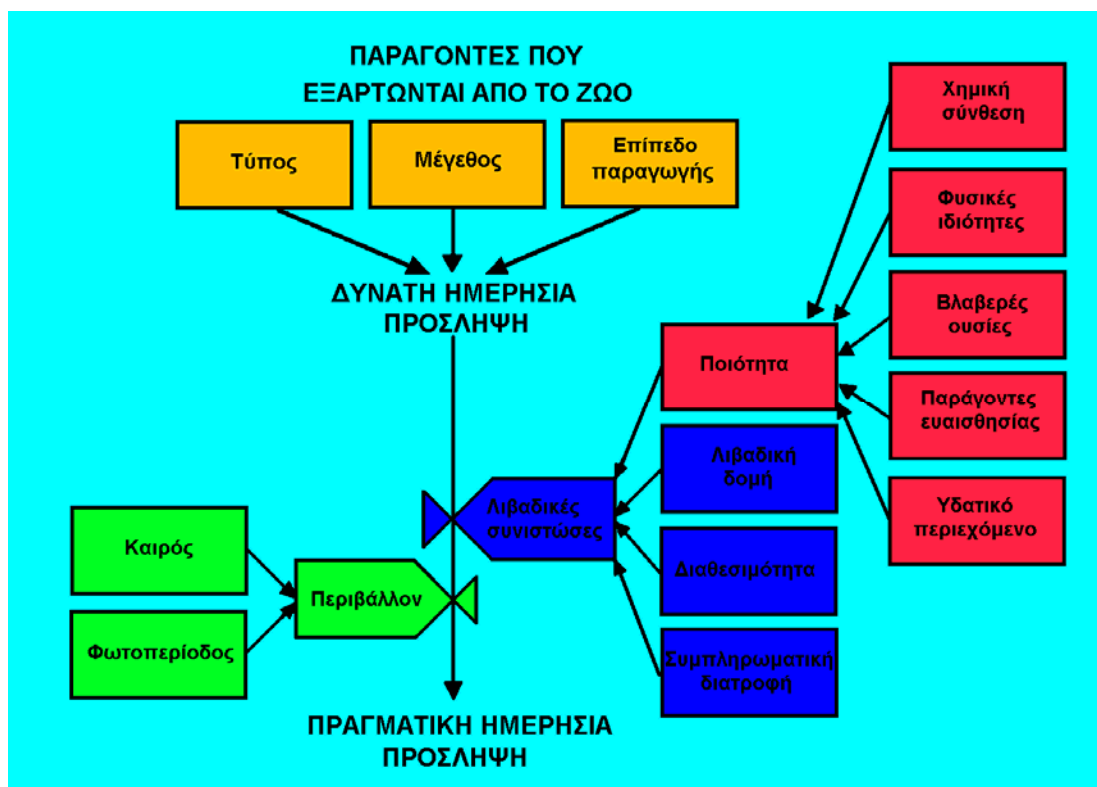
Η προφανής σημασία των μεταβλητών της εξίσωσης, μπορεί να εξηγηθεί βιολογικά, εάν υπογραμμίσουμε τις αλλαγές στην ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης ή, πιο ειδικότερα, τις αλλαγές στην ποιότητα της τροφής που τα αγροτικά ζώα επιτρέπεται να επιλέξουν ή εξαναγκάζονται να καταναλώσουν.

7.2. Η βάση της ποιότητας της ποώδους λιβαδικής βλάστησης

Ο όρος **θρεπτική αξία** (nutritive value) αναφέρεται και αφορά, πάντοτε σ' ένα συγκεκριμένο είδος βοσκήσιμης ύλης, ενώ χρησιμοποιείται για να σχολιάσουμε τις σχέσεις μεταξύ όλων των παραγόντων της **Εικόνας 7.1**. 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 στη συνέχεια με τη σειρά της διαφοροποιεί τις ποσότητες και τις σχετικές αναλογίες των θρεπτικών συστατικών που απορροφούνται. Ένας κατάλληλος ορισμός δίνεται από τους Kellaway και συνεργάτες (1993). Σύμφωνα με τους συγγραφείς αυτούς, «η **θρεπτική αξία αποτελεί τη συγκέντρωση των θρεπτικών συστατικών στη βοσκήσιμη ύλη ή καλύτερα την ανταποδιδόμενη ζωική παραγωγή ανά μονάδα πρόσληψης**».

7.2.1. Η χημική σύνθεση

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 χημεία (χημική σύνθεση) 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 (**Εικόνα 7.1**), συνιστώσες τις οποίες θα εξετάσουμε στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού.



Σχήμα 7.1. Μεταβλητές () που επηρεάζουν και παράγοντες () που συμβάλουν στον ρυθμό πρόσληψης της ποώδους βοσκήσιμης λιβαδικής ύλης.

Πηγή: Προσαρμογή από τους Pearson και Ison (1997).

Η χημική σύνθεση της ποώδους βοσκήσιμης ύλης, ιδιαίτερα μάλιστα στην περίπτωση που αυτή συνδέεται με τα βόσκοντα αγροτικά ζώα, εκτιμάται, κυρίως, με τον όρο «**προφανής πεπτικότητα**» (apparent digestibility), ή απλά πεπτικότητα {(digestibility) (D)}, η οποία αποδίδεται από τον παρακάτω αλγεβρικό τύπο:

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

(4.2.)

Όπου: I_A είναι το ποσό (βάρος) της τροφής που καταναλώνεται από το ζώο, και f είναι το ποσό (βάρος) των περιττωμάτων που αποβάλλονται από αυτό.

Η πεπτικότητα υπολογίζεται συνήθως σε ολόκληρη την ποσότητα της ξηρής ουσίας που καταναλώνεται από το ζώο. Στην περίπτωση αυτή μάλιστα ονομάζεται **πεπτικότητα της ξηρής ουσίας** {Dry matter digestibility (DMD ή D)}. Ωσαύτως, έχουμε την **πεπτικότητα της οργανικής ουσίας** {Organic matter digestibility (OMD)}, δηλαδή την πεπτικότητα που αναφέρεται μόνο στην οργανική ουσία, 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 των κυτταρικών τοιχωμάτων** {Cell wall digestibility (CWD)}. Παρότι οι μετρήσεις αυτές παραμένουν κοινές, ο Beever (1993) ισχυρίζεται ότι δεν μπορούν να δώσουν πειστικές προβλέψεις στην απόδοση του ζώου, υποδεικνύοντας ότι η ορισμένη αξία της προφανούς πεπτικότητας, θεωρείται ορθότερη ως το μέτρο της τροφικής αξίας.

Άλλες μετρήσεις της χημικής σύνθεσης της τροφής, οι οποίες χρησιμοποιούνται στην διατροφή των ζώων για να περιγράψουν τις συγκεντρώσεις πρωτεΐνης, είναι η **ακατέργαστη (πρωτογενής) πρωτεΐνη** ή οι **ολικές πρωτεΐνες** {Crude protein (CP)} και η **βιολογική αξία** (Biological value).

Οι ολικές πρωτεΐνες ή αλλιώς η ακατέργαστη (πρωτογενής) πρωτεΐνη βρίσκονται από τον απλοποιημένο αλγεβρικό τύπο:

$$CP = 6,25 \times \text{τοίς εκατόν N στην τροφή}$$

(4.3.)

Η απλοποίηση της **εξίσωσης (4.3.)** βασίζεται στις παρακάτω τρεις (3) παραδοχές (προϋποθέσεις):

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 τροφική αξία.

Η πρωτεΐνη που σχηματίζεται από την πέψη της τροφής μέσα στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών ζώων ικανοποιεί τις απαιτήσεις των μικροοργανισμών της μεγάλης κοιλίας σε άζωτο. Έτσι, οι ολικές πρωτεΐνες εξακολουθούν να παραμένουν ένα κοινό μέτρο σύγκρισης, παρά τους ισχυρισμούς του Beever (1993) ότι αυτή, ως δείκτης της θρεπτικής αξίας, είναι σχεδόν άνευ σημασίας.

Για τα βόσκοντα αγροτικά ζώα οι απαιτήσεις σε τροφική πρωτεΐνη προέρχονται κυρίως από δύο πηγές:

- (1) Η **πρώτη πηγή** είναι η πρωτεΐνη που διασπάται στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών {κοιλιακά υποβαθμιζόμενη πρωτεΐνη (ruminally degradable protein) (RDP)}. Αρχικά, η πρωτεΐνη αυτή χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας, οι οποίοι στη συνέχεια χρησιμοποιούνται με τη σειρά τους από το ζώο. Ονομάζεται και **πεπτή μικροβιακή πρωτεΐνη** (digestible microbial protein), επειδή συντίθεται από την πρωτεΐνη που σχηματίζεται στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών.
- (2) Η **δεύτερη πηγή** είναι η πρωτεΐνη που δεν μεταβολίζεται κατά τη διατροφή {μη διατροφικά υποβαθμιζόμενη πρωτεΐνη (undegradable dietary protein) (UDP)}, δηλαδή, η πρωτεΐνη που δεν αποσυντίθεται στη μεγάλη κοιλία. Είναι δηλαδή πρωτεΐνη μη διαθέσιμη στους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας. Μερικές φορές ονομάζεται και ως **by-pass** πρωτεΐνη. Η πρωτεΐνη αυτή μπορεί να υδρολυθεί και να απορροφηθεί στο λεπτό έντερο.

Η πρόσληψη της ποώδους λιβαδικής βλάστησης περιορίζεται από το ρυθμό της πέψης των πεπτών υλικών και το ρυθμό της διέλευσης του μη πεπτού υλικού. Οι δύο αυτές παράμετροι συνδυάζονται για να καθορίσουν την έκταση της πέψης, η οποία έχει κοινά μετρηθεί, όπως αναφέραμε παραπάνω, ως προφανής πεπτικότητα ή απλώς πεπτικότητα. Η παρατήρηση του Van Soest (1975) ότι τα χημικά και τα θρεπτικά κριτήρια αναγκαστικά δεν ανταποκρίνονται, ενισχύθηκε και από τις απόψεις του Reid (1993). Οι ισχυρισμοί μάλιστα του τελευταίου, οδήγησαν στην ενδελεχότερη εξέταση των φυσικο-χημικών ιδιοτήτων των φυτών, τον καθορισμό της ευαισθησίας τους στη μικροβιακή διάσπαση και τον έλεγχο των ρυθμών διέλευσης των τροφών διαμέσου του αγωγού διέλευσης. Επιπρόσθετα, ο Wilson (1993) θεώρησε δυνατή τη δημιουργία περισσότερο εύπεπτων κυτταρικών τοιχωμάτων, εάν η χημική τους σύσταση αλλάξει, αφού υπάρχουν παραδείγματα διαφόρων τύπων σακχάρων που βελτιώνουν τα κυτταρικά τοιχώματα ή ακόμη και η τροποποίηση της φυσικής προσπέλασης των τοιχωμάτων από τα βακτήρια της μεγάλης κοιλίας είναι εφικτή.

Από τα παραπάνω καθίσταται φανερό ότι η πεπτικότητα, παρά τις προηγούμενες απόψεις, εξακολουθεί να είναι πρωταρχικής σημασίας για τον καθορισμό της πρόσληψης της ποώδους λιβαδικής βλάστησης. Απαιτείται όμως, να εκτιμήσουμε τόσο τα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά των φυτικών κυττάρων αλλά και τον τρόπο με τον οποίο τα φυτά αυτά αναπτύσσονται, μεγαλώνουν (κατά την ηλικία) και ανταποκρίνονται στο περιβάλλον τους, έτσι ώστε, με όσο το δυνατόν εγγύτερη στην πραγματικότητα ακρίβεια, να προδιαγράψουμε την διαχείριση εκείνων των λιβαδιών που είναι κατάλληλα για τη μέγιστη πρόσληψη της ποώδους βλάστησης από τα ζώα και συνεπώς την αύξηση της ζωικής παραγωγής.

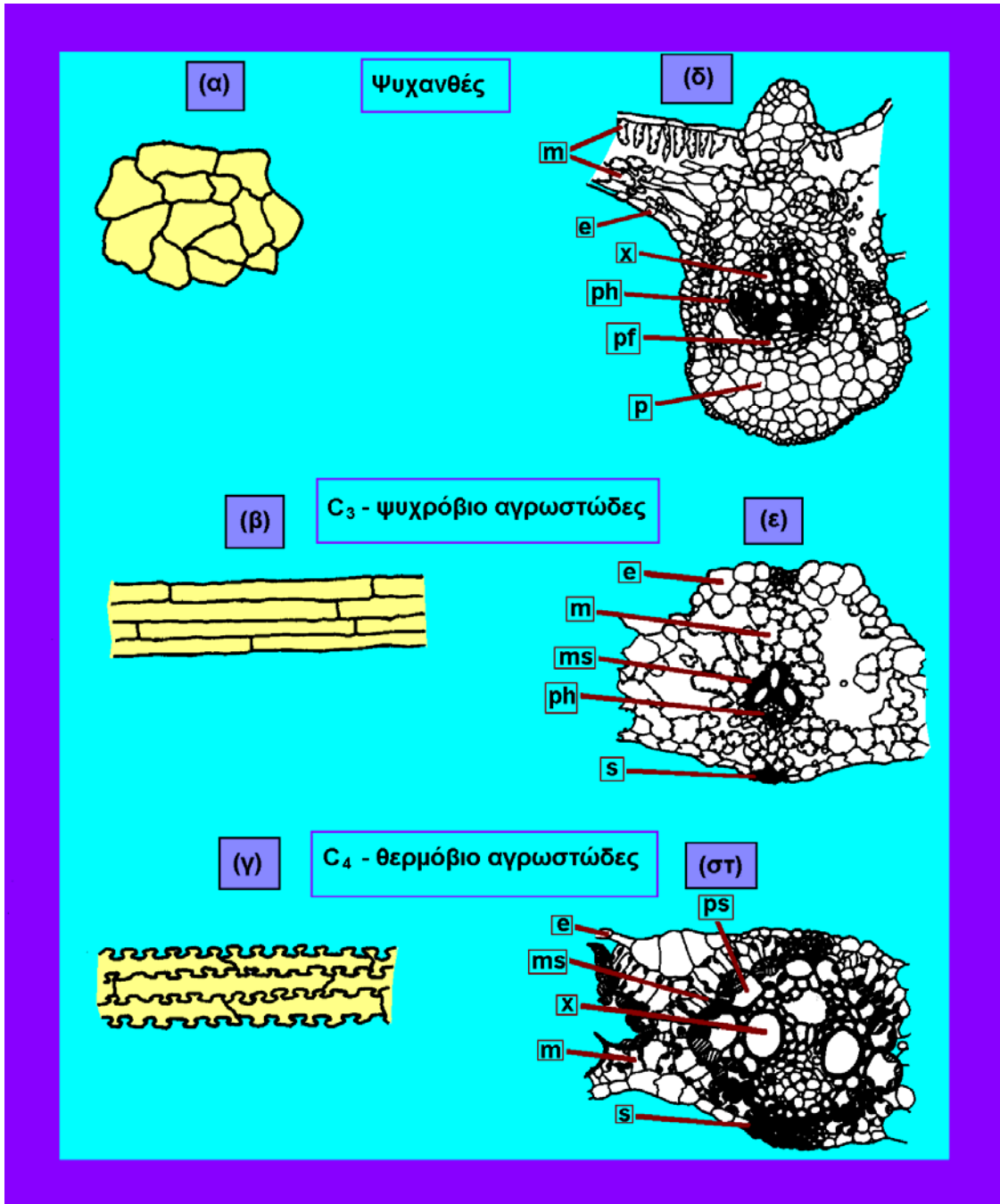
7.2.2. Η δομή του κυττάρου

Τα κύτταρα, όπως είναι γνωστό, αποτελούνται από διαλυτά υλικά, τα οποία βρίσκονται μέσα στο κυτόπλασμα και την κυτταρική κοιλότητα και από οργανίδια, όπως ο κυτταρικός πυρήνας, τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες, τα οποία βρίσκονται στα κύτταρα των φύλλων και των βλαστών και διατηρούνται στη θέση τους με μεμβράνες και κυτταρικά τοιχώματα. Το διαλυτό υλικό μεταφέρεται κατά μήκος του φυτού μέσα από λεπτότοιχους αγωγούς, τους γνωστούς και ως **αγγεία (Εικόνα 7.2)**.

Η σταθερότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση των γραμμικών πολυμερών σακχάρων (κυτταρίνη) και των στραυροειδών συνδεδεμένων πολυμερών που περιέχουν διάφορους τύπους σακχάρων (ημικυτταρίνη) και η οποία με τη σειρά της συνδέεται με άλλα υλικά, όπως π.χ. πρωτεΐνη και πυρίτιο, ώστε στο τέλος να σχηματιστούν τα κυτταρικά τοιχώματα. Επιπλέον, η σταθερότητα επιτυγχάνεται και με την ανάμιξη υδατανθράκων και τρισδιάστατων δικτύων φαινυλοπροπανίου (λιγνίνη). Η πρωτεΐνη μέσα στα κύτταρα περιορίζεται στα ένζυμα («διαλυτή» πρωτεΐνη) και στις μεμβράνες. Το σύμπλοκο των χημικών συστατικών μέσα στα κύτταρα παρουσιάζεται στην **Εικόνα 7.2**.

Κατά τη διάρκεια της πέψης της λιβαδικής βλάστησης που βοσκήθηκε από τα φυτοφάγα ζώα, τα διαλυτά υλικά χάνονται τάχιστα από τα φυτικά κύτταρα, ενώ τα κυτταρικά τοιχώματα αποσυντίθενται βαθμιαία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η δομή των κυττάρων που παραμένουν μετά την πέψη να συνιστάται από την **λιγνίνη** και μερικά ανόργανα υπολείμματα τα οποία δεν πέπτονται. Οι «διαλυτοί» υδατάνθρακες περιλαμβάνουν τους **δισακχαρίτες**, τις **φρουκτοζάνες** και το **άμυλο**, ουσίες οι οποίες είναι απόλυτα πεπτές. Αλλά και η **κυτταρίνη** στην καθαρή της μορφή είναι 100% πεπτή, παρότι, όταν βρίσκεται δεσμευμένη μέσα στους φυτικούς ιστούς, είναι δυνατό να παρουσιάσει μεγαλύτερη δυσκολία στην αποδόμησή της. Η **ημικυτταρίνη**, η οποία

είναι δεσμευμένη στα κυτταρικά τοιχώματα και προστατεύεται σε ποικίλη έκταση από «επενδύτες» λιγνίνης, εμφανίζει μια ποικίλλουσα, πλην όμως χαμηλότερη πεπτικότητα, όπως ακριβώς συμβαίνει και με τη λιγνίνη. Έτσι, ενώ η πεπτικότητα της απομονωμένης ημικυτταρίνης ανέρχεται στο 90%, όταν αυτή είναι δεσμευμένη μέσα στο φυτικό υλικό η πεπτικότητα της κατεβαίνει στο 70%. Τέλος, η πεπτικότητα της λιγνίνης είναι πάρα πολύ χαμηλή, συνήθως κάτω από 3% (Minson 1982).



Εικόνα 7.2. Η διαφορετική οργάνωση των επιδερμικών κυττάρων (α) έως (γ) και οι διατομές των κυρίων αγωγών για (δ) ένα ψυχανθές, (ε) ένα ψυχρόβιο αγρωστώδες (C_3 - φυτό) και (στ) ένα θερμόβιο (αγρωστώδες C_4 - φυτό). (e) επιδερμίδα, (s) σκληρέγχυμα, (m) μεσόφυλλο, (p) παρέγχυμα εντεριώνης, (x) ξυλέγχυμα).

Πηγή: Προσαρμογή από τον Wilson, (1993).

Το υλικό των κυτταρικών τοιχωμάτων της ποώδους λιβαδικής βλάστησης, όταν αυτή βρίσκεται σε νεαρή κατάσταση, εμφανίζει πεπτικότητα που μπορεί να φτάσει

μέχρι και το 90%. Καθώς όμως με την πάροδο του χρόνου, το κύτταρο **λιγνινοποιείται**, η πεπτικότητα της κατεβαίνει στο 30%. Είναι γνωστό άλλωστε, ότι η λιγνινοποίηση θεωρείται ως ο μείζων περιοριστικός παράγοντας για την πεπτικότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων, παρότι η πραγματική σύνθεση των πολυσακχαριτών (σάκχαρα) των κυτταρικών τοιχωμάτων μπορεί να επηρεάσει τον ρυθμό και την έκταση της πέψης από τους μικροοργανισμούς του μεγάλης κοιλίας, ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα της λιγνίνης (Buxton, Russel και Wedin 1987).

