

Μέθοδοι εκτίμησης ποιότητας βοσκήσιμης ύλης σε δίαιτες αιγών που βόσκουν στα λιβάδια

Μ.Δ. Γιακουλάκη

Εργαστήριο Δασικών βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η έρευνα σχετικά με τις μεθόδους εκτίμησης της ποιότητας βοσκήσιμης ύλης που επιλέγουν τα ζώα, που βόσκουν στα λιβάδια, επικεντρώθηκε κυρίως στην εύρεση απλών μέσων για την εκτίμηση της θρεπτικής αξίας και αγνόησε τη σημασία της κατανάλωσης και την απόδοση των ζώων. Στην εργασία αυτή συζητούνται οι μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης σε δίαιτες αιγών, που βόσκουν σε ορεινές περιοχές και δίνεται έμφαση στις νέες μεθόδους (βελτιωμένη *in vitro* μέθοδο και NIRS).

Λέξεις κλειδιά: Ποιότητα βοσκήσιμης ύλης, NIRS, *in vitro* μέθοδος, αίγες.

Εισαγωγή

Η γνώση της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης, που επιλέγουν τα ζώα που βόσκουν στα λιβάδια είναι σημαντική, διότι σχετίζεται άμεσα με την απόδοση των ζώων και την παραγωγή ζωικών προϊόντων. Στο περιεχόμενο του όρου "ποιότητα βοσκήσιμης ύλης" περιλαμβάνεται η θρεπτική αξία και η κατανάλωση, η οποία είναι σημαντικότερος παράγοντας από τους δυο (Γιακουλάκη 2002). Η σπουδαιότητα της έννοιας οδήγησε στην ανάπτυξη μεγάλου αριθμού μεθόδων για τον προσδιορισμό της. Οι μέθοδοι όμως που αναπτύχθηκαν μέχρι σήμερα, αγνοούν συνήθως την κατανάλωση και την απόδοση των ζώων. Επίσης, οι εργασίες που υπάρχουν σχετικά με το θέμα αυτό στη διεθνή βιβλιογραφία, αναφέρονται κυρίως σε βοοειδή, ενώ πολύ λίγα στοιχεία υπάρχουν για τις αίγες (Nastis et al. 1987). Λεπτομέρειες για τις μεθόδους εκτίμησης της ποσότητας τροφής, που καταναλώνουν οι αίγες, που βόσκουν στα λιβάδια αναφέρονται από την Γιακουλάκη (2000). Στην εργασία αυτή συζητούνται οι μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης, που επιλέγουν οι αίγες όταν βόσκουν σε ορεινές περιοχές και δίνεται έμφαση σε νέες μεθόδους (βελτιωμένη *in vitro* μέθοδο και NIRS).

Δειγματοληψία δίαιτας αιγών

Η εκτίμηση της ποιότητας της δίαιτας των ζώων που βόσκουν στα λιβάδια, δυσχεραίνεται από την επιλεκτικότητα των ζώων κατά τη βόσκηση και τη συλλογή αντιπροσωπευτικών δειγμάτων τροφής (Theurer et al. 1976). Οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για την εκτίμηση της βοτανικής σύνθεσης της δίαιτας των βοσκόντων ζώων, ποικίλουν από την πιο απλή, που βασίζεται στην παρακολούθηση των ζώων και στη συλλογή με το χέρι δειγμάτων παρόμοιων με αυτών που βόσκουν (Bryant et al. 1981) μέχρι τη χρησιμοποίηση δεικτών στη δίαιτα και την αναγνώρισή τους στα κόπρανα (Dove and Mayes 1991, Dove 1992). Η μέθοδος της παρατήρησης έχει το πλεονέκτημα, ότι δε

χρειάζεται ιδιαίτερο εξοπλισμό και χρόνο για την απόκτηση των αντιπροσωπευτικών δειγμάτων της δίαιτας. Εντούτοις, αναφέρεται σε αρκετές μελέτες, ότι τα ζώα επιλέγουν τροφή μεγαλύτερης θρεπτικής αξίας από αυτή που συλλέγεται με το χέρι (Lesperance et al. 1974, Kartchner and Campbell 1979, Van Dyne et al. 1980). Η σκέψη αυτή οδήγησε τους ερευνητές στην τοποθέτηση της οισοφαγικής κάνουλας και της κάνουλας της μεγάλης κοιλίας. Λεπτομέρειες για τις κάνουλες αναφέρονται σε άρθρα ανασκόπησης της βιβλιογραφίας από τους Johnson (1966) και Holechek et al. (1982). Στη χώρα μας οισοφαγικές κάνουλες χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία (Γιακουλάκη 1992, Γιακουλάκη and Nastis 1993