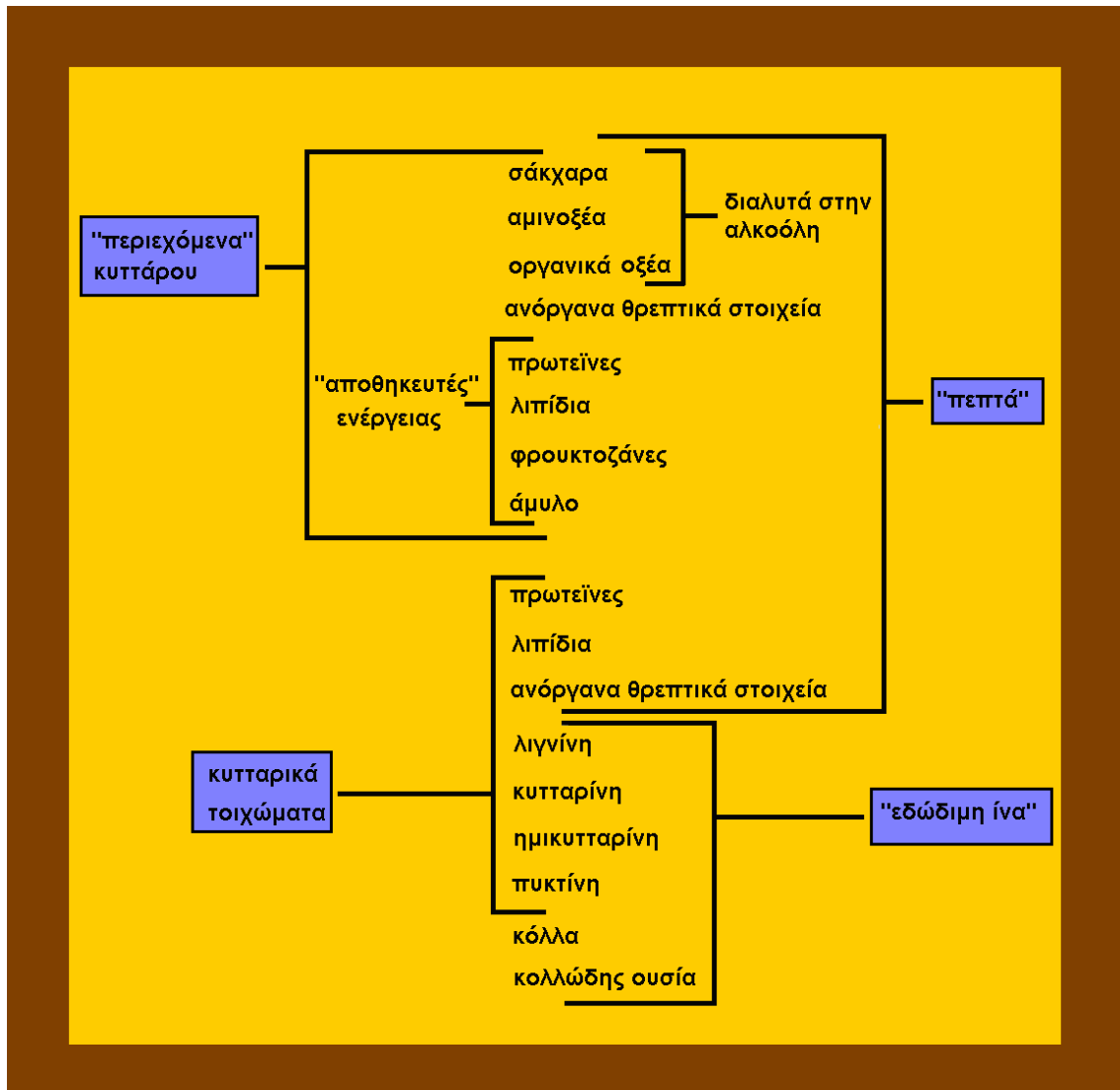
Η έκταση της αποδόμησης της πρωτεΐνης στη μεγάλη κοιλία ανέρχεται περίπου στο 90%, για τα φυτικά είδη που βρίσκονται στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους (νεαρά φυτά) και στη συνέχεια βαθμιαία μειώνεται για να φτάσει αυτή στο 37 έως 53%, όταν τα φυτικά είδη ωριμάσουν (Corbett, 1987). Μετρήσεις που έγιναν και αφορούσαν την αποδόμηση της διατροφικής πρωτεΐνης στη μεγάλη κοιλία, έδειξαν ότι αυτές είναι δυνατό να υπόκεινται σε μεγάλα σφάλματα, διότι ένα ποσοστό γύρω στο 90% της πρωτεΐνης που εγκαταλείπει το στομάχι μπορεί να είναι μικροβιακής μορφής.

Τέλος, η προφανής πεπτικότητα των ανόργανων συστατικών των φυτικών κυττάρων εμφανίζει ποικίλο εύρος. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι για το μαγνήσιο αυτή είναι 30%, ενώ στο φωσφόρο κυμαίνεται από 60 έως 90% (Bulter 1973).

7.2.3. Ποικιλότητα μεταξύ των ειδών

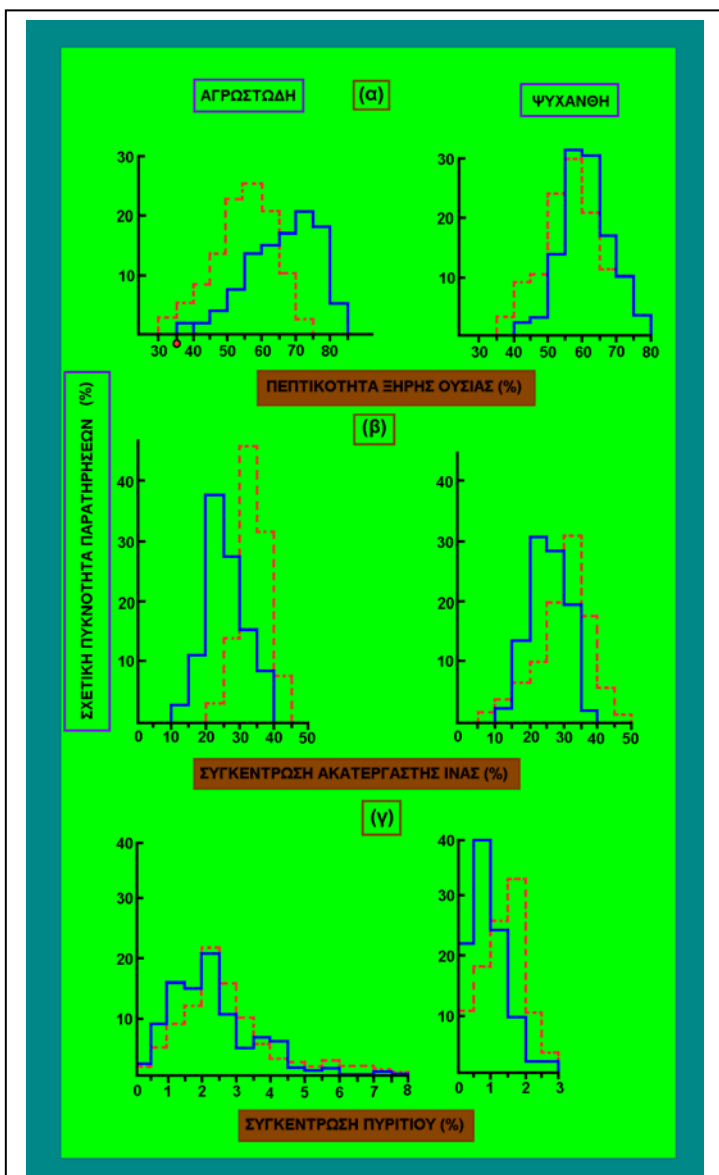
Είναι γνωστό ότι τα θερμόβια αγρωστώδη ακολουθούν το C₄ ρυθμό φωτοσύνθεσης. Τα περισσότερα όμως από αυτά έχουν μια δομή φύλλων τέτοια, στην οποία κάθε αγγειακός αγωγός περιβάλλεται από ένα έλασμα που αποτελείται από κολλενχυματικά κύτταρα, πλούσια σε άμυλο και ημικυτταρίνη (λεπτοφτιαγμένα τοιχώματα) (**Εικόνα 7.2**). Τα ψυχρόβια αγρωστώδη (υποοικογένεια *Festucoideae*) και τα ψυχρόβια και θερμόβια ψυχανθή χρησιμοποιούν μόνο τον C₃ ρυθμό φωτοσύνθεσης και τους λείπουν τα επαρκώς ανεπτυγμένα αγγειακά ελάσματα. Επίσης, τα ψυχρόβια αγρωστώδη σωρεύουν συνήθως μακριάς - αλυσίδας πολυμερή φρουκτόζης (δηλ. φρουκτάνες και φρουκτοζάνες), απ' ό,τι σωρεύουν άμυλο. Οι Ojima & Isawa (1968), μελετώντας 25 ποώδη λιβαδικά φυτά, βρήκαν συνεχή σχεδόν ποικιλότητα στις σχετικές αναλογίες για τις φρουκτοζάνες, το άμυλο και του διαλυτούς υδατάνθρακες. Βρήκαν επίσης, ότι πολλά C₃ - φυτά, όπως για παράδειγμα τα φυτά των γενών *Agrostis*, *Phalaris* και *Poa*, παρουσίαζαν υψηλά επίπεδα φρουκροζανών και σχεδόν καθόλου άμυλο, ενώ το αντίθετο συνέβη τόσο με τα ψυχανθή, όπως για παράδειγμα με τα διάφορα είδη *Trifolium*, και την κοινή μηδική (*Medicago sativa*), όσο και με τα C₄ - αγρωστώδη, όπως τα *Cynodon dactylon* και *Paspalum notatum*.

Το ένζυμο Rubisco (RuP₂) (η διφωσφορική ριβουλόζη καρβοξυλάση - οξυγονάση) που συμμετέχει στην C₃ φωτοσύνθεση, είναι υπεύθυνο για την μισή σχεδόν διαλυτή πρωτεΐνη στα C₃ - φυτά, ενώ στα C₄ - φυτά, στα οποία αυτό περιορίζεται στα κύτταρα του ελάσματος των ιστών, είναι υπεύθυνο μόνο για το 20% της διαλυτής πρωτεΐνης (Bjorkman, Boynton & Berry, 1976). **Αμφότερες οι γημικές και ανατομικές διαφορές μεταξύ των C₃ και C₄ ειδών θεωρούνται πλέον και ως διαφορές στην πεπτικότητά τους.** Οι εξωτερικές επιφάνειες των ελασμάτων των ιστών των C₄ - φυτών δεν προσβάλλονται άμεσα από τα βακτήρια της μεγάλης κοιλίας, αλλά, μετά από 48 ώρες πέψης παραμένουν άθικτα σχηματίζοντας ένα προστατευτικό κάλυμμα γύρω από τον αγωγό ιστό, (Wilson και Hattersley 1983). Αντίθετα, τα ασθενώς ανεπτυγμένα ελάσματα ιστών, στα οποία λείπει η σουμπερίνη (suberin), όπως συμβαίνει στα C₃ - είδη και στα υβρίδια C₃ / C₄ του γένους *Panicum*, πέπτονται εύκολα από την μικροχλωρίδα της μεγάλης κοιλίας.



Εικόνα 7.3. Ομαδοποίηση των χημικών συστατικών μέσα στα κύτταρα με βάση την διαλυτότητά τους στην αλκοόλη και την πεπτικότητα τους από τα μηρυκαστικά ζώα.
Πηγή: Προσαρμογή από τους Pearson και Ison (1997).

Τα C_4 - είδη, στα οποία ο λόγος της επιφάνειας του μεσοφύλλου προς την επιφάνεια του ολιγότερου πεπτού ελάσματος του ιστού κυμαίνεται από 1,8 έως 3,7:1, γεγονός που εξαρτάται ασφαλώς και από τον ρυθμό φωτοσύνθεσης του τύπου C_4 , έχει μια σημαντικά χαμηλότερη πεπτικότητα απ' ό,τι τα C_3 - είδη, στα οποία η σχέση είναι 8:1 (Wilson 1993). Ομοίως, σε σχετική έρευνα που αφορούσε 13 θερμόβια και 1 ψυχρόβιο αγρωστώδη που διεξήχθη από τους Ford, Morrison & Wilson (1979), διαπιστώθηκε ότι μεταξύ των ειδών υπάρχει διπλάσια διαφορά στο περιεχόμενο των κυτταρικών τοιχωμάτων.



Εικόνα 7.4. Τα θερμόβια (—) και ψυχρόβια (---) αγρωστώδη και ψυχανθή εμφανίζουν διαφορές στη διατροφική αξία όπως φαίνεται στην (α) πεπτικότητα, (β) τη συγκέντρωση ακατέργαστης ίνας και (γ) τη συγκέντρωση πυριτίου. Στα δείγματα περιλαμβάνονται περισσότερα από 600 αγρωστώδη και 70 ψυχανθών και τα ιστογράμματα είναι κατανομές συχνότητας.

Πηγή: Προσαρμογή από τους Wilson και Minson 1980).

αυτός χρόνος κατακράτησης, όπως ισχυρίζεται ο Wilson (1986), μπορεί να συσχετισθεί με την αρτηριακή δικτύωση των φύλλων των ψυχανθών. Η αρτηριακή δικτύωση των ψυχανθών καταλήγει σε λιγότερους αγωγούς ιστούς ανά μονάδα όγκου, και πολλές γωνιακές συνδέσεις μεταξύ βραχέων αρτηριών, πράγμα που σημαίνει ότι η ίνα θραύεται πιο εύκολα σε μικρά κομμάτια, απ' ό,τι στην παράλληλη αρτηρίωση του συστήματος γεφύρωσης των φύλλων των αγρωστωδών.

Γενικά, και παρότι ανάμεσα στις κυριότερες ομάδες φυτών υπάρχουν αξιόλογες διαφορές, οι οποίες αφορούν το ποσό και τη σύνθεση των διαλυτών, και συνεπώς τα

Στα θερμόβια και τα ψυχρόβια αγρωστώδη το περιεχόμενο σε κυτταρίνη είναι όμοιο, ενώ αντίθετα τα θερμόβια είδη έχουν περισσότερη ημικυτταρίνη από τα ψυχρόβια αγρωστώδη (Norton 1982). Τα ψυχανθή έχουν λιγότερα κυτταρικά τοιχώματα απ' ό,τι τα αγρωστώδη, ενώ τα ψυχρόβια ψυχανθή, περιώνυμα για την υψηλή πεπτικότητά τους, περιέχουν χαμηλότερες συγκεντρώσεις τόσο σε κυτταρίνη, όσο και σε ημικυτταρίνη (Bailey 1979). Επίσης, τα ψυχανθή παρουσιάζουν πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις πυριτίου, σε σύγκριση με τα αγρωστώδη (Εικόνα 7.4γ). Αμφότερα, ψυχρόβια αγρωστώδη και ψυχανθή, περιέχουν μια υψηλότερη ποσότητα της ακατέργαστης ίνας (Εικόνα 7.4β) (κατά μέσο όρο περίπου 32%), απ' ό,τι περιέχουν τα αντίστοιχα θερμόβια (25%). Το αποτέλεσμα αυτό μάλλον επιβάλλεται από το περιβάλλον, παρά από τις διαφορές στη σύνθεση των ποιοτικών διαφορών μεταξύ των C₃ και C₄ ειδών.

Έχει αποδειχθεί ότι η ίνα των ψυχανθών έχει ένα μικρότερο χρόνο κατακράτησης στη μεγάλη κοιλία από την αντίστοιχη των αγρωστωδών. Ο μικρός

εύκολα πεπτά υλικά, η περιεκτικότητα της στάχτης (ανόργανα υλικά) και των ινών είναι δυνατό να μην εμφανίζει μεγάλη ποικιλία μεταξύ των διαφόρων ομάδων. Ο Hunt (1965) για παράδειγμα, βρήκε ότι διαφορά σε ακαθάριστη ενέργεια μεταξύ επτά (7) ψυχρόβιων αγρωστωδών ήταν μικρή.

Παρόλες όμως τις γενικεύσεις, υπάρχουν πολλά παραδείγματα που εμφανίζουν διαφορές μεταξύ ειδών που παρουσιάζουν στενή σχέση σε ότι αφορά τόσο την επιλογή τους από τα αγροτικά ζώα, όσο και την αποδόμησή τους, είτε αυτή γίνεται μέσα στη μεγάλη κοιλία, είτε κάτω από τεχνητές συνθήκες. Για παράδειγμα, σε ένα πείραμα υπαίθρου, τα βόσκοντα ζώα απέφευγαν την Αρτεμισία (*Artemisia trifida*, «giant ragweed») παρότι αυτή εμφανίζει χαμηλότερες συγκεντρώσεις κυτταρικών τοιχωμάτων και ημικυτταρινών, σε σύγκριση με τα είδη για τα οποία τα ζώα έδειχναν προτίμηση (Πίνακας 7.1.).

Πίνακας 7.1. Η γευστικότητα των λιβαδικών αγρωστωδών και η έλλειψη σχέσης μεταξύ γευστικότητας και οποιασδήποτε απλής χημικής μέτρησης της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης.

	Γευστικότητα	Πεπτικότητα	Κυτταρικά τοιχώματα	Ημικυτταρίνες	Ίνες
Γευστικό:	90	74	44	19	27
Γευστικό:	82	79	49	18	29
Μη γευστικό:	35	72	51	20	31
Μη γευστικό:	0	72	37	4	32

Πηγή: Marten και Andersen, 1975.

Σε άλλο πείραμα μεταξύ διαφόρων ειδών λόλιου, η απόδοση των ζώων ήταν μεγαλύτερη στον συνδυασμό *Lolium perenne* x *L. multiflorum* και απ' ό,τι στο *Lolium perenne*, όπως επίσης ταχύτερη ήταν και η αποδόμηση της λιβαδικής βλάστησης στη μεγάλη κοιλία, μολονότι οι συγκεντρώσεις και στους δύο συνδυασμούς σε ότι αφορούσε τους δομικούς υδατάνθρακες ήταν παρόμοιες.

Οι συγκεντρώσεις πρωτεΐνης είναι υψηλότερες στα είδη που ακολουθούν την C₃ φωτοσύνθεση απ' ό,τι στα θερμόβια αγρωστώδη (C₄ αγρωστώδη). Πέρα όμως από τις διαφορές αυτές, υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των ειδών σε ότι αφορά τη διαλυτότητα της πρωτεΐνης δηλαδή η ταχύτητα και η έκταση με την οποία η πρωτεΐνη καταβολίζεται¹ μέσα στο ζώο. Οι διαφορές στη διαλυτότητα μπορεί να είναι διπλάσιες σε μία μείζονα λιβαδική ομάδα, όπως αναφέρουν για παράδειγμα οι Ali και Stobbs (1980), συγκρίνοντας το 19% της διαλυτής πρωτεΐνης στο γένος *Setaria*, με το 33% του γένους *Brachiaria* στην ομάδα των θερμόβιων αγρωστωδών. Η χαμηλή διαλυτότητα της πρωτεΐνης σχετίζεται με τις μεγάλες συγκεντρώσεις τανινών στην τροφή (McLeod 1974). Η σύνθεση των αμινοξέων των πρωτεϊνών δεν ποικίλει ούτε μεταξύ των ειδών (Lytton 1973), ούτε με την ωρίμανση, μήτε με την γονιμότητα (Hodgon 1964, Graswami και Willcox 1969).

Το μη πρωτεϊνικό άζωτο, το οποίο δεν περιέχει νιτρικά και αμμωνία, κυμαίνεται συνήθως από το 0 σχεδόν μέχρι το 25% του συνολικού αζώτου (ή αλλιώς, του 1,5% της ξηρής ουσίας) που υπάρχει στο φυτό. Σε μια έρευνα που έγινε στα ποολίβαδα της Ολλανδίας τα νιτρικά εμφάνισαν ποσοστό κατά μέσο όρο ίσο με το 0,64% της ξηρής

¹ Katabolized ή catabolizied. Εξεργονικός μεταβολισμός ήτοι η διάσπαση των συμπλόκων οργανικών μορίων από ζώντες οργανισμούς που καταλήγουν στην απελευθέρωση ενέργειας. Προϊόντα του καταβολισμού είναι η ουρία και το διοξείδιο του άνθρακα.

ουσίας. Αηλητηριάσεις από τα νιτρικά μπορεί να συμβούν όταν οι συγκεντρώσεις ξεπερνούν το 6%.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ποικίλουν τόσο μεταξύ των ειδών είδη όσο και ανάμεσα στα μέρη του φυτού. Ποικίλουν επίσης και με το περιβάλλον. Για παράδειγμα, σε συνθήκες θερμοκρασίας ημέρας/νύκτας που κυμάνθηκαν από 15/10 έως 33/28°C, οι Muldoon, Wheeler και Pearson (1984) δεν ανίχνευσαν συγκεντρώσεις νιτρικών στα φύλλα αραβοσίτου, ενώ στα φύλλα κεχριού οι συγκεντρώσεις πλησίαζαν το 0,4%. Στους βλαστούς δε, τόσο του αραβοσίτου όσο και του κεχριού, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ξεπερνούσαν το 0,6%, σε θερμοκρασίες ημέρας και νύκτας των 18, 21 και 13, 16°C, αντίστοιχα.

Πίνακας 7.2. Σύνθεση στοιχείων (% του ξηρού βάρους) .του πολυετούς λόλιου και του λευκού τριφυλλίου

Ανόργανα στοιχεία	πολυετές λόλιο	λευκό τριφύλλι
Φωσφόρος	0,26 - 0,42	0,26 - 0,42
Κάλιο	1,50 - 2,50	2,00 - 3,10
Ασβέστιο	0,40 - 1,00	1,30 - 2,10
Μαγνήσιο	0,09 - 0,25	0,18 - 0,25
Θείο	0,13 - 0,75	0,24 - 0,36
Νάτριο	0,10 - 0,70	0,12 - 0,41
Χλώριο	0,39 - 1,30	0,62 - 0,91
Πυρίτιο	0,60 - 1,20	0,04 - 0,12

Πηγή: Τροποποιημένα στοιχεία από το μέσο εύρος όπως τα παραθέτει ο Whitehead (1966).

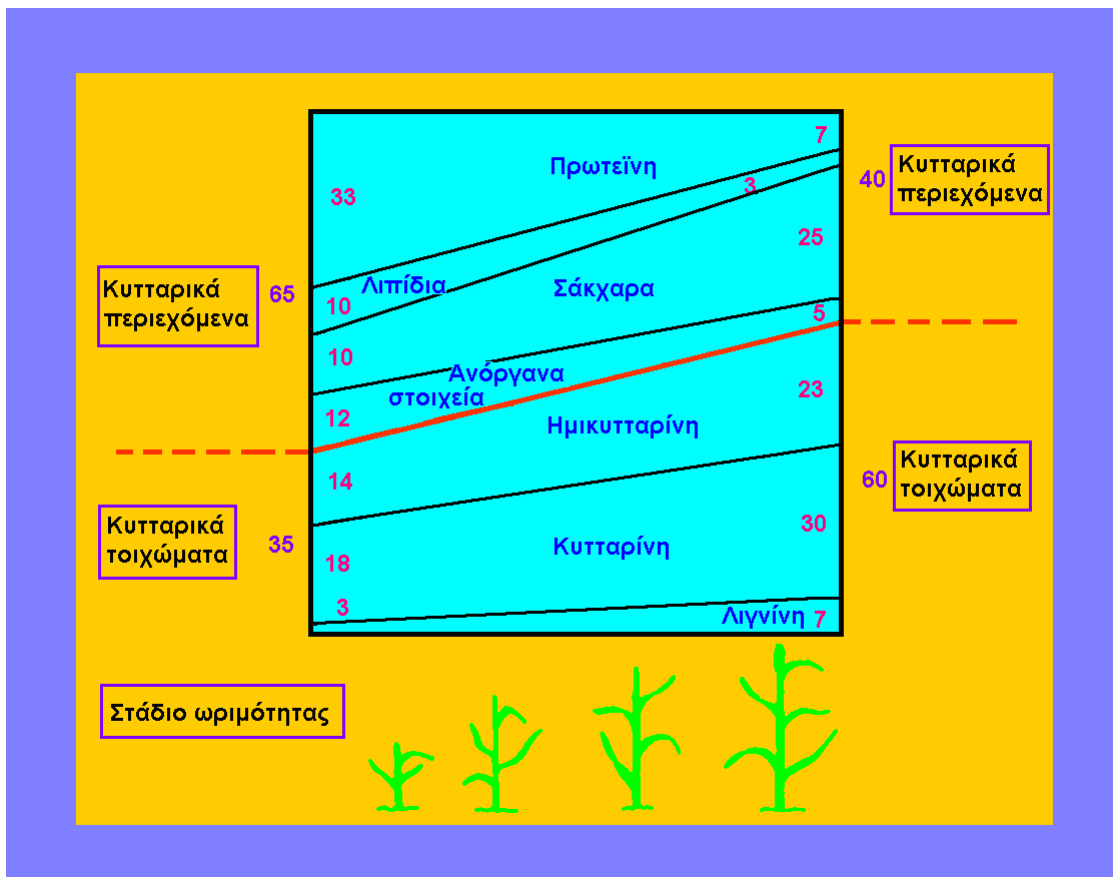
Η σύνθεση σε ανόργανα συστατικά μεταξύ των ειδών ποικίλει και μάλιστα αυτή είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη, όταν συζητάμε για το ισοζύγιο μεταξύ αύξησης και πρόσληψης ανόργανων συστατικών, δηλαδή: μεταξύ περιβάλλοντος και διαθεσιμότητας ανόργανων συστατικών. Οι τιμές για συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων μέσα στο πολυετές λόλιο και το λευκό τριφύλλι δίδονται στον **Πίνακα 7.2**.

Ο Norton (1982), συνέκρινε με λεπτομέρεια, συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων ανάμεσα σε ποικίλες ομάδες λιβαδικών ειδών και κατάληξε στο συμπέρασμα ότι μερικά ψυχρόβια ψυχανθή (το 13% από το συνολικό αριθμό των μελετηθέντων ειδών) εμφάνισαν συγκεντρώσεις κάτω από το 0,24%, επίπεδο που θεωρείται ότι βρίσκεται στο ελάχιστο των απαιτήσεων των ζώων, ενώ το 44% των ψυχρόβιων αγρωστώδων και το 63% των αντίστοιχων θερμόβιων ήταν κάτω από το επίπεδο των απαιτήσεων του διαιτολογίου των αγροτικών ζώων, παρότι η διακύμανση στις συγκεντρώσεις του φωσφόρου ήταν παρόμοια για τα ψυχρόβια και τα θερμόβια είδη. Τα ψυχανθή, συγκρινόμενα με τα αγρωστώδη, έχουν ένα υψηλότερο ποσοστό συγκεντρώσεων ασβεστίου και μαγνησίου. Επιπλέον, το χαμηλό ασβέστιο μπορεί να επιβαρυνθεί από υψηλά οξαλικά οξέα, τα οποία καθιστούν το ασβέστιο μη διαθέσιμο. Τέλος, σε ότι αφορά τα ιχνοστοιχεία, τα διαθέσιμα στοιχεία από τις μέχρι σήμερα έρευνες είναι πολύ περιορισμένα.

7.2.4. Η ωρίμανση (ενηλικίωση) των ποωδών λιβαδικών φυτών

Καθώς η ποώδης βλάστηση ωριμάζει (μεγαλώνει) το ποσοστό επί τοις εκατόν των διαλυτών υλικών μέσα στα κύτταρα μειώνεται και οι συγκεντρώσεις της ημικυτταρίνης, κυτταρίνης και λιγνίνης αυξάνονται (**Εικόνα 7.5**). 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 παλαιό ποολίβαδο στην Ευρώπη κατά την διάρκεια του χειμώνα και ακόμη πιο χαμηλά στο 30%, σε ιστάμενο νεκρό υλικό κατά την διάρκεια της ξηρής περιόδου στους ξηρούς και υγρούς τροπικούς (Εικόνα 7.6). Ο Wilson (1982), έδωσε μέσους ρυθμούς πτώσης της πεπτικότητας όταν τα φύλλα ωριμάσουν προτού να φτάσουν την πλήρη ανάπτυξή τους κατά 1,5, 1,1 και 1,3% πεπτικότητα ανά εβδομάδα στα (*Panicum acuminatum*, *Pennisetum ciliare* και *Piptochaetium setosum*) αντίστοιχα.



Εικόνα 7.5. Σχηματική διάταξη των αλλαγών στη χημική σύνθεση των αγρωστωδών καθώς ωριμάζουν.

Πηγή: Προσαρμογή από τον Osbourne (1980).

Γενικότερα, και σύμφωνα με τους Vickery και Hedges (1972), ισχύει το μαθηματικό μοντέλο :

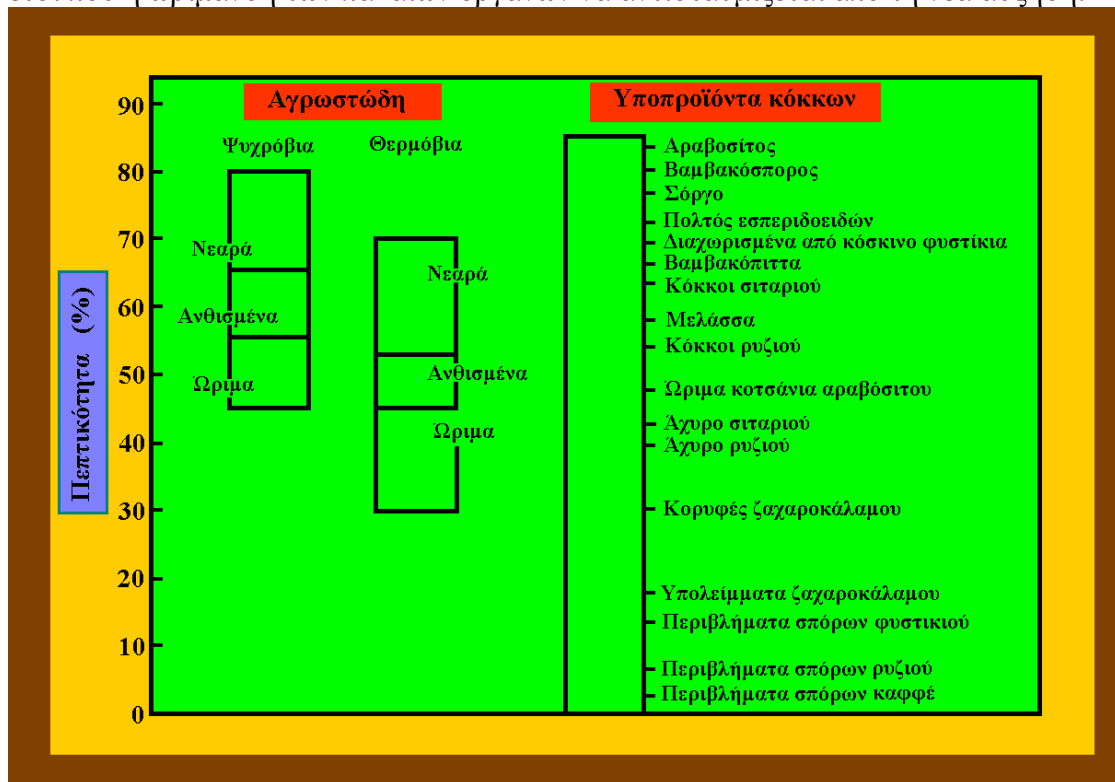
$$D = 0,75 + 0,15 \text{ εκ}\theta (-0,2t) \quad (7.4)$$

Όπου: **D** είναι η πεπτικότητα, και

t είναι ο χρόνος (εβδομάδες μετά τη φύτευση για ένα ετήσιο αγρωστώδες).

Ομοίως, η πεπτικότητα των υπολειμμάτων των καλλιεργειών και των υποπροϊόντων ποικίλει σχεδόν από το 0 έως το 80%, κατά μεγάλο βαθμό εξαιτίας της ποικιλότητας του περιεχομένου των κυτταρικών τοιχωμάτων τους (Εικόνα 7.6).

Η αύξηση της συγκέντρωσης της λιγνίνης και η μείωση της πεπτικότητας των λιβαδικών φυτών είναι πολύ σημαντική, καθώς το ποολίβαδο φτάνει στο στάδιο της άνθησης. Πριν από την άνθηση, η βλάστηση του λιβαδιού αυξάνεται πολύ γρήγορα, έτσι που η ωρίμανση των παλαιών οργάνων να αντισταθμίζεται από τη νέα αύξηση.



Εικόνα 7.6. Η πεπτικότητα των αγρωστωδών σε εύκρατα και τροπικά ποολίβαδα και σε σπόρους και υποπροϊόντα των τροπικών.

Πηγή: Προσαρμογή από το McDowell (1985).

Συνεπώς, η συλλογή του σανού, ώστε αυτή να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί αργότερα, πρέπει κατά κανόνα γίνεται, όταν η άνθηση είναι παρούσα αλλά ανώριμη ακόμη. Η κοινή μηδική (*Medicago sativa*) χρησιμοποιείται τόσο για άμεση βόσκηση, όσο και για τη δημιουργία σανού. Όταν λοιπόν χρησιμοποιείται για την δημιουργία σανού, συνιστάται να κόβεται στο «1/10 της άνθησης» ή στην έκπτυξη των οφθαλμών, ή στο κατάλληλο «ενδιάμεσο στάδιο» ανάπτυξης. Γρήγορες, δηλητηριώδεις αλλαγές στη χημική σύνθεση της κοινής μηδικής συμβαίνουν στην περίοδο περίπου της συλλογής του σανού (**Πίνακας 7.3**).

Πίνακας 7.3. Ποσοστιαία (%) αναλογία σύνθεσης και πεπτικότητας ξηρής ουσίας της κοινής μηδικής, σε διάφορα στάδια άνθησης όταν κόβεται συχνά για σανό.

	Πριν από την έκπτυξη των οφθαλμών	1/10 άνθησης	Πλήρης ανθοφορία
Ίνες	22,1	26,5	29,4
Μη πεπτές ίνες	8,0	12,8	16,2
Ακατέργαστη πρωτεΐνη	25,3	21,5	18,2
Ανόργανα συστατικά	12,1	9,5	9,8
Πεπτικότητα	73	65	56

Η σχετιζόμενη με την ωρίμανση των φυτών αύξηση τους σε ινώδη συστατικά αυξάνουν τον χρόνο που η τροφή παραμένει στο μεγάλη κοιλία των βόσκοντων ζώων. Η σχέση μεταξύ του χρόνου πρόσληψης και παραμονής (retention = κατακράτησης), σύμφωνα με τους Thornton και Minson (1973) είναι:

$$I_A = 1950 - 51,1 t_r \quad (7.5.)$$

με ($r^2 = 0.93$)

Όπου: I_A είναι η πρόσληψη σε kg ανά πρόβατο και ημέρα, και

t_r είναι ο χρόνος παραμονής κατακράτησης στο μεγάλη κοιλία σε ώρες.

Έτσι, η αυξημένη παρουσία των ινών προκαλεί μείωση στην πρόσληψη της λιβαδικής βλάστησης, ανεξάρτητα από τις τυχόν άλλες αλλαγές στη χημική σύνθεση. Για παράδειγμα, η πιθανή πρόσληψη βοσκήσιμης ύλης από ένα πρόβατο βάρους 40 kg μπορεί να είναι 1,2 kg ανά ημέρα, όταν το χρησιμοποιούμενο για τροφή αγρωστώδες είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε ίνες, ενώ η προσλαμβανόμενη ποσότητα πέφτει για το αγρωστώδες με μια μέση περιεκτικότητα σε ίνες στο 1,0 kg ανά ημέρα και 0.8 kg ανά ημέρα για ένα διαιτολόγιο που περιέχει υψηλό ποσοστό σε ίνες (Hogan, Kenny και Weston 1987).

Οι αλλαγές αυτές στην χημική σύνθεση των κυττάρων αμβλύνονται (μεγαλώνουν) από τις αλλαγές στη μορφολογία. Καθώς η ποώδης βλάστηση ωριμάζει, ο λόγος των φύλλων προς τους βλαστούς για τα ψυχρόβια αγρωστώδη μειώνεται από το 0,80 στο 0,30. Αρχικά, ο βλαστός περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις διαλυτών υδατανθράκων και η πεπτικότητά τους μπορεί να είναι πάνω από την αντίστοιχη των φύλλων (Terry και Tilley 1964). Εντούτοις, καθώς ο βλαστός ωριμάζει, η περιεκτικότητά του σε διαλυτούς υδατάνθρακες μειώνεται πολύ γρήγορα και η περιεκτικότητά του σε λιγνίνη αυξάνει πολύ πιο γρήγορα απ' ό,τι αυτή των φύλλων, ώστε η παρατηρούμενη μείωση της πεπτικότητας στην τροφή που προσφέρεται στο ζώο να είναι μεγαλύτερη από την μείωση της πεπτικότητας του τμήματος του φύλλου και μόνο. Όμως, όταν τα ψυχανθή ωριμάσουν, οι βλαστοί όλων των ψυχανθών δεν έχουν χαμηλότερη πεπτικότητα, σε σύγκριση με τα φύλλα τους.

Η αύξηση των ποσοστών της ημικυτταρίνης, της κυτταρίνης και της λιγνίνης μέσα στην τροφή που καταναλώνεται από τα αγροτικά ζώα, αύξηση η οποία σχετίζεται με αυτή καθαυτή την ωρίμανση των φυτών, ταυτόχρονα προκαλεί αύξηση και στο οξικό οξύ μέσα στη μεγάλη κοιλία του βόσκοντος ζώου, σε υψηλά μάλιστα επίπεδα. Το οξικό οξύ χρησιμοποιείται από το ζώο με σχετικά χαμηλή αποτελεσματικότητα (59%, συγκρινόμενο με το 90% έως 100% των υδατανθράκων). Έτσι, η μείωση της ποιότητας της ποώδους βλάστησης που οφείλεται στην ωρίμανση των φυτών, οφείλεται επίσης και στις φυσικές όσο και τις μορφολογικές αλλαγές της τροφής, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο η τροφή χρησιμοποιείται μέσα στο ζώο. Τέλος, το ζώο πρέπει να χρησιμοποιήσει επίσης, περισσότερη ενέργεια για να προωθήσει διαμέσου των εντέρων του ένα αυξημένο φορτίο υλικού που δεν μπορεί να πεφθεί (Beever 1993).

7.2.5. Το περιβάλλον

Σύμφωνα με τον Wilson (1982), η θερμοκρασία είναι η πιο σημαντική περιβαλλοντική επίδραση στην ποιότητα της ποώδους λιβαδικής βλάστησης. Οι υψηλές θερμοκρασίες επιταχύνουν την ανάπτυξη, την άνθηση και την ωρίμανση και τοιουτοτρόπως, αυξάνουν την λιγνινοποίηση, μειώνουν όμως και τις συγκεντρώσεις

διαλυτών υδρογονανθράκων αλλά και την πεπτικότητα. Επίσης, οι συγκεντρώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων αυξάνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας, αλλά η αύξηση αυτή είναι μεγαλύτερη στα λιγότερο πεπτά τμήματα των κυτταρικών τοιχωμάτων (Deinum και Dirven 1976). Σε έρευνα των Moir, Wilson και Blight (1977), η πεπτικότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων ελαττώθηκε κατά 10%, όταν οι θερμοκρασίες ημέρα/νύκτα αυξήθηκαν από 18/10 σε 32/24 °C, ενώ ο Wilson (1982) βρήκε επίσης, ότι η πεπτικότητα των κορυφών των αγρωστωδών μειώνεται κατά 0,5 ποσοστιαίες μονάδες ανά °C αύξησης της θερμοκρασίας, και ότι τα ψυχανθή να είναι λιγότερο ευαίσθητα.

Τέτοια αποτελέσματα της θερμοκρασίας μπορεί εντούτοις να μη είναι υπερβάλλουσας χρησιμότητας. Ο Wilson (1982), επιστρά την προσοχή σ' αυτό τονίζοντας, ότι τα ευεργετικά αποτελέσματα των χαμηλών θερμοκρασιών στην ποιότητα της ποώδους λιβαδικής βλάστησης στις ψυχρές εποχές μπορεί να μην είναι πάντοτε εμφανή, επειδή σ' αυτές τις χρονικές περιόδους η αργότερη αύξηση, ειδικά των θερμόβιων ειδών, σημαίνει συνήθως ότι ακόμη και η νεότερη ποώδης λιβαδική βλάστηση είναι σχετικά ώριμη και χαμηλής πεπτικότητας ξηρή ουσία.

Τα αποτελέσματα της χαμηλής ακτινοβολίας, του ανεπαρκούς ή του υπερβολικού νερού κ.λ.π. είναι δυνατόν, όπως και η θερμοκρασία, να εξηγηθούν σε όρους περιβαλλοντικών επιδράσεων στο μεταβολισμό και τη δομή του άνθρακα και του αζώτου των φυτών. Ο σκιερός ή ο νεφελώδης καιρός μπορεί να αναμένεται να ελαττώσει τις συγκεντρώσεις των διαλυτών υδατανθράκων και συνεπώς να αυξήσει το ποσοστό της χαμηλής πεπτικότητας υλικού στην τροφή. Πρόβατα που τρέφονταν με πολυετές λόλιο (*Lolium perenne*), το οποίο σκιάζονταν κατά το ένα τέταρτο από τον ήλιο, έτρωγαν 9 έως 15% λιγότερο και είχαν ένα κέρδος σε ζων βάρος κατά 38% μικρότερο, απ' ό,τι τα πρόβατα που τράφηκαν με αγρωστώδες που μεγάλωνε (αναπτύσσονταν) σε πλήρες ηλιακό φως (Hight και συνεργάτες 1968).

Σε ότι αφορά τον υδατοκορεσμό (waterlogging), υπάρχουν πολύ λίγα στοιχεία. Μπορεί να αναμένεται μια μικρότερη απόδοση, αλλά η πρωτεΐνη και η πεπτικότητα μπορεί να μην αλλάξουν σε υπερβολικά υγρές συνθήκες (Peterschmidt, Delaney και Greene 1979). Το νερό σε υψηλή περιεκτικότητα μπορεί επίσης να εμποδίσει την πρόσληψη, μέσα από ένα συνδυασμό φυσικών αποτελεσμάτων και διάλυσης θρεπτικών ουσιών. Όταν όμως έπονται περίοδοι με υγρό καιρό, αυτό μπορεί να είναι ένα πρόβλημα για τις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες στα λιβάδια με κύριο λιβαδικό είδος το κικουγίου (*Pennisetum clandestinum*), διότι τότε συμβαίνει ένα «γέμισμα του εντέρου», πριν καταπωθούν τα απαραίτητα για την παραγωγή θρεπτικά στοιχεία.

Τα ελλείμματα νερού, καθόσον αυτά προκαλούν καθυστέρηση στην ωρίμανση των κυττάρων και εναπόθεση των κυτταρικών τοιχωμάτων και της λιγνίνης, ελαττώνουν το ρυθμό της μείωσης της πεπτικότητας των αγρωστωδών με την πάροδο της ηλικίας, από το ένα τρίτο (1/3) στο ένα δεύτερο (1/2) (Wilson 1983). Η πεπτικότητα των φύλλων των θερμόβιων ψυχανθών, τουλάχιστον σε ότι αφορά το είδος *Siratro* (*Macroptilium atropurpurem* cv. *Siratro*), μπορεί να είναι λιγότερο ευαίσθητη στο περιβάλλον απ' ό,τι είναι τα αγρωστώδη. Το *Siratro* δεν επηρεάζεται από η σκίαση (Wilson και Wong 1982) ή από τα υδατικά ελλείμματα (Wilson 1983), ίσως επειδή εν μέρει αυτό δεν σωρεύει υψηλής πεπτικότητας διαλύτες, όταν υφίσταται κακουχία (stress) (Wilson και συνεργάτες 1982).

7.2.6. Η γευστικότητα και η καταλληλότητα κατανάλωσης

Οι ιδιότητες που καθορίζουν την εθελούσια πρόσληψη έχουν επίσης καθορισθεί ως **γευστικότητα** (palatability), όρος ο οποίος καθορίζει την άμεση ανταπόκριση του ζώου στην τροφή, και ως καταλληλότητα να καταναλωθεί (καταπωθεί) (edibility), η

οποία είναι το άθροισμα εκείνων των ιδιοτήτων που καθορίζουν την εθελούσια πρόσληψη της τροφής. Με άλλα λόγια, η καταλληλότητα να καταναλωθούν τα ψυχανθή απ' ό,τι τα αγρωστώδη της ίδιας πεπτικότητας είναι μεγαλύτερη και αυτό είναι συνδυασμένο με την πιο γρήγορη κατάτμηση των τεμαχίων, την μεγαλύτερη πυκνότητα τοποθέτησης στο μεγάλη κοιλία και την μικρότερης διάρκειας χρόνου κατακράτηση στο στομάχι (Kellaway και συνεργάτες 1993). Η γευστικότητα έχει οριστεί από τα χαρακτηριστικά ενός διαιτολογίου που δίνουν ερεθίσματα στις αισθήσεις της γεύσης, της όσφρησης, της αφής και της όρασης, και συνεπώς επηρεάζει την συμπεριφορά της διατροφής. Οι τανίνες, οι ισοφλαβόνες και κάποιες άλλες ουσίες μπορούν να ελαττώσουν την γευστικότητα.

Η γευστικότητα και η καταλληλότητα κατανάλωσης ενός φυτού είναι δυνατό να καθοριστεί σε σχετικούς αλλά και σε απόλυτους όρους. Η καταλληλότητα να καταναλωθούν τα τμήματα των διαφόρων φυτών (δηλ. το φύλλο, ο βλαστός ή ο σπόρος) είναι ιδιαίτερα επηρεασμένη από την διαθεσιμότητα τους και για το λόγο αυτό, τα αποτελέσματα των πειραματικών εργασιών σε στεγασμένους διατροφικούς χώρους (καθώς υπάρχουν πολλά) θα διαφέρουν πάρα πολύ από τα αντίστοιχα που διεξήχθησαν κάτω από συνθήκες βόσκησης στο λιβάδι.

7.3. Οι βλαβερές ουσίες

Τα φυτά της ποώδους λιβαδικής βλάστησης και τα ζιζάνια που υπάρχουν μέσα στα ποολίβαδα, μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στα ζώα, ή να ελαττώσουν την παραγωγικότητα του ζώου, με το να φαγωθούν ή έρθουν σε επαφή με αυτά. Η ελαττωμένη παραγωγικότητα μπορεί να προέλθει απλά είτε, εξ αιτίας της ελαττωμένης πρόσληψης της τροφής, είτε, εξ αιτίας της μη επαρκούς μετατροπής της τροφής σε ζωικό προϊόν. Επίσης, αυτή περιλαμβάνει κάποιες κλινικές ανωμαλίες (δηλητηριάσεις), ακόμη και θανάτους.

Οι βλαβερές ουσίες που απαντώνται μέσα στα ποολίβαδα μπορούν να καταταγούν σε τρεις (3) κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- (1) **οι ανόργανες ενώσεις και τα στοιχεία:** νιτρικά, χαλκός, μολυβδένιο, σελήνιο και κάλιο,
- (2) **οι οργανικές ενώσεις μέσα στα φυτά:** διάφορες χημικές ουσίες που εμφανίζονται να έχουν συμμετοχή στην προστασία από την κατανάλωση, ιδιαίτερα από τα έντομα (Mooney 1972, Kingsbery 1983). Μερικά από τα βλαβερά σύμπλοκα αναγράφονται στον Πίνακα 7.4.
- (3) **οι μυκητικές και οι μικροβιακές τοξίνες.**

Οι βλαβερές ουσίες είναι ευρέως διαδεδομένες. Από τον Culvenor (1970) έχει εκτιμηθεί ότι 7.000 είδη περιέχουν βλαβερές ουσίες, ενώ ο ίδιος συγγραφέας (Culvenor 1987) αναφέρει επίσης, ότι οι ετήσιες απώλειες που οφείλονται στην απώλεια της ζωικής παραγωγής ξεπερνούν σε κόστος, μόνο για την Αυστραλία, το ποσό των 80 εκατομμυρίων δολαρίων Αυστραλίας.

Η παραγωγή αυτή χάνεται γιατί δεν χρησιμοποιείται η λιβαδική βλάστηση ως τροφή από τα βόσκοντα ζώα, από το φόβο να μην υποστούν τα ζώα κάποια ζημιά και παρατηρείται, κατά συνέπεια, μείωση της προσλαμβανόμενης τροφής και της αύξησης. Επίσης, μειώνεται η γονιμότητα των αγροτικών ζώων, όπως μειώνεται και η αναμονή της ζωής και του θανάτου, αλλά και το κόστος από τα μέτρα που λαμβάνονται για τον έλεγχο των ασθενειών. Ο θάνατος του ζωικού κεφαλαίου ανέρχεται στο 10% έως 15% του συνολικού κόστους. Οι διάφορες τοξίνες και τα αποτελέσματά τους πάνω στο ζωικό κεφάλαιο έχουν περιγραφεί με αρκετές λεπτομέρειες από τους McBarron (1976) και Everist (1981), ενώ οι τοξίνες για τα πιο σημαντικά από τα ψυχρόβια είδη, όπως τα

είδη *Lolium*, *Phalaris*, *Festuca* και *Trifolium* έχουν περιγραφεί από τους Culvenor (1973, 1987), Lloyd – Davis (1987), Nelson και Moser (1994) και Bacon (1994).

Πίνακας 7.4. Μερικά βλαβερά οργανικά σύμπλοκα ευρέως συναντώμενα σε φυτά που βόσκονται από τα ζώα

Χημική ομάδα	Σύμπλοκο (χημική ένωση)	Κύρια προσβαλλόμενα κτηνοτροφικά φυτά	Ανωμαλίες στα ζώα
Αλκοόλες	Τρεμετόλη Ακετυλενικές αλκοόλες	Λόλιο, <i>Eupatorium rugosum</i> Umbelliferous spp. π.χ. <i>Oenanthe crocata</i>	Ρίγη, σπασμοί Ρίγη, σπασμοί
Γλυκοσίδες	Κυανογενικές (νιτρίλιο) γλυκοσίδες Αζωγλυκοσίδες, π.χ. tycasin Καρδιακές γλυκοσίδες π.χ. oleandrin	Σόργο, λευκό τριφύλλι, <i>Nerium oleander</i>	Ανοξία (μη οξυγόνωση ιστών): έκπληξη, θάνατος Ανοξία (μη οξυγόνωση ιστών): έκπληξη, θάνατος
Οξαλικά οξέα	Μεταλλικά άλατα και οξέα	<i>Oxalis</i> , <i>Rumex</i> , <i>Chenopodiaceae</i>	Χαμηλό ασβέστιο, χαμηλό γάλα, αναιμία
Μονοκαρβο-ξυλικά οξέα	Ζυμώσιμο γαλακτικό οξύ Betenolide	Σπόροι που περιέχουν υψηλούς υδατάνθρακες <i>Fusarium</i> (νυκτοξίνη στην υψηλή φεστούκα)	Υπερφαγία “πόδι της φεστούκας”
Αμινοξέα	Μιμοζίνη Ινδοσπικίνη	<i>Leucaena, mimosa</i> Indigofera	Πενιχρό κέρδος βάρους Πενιχρό κέρδος βάρους, αποβολή
πρωτεΐνες	Θυαμινάση	Φτέρη	Τα μονογαστρικά (π.χ. τα άλογα) παρουσιάζουν ρίγη μη συντονισμού, θάνατος
Αλιφατικά	Γλυκοζινόλες (θιογλυκοσίνες) Αλληλο-πολυσουλφίδες	Ελαιοκράμβες Ραδίκι, μουστάρδα Κρεμμύδια	Πρήξιμο Πρήξιμο Αναιμία, άρωμα στο γάλα
Αλικυκλικά	Τερπένια Τριτερπένια Σαπωνίνες	Καμφορά, <i>Delphinium</i> Ποικίλα είδη στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα πεπονοειδή Ψυχανθή, π.χ. μηδική	Πολλαπλά συμπτώματα, μερικές φορές θάνατος Φωτοευαισθητοποίηση, παράλυση, θάνατος Πενιχρό κέρδος ζώντος βάρους, ένας παράγοντας τυμπανισμού
Κουμαρίνες	Δικουμαρόλη	<i>Anthoxanthum</i> , είδη μελίλωτου	Αιμορραγία, νάρκωση, θάνατος
Ισοφλαβίνο-ειδή	Φορμονονεντίνη	Υπόγειο και κόκκινο τριφύλλι	Στειρότητα, δυσκολία στον τοκετό
Αλκαλοειδή	Μιμοζίνη Κοντίνη Αλκαλοειδής πυρολιζιδίνη, π.χ. ηλιοτρίνη Αλκαλοειδής κυνολιζιδίνη π.χ. λουπινίνη Αλκαλοειδής ινδόλη, π.χ. ακλαλοειδής τρυπταμίνη Γλυκοαλκαλοειδή, π.χ.	<i>Leucanea leucocephala</i> <i>Conium</i> Ευρύ φάσμα, π.χ. <i>Echium, Heleiotropium, Senecio, Crotolaria</i> Λούπινο, Μυκοτοξίνη <i>Promopsis</i> Φαλαρίδα, μυκοτοξίνη	Απώλεια τριχώματος, στειρότητα Παράλυση, θάνατος Ηπατικές βλάβες, θάνατος Παράλυση, σπασμοί, θάνατος Παράλυση, σπασμοί, θάνατος Παράλυση, σπασμοί,

σολανιδίνη		λόλιου	θάνατος	
Διτερπενοειδή	αλκαλοειδή	Πράσινη πατάτα	Παράλυση,	σπασμοί,
π.χ. δελφινίνη		<i>Delphinium</i>	θάνατος	

Οι συγκεντρώσεις των τοξικών συμπλόκων ποικίλουν μέσα στα είδη. Είναι δυνατό λοιπόν, να επιλεγούν και να καλλιεργηθούν ποικιλίες που να περιέχουν επίπεδα χαμηλά ή να μην περιέχουν καθόλου τοξικά σύμπλοκα. Για παράδειγμα, οι συγκεντρώσεις των αλκαλοειδών στους σπόρους της φαλαρίδας (*Phalaris aquatica*) ποικίλουν από 0,05 έως 1,8 mg ανά gr (Oram και Williams 1976) και οι ποικιλίες του υπόγειου τριφυλλίου (*Trifolium subterraneum*) περιέχουν συγκεντρώσεις φορμονονετίνης που κυμαίνονται από 0 έως 20 mg ανά gr.

Εντούτοις, αυξητικά, οι ζωικές αταξίες (ανωμαλίες) έχουν αναγνωριστεί ότι προκαλούνται τόσο από τα χημικά σύμπλοκα που ενυπάρχουν εντός των φυτών, όσο και από τα βακτήρια και τους μύκητες που παρασιτούν στο φυτό ή εντός αυτού. Για παράδειγμα, «οι κλωνισμοί του λόλιου» είναι ένα μείζον πρόβλημα για τα βόσκοντα, πρόβατα και βοοειδή, το οποίο προκαλεί το πολυετές λόλιο (*Lolium perenne*) στα ποολίβαδα των εύκρατων περιοχών. Οι κλωνισμοί πολύ πιθανόν να προέρχονται από τους παράγοντες που προκαλούν τρέμουλο (lolitremes). Αυτά είναι χημικές ενώσεις που παράγονται από ένα ενδοφυτικό μύκητα, τον *Acremonium loliae* (Bacon 1994). Ο ενδοφυτικός μύκητας σχηματίζει μια συμβιωτική σχέση με το φυτό ξενιστή του και συνιστούν μαζί, μια μοναδική οικολογική οντότητα. Στενά συσχετισμένες τοξίνες παράγονται επίσης στο επιφανειακό έδαφος των λειμώνων του λόλιου από τον *Penicillium* και από μόνη της η πόα παράγει αλκαλοειδή (Culvenor 1987). Δυστυχώς, το ενδόφυτο *Acremonium loliae* προστατεύει το λόλιο απέναντι στο *Listronotus bonariensis* (Argentine stem weevil) και κατά κάποιο τρόπο, διεγείρει την αύξηση σε σχέση με τα μη προσβληθέντα φυτά (Latch, Hunt & Musgrave 1985). Το φαινόμενο αυτό είναι ένα ευρέως διαδεδομένο φαινόμενο και επανεισάγει τις ανάγκες για ανταλλαγές. Οι μύκητες αυτοί είναι δυνατό από το ένα μέρος να ενισχύουν την διατήρηση (εμμόνη) και την παραγωγή, αλλά ταυτόχρονα περιέχουν μειωμένης ποιότητας παράγοντες. Κάποια άλλα μυκητικά ενδόφυτα, τα *Acremonium coenophialum* και τα είδη της *Balansia* επιδροούν στην *Festuca arundinacea*. Ξανά οι μύκητες μεταφέρονται στους σπόρους και με τον τρόπο αυτό διασπείρονται στα ποολίβαδα των εύκρατων περιοχών. Οι Bacon και συνεργάτες 1986, έχουν αποδείξει ότι ένα είδος παρασιτικού μύκητα, ο *Balansia epichloe*, παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα ποών – ξενιστών και γεωγραφική εμφάνιση. Αυτό μπορεί να προκαλέσει ένα εύρος ανωμαλιών στα ζώα όπως αυτές περιγράφονται στις Η.Π.Α., και είναι το πόδι της φεστούκας, η νέκρωση του λίπους, το σύνδρομο του καλοκαιριού ή πενιχρές αποδόσεις (Stuedemann και συνεργάτες 1986).

Φυσικά, οι συγκεντρώσεις των βλαβερών ουσιών και ο ρυθμός κατά τον οποίο η προσβληθείσα τροφή καταναλώνεται είναι πρωταρχικής σημασίας για να διακριβωθεί η έκταση στην οποία οι ουσίες αυτές μειώνουν την παραγωγικότητα των ζώων. Αυτό φαίνεται και στον **Πίνακα 7.5**, όπου η μακράς διάρκειας γονιμότητα των προβάτων, τα οποία βόσκουν σε μονοκαλλιέργειες λιβαδιών από υπόγειο τριφύλλι, είναι αντιστρόφως ανάλογη με την γενετικά καθορισμένη συγκέντρωση της «φορμονονετίνης» στο τριφύλλι.

Η έκταση των βλαβών επηρεάζεται επίσης από τους οικολογικούς παράγοντες και τη διαχείριση. Οι συγκεντρώσεις «ισοφλαβόνης» στο υπόγειο τριφύλλι αυξάνονται τέσσερις φορές, τόσο κάτω από την ανεπάρκεια φωσφόρου (Rossiter και Beck 1966) και από την ανεπάρκεια θείου (Rossiter και Beck 1972), όσο και στην περίπτωση της υπερβολικής κατάκλισης ή της έλλειψης ύδατος (Francis και Devitt 1969). Αντιθέτως, στο νομευτικό σόργο, οι γλυκοζίδες που υδρολύονται σε κυανίδη, όταν τα φυτικά

κύτταρα διασπώνται κατά την πέψη, εν μέρει αποτοξινώνονται, εάν στην τροφή υπάρχουν υψηλά επίπεδα θείου (Wheeler, Hedges και Till 1975).

Πίνακας 7.5. Ποσοστιαία (%) αναλογία σύνθεσης και πεπτικότητας της ξηρής ουσίας της κοινής μηδικής, σε διάφορα στάδια άνθησης, όταν αυτή κόβεται συχνά για σανό.

Ποικιλία	Φορμονονετίνη [(%) της ξηρής ουσίας]	Ποσοστό γεννήσεων		
		Μετά 1 έτος	Μετά 4 έτη	Μετά 6 έτη
Dwalganup	Υψηλή (1,0 έως 1,3)	89	6	0
Yarloop	Υψηλή	82	45	26
Daliak	Χαμηλή (0,1 έως 0,2)	95	93	77
Seaton Park	Χαμηλή	88	87	80
Μάρτυρας	Μηδέν	91	59	85

Στα μηρυκαστικά, όταν αυτά βόσκουν τα ψυχανθή, παρατηρείται τυμπανισμός, ένα φούσκωμα δηλαδή της κοιλίας και του εντέρου, εξαιτίας της συσσώρευσης ενός σταθερού, επίμονου αφρού. Αυτός είναι ευρέως διαδεδομένος, σε τέτοιο σημείο μάλιστα ώστε, οι αγρότες πολλές φορές πρέπει να αποφεύγουν τις βοσκές που έχουν ως βάση τα τριφύλλια. Ο έλεγχος άλλωστε, ο οποίος μέχρι ενός σημείου δεν είναι πάντοτε εφικτός, επιτυγχάνεται με τον ψεκασμό των ποολίβαδων με έλαια και απολυμαντικά που εμφανίζουν αντιαφρώδεις ιδιότητες (Lloyd - Davies 1987). Η διασταύρωση των φυτών ή η επιλογή των φυτών με υψηλά συμπυκνωμένες ταννίνες ή με υψηλά επίπεδα επιδερμικών κηρών προσφέρουν κάποιες άλλες στρατηγικές ελέγχου (Rumbaugh 1985).

Σε ότι αφορά τη φύτευση ειδικά επιλεγμένων μη επιβλαβών ποικιλιών, το θέμα αυτό θα μας απασχολήσει στο **εδάφιο 7.7**.

Οι τοξικές επιδράσεις της «μιμοζίνης» στη *Leucanea leucocephala*, ένα τροπικό θάμνο που χρησιμοποιείται από τα βόσκοντα ζώα, έχουν μειωθεί με την εισαγωγή μικροοργανισμών που μεταβολίζουν την «μιμοζίνη» στο στομάχι, μικροοργανισμοί που επιβιώνουν και διασπείρονται άμεσα (Jones 1985).

Χωρίς να παραβλέπουμε τους παραπάνω τρόπους ελαχιστοποίησης των επιδράσεων των επιβλαβών ουσιών, η πλέον ασφαλής διαχείριση των ποολίβαδων που περιέχουν επιβλαβή συστατικά αποτελεί ακόμη, η διασφάλιση που προκύπτει από το γεγονός ότι η ποώδης βλάστηση βόσκειται, είτε όταν αυτή βρίσκεται στο έλασσον τοξικό στάδιο, είτε όταν τα ζώα έχουν μερικώς γεμάτο στομάχι και σε συνδυασμό με άλλες τροφές, ώστε η δίαιτά τους να είναι ανάμικτη και οι τοξίνες να διαλύονται.

7.4. Η δομή του λιβαδιού

Η πρόσληψη της τροφής από τα ζώα επηρεάζεται από το ύψος της βλάστησης, τα ποσοστά των φύλλων, την πυκνότητα και την κατανομή, κατά δύο τρόπους. Πρωτίστως, ο ρυθμός της λήψης είναι μεγαλύτερος, όταν η ποώδης βλάστηση είναι υψηλή, φυλλώδης και πυκνή και δευτερευόντως, τα ζώα θα επιλέξουν την τροφή την οποία μπορούν να καταναλώσουν πιο εύκολα, π.χ. διαφορές στη δομή του λιβαδιού οδηγούν στην επιλεκτική βόσκηση. Τα χαρακτηριστικά όμως του λιβαδιού που μεγιστοποιούν την πρόσληψη διαφέρουν ουσιωδώς μεταξύ των διαφόρων ειδών ζώων, διότι αυτά νέμονται με διαφορετικούς τρόπους. Τα πρόβατα δεν εκτείνουν τη γλώσσα τους και μπορούν να δαγκώσουν κάθε φορά σε πλάτος μέχρι 4 εκ. (ανάλογα με την

ηλικία τους), ενώ με τα βοοειδή, η πρόσληψη ανά δήγμα (δαγκωνιά) καθορίζεται από το μέγεθος της αψίδας που δημιουργείται λοξά προς τα πίσω από την γλώσσα κατά τη διάρκεια της πρόσληψης. Είναι επίσης προφανές ότι τα πρόβατα και τα βοοειδή μπορούν να μάθουν τις ικανότητες βόσκησης.

Η επίδραση της δομής της κομοστέγης του λιβαδιού στην επιλεκτική βόσκηση είναι μαχητή (Hodgson, Clark και Mitchell 1994). Στα βοσκόμενα λιβάδια της εύκρατης ζώνης, με βάση παρατηρήσεις της κατακόρυφης κατανομής των στοιχείων της κομοστέγης των λιβαδιών, έχει αποδειχθεί ότι υφίσταται πολύ μικρή διαφορά μεταξύ της σύνθεσης της δίαιτας και της σύνθεσης των ανωτέρων στρώσεων της κομοστέγης που τα ζώα έχουν βοσκήσει. Υπάρχει μια μη – διακριτική μορφή βόσκησης, υπερτιθέμενη μιας μη τυχαίας κατανομής των στοιχείων του λιβαδιού, η οποία περιγράφεται ως «παθητική επιλογή». Αυτό οδηγεί σε μια γραμμική σχέση μεταξύ της αναλογίας του τριφυλλιού στα επιφανειακά στρώματα του λιβαδιού και της αναλογίας του τριφυλλιού στην επιλεγείσα ποώδη βλάστηση (Hodgson και συνεργάτες 1994).

Υφίσταται όμως και μια επαρκής απόδειξη ότι η επιλεκτική βόσκηση επηρεάζεται από τη δομή του λιβαδιού. Αυξήσεις τόσο σε ύψος όσο και σε πυκνότητα (αριθμός βλαστών ανά τετραγωνικό μέτρο) των τεχνητά παρασκευαζόμενων ποολίβαδων οδηγούν σε αυξήσεις της πρόσληψης με την αύξηση της ποσότητας της τροφής που απομακρύνεται με κάθε δήγμα από 0 έως 200 mg ανά δήγμα προβάτου (Black και Kenney 1984). Η τροφή που απομακρύνεται ανά δήγμα αυξάνεται γραμμικά με το ύψος του λιβαδιού σε ύψος τουλάχιστο πάνω από 30 εκατοστόμετρα (Allden και Whittaker 1970). Η αύξηση αυτή με το ύψος δεν σχετίζεται απαραίτητα με τις αλλαγές στην πυκνότητα του λιβαδιού με το ύψος (Hodgson 1981). Αυτό βοηθάει στο να εξηγηθεί γιατί η πρόσληψη της βοσκήσιμης ύλης από τα ζώα ποικίλει με τις εποχές. Ανεξάρτητα από την ποσότητα της διαθέσιμης τροφής, η πρόσληψη είναι μεγαλύτερη στα όρθια εαρινά ποολίβαδα της Αγγλίας (Hodgson, Capriles και Fenlon 1977). Συμπληρωματικά με την ποικιλιότητα της πρόσληψης με το ύψος του λιβαδιού, το μέγεθος του δήγματος των βοοειδών που βόσκουν σε τροπικά ποολίβαδα, τα οποία συνήθως είναι υψηλά και αραιά (λίγοι βλαστοί ανά τετραγωνικό μέτρο), αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας και του φυλλώματος (φύλλα ανά μονάδα ύψους) (Stobbs 1973b). Έτσι, όπως βρέθηκε από τον Stobbs 1973b, το αζωτούχο λίπασμα αυξάνει το μέγεθος του δήγματος των βοοειδών με την αύξηση του φυλλώματος στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης της *Setaria sphacelata* και της *Chloris gayana*, ενώ η λίπανση μείωσε το μέγεθος του δήγματος στα ώριμα λιβάδια, διότι δημιούργησε στα αγρωστώδη υψηλότερα στελέχη και περιεχόμενα ταξιανθιών και λιγότερα προσπελάσιμα φύλλα. Σε άλλα πειράματα, οι Kenney και Black (1984) βρήκαν ότι ο ρυθμός της πρόσληψης διπλασιάστηκε, καθώς το μήκος του υλικού της τροφής (στην περίπτωση τους, το κομμένο άχυρο) μειώθηκε από τα 30 στα 4 εκατοστόμετρα.

Από τα παραπάνω πειράματα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, με ίσα τα άλλα στοιχεία, όπως π.χ. οι παράγοντες ευαισθησίας, η πρόσληψη της τροφής από τα πρόβατα και τα βοοειδή θα είναι υψηλότερη από την ποώδη φυτική βλάστηση που είναι υψηλή, με πολλά φύλλα, πυκνή σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του δήγματος του ζώου και η οποία τεμαχίζεται σε μικρά τεμάχια. Πειράματα βόσκησης επιβεβαιώνουν ότι, καθώς ο χρόνος βόσκησης αυξάνει και η ποσότητα της τροφής μειώνεται, παρατηρείται μια πτώση της προσλαμβανόμενης τροφής ανά δήγμα, η οποία μπορεί να είναι μεγαλύτερη για τα βοοειδή απ' ό,τι για τα πρόβατα και μια τάση για αύξηση του χρόνου που αυτός αναλώνεται για βόσκηση (Forbs και Hodgson 1985). Όμως, ενώ τα πυκνά τροπικά λιβάδια επιτρέπουν μεγαλύτερη πρόσληψη απ' ό,τι τα ανοικτά λιβάδια, στην περίπτωση των ποολίβαδων της εύκρατης ζώνης η πυκνότητα των βλαστών μπορεί να

έχει μικρή επίδραση στην πρόσληψη της τροφής (Forbs και Hodgson 1985). Ακόμη, υπάρχει ένα όριο στο οποίο τα ζώα μπορούν να συμβιβαστούν με την ελαττωμένη πρόσληψη ανά δήγμα. Οι Stobbs (1973α) και Jamieson & Hodgson (1979) βρήκαν ότι τα βοοειδή και τα πρόβατα, σπάνια λαμβάνουν περισσότερα από 36.000 δήγματα ανά ημέρα, ανεξαρτήτως του μεγέθους του δήγματος.

Η δομή του λιβαδιού και η αναλογία του πράσινου, σε αντίθεση με το νεκρό υλικό, είναι οι πλέον υπεύθυνοι παράγοντες για την επιλογή της διαίτας. Μόνο οι παράγοντες ευαισθησίας (γεύση, οσμή και υφή), τους οποίους δεν μπορούμε να ποσοποιήσουμε, μπορεί να είναι ίσης σημασίας (Black, Kenney και Colebrook 1987). Τα ζώα επιλέγουν την τροφή, την οποία μπορούν εύκολα να καταναλώσουν (Kenney και Black 1984). Διακρίνουν (επιλέγουν) πάνω στη βάση του ρυθμού της πρόσληψης ανάμεσα στα φυτά ή τα μέρη των φυτών μολονότι τα πρόβατα παρουσιάζουν δυσκολίες στο να επιλέγουν μεταξύ των μερών που βρίσκονται σε απόσταση 2 εκατοστόμετρα το ένα με το άλλο (Black και συνεργάτες 1987). Η σημασία του μεγέθους των μορίων συνεχίζεται στη μεγάλη κοιλία. Ο Wilson (1986), υποστηρίζει ότι ο ρυθμός της μετακίνησης της τροφής εκτός της μεγάλης κοιλίας είναι το αποτέλεσμα μια διαδικασίας ρευστού στροβιλισμού που δεν διαφέρει πολύ από την κίνηση της άμμου στο νερό. Το μέγεθος των μορίων με την υψηλότερη πιθανότητα να απομακρυνθεί από τη ροή του στρόβιλου είναι 0,23 χιλιοστόμετρα.

Η δομική ισχύς των φύλλων ή των βλαστών, η δύναμη που απαιτείται για την απομάκρυνσή τους και ο αριθμός ανά δήγμα επηρεάζει επίσης την επιλογή της διαίτας. Η έρευνα αναφορικά με την ανθεκτικότητα, την δύναμη τάσης και τις ιδιότητες θραύσης της δέσμης των ιστών αποπειράθηκε να συσχετίσει τις φυσικές απόψεις της διαίτας με την επιλεκτικότητα (Wilson 1986, 1994 και Hodgson 1986).

7.5. Η διαθεσιμότητα της ποώδους λιβαδικής βλάστησης: πίεση βόσκησης

Η πίεση που ασκείται σε ένα λιβάδι από τα αγροτικά ζώα συσχετίζει τη **βοσκοφόρτωση** (N, ζώα ανά στρέμμα) προς την ποσότητα της διαθέσιμης ποώδους λιβαδικής βλάστησης ή, με άλλο ένα όρο, την προσφερόμενη τροφή (W, kg ανά στρέμμα). Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι ζώα ανά kg ή kg ζωικής βιομάζας ανά kg διαθέσιμης ποώδους λιβαδικής βλάστησης. Εξίσου, για λόγους διαχείρισης, οι αριθμοί των ζώων μπορεί να μετατραπούν σε kg τροφής που ομοίως πρόκειται να φαγωθούν από τα ζώα. Για παράδειγμα, από στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από δέκα πειράματα που έγιναν στην Αυστραλία και την Αγγλία, η πρόσληψη της ξηρής ουσίας από γαλακτοπαραγωγές αγελάδες της φυλής Fresian κυμάνθηκε περίπου 12 kg ανά αγελάδα ανά ημέρα ή 27 g ανά kg ζώντος βάρους του ζώου (LW) ανά ημέρα. Κατά συνέπεια, η δυνατή πρόσληψη σχετιζόμενη με την διαθέσιμη ποώδη λιβαδική βλάστηση για ένα κοπάδι ράτσας Fresian N αγελάδων μπορεί να γραφεί ως:

$$P' = 12 N/W$$

(4.6.)

και

$$= 0,027 \times N \times LW/W$$

(4.7.)

Όπου: P' είναι η δυνατή πρόσληψη ανά διαθέσιμη βοσκήσιμη ποώδη λιβαδική βλάστηση, μια αδιάστατη ποσότητα που αλλάζει από ημέρα σε ημέρα καθώς, η ποώδης λιβαδική βλάστηση αυξάνει, εξαιτίας της αύξησης των φυτών και ελαττώνεται, εξαιτίας της απομάκρυνσης με τη βόσκηση.

Είναι γνωστό ότι το κατά πόσο τα αγροτικά ζώα αποδέχονται τα ποώδη λιβαδικά φυτά και τους βοσκόμενους θάμνους ποικίλει μεταξύ των ειδών που βρίσκονται στις βοσκήσιμες εκτάσεις. Έτσι, όταν το P' είναι κοντά στη μονάδα ή πάνω από αυτή, δεν δίνεται η ευκαιρία στα ζώα να επιλέξουν την δίαιτά τους, παρά μόνο στην περίπτωση που απαιτηθεί να αποβάλλουν κάποια τροφή και τότε μόνο ελαττώνεται η πρόσληψη. Διάφοροι ερευνητές λοιπόν διαπίστωσαν ότι, όταν η τιμή του P' ήταν γύρω από τη μονάδα, δεν παρατηρήθηκαν έντονες διαφορές στην ευκολία με την οποία τα ζώα αποδέχονταν σπαρμένα ψυχρόβια λιβαδικά είδη, παρότι υπήρχαν εμφανείς διαφορές, οι οποίες μείωναν την πρόσληψη και την αποδοχή στα αυτόχθονα είδη (Arnold 1964, Robards, Leigh και Mulham 1967).

Όταν το P' είναι μικρότρο από τη μονάδα, τότε συμβαίνουν αλλαγές στην συμπεριφορά, την πρόσληψη της τροφής και την παραγωγικότητα του βόσκοντος ζώου. Αυτό καθίσταται πολύ παραστατικό από μια μελέτη που έγινε στην Αγγλία και αφορούσε γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες της ράτσας Friesian που έβοσκαν σε λιβάδι με πολυετές λόλιο. Εδώ, η μείωση του P' κάτω από τη μονάδα προκάλεσε αύξηση στο χρόνο βόσκησης και τον αριθμό δηγμάτων ανά ημέρα και αλλαγές στη συμπεριφορά, δηλαδή άλλαξε ο αριθμός και το μήκος των περιόδων βόσκησης (Πίνακα 7.5). Συνεπώς, καθώς η πίεση βόσκησης μειώνεται από το 1,33 στο 1,06 και το 0,4, δηλαδή η δυνατή πρόσληψη ανά διαθέσιμη ποώδη βλάστηση πέφτει από το 1,1 στο 0,36, η ημερήσια πρόσληψη ανεβαίνει από τα 11 στα 14 Kg ανά αγελάδα αντίστοιχα. Οι αλλαγές αυτές συνέβησαν επιπρόσθετα με τις εποχιακές αλλαγές στην πρόσληψη και τη συμπεριφορά της βόσκησης (Πίνακας 7.6).

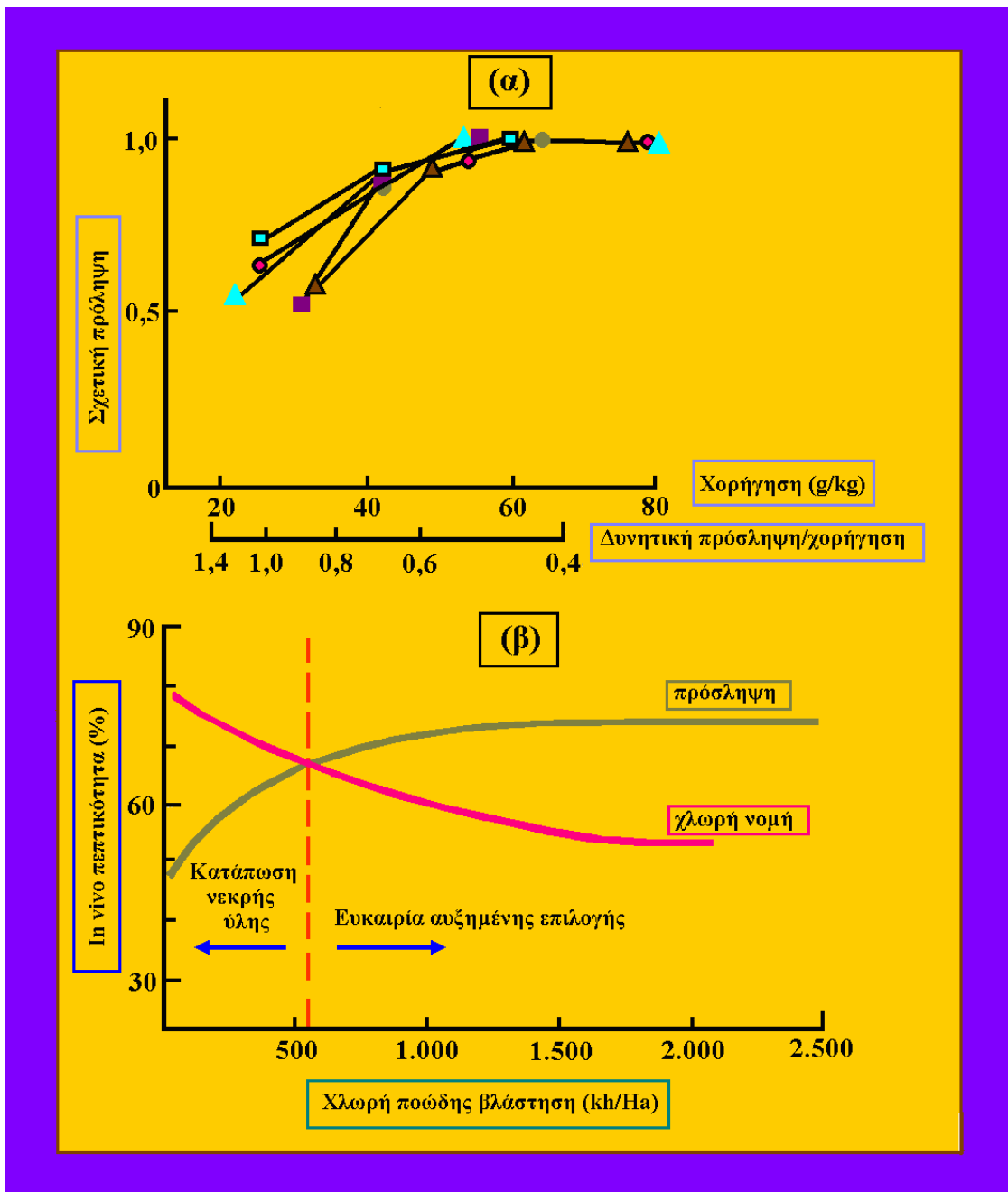
Πίνακας 7.6. Αποτελέσματα στην συμπεριφορά της βόσκησης αγελάδων της φυλής Friesian από την εποχή και την πίεση βόσκησης που βόσκησαν ένα λιβάδι με πολυετές λόλιο.

	Πιθανή πρόσληψη ανά διαθέσιμη ποσότητα λιβαδικής βλάστησης ⁽¹⁾			Εποχή ⁽¹⁾		
	1,10	0,54	0,36	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος
Πρόσληψη οργανικής ουσίας (kg/ζώο) ⁽²⁾	11,00	13,00	14,00	16,00	12,00	10,00
Χρόνος βόσκησης (ώρες)	7,60	8,70	8,80	7,70	9,00	9,40
Σύνολο ημερήσιων δηγμάτων (x 10 ³)	28,00	34,00	34,00	30,00	35,00	32,00
Μέγεθος δήγματος (g /δήγμα)	0,39	0,40	0,43	0,56	0,37	0,30
Αριθμός βόσκησης/ημέρα	0,54	6,10	6,40	6,70	6,00	5,20
Πρώτη περίοδος βόσκησης	13,70	3,50	2,70	2,10	3,60	4,30

⁽¹⁾ Οι τιμές των πιθανών ποσών πρόσληψης της λιβαδικής βλάστησης σχετικές με τη διαθέσιμη ποσότητα είναι μέσες τιμές κατά εποχή και οι τιμές για τις εποχές είναι οι μέσοι όροι για όλες τις πιέσεις βόσκησης.

⁽²⁾ Όλες οι μετρήσεις εκτός του μεγέθους δήγματος διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των χειρισμών πίεσης βόσκησης και εποχών.

Πηγή: Le Du και συνεργάτες (1979).



Εικόνα 7.7. (α) Η πρόσληψη της ποώδους βλάστησης αυξάνεται ασυμπτωτικά με την αύξηση της επιτρεπόμενης τροφής ή τη μείωση σε δυνητική πρόσληψη σε σχέση με την επιτρεπόμενη, οφειλόμενη κατά μεγάλο μέρος στο **(β)** με υψηλότερη επιλογή διαίτας και συνεπώς υψηλή ποιότητα πρόσληψης. Στο (α) η πρόσληψη από γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες κλιμακώνεται σε σχέση με την μέγιστη πρόσληψη σε κάθε ένα από τα πέντε πειράματα που έγιναν στο Ηνωμένο Βασίλειο. Το (β) αναφέρεται στη διαίτα των προβάτων στην Αυστραλία.

Πηγή: (α) Προσαρμογή από τον le Du (1979 και (β) από τους Hamilton, Hutchinson, Annis και Donnelly (1973).

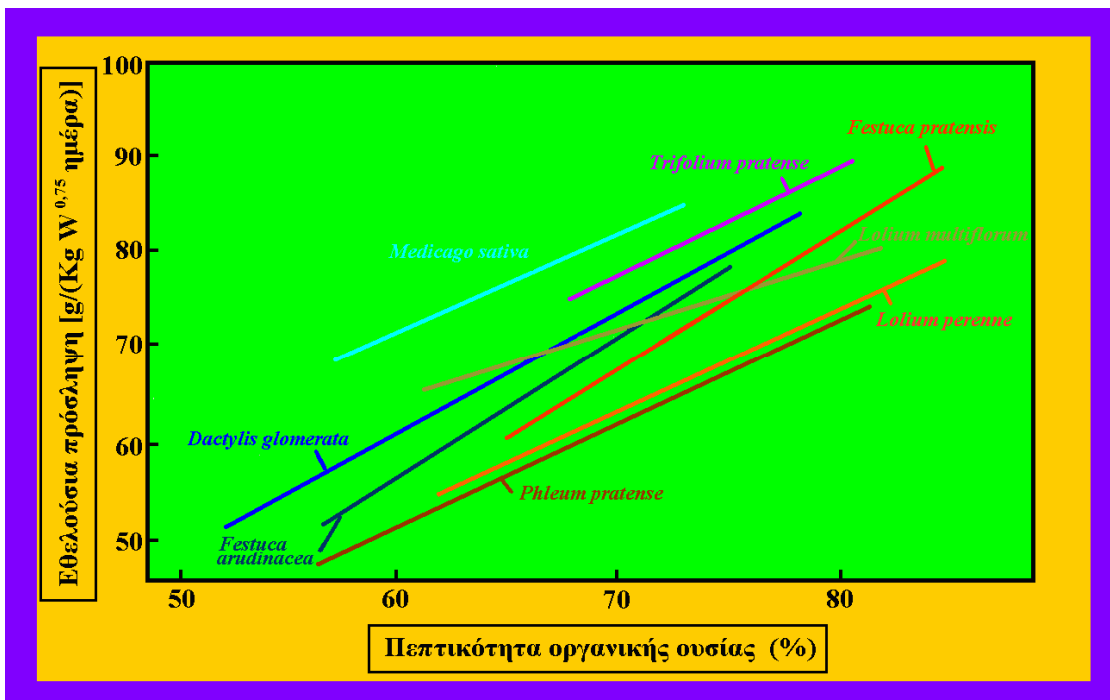
Η πρόσληψη της τροφής από το ζώο αυξάνεται ασυμπτωτικά, με την μείωση της πίεσης βόσκησης ή την αύξηση της διαθέσιμης ποώδους βλάστησης (**Εικόνα 7.7α**). Αυτό προκύπτει από τις αλλαγές στη συμπεριφορά βόσκησης, όπως παραπάνω

αναφέρθηκε, σε μεγάλο βαθμό διότι μειούμενη η πίεση βόσκησης επιτρέπει την αύξηση της επιλεγόμενης διαίτας. Μεγαλύτερη επιλογή διαίτας προκαλεί την αύξηση στην ποιότητα της τροφής που εισέρχεται στο ζώο, η οποία με τη σειρά της επιτρέπει πιο γρήγορη πέψη και διέλευση της τροφής μέσω του ζώου. Αυτό φαίνεται στην **Εικόνα 7.7β**. Η αύξηση στην ποσότητα της διαθέσιμης ποώδους βλάστησης προκαλεί την μείωση στην πεπτικότητα της προσφερόμενης πράσινης τροφής διότι αυτή αποτελείται από μια αναλογία παλιών φύλλων και βλαστών χαμηλής σχετικά πεπτικότητας. Όμως, η πεπτικότητα της συνολικής τροφής που εισέρχεται στον οισοφάγο του ζώου αυξάνεται διότι το ζώο μπορεί να αποφύγει τα νεκρά υλικά και να καταστεί σε αυξανόμενο βαθμό επιλεκτικό αναφορικά με την ποιότητα της πράσινης ποώδους βλάστησης που καταναλώνει. Το ποσοστό του πράσινου υλικού που προσλαμβάνει ένα πρόβατο από τέσσερα ψυχρόβια πολυετή αγρωστώδη αυξάνεται με την ποσότητα της προσφερόμενης τροφής με ένα ασυμπτωτικό τρόπο:

$$g = 95 [1 - \exp(-0,0022 W)] \quad (7.8)$$

$$(r^2 = 0,85)$$

Όπου: **g** είναι το ποσοστό της πράσινης τροφής, και το **W**, κυμαίνεται από το μηδέν έως τα 2.500 Kg τροφής ανά Ha (Hamilton και συνεργάτες 1973).



Εικόνα 7.8. Σχέση μεταξύ της πρόσληψης και της πεπτικότητας για διάφορα ψυχρόβια αγρωστώδη και ψυχανθή είδη. Η πρόσληψη σχετίζεται με το σωματικό βάρος υψούμενο στη 0,75 δύναμη, ώστε να συσχετιστεί με το «μεταβολικό βάρος», δηλαδή, για να ελαχιστοποιηθούν οι διαφορές μεταξύ των διαφορετικού μεγέθους αγροτικών ζώων.

Πηγή: Προσαρμογή από τον Minson (1982).

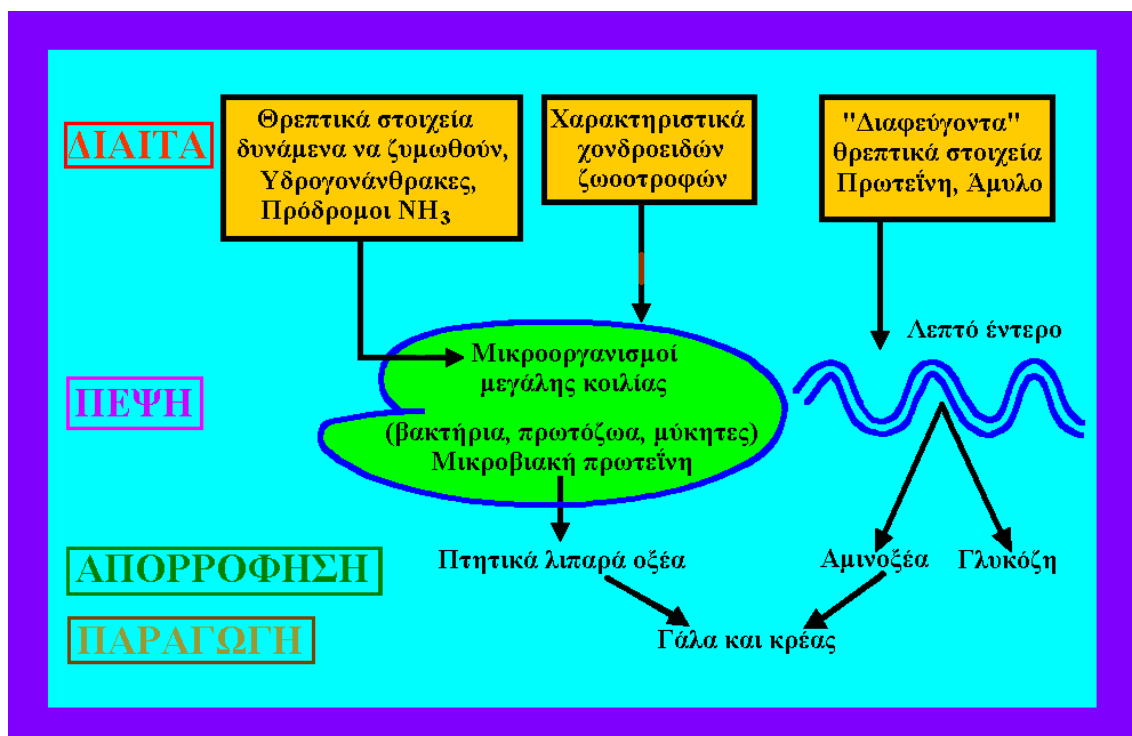
Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα αποτελέσματα της διαχείρισης, όπως αυτό της πίεσης της βόσκησης στην πρόσληψη, είναι μετρίως ευρέα μέσω των αλλαγών στην πεπτικότητα της διαίτας. Εμείς θα μπορούσαμε να περιμένουμε μια θετική

καμπυλόγραμμη σχέση μεταξύ της πρόσληψης και της πεπτικότητας της εισερχόμενης στο ζώο τροφής. Εντούτοις, όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 7.8**, η οποία αθροίζει το μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων που συνελέγησαν από ψυχρόβια είδη, η πρόσληψη αυξάνεται σχεδόν γραμμικά μεταξύ των τιμών της πεπτικότητας από το 55% έως και το 80%, το οποίο είναι και το εύρος που κοινά βρίσκεται στα εκτατικά ποολίβαδα. Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στην **Εικόνα 7.8**, και τα δεδομένα άλλων εργασιών (π.χ. των Milford και Minson 1966, σε εννιά τροπικά είδη) δείχνουν, σε ότι αφορά τα λιβαδικά είδη και τις συνθήκες βόσκησης, ότι υφίστανται μεγάλες διαφορές στην πρόσληψη των ποικίλων μορφών της ποώδους λιβαδικής βλάστησης που έχει την ίδια πεπτικότητα (όρα επίσης, **εδάφιο 7.2.2**).

7.6. Τύπος και παραγωγικότητα του βόσκοντος ζώου

Δεν είναι δυνατό να καθοριστεί η αξία της τροφής για την παραγωγικότητα του ζώου, χωρίς να αναφερθούμε στα ζώα, από τα οποία αυτή πρόκειται να καταναλωθεί. Κατά ιδανικό τρόπο, η πληροφόρηση πρέπει να αναφέρεται σε ότι αφορά:

- (1) την πιθανότητα πρόσληψης της τροφής,
- (2) τη δυνατή απόδοση των απορροφούμενων θρεπτικών ουσιών, και
- (3) τη δυνατή απόδοση της απορροφούμενης ενέργειας ή των δεδομένων από τα οποία μια τέτοια πληροφορία μπορεί να εξαχθεί (Graham, 1983).



Εικόνα 7.9. Σχηματική παράσταση της πέψης στη μεγάλη κοιλία μιας βασικής διαίτας συμπληρωμένης με παρακάμπτοντα θρεπτικά στοιχεία. Η πρόσληψη του φυτικού υλικού που μπορεί να ζυμωθεί επηρεάζεται από την ποσότητα της διαφεύγουσας ή της παρακάμπτουσας πρωτεΐνης και των χαρακτηριστικών των ινωδών στοιχείων της διαίτας, ενώ η αποτελεσματικότητα της μετατροπής της τροφής επηρεάζεται από το παρακάμπτον άμυλο.

Όπου η ποώδης βλάστηση είναι η μόνη πηγή τροφής για τα βόσκοντα μηρυκαστικά, η μεγάλη κοιλία πρέπει να εφοδιάζεται με όλα τα απαραίτητα θρεπτικά

στοιχεία για την επαρκή ενζυματική πέψη. Οι πρωτεΐνες και το άμυλο που «διαφεύγουν» από τη μεγάλη κοιλία, χωρίς να αποσυντεθούν, παρέχουν ενέργεια για κάθε απαιτούμενη φυσιολογική δραστηριότητα π.χ. εγκυμοσύνη και γαλακτισμός (Εικόνα 7.9).

Επίσης, υπάρχει ανάγκη να κατανοηθεί η βόσκηση ή η συμπεριφορά απόληψης της ποώδους λιβαδικής βλάστησης από τα ζώα, έτσι ώστε, τα χαρακτηριστικά των σχέσεων μεταξύ του διαιτολογίου του ζώου και της εκλογής του φυτού να γίνουν καλύτερα κατανοητά. Για το λόγο αυτό, θα παρατεθούν στη συνέχεια μερικές ενδιαφέρουσες μεταβλητές, με την μορφή των εξισώσεων που ακολουθούν.

Αυτές είναι:

$$HI + GT \times RB \times IB \quad (7.9)$$

$$IB = BV \times \theta H \quad (7.10)$$

$$BV = BD \times BA \quad (7.11)$$

Όπου: **HI** είναι η πρόσληψη ποώδους λιβαδικής βλάστησης ανά ημέρα.

GT είναι ο χρόνος βόσκησης,

RB είναι ο ρυθμός δηγμάτων (αριθμός/χρόνο),

IB είναι η πρόσληψη ανά δήγμα,

BV είναι ο όγκος του δήγματος

\theta H είναι η χύδην πυκνότητα της ποώδους λιβαδικής βλάστησης,

BD είναι το βάθος του δήγματος, και καθορίζεται από την κάθετη απόσταση μεταξύ της επιφάνειας του ποολίβαδου και του πέρατος των αποφυλλωθέντων φύλλων και βλαστών, και

BA είναι η επιφάνεια του δήγματος, η οποία είναι κάθετη προέκταση της επιφάνειας της βλάστησης που καταλαμβάνεται από ένα μόνο δήγμα.

Ο παράγοντας **BD** είναι περισσότερο υπεύθυνος από τον **BA** για τις μεταβολές που επέρχονται στις συνθήκες ποολίβαδου και συνήθως, είναι ο μείζων παράγοντας που καθορίζει τους παράγοντες **BV** και **IB**, που πράγματι υφίσταται για ένα σύνολο φυτοφάγων ειδών, φυτικών ειδών και συνθηκών ποολίβαδου.

7.6.1. Ο τύπος του βόσκοντος ζώου

Σύμφωνα με τον Weston (1982), οι σημαντικότεροι παράγοντες για την πρόσληψη της βοσκήσιμης ύλης είναι ο **τύπος**, το **βάρος**, η **φυσιολογική κατάσταση** και η **παραγωγικότητα** του βόσκοντος ζώου. Τα ζώα διαφέρουν ως προς την φυσική τους ικανότητα να καταναλώνουν (μέγεθος δήγματος, χρόνος βόσκησης, όγκος μεγάλης κοιλίας κτλ.), την ικανότητά τους να χρησιμοποιούν μια τροφή που τους παρέχεται και τέλος, τις απαιτήσεις τους για τροφή. Από τις μεταβλητές που επηρεάζουν την πρόσληψη, η πεπτικότητα μπορεί να κυμανθεί πάνω από δύο φορές, η αποτελεσματικότητα του μεταβολισμού μπορεί να κυμανθεί λιγότερο από δύο φορές και η πρόσληψη μπορεί να κυμανθεί πάνω από πέντε φορές (Egan και συνεργάτες 1986). Συνεπώς, οι διαφορές μεταξύ του τύπου των ζώων, οι οποίες επηρεάζουν την πρόσληψη της τροφής, είναι σημαντικής αξίας.

Η λεπτομερής θεώρηση των χαρακτηριστικών του τρόπου με τον οποίο το ζωικό κεφάλαιο τρέφεται, είναι πέρα από την πρόθεση αυτού του βιβλίου. Αντίθετα, οι διαφορές ανάμεσα στα ζώα και στην ικανότητά τους να αποσπών θρεπτικά στοιχεία

από τα λιβάδια είναι του ενδιαφέροντος και της δυναμικής σημασίας της διαχείρισης των βοσκήσιμων εκτάσεων. Για παράδειγμα, τα πρόβατα με μικρότερο μέγεθος δήγματος και χείλη που μπορούν να κινηθούν μακριά από τα δόντια, βόσκουν εγγύτερα στο έδαφος από τα βοοειδή. Γι αυτό, τα πρόβατα συχνά βόσκουν στα λιβάδια αμέσως μετά την απομάκρυνση των βοοειδών, ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη χρησιμοποίηση της διαθέσιμης ποώδους λιβαδικής βλάστησης. Τα γίδια είναι δυνατόν να μην επιθυμούν και να μην επιλέγουν τα ψυχανθή στις μικτές καλλιέργειες αγρωστωδών – ψυχανθών, και συχνά να επιθυμούν και να επιλέγουν αποξυλωμένες πόες ή ώριμες ταξιανθίες, χρησιμοποιώντας με αυτό τον τρόπο τροφή που τα άλλα ζώα τις απορρίπτουν. Πρόβατα και γίδια μαζί, μπορούν συνεπώς, πιο αποτελεσματικά να εκμεταλλευτούν την βοτανική σύνθεση και να χρησιμοποιήσουν τα μικτά με αγρωστώδη και ψυχανθή λιβάδια, απ' ότι θα μπορούσαν αυτά τα είδη από μόνα τους.

Η επιλογή του διαιτολογίου, όπως στις προαναφερθείσες περιπτώσεις των προβάτων, των γιδιών και των βοοειδών, μπορεί να είναι περισσότερο υπεύθυνη για τις διαφορές που αναφέρονται στην προφανή πεπτικότητα παρά για τις διαφορές που αναφέρονται στην ικανότητα των ζώων να αποσπούν μέσα στη μεγάλη κοιλία θρεπτικά στοιχεία από την ποώδη λιβαδική βλάστηση. Ο Taylor (1986), τονίζει την αποτυχία μιας έρευνας που αφορούσε στην πρόσληψη βοσκήσιμης ύλης για να επιτρέψει να εντοπιστούν οι μορφές συμπεριφοράς των ζώων και να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις, αλλά την τελευταία δεκαετία του 20^{ου} αιώνα (π.χ. Hodgson και συνεργάτες 1994) υπήρξε αυξημένη προσοχή σ' αυτή την περιοχή της έρευνας.

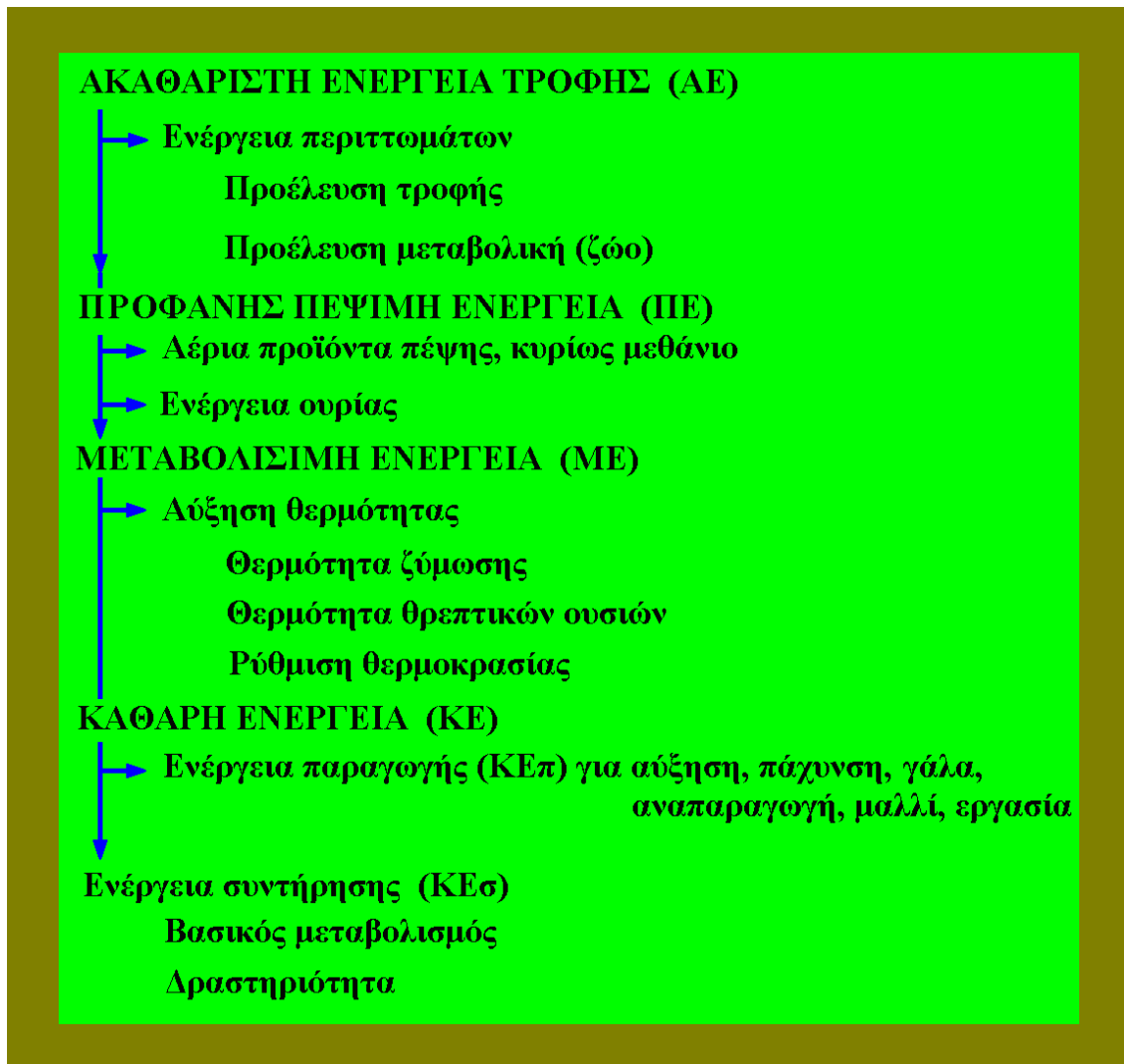
Η πρόσληψη της τροφής με τις ίδιες μετρήσιμες ιδιότητες (π.χ. πεπτικότητα), μπορεί να ποικίλει μεταξύ των τύπων των ζώων. Για παράδειγμα, η πρόσληψη χωρίς την δυνατότητα επιλογής ποικίλει ανάμεσα στα αντίθετα (αντίπαλα) ζώα που συγκατοικούν στα Αυστραλιανά λιβάδια. Από τους Forbes & Tribe (1970) συγκρίθηκαν η πρόσληψη σανού μηδικής και σανού βρώμης, ανά μονάδα μεταβολικού βάρους σώματος ($LW^{0.75}$; Kleiber, 1961), από τα κόκκινα και τα γκριζα καγκουρό με αυτόν που προσλάμβαναν τα πρόβατα και βρέθηκε ότι η πρόσληψη από τα πρόβατα ήταν μεγαλύτερη. Επίσης, η χρονική διάρκεια που η τροφή έμενε στο ζώο ήταν μεγαλύτερη στα πρόβατα, 70 ώρες κατακράτησης του άχυρου από τα πρόβατα περίπου, με τις 44 ώρες από τα καγκουρό και τέλος, τα πρόβατα έπεσαν το άχυρο πολύ καλύτερα απ' ότι τα καγκουρό, κυρίως, λόγω της μεγαλύτερης ικανότητας που έχουν να πέπτουν τα ινώδη συστατικά. Αυτό δίνει έμφαση στην ανάγκη μέτρησης της ποιότητας της βοσκήσιμης ποώδους βλάστησης, με ταυτόχρονο σεβασμό στην πιθανότητα το ζωικό κεφάλαιο να βοσκήσει την τροφή.

7.6.2. Η χρησιμοποίηση της ενέργειας

Η πέψη των υδατανθράκων, των λιπιδίων και των πρωτεϊνών απελευθερώνουν ενέργεια με τη μορφή των χημικών συστατικών, τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν είτε από το ζώο, είτε από τον μικροβιακό πληθυσμό του εντέρου. Τα τελικά προϊόντα της πέψης περιλαμβάνουν πτητικά λιπαρά οξέα, γαλακτικό οξύ, διοξειδίο του άνθρακα, μεθάνιο, γλυκόζη και αμινοξέα (**Εικόνα 7.9**). Η οξειδωση των ουσιών αυτών παράγει θερμότητα. Η μέτρηση της θερμότητας χρησιμοποιείται για να εκτιμήσουμε την ενέργεια που μπορεί να εξαχθεί από την τροφή, και οι χρησιμοποιούμενες μονάδες είναι Joules ανά βάρος τροφής ή συνηθέστερα Joules x 10⁶ ή MJ. Τα ζώα δεν χρησιμοποιούν την ενέργεια στην τροφή που καταναλώνουν, όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 7.10** (σηματική αναπαράσταση της αναγνωρισμένης κατανομής της ενέργειας).

Τα ζώα χρησιμοποιούν καθαρή ενέργεια με διαφορετικούς τρόπους. Όταν η τροφή συντηρεί το ζων βάρος του σώματος, η καθαρή ενέργεια της τροφής είναι ίση με

την ενέργεια συντήρησης (ΚΕσ). Επιπρόσθετα, μπορεί να υπάρξει καθαρή ενέργεια για παραγωγή (ΚΕπ), που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αύξηση, γαλουχία κλπ., όπως φαίνεται στην **Εικόνα 7.10**.



Εικόνα 7.10. Ο επιμερισμός ή η κατάληξη της ενέργειας στην τροφή, όπως αυτή χρησιμοποιείται από τα ζώα.

Πηγή: Προσαρμογή από τους Pearson & Ison (1997).

Επειδή η σχέση για την αποτελεσματικότητα της μετατροπής της μεταβολίσιμης ενέργειας σε καθαρή ενέργεια είναι γνωστή για κάθε παραγωγικό στάδιο, οι αναλύσεις της τροφής μπορεί να βασίζονται μόνο στη μεταβολίσιμη ενέργεια. Οι απαιτήσεις σε τροφή λοιπόν, μπορεί να υπολογιστούν από την περιεχόμενη στην τροφή μεταβολίσιμη ενέργεια και τις απαιτήσεις του ζώου σε μεταβολίσιμη ενέργεια. Η συγκέντρωση της μεταβολίσιμης ενέργειας στην πηγή τροφής είναι Ξ.Ο. MJ ανά kg Ξ.Ο. Οι Leng (1981), Armstrong (1982), Graham (1983), Alderman (1983) έκαναν ευρεία ανασκόπηση για την ενεργειακή αξία της ποώδους λιβαδικής βλάστησης, τις απαιτήσεις των ζώων για ενέργεια και τα βασισμένα στην ενέργεια συστήματα ανάλυσης της τροφής. Ο πρώτος μάλιστα, κατέδειξε ότι η μετατροπή της μεταβολίσιμης ενέργειας σε καθαρή ενέργεια εξαρτάται από αμφίβολης κατεύθυνσης παραδοχές της αποτελεσματικότητας της χρήσης της μεταβολίσιμης ενέργειας για τη συντήρηση και την παραγωγή. Οι αποτελεσματικότητες αυτές είναι ποικίλες και εμφανίζεται να εξαρτώνται από την

αναλογία της μεταβολίσιμης ενέργειας η οποία απορροφάται, ως ενέργεια γλυκογόνου, λιπαρών με μακριές αλυσίδες οξέων και ουσιώδη αμινοξέα.

Ο Leng (1987) επίσης, καθορίζει τις παρακάτω επιθυμητές ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας από τα ποολίβαδα για συντήρηση και παραγωγή:

- (1) η πεπτικότητα της τροφής πρέπει να είναι υψηλή, δηλαδή, να ξεπερνάει το 65%,
- (2) στο διαιτολόγιο, η διαλυτή πρωτεΐνη πρέπει να παρέχει περίπου 30g N ανά kg πεπτής ξηρής ουσίας,
- (3) η «διαφεύγουσα» διαιτολογική πρωτεΐνη πρέπει να παρέχει περίπου την ίδια πρωτεΐνη καθώς ανυψώνεται από τους μικροοργανισμούς του μεγάλης κοιλίας, δηλαδή, 200 gr πρωτεΐνης περίπου ανά kg προσλαμβανόμενης πεπτής ξηρής ουσίας,
- (4) το επίπεδο των λιπών (λιπίδια) στο διαιτολόγιο πρέπει να προσεγγίζει το αντίστοιχο των ψυχρόβιων ποολίβαδων, δηλαδή, το 4 έως το 8% της ξηρής ουσίας,
- (5) η ενέργεια του γλυκογόνου πρέπει να είναι μια υψηλή αναλογία της πτητικής λιπαρής ενέργειας που απορροφάται από το μεγάλη κοιλία, δηλαδή, μεγαλύτερο από το 25%.

7.6.3. Πρόσληψη και παραγωγικότητα

Σε καθένα ιδιαίτερο τύπο ζώου, η πρόσληψη της λιβαδικής βλάστησης εξαρτάται πρωτίστως, από το μέγεθος και τη φυσιολογική κατάσταση του βόσκοντος ζώου. Το ζώο χρειάζεται τροφή για να διατηρήσει τις λειτουργίες του σώματός του, να του δώσει ενέργεια να κινηθεί και να υλοποιήσει τις λοιπές καθημερινές δραστηριότητες αλλά και για την παραγωγή, π.χ. του γάλακτος. Η πρόσληψη της τροφής που απαιτείται για να ικανοποιηθούν οι λειτουργίες ή η συντήρησή του είναι άμεσα αναλογικές σε μεταβολικό βάρος ($LW^{0.75}$; Kleiber, 1961). Για να μετρήσει την ενέργεια που αναγκαίει κατά τη βόσκηση ο Jagusch (1973) πληθώρισε τις απαιτήσεις κατά 30%. Το σύνολο όμως των ερευνητών συγκλίνει στην άποψη ότι τα βόσκοντα ζώα χρειάζονται ένα ποσοστό πρόσληψης που θα είναι 10 έως 50% υψηλότερο από το επίπεδο συντήρησης που καταγράφεται (ενδείκνυται) στα κλασικά διατροφικά σταθερά πρότυπα (standards), όπως π.χ. το ARC, 1965. Μια μελέτη που αφορούσε τις ενεργειακές ανάγκες αμνών έδειξε ότι, ενώ αυτοί έβοσκαν, χρησιμοποιούσαν 80 μονάδες ενέργειας (KJ ανά kg ζώντος βάρους ανά ώρα) για φαγητό, 57 μονάδες για να στέκονται, 20 μονάδες για να μηρυκάσουν και μόνο 13 μονάδες για περπάτημα (Spedding 1984a).

Όταν ένα ζώο είναι παραγωγικό, οι απαιτήσεις του για ενεργειακή πρωτεΐνη και ανόργανα στοιχεία αυξάνονται ακόμη περισσότερο. Για παράδειγμα, ο Preston (1972), περιέγραψε την πρόσληψη της πρωτεΐνης που απαιτείται από τα βοοειδή με όρους του μεταβολικού βάρους τους ($LW^{0.75}$) και της ημερήσιας απόκτησης βάρους (G, kg ανά ημέρα) και διατύπωσε τον τύπο:

$$I_p / LW^{0.75} = 1.6 + 5.2 G \quad (4.12.)$$

Όπου: $I_p / LW^{0.75}$ είναι η πεπτή πρωτεΐνη σε g ανά kg μεταβολικού βάρους.

Όταν το ζώο βρίσκεται σε μια παραγωγική διαδικασία (π.χ. το άρμεγμα), η όρεξη, το βάρος του σώματος και το επίπεδο παραγωγής (απόδοση γάλακτος) αλλάζουν συνεχώς, σύμφωνα με κάποιους φυσιολογικούς παράγοντες, όπως π.χ. τα επίπεδα ορμονών, και σύμφωνα με τις εποχές (Haresign, 1981). Για παράδειγμα, οι εποχιακές

αλλαγές στο μεταβολικό ρυθμό ανάπαυσης, η κατάσταση απραξίας και ο καταβολισμός του λίπους του σώματος αναγκάζουν τα καριμπού (caribou) στην Αλάσκα να χρησιμοποιούν 45% λιγότερη ενέργεια το χειμώνα απ' ό τι χρησιμοποιούν το καλοκαίρι (Boertje, 1985).

Η αύξηση, σε ότι αφορά την διαθέσιμη ενέργεια του ζώου, βρίσκεται στο «τέλος της γραμμής». Η απόκτηση από το ζώο βάρους ή μαλλιού ή η παραγωγή γάλακτος εξαρτώνται από την πρόσληψη επαρκούς και υψηλής ποιότητας τροφής, η οποία θα δώσει ενέργεια που θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του ζώου για συντήρηση και δραστηριότητα. Έτσι, ενώ σ' ένα παραπάνω σημείο είχαμε πει γενικά ότι, μια αγελάδα γαλουχούσα χρειάζεται μια ημερήσια πρόσληψη 12 kg υψηλής ποιότητας ξηρή ουσία (ας πούμε, ότι έχει μια συγκέντρωση ενέργειας 12,5 MJ ανά kg), θα ήταν περισσότερο ακριβές να πούμε ότι, από μια αγελάδα βάρους 450 kg που καταναλώνει 150 MJ ανά ημέρα, περιμένουμε να παράγει 15kg γάλακτος και ότι η παραγωγή γάλακτος θα μειωθεί ή θα σταματήσει, εάν η ποιότητα της τροφής είναι φτωχότερη ή το ζων βάρος του ζώου είναι μεγαλύτερο απ' ό τι στη δική μας μέση κατάσταση. Διατυπώνοντας αυτό με άλλα λόγια, μπορούμε να πούμε ότι, η απαιτούμενη πρόσληψη για την συντήρηση και την παραγωγή 30 kg γάλακτος είναι τέσσερις φορές περισσότερη απ' ό τι απαιτείται μόνο για την συντήρηση (Πίνακας 7.7).

Πίνακας 7.7. Απαιτούμενη μεταβολήσιμη ενέργεια (MJ ανά ημέρα) γαλακτοπαραγωγού αγελάδας βάρους 500 kg, η οποία παράγει γάλα με 3,8% λιπαρά.

Ποιότητα τροφής (MJ/kg Ξ.Ο.)	Αποδόσεις γάλακτος (kg ανά ημέρα)			
	0	10	20	30
9,1	65	136	----	----
10,8	62	125	199	----
12,5	60	122	189	261

Πηγή: Jagusch (1973).

Τα βοοειδή, τα οποία παχύνονται για να αποφέρουν ένα κέρδος σε ζων βάρος 1,25 kg ανά ημέρα και οι παχυνόμενοι αμνοί για να αποφέρουν ένα κέρδος σε ζων βάρος 200 gr ανά ημέρα, χρειάζονται δύο φορές περίπου την ποσότητα που αυτά χρειάζονται να προσλάβουν μόνο για την συντήρησή τους.

7.7. Οι διαχειριστικές επιπτώσεις

Στο σημείο αυτό θα εξετάσουμε δύο διαφορετικές απόψεις ή περιπτώσεις διαχείρισης. Η πρώτη αναφέρεται σ' ένα σύστημα απλής διαχείρισης και η άλλη σ' ένα σύστημα έρευνας και ανάπτυξης. Όπως λογικά θα περίμενε κανείς, οι περιπτώσεις αυτές δεν αποκλείονται αμοιβαία διότι, τόσο η ποιότητα της ποιόδους λιβαδικής βλάστησης, όσο και η πρόσληψή της από το ζώο, είναι στενά συνδεδεμένες με την παραγωγή.

7.7.1. Τα συστήματα παραγωγής

Η παραγωγή θα μεγιστοποιηθεί με εκείνη τη μορφή διαχείρισης, η οποία παρουσιάζει ένα άριστο συμβιβασμό κατά την σύζευξη της αύξησης του ποολίβαδου

και της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης και της πρόσληψής της από το ζώο. Έτσι, οι σκοποί της διαχείρισης της μορφής αυτής είναι:

- (1) η ελαχιστοποίηση της εποχικότητας της διαθέσιμης τροφής ή η σύζευξη της μορφής της διαθεσιμότητας μαζί με τη μορφή της πρόσληψης,
- (2) η διατήρηση μιας υψηλής ποιότητας της τροφής, δηλαδή μια τροφή που να συνδυάζει την επιθυμητή χημική σύνθεση, να είναι ελεύθερη από βλαβερές ουσίες, και να μεγιστοποιείται η διάρκεια της πράσινης μορφής της και που θα αντιστέκεται στην ξηρή τροφή ή όπου αυτό δεν είναι δυνατόν, να επιζητούνται υψηλότερης ποιότητας υπολείμματα.
- (3) η διατήρηση ενός λιβαδιού με επιθυμητή δομή, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τους παράγοντες της ανάσχεσης του φωτός, του ύψους, του φυλλώματος και της πυκνότητας του λιβαδιού,
- (4) η αριστοποίηση της διαχείρισης σε ό,τι αφορά τη μορφολογία και την φαινολογία των ειδών του λιβαδιού, ώστε να ενθαρρυνθεί η παραγωγή των σπόρων και να διατηρηθούν τα επιθυμητά είδη, αλλά και να ελαχιστοποιηθούν ή να μειωθούν τα ανεπιθύμητα είδη,
- (5) η αριστοποίηση της δομής του κοπαδιού και των χειρισμών ήτοι: (του τοκετού και της σφαγής) για να επιτύχουμε πλεονεκτήματα από την εποχιακή διαθεσιμότητα της τροφής.

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάσαμε σύντομα τις διατροφικές απαιτήσεις των ανεξάρτητων ατόμων. Σε επόμενο κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τις ανάγκες του κοπαδιού και της παραγωγής και πώς πρέπει να χειριζόμαστε αυτούς τους δυο παράγοντες, διαμέσου των αλλαγών στη βοσκοφόρτωση, τη σύνθεση του κοπαδιού, το χρόνο σύζευξης (ζευγαρώματος) και απογαλακτισμού και την διαχείριση της βόσκησης, συμπεριλαμβανομένης και της απαραίτητης έκτασης, στην οποία η βόσκηση περιφέρεται ανάμεσα στα χώρους βόσκησης. Κατά συνέπεια, στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού θα εξετάσουμε μόνο τη διαχείριση της παρεχόμενης τροφής στα πλαίσια των παραπάνω αναφερθέντων σκοπών διαχείρισης, ώστε να επιτύχουμε την άριστη ζωική παραγωγή.

Κατ' αρχήν, η εποχικότητα της αύξησης του ποολίβαδου είναι μια αναπότρεπτη συνέπεια των ανταποκρίσεων του φυτού σε ένα μη άριστο περιβάλλον (**Κεφάλαιο Τέταρτο**). Στα περισσότερα κλίματα, η λιβαδική βλάστηση βρίσκεται σε μικρότερη επάρκεια κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα, με μείζονα εξαίρεση τις περιοχές με Μεσογειακού – τύπου κλίματα. Στα ψυχρά εύκρατα κλίματα αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι θερμοκρασίες είναι αρκετά χαμηλές για τη μέγιστη αύξηση (**Εικόνα 7.11**). Στα Μεσογειακού – τύπου κλίματα, τα φυτά των λιβαδιών, π.χ. το ετήσιο λόλιο και το υπόγειο τριφύλλι, πρέπει να αναγεννώνται από τους σπόρους το φθινόπωρο, με σκοπό την παραγωγή του 80% περίπου της ετήσιας καταναλωμένης ξηρής ουσίας σε μια περίοδο 6 έως 10 μηνών, την άνοιξη. Στα τροπικά περιβάλλοντα, η σύνθεση των ποολίβαδων κυριαρχείται από τα τροπικά είδη (C_4 – φυτά), η αύξηση των οποίων δημιουργείται αργά την υγρή εποχή, καταπιέζοντας είδη, τα οποία είναι δυνατό να προσαρμόζονται κλιματολογικά στην αύξηση κατά την ψυχρή ή την ξηρή περίοδο.

Η εποχικότητα της αύξησης του ποολίβαδου μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με:

- (1) την σπορά ειδών, τα οποία έχουν σχετικά μακρείς περιόδους αύξησης, ή
- (2) την διαχείριση του ποολίβαδου για να διατηρηθεί μια μίξη ειδών, τα οποία σε κάποιες περιοχές μπορεί να περιλαμβάνει και τη βόσκηση των ξυλωδών φυτών.

Εναλλακτικά, ο παραγωγός μπορεί να αποδεχθεί την εποχικότητα της παραγόμενης τροφής και να επιλέξει για αυτό, είτε να διαχειριστεί την πρόσληψη της τροφής από το κοπάδι, έτσι ώστε, με την μεγαλύτερη πιθανότητα, η πρόσληψη να

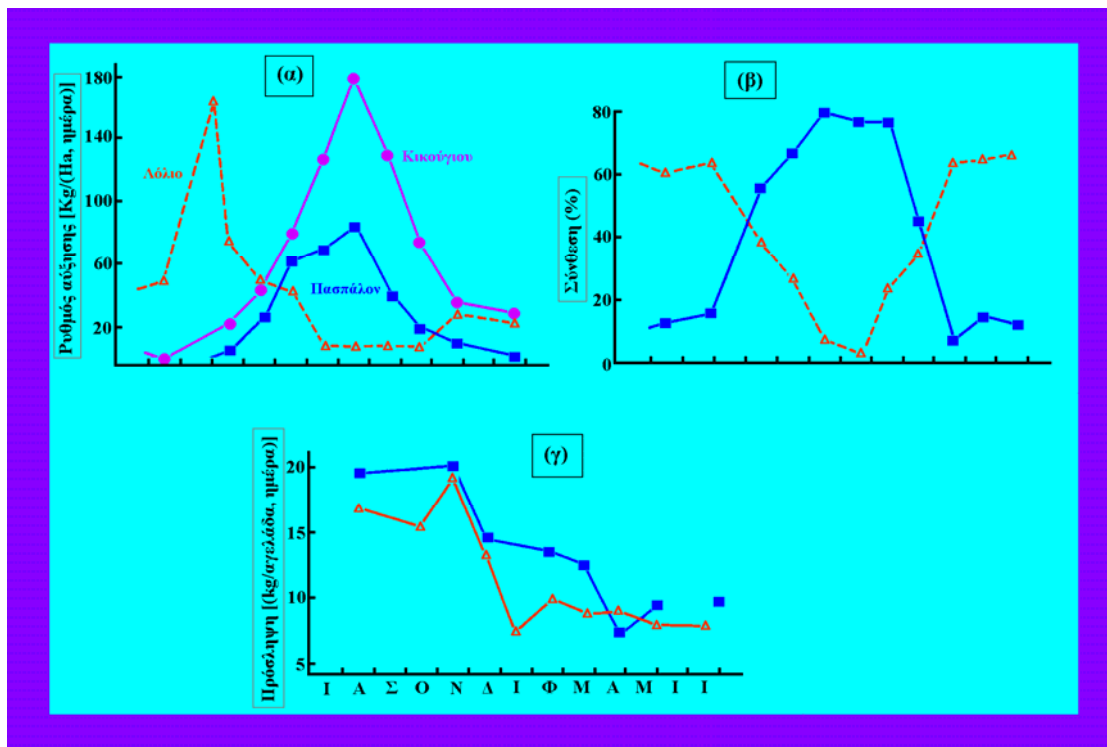
ακολουθεί την εποχική μορφή της διαθεσιμότητας της τροφής, είτε να διατηρεί την τροφή με τη μορφή του σανού ή του ενσιρώματος, είτε τέλος, να την συμπληρώνει, χρησιμοποιώντας διαθέσιμα υπο-προϊόντα και υπολείμματα (**εδάφιο 8.3**).

Η επιλογή των ειδών με μακρούς βιολογικούς κύκλους, αποσκοπεί στο να επεκταθεί η αυξητική περίοδος, μέσω της αντικατάστασης κάποιων ετήσιων φυτών με άλλα ετήσια που εμφανίζουν μια μακρύτερη βλαστητική φάση (όψιμη άνθηση), ή μια ενδιάμεση μορφή αύξησης (άνθηση και ταυτόχρονη βλαστητική αύξηση), ή εναλλακτικά, με την αντικατάστασή τους με κάποια άλλα πολυετή. Η καθυστερημένη (όψιμη) άνθηση είναι δυνατό να διατηρήσει υψηλές σχέσεις φύλλο/βλαστός κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου, γεγονός που συνιστά ένα σοβαρό πλεονέκτημα. Οι Minson και συνεργάτες (1964) απέδειξαν, ότι μεταξύ των ψυχρόβιων αγρωστωδών, τα είδη, τα οποία καθυστερούν την άνθησή τους, ή δεν ανθίζουν, ήταν περισσότερο θρεπτικά και είχαν μεγαλύτερη αξία για την ζωική παραγωγή, από τα είδη που άνθισαν πρώιμα. Εντούτοις, η όψιμη άνθηση θα καθυστερήσει την έναρξη των υψηλότερων ρυθμών αύξησης που σχετίζονται με τα αναπαραγωγικά λιβάδια (βλέπε **εδάφια 4.3 και 5.5**) για μια περίοδο που η τροφή μπορεί να μην είναι σε στενότητα παροχής, όπως ας πούμε, στα τέλη της άνοιξης.

Εάν οι ταξιανθίες είναι πολύ θρεπτικές, η ενδιάμεση αύξηση μπορεί να θεωρηθεί ως πλεονέκτημα, διότι εδώ, η ποιότητα κατά τη διάρκεια μιας παρατεταμένης περιόδου άνθησης, διατηρείται σε ένα αποδεκτό επίπεδο. Αυτό ισχύει για την περίπτωση των έρποντων ψυχανθών, π.χ. το υπόγειο τριφύλλι, και λιγότερο για τα όρθια και φέροντα ισχυρό βλαστό ψυχανθή π.χ. τη μηδική, όπως ισχύει επίσης, και για μερικά αγρωστώδη, π.χ. ο βρώμος (*Bromus catharticus*), ενώ για πολλά αγρωστώδη, π.χ. το λόλιο, η άνθηση και η παραγωγή σπόρων συσχετίζονται με μια अपαράδεκτα μειωμένη πεπτικότητα και νοστιμιά. Ομοίως, η αντικατάσταση των ετήσιων ειδών με πολυετή έχει συνέπειες που δεν είναι πλήρως επιθυμητές. Ακόμη και στα κλίματα, τα οποία είναι αρκούτως ήπια, ώστε να επιτρέπουν την επιβίωση των πολυετών, η επιλογή του ετήσιου ή του πολυετούς είδους πρέπει να βασίζεται, πρωτίστως, σε ποια είδη θα επιπέσει η μεγαλύτερη ακτινοβολία στη διάρκεια του έτους. Μια δεύτερη άποψη είναι ότι η ταχεία πρώιμη βλαστητική αύξηση των ετήσιων στην αρχή της περιόδου, μπορεί να αντισταθμίσει το πλεονέκτημα της αύξησης των πολυετών από το μητρικό φυτό (Hill και Pearson 1985).

Η διαχείριση των ποολίβαδων που θα αποβλέπει στη διατήρηση ενός μίγματος ειδών, με διαφορετικές περιβαλλοντικές απαιτήσεις και αντοχές, αποτελεί την εναλλακτική στρατηγική της διαχείρισης, στην προσπάθεια επιλογής μιας μονοκαλλιέργειας που να μπορεί να παράξει μια εποχιακά κατανεμόμενη τροφή. Τα μίγματα συνήθως, εάν αμφότερα τα είδη αναπτύσσονται ταυτόχρονα, δεν είναι περισσότερο παραγωγικά από τις μονοκαλλιέργειες (Trenbach 1978). Άλλωστε, τα μίγματα από C₃ και C₄ - είδη είναι θεωρητικά επιθυμητά, μόνο εάν οι θερμοκρασίες πλησιάζουν το άριστο για τα ψυχρόβια είδη σε μια περίοδο και για τα θερμόβια είδη σε μια άλλη. Η **Εικόνα 7.11β** παρουσιάζει τους ρυθμούς αύξησης των C₃ και C₄ - ειδών, ακριβώς σ' ένα τέτοιο θερμό εύκρατο κλίμα. Η συμβολή των διαφόρων ειδών στη διαθέσιμη τροφή αλλάζει ριζικά σ' όλη τη διάρκεια του έτους (**Εικόνα 7.11β**), μολονότι τα περισσότερα φυτά των κύριων ειδών (*Lolium perenne* και *Paspalum dilatatum*) επιβιώνουν πολλά έτη. Μια τέτοια μίξη των ειδών επιβραβεύεται, εφόσον ο ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών ελαχιστοποιείται και η ποιότητα διατηρείται σ' ένα υψηλό επίπεδο, με την πεπτικότητα πάνω από το 65%. Αμφότερα τα κριτήρια αυτά επιτυγχάνονται με τη βοήθεια της βαριάς βόσκησης, της κοπής ή της εφαρμογής ζιζανιοκτόνων το φθινόπωρο, ώστε να απομακρυνθεί η δραστηριότητα (που εξακολουθεί) των ιστάμενων μειωμένης ποιότητας θερμόβιων αγρωστωδών.

Θεωρητικά, η διατήρηση της παροχής τροφής υψηλής ποιότητας επιτυγχάνεται με την διατήρηση του ποολίβαδου σε νεαρό στάδιο, κατά προτίμηση με μια υψηλή περιεκτικότητα σε ψυχανθή. Αυτό μπορεί πρακτικά να συμβεί με την εφαρμογή μιας σχετικά βαριάς βόσκησης, έτσι ώστε, τα ζώα να απομακρύνουν τη νέα αύξηση, αλλά να μην εξαναγκάζονται να καταναλώνουν το άχυρο (χαμηλής ποιότητας) από το οποίο η νέα αύξηση εξαρτάται. Μια τέτοια στρατηγική βόσκησης παρουσιάζει πλεονεκτήματα στο γεγονός ότι η χρησιμοποίηση είναι υψηλή (δηλαδή περισσότερη φυτική ύλη να καταναλώνεται σε σχέση με την καθαρή φωτοσύνθεση) (Πίνακας 4.2). Εντούτοις, οι δείκτες χαμηλής φυλλικής επιφάνειας και οι υψηλοί ρυθμοί βοσκοφόρτωσης μπορούν να καταλήξουν σε αντίθετα αποτελέσματα, δηλαδή σε πεινχρή πρόσληψη φωτός και συνεπώς, σε χαμηλούς ρυθμούς λιβαδικής αύξησης (Κεφάλαιο 4.3) και μειωμένη παραγωγή ανά ζώο (Κεφάλαιο 8.2).



Εικόνα 7.11. Διατήρηση και χρησιμοποίηση ποολίβαδων που αποτελούνται από C₃ και C₄ είδη. (α) Εποχιακοί ρυθμοί αύξησης του λόλιου (*Lolium perenne*) (C₃ - είδος), και των κικουόγιου (*Pennisetum clandestinum*) και πασπάλου (*Paspalum dilatatum*) (C₄ - είδη) σε φτωχό ποολίβαδο. (β) Εποχιακή σύνθεση ενός μικτού από λόλιο και πασπάλο ποολίβαδο και (γ) προφανής πρόσληψη του πασπάλου και του λόλιου σε διαδοχικά έτη.

Η διατήρηση μιας σημαντικής αναλογίας ψυχανθών στο λειμώννα, γεγονός που επιτυγχάνεται εύκολα με τους υψηλούς ρυθμούς βοσκοφόρτωσης, είναι δυνατό να προκαλέσει ρυθμούς χαμηλής λιβαδικής αύξησης (τα ψυχανθή άλλωστε αυξάνονται βραδύτερα από τα αγρωστώδη, **Κεφάλαιο Τέταρτο**). Όμως, η πρόσληψη από τα ζώα των ψυχρόβιων ψυχανθών είναι αμετάβλητα μεγαλύτερη από αυτή των ψυχρόβιων αγρωστωδών και αυτός είναι ο μείζων λόγος που αιτιολογεί το γεγονός ότι η ζωική παραγωγή είναι συνήθως μεγαλύτερη στα λιβάδια με ψυχανθή απ' ό,τι είναι στα αντίστοιχα με αγρωστώδη. Για παράδειγμα, η πρόσληψη από τις αγελάδες που τρέφονταν με λόλιο και λευκό τριφύλλι στους στάβλους ήταν 16,5 και 18,9 kg ανά ημέρα, αντίστοιχα (Kellaway και συνεργάτες 1986). Η υψηλότερη πρόσληψη του τριφυλλιού συνδέεται με τον μικρότερο χρόνο κατακράτησής του στην κοιλία. Επίσης,

η ποσότητα της πεπτόμενης πρωτεΐνης στο λεπτό έντερο είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση του τριφυλλιού σε σύγκριση με αντίστοιχες ποσότητες περιεχόμενης πρωτεΐνης στο λόλιο. Το ψυχανθές θα συνεισφέρει επίσης, πλεονεκτήματα στην αζωτούχο θρέψη του λιβαδιού, αυτά όμως θα αντισταθμιστούν από την αυξημένη οξείδωση που αυτή προκαλεί (**εδάφια 6.3 και 8.3**).

Καταλήγουμε λοιπόν λέγοντες ότι, η διαχείριση των λιβαδιών με αντικείμενο την ποιότητα πρέπει να βασίζεται προπαντός, στην παραδοχή ενός ελάχιστου επιπέδου αποδεκτής ποιότητας (η οποία μπορεί να αλλάζει εποχιακά σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις των ζώων) και δευτερευόντως στην μεγιστοποίηση των ρυθμών αύξησης του λιβαδιού στα πλαίσια των δυσκολιών της ποιότητας. Με ποιο τρόπο ο ρυθμός αύξησης (και συνεπώς, η πρόσληψη από τα ζώα) μεγιστοποιείται εξαρτάται από το ποιες διαχειριστικές επιλογές είναι εφικτές (**Κεφάλαιο Όγδοο**) και οικονομικές (**εδάφιο 9.2.3**). Για παράδειγμα, στην Αγγλία όπου υπάρχει μια μεγάλη εμπειρία διαχείρισης και οι τιμές των ζωικών προϊόντων είναι υψηλές, κατέστη εφικτή και οικονομική η εγκατάσταση μονοκαλλιεργειών λόλιου με την εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων, ενώ στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία οι λειμώνες με βάση τα ψυχανθή πέτυχαν μεν το κριτήριο της ίδιας ποιότητας, αλλά είχαν χαμηλότερη παραγωγικότητα χωρίς τη χρήση αζώτου, και τέλος, στην εύκρατη Αργεντινή η βελτίωση της ποιότητας των φυσικών εύκρατων λιβαδιών με τη χρήση ψυχανθών ή αζωτούχων λιπασμάτων είναι σε γενικές γραμμές αντιοικονομική.

Η αποφυγή των επιβλαβών συστατικών εμπλέκει τη διαχείριση στο σημείο της επιλογής των ειδών (ή της εκρίζωσης) και της βόσκησης. Για κάποια είδη, όπως π.χ. το λόλιο, δεν γνωρίζουμε ακόμη τα κριτήρια για την επιλογή ποικιλιών που φέρουν τοξικές ουσίες ή που δεν τις μεταφέρουν. Όπως έχει αναφερθεί ήδη στο **εδάφιο 7.3**, η επιλογή των ποικιλιών που είναι ελεύθερα τοξινών μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερη παραγωγικότητα. Αντίθετα, οι νέες ποικιλίες που φέρουν μηδενικά ή χαμηλά επίπεδα τοξινών είναι συνήθως αγρονομικά ισάξιες ή καλύτερες από εκείνες τις ποικιλίες που περιέχουν τοξικές ουσίες. Συνεπώς, η σώφρων διαχείριση θα οδηγήσει στην αντικατάσταση των παλαιών ποικιλιών με νέες. Όμως, ακόμη και αν μια ποικιλία θανατώνεται με τη χρήση κάποιων φυτοκτόνων, η αντικατάσταση της απαιτεί η επιθυμητή ποικιλία να είναι περισσότερο ανταγωνιστική από την ανεπιθύμητη, λόγω του υψηλού επιπέδου των ανεπιθύμητων σπόρων στην εδαφική σποροκλίση. Η σπορά με διώνυμα μείγματα δείχνει ξεκάθαρα ότι ο ανταγωνισμός ποικίλει ανάμεσα στις ποικιλίες έτσι ώστε, η υπερ - σπορά ενός λιβαδιού μπορεί να έχει κατάληξη από μια πραγματικά πλήρη κυριαρχία από την επιθυμητή ποικιλία μέχρι την μικρή αλλαγή, εξ αιτίας της κυριαρχίας από ποικιλία που περιέχει τοξικές ουσίες, κάτι το οποίο παρατηρείται σε πολλές περιοχές της νότιας Αυστραλίας, όταν οι αγρότες – παραγωγοί αποπειράθηκαν να αντικαταστήσουν τις ποικιλίες του υπόγειου τριφυλλιού που περιείχαν τοξικές ουσίες με λιγότερο επιβλαβείς ποικιλίες (CSIRO 1975).

Η διαχείριση της βόσκησης που θα αποσκοπεί στην αποφυγή των καταστρεπτικών επιδράσεων των επιβλαβών ουσιών βασίζεται στην αρχή ότι η καταστροφική επίδραση ελαχιστοποιείται, εάν η συγκέντρωση της τοξίνης στο πεπτικό σύστημα ελαχιστοποιείται. Αυτό επιτυγχάνεται με την βόσκηση των φυτών, όταν η συγκέντρωση σ' αυτά είναι σχετικά χαμηλή, εφαρμόζεται μια μικτή διαίτα, καθυστερεί ο ρυθμός πρόσληψης και προδιατήρησης (σκληραγωγίας) των ζώων. Όλες οι παραπάνω πρακτικές συνήθως μειώνουν την πρόσληψη και τη ζωική παραγωγή.

Η διαχείριση μπορεί να επηρεάσει τη δομή του λιβαδιού, ο «τρίτος δρόμος» της εύκολης αλλαγής της πρόσληψης, μέσω της επιλογής των λιβαδικών ειδών και της επιλογής της έντασης βόσκησης. Είναι ξεκάθαρο ποιες παράμετροι της δομής είναι οι πλέον σημαντικές. Θεωρητικά, ένα λιβάδι που δεσμεύει ολόκληρη την ηλιακή

ακτινοβολία και έχει ένα μέτριο ύψος, μια υψηλή πυκνότητα και μεγάλη φυλλική επιφάνεια είναι το ιδανικό λιβάδι. Σε γενικές γραμμές, αυτές «περιγράφουν» λιβάδια που παρουσιάζουν ένα δείκτη φυλλικής επιφάνειας 3 για τα ψυχανθή, και για μερικά αγρωστώδη φτάνει μέχρι και το 8, έχουν ένα ύψος στα 30 εκατοστόμετρα και τα μακριά τους φύλλα είναι σφικτά, τοποθετημένα κοντά το ένα με το άλλο, τα «ψευδοβλαστήματα» με τους μη παλαιούς, αληθείς βλαστούς να έχουν χαμηλή ποιότητα και να είναι ανθεκτικά στη θραύση. Επαναλαμβάνουμε και πάλι ότι η πρόσληψη του ηλιακού φωτός είναι πρωταρχικής σημασίας διότι, εάν το φυτό είναι υπο-κυρίαρχο, η αύξηση θα είναι αργή και θα υπάρξει μια μεγαλύτερη αναλογία παλαιών ιστών στο λιβάδι. Όμως, ο αριθμός των φύλλων που μπορεί να φέρει οποιοσδήποτε βλαστός των αγρωστωδών σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, είναι εξειδικευμένος για το κάθε φυτό και συνεπώς, η βόσκηση πρέπει να συμπίπτει με τη χρονική στιγμή κατά την οποία ο μέγιστος αριθμός των καλάμων φέρουν το μέγιστο δυνατό αριθμό φύλλων, διαφορετικά, ο ρυθμός της παραγωγής νέων φύλλων ισούται με το ρυθμό γήρανσης των φύλλων. Ωσαύτως, εάν η πίεση της βόσκησης είναι πολύ χαμηλή ή τα διαλείμματα μεταξύ των διαδοχικών περιόδων βόσκησης είναι πολύ μακριά, το λιβάδι θα περιέχει μια υψηλή αναλογία χαμηλής ποιότητας υλικού και μια σχετικά μεγάλη ποσότητα θα χαθεί λόγω θανάτου, ζιζανίων, ασθενειών και κατανάλωσης από την μικροπανίδα.

Τα πολυετή ψυχρόβια αγρωστώδη στο βλαστητικό τους στάδιο φαίνεται να πληρούν τα κριτήρια μιας ιδανικής δομής λιβαδιού περισσότερο κλειστής. Επίσης, αντέχουν στην μεγαλύτερη ευκαμψία (ή απώλειας ελέγχου) της πίεσης βόσκησης ή των διαλειμμάτων βόσκησης, καθόσον παρουσιάζουν χαμηλούς συντελεστές εξάλειψης, οι οποίοι θα στηρίξουν υψηλούς ρυθμούς αύξησης πάνω σε ευρύτερους δείκτες φυλλικής επιφάνειας, από την πλήρη κάλυψη του εδάφους μέχρι την πλήρη δέσμευση του φωτός. Τα τελευταία έτη, οι αγρότες – παραγωγοί επιλέγουν είδη με βάση τα κριτήρια της παραγωγής και της ποιότητας. Είναι αμφίβολο εάν οι διαφορές στη δομή του λιβαδιού φαίνεται να έχουν περισσότερη επίδραση στη ζωική παραγωγικότητα, ή να είναι απλοί στη διαχείριση, όπως η παραγωγή του λιβαδιού και η ποιότητα. Ομοίως, μολονότι η πίεση βόσκησης ίσως, να επηρεάζει την παραγωγικότητα του λιβαδιού, η επίδραση της πίεσης βόσκησης στην καθαρή φωτοσύνθεση δεν είναι μεγάλη (Vickery 1972, Parsons και συνεργάτες 1983a,b). και οι διαφορές στην πρόσληψη από το ζώο φαίνεται πως μπορεί να εξηγηθεί περισσότερο από την διαθεσιμότητα και τις απώλειες (θάνατοι, κλπ.) του λιβαδιού, παρά από τις αλλαγές στη δομή του λιβαδιού.

7.7.2. Η έρευνα και η ανάπτυξη με σκοπό τη διαχείριση της θρεπτικής αξίας

Κατά την δεκαετία του 90 από ένα πλήθος ερευνητών, οι οποίοι συμμετέχουν σε μια «δελφική» άσκηση για να φτάσουν σ' αυτά τα συμπεράσματα, έχει αναπτυχθεί μια αυξημένη ερευνητική δραστηριότητα που εστιάζεται στο θέμα αυτό (Reid 1994). Ο **Πίνακας 7.8** συνοψίζει τα κριτήρια της ποιότητας που θεωρούνται σημαντικά για την διασταύρωση ή την επιλογή των αγρωστωδών και των ψυχανθών. Αυτό είναι το ένα μέσο που διευρύνει τη διαδικασία σχηματισμού ερευνητικών ερωτημάτων (**Κεφάλαιο Ένατο**). Υπάρχουν οι φιλοδοξίες ότι η γενετική τροποποίηση μπορεί να επαυξήσει την θρεπτική αξία (Peacock 1993), μέσω του συνυπολογισμού των ειδικών γονιδίων (π.χ. το μεταλλαγμένο γονίδιο του κεντρικού νεύρου του φύλλου, η οποία οδηγεί σε αυξημένη πεπτικότητα στον αραβόσιτο, ή τα γονίδια που αυξάνουν τα περιέχοντα θείο αμινοξείδια), είτε με τον παραδοσιακό τρόπο διασταύρωσης, είτε με την γενετική μηχανική. Ο Beaver (1993) είναι ανήσυχος για τις μελλοντικές προοπτικές και

υποστηρίζει ότι, «οι απαιτήσεις της διατροφής των μηρυκαστικών είναι περίπλοκες και ακριβείς, οφειλόμενες στην ανάγκη σύμπτωσης των αναγκών των ξενιστού – ζώου και του οικοσυστήματος της μεγάλης κοιλίας».

Πίνακας 7.8. Κατάταξη των κριτηρίων ποιότητας για την αναπαραγωγή ή την επιλογή αγρωστωδών και ψυχανθών, ώστε να επιτευχθεί η απόκτηση ζώντος βάρους ή η παραγωγή μαλλιού

Κατά- ταξη	Αγρωστώδη		Ψυχανθή	
	Για ζων βάρος	Για μαλλί	Για ζων βάρος	Για μαλλί
1	Υψηλή πεπτικότητα	Υψηλή πεπτικότητα	Υψηλή πεπτικότητα	Υψηλή πεπτικότητα
2	Εύκολος τεμαχισμός	Εύκολος τεμαχισμός	Εύκολος τεμαχισμός	Υψηλά S- αμινοξέα
3	Υψηλοί ΜΔΥ*	Υψηλά S- αμινοξέα	Κατάλληλες ταννίνες	Εύκολος τεμαχισμός
4	Υψηλές Ο.Π.	Υψηλοί ΜΔΥ	Υψηλοί ΜΔΥ	Κατάλληλες ταννίνες
5	Επαρκή στοιχεία	Υψηλές Ο.Π.	Επαρκή στοιχεία	Υψηλές Ο.Π.
6	Υψηλή γευστικότητα	Επαρκή στοιχεία	Υψηλές Ο.Π.	Υψηλοί ΜΔΥ
7	Υψηλά S- αμινοξέα	Υψηλή γευστικότητα	Υψηλά S- αμινοξέα	Υψηλή γευστικότητα
8	Υψηλά λιπίδια	Κατάλληλα συστατικά ταννινών	Χαμηλή αντι-ποιότητα	Επαρκή στοιχεία
9	Χαμηλά αντιποιοτικά συστατικά	Χαμηλά αντιποιοτικά συστατικά	Υψηλή γευστικότητα	Χαμηλά αντιποιοτικά συστατικά
10	Κατάλληλες ταννίνες	Υψηλά λιπίδια	Υψηλά λιπίδια	Υψηλά λιπίδια
11	Όρθια αύξηση	Όρθια αύξηση	Όρθια αύξηση	Όρθια αύξηση

Πηγή: Wheeler & Corbett (1989).

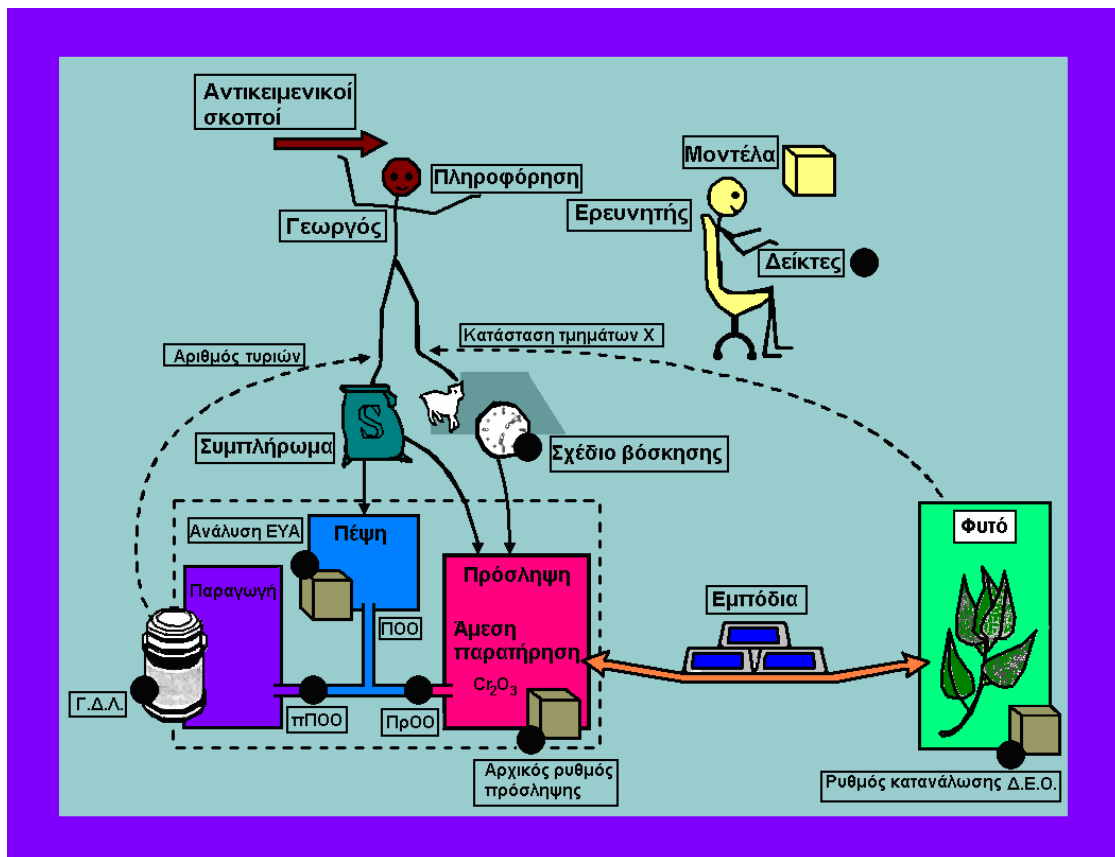
*Μη δομικοί υδρογονάνθρακες

Ο Black (1987) έχει δημιουργήσει ένα κατάλογο από 12 πιθανότητες χειρισμού οι οποίες, πολύ πιθανόν, θα καταστούν ικανές να βελτιώσουν την θρεπτική αξία των κτηνοτροφικών φυτών. Στους χειρισμούς του καταλόγου αυτού περιλαμβάνονται:

- (1) ο «σχεδιασμός» των φυτών για ειδικούς παραγωγικούς σκοπούς π.χ. το άπαχο κρέας ή το άπαχο γάλα,
- (2) η διατήρηση των συστατικών των κυτταρικών τοιχωμάτων όσο το δυνατό χαμηλά, χωρίς να καταστραφεί η δομική ακεραιότητα και η σταθερότητα του φυτού,
- (3) τα συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων να θραύονται εύκολα, κατά τη διάρκεια του μηρυκασμού,
- (4) τα φυτά με μια χαμηλή περιεκτικότητα σε λιγνίνη, σε σχέση με τις άλλες ινώδεις ουσίες π.χ. την κυτταρίνη και την ημικυτταρίνη,
- (5) οι φυτικές πρωτεΐνες με χαμηλή δυνητική βαθμίδωση και ρυθμό πέψης στη μεγάλη κοιλία,
- (6) οι φυτικές πρωτεΐνες που πέπτονται άμεσα στο λεπτό έντερο,
- (7) τα κατάλληλα αμινοξέα για συγκεκριμένους παραγωγικούς σκοπούς, π.χ. υψηλά επίπεδα αμινοξέων που περιέχουν θείο για την ανάπτυξη μαλλιού,
- (8) την απαραίτητη για τον σχηματισμό της παραγωγής περιεχόμενη πρωτεΐνη,
- (9) την κατάλληλη περιεκτικότητα σε τανίνη, π.χ. μια ποσότητα 60 g/kg ξηρής ουσίας,
- (10) οι αποθηκευμένοι και οι διαλυτοί υδατάνθρακες να είναι όσο το δυνατό υψηλότεροι και καλύτερα ισορροπημένοι με τα αμινοξέα για τις μορφές παραγωγής,
- (11) τα λιπίδια να αποτελούν μέχρι και το 15% της ξηρής ουσίας λόγω της υψηλής αποτελεσματικότητας στην χρήση τους,

- (12) τα υψηλά επίπεδα διαλυτής στάχτης, η οποία ερεθίζει τις εκροές από τη μεγάλη κοιλία, βελτιώνουν τη ροή της πρωτεΐνης προς το λεπτό έντερο και αυξάνουν την πρόσληψη της τροφής.

Συνηγορώντας υπέρ της περίπτωσης τροποποίησης της ανατομίας του φυτού, ο Wilson (1993) σημειώνει ότι, η ευρεία ποικιλία στην ανατομία μεταξύ των ομάδων φυτών δείχνει ότι υφίστανται αρκετές διαφορετικές δομικές λύσεις με όμοια λειτουργικά προβλήματα και ότι, λόγω ενός πρωταρχικού ενδιαφέροντος προς τα εξημερωμένα φυτά, τα τροποποιημένα φυτά δεν χρειάζονται τις ίδιες συνιστώσες που καλούν σε σύγκριση με την οικολογική επιτυχία στα «φυσικά συστήματα».



Εικόνα 7.12. Ενοιολογικό μοντέλο διαδικασίας έρευνας συστημάτων για την κατανόηση και το χειρισμό του ελέγχου πρόσληψης από γίδες που παράγουν τυρί μέσω ενός αριθμού δεικτών (●). Οι εκροές αποτελούν μια σειρά μοντέλων πρόβλεψης που αναπαριστώνται από καμπύλες. ΓΔΛ = γάλα διορθωμένου λίπους, ΕΥΑ = εγγύς υπέρυθρη ανάκλαση, ΠΟΟ = πεπτικότητα οργανικής ουσίας, πΠΟΟ = πεπτή οργανική ουσία, ΔΕΟ = δυνατή εδώδιμη ουσία.

Πηγή: Προσαρμογή από τον Meuret (1993).

7.8. Η προσέγγιση των συστημάτων

Για την πρόβλεψη ή την εξομοίωση των ποικίλων απόψεων της ποιότητας της ποιόδου βλάστησης και του συστήματος της πρόσληψης της από τα ζώα, στα οποία συμπεριλαμβάνονται η λειτουργία της μεγάλης κοιλίας και η συμπεριφορά της βόσκησης, είναι διαθέσιμα ένα πλήθος μηχανιστικών και λοιπών ποσοτικών μοντέλων (Forbs και France 1993, Reid 1994). Κάποια από αυτά έχουν ενσωματωθεί στα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων που βοηθούν στη μορφοποίηση των σιτηρεσίων και την αναγνώριση των παραγόντων εναντίον της ποιότητας (Stuth και Lyons 1993).

Μία μελέτη εξομοίωσης από τους Townsend και συνεργάτες (1990), παρουσιάζει τον τρόπο πμε τον οποίο το modelling μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενσωματώσει επωφελώς, τους διατροφικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένων και των θεμάτων της βόσκησης, σε διπλού σκοπού επιδιώξεις (γάλα και κρέας) στα συστήματα παραγωγής βοοειδών στη δυτική Βενεζουέλα. Η μελέτη αυτή παρουσιάζει επίσης, πως εγείρονται ερευνητικά ερωτήματα από τη διαδικασία του modelling.

Στην **Εικόνα 7.12** παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο το modelling θα έπρεπε να χρησιμοποιείται για το χειρισμό και τη μέτρηση συγκεκριμένων εκτιμητών, σε μια συνολική διαδικασία που αποπειράται να ελαχιστοποιήσει τα εμπόδια, ώστε να επιτευχθούν οι αντικειμενικοί σκοποί του γεωργού - παραγωγού. Το μοντέλο αυτό εστιάζει την προσοχή του σε κάποιες από τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των συνισταμένων της θρεπτικής αξίας όπως π.χ. η NIR (near infra-red reflectance spectroscopy = φασματοσκοπία εγγύς υπέρυθρης ακτινοβολίας) και την πρόσληψη [εκτιμώμενη με τη χρήση ενός δείκτη οξειδίου του χρωμίου (Cr_2O_3) στην τροφή]. Για το εύρος των πιθανών τεχνικών υπάρχει μια ευρεία ανασκόπηση από τον Fahey (1994). Τα συστήματα υποστήριξης λήψης απόφασης που χρησιμοποιούνται από τους συμβούλους διαχείρισης δείχνουν επίσης, τη συνολική δυσκολία με την οποία η ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης, όπως επίσης και η διαθεσιμότητα, τοποθετούνται στην κτηνοτροφία, όπως για παράδειγμα, εμποδίζοντας τις επιλογές του αγρότη - παραγωγού στη δομή του ποιμνίου και την διασταύρωση των ζώων (Hochman και συνεργάτες 1995b).

7.9. Χρήσιμη Συμπληρωματική Βιβλιογραφία

Fahey, G. C. (Ed.). 1994. *Forage quality, Evaluation, and Utilization.* 998 pp. American Society of Agronomy Inc.: Madison.

Hacker, J. B. (ed). 1982. *Nutritional limits to Animal Production from Pastures.* Commonwealth Agricultural Bureaux. Herbage quality and limitations to intake in Parts 3 and 4, Farnham Royal.

Humphreys, L. R. 1991. *Tropical Pasture Utilization.* 206 pp. Cambridge University Press: Cambridge.

Jung, H. G., D. R. Buxton, R. D. Hatfield, and J. Ralph (Eds.). 1993. *Forage Cell Wall Structure and Digestibility.* 794 pp. American Society of Agronomy Inc.: Madison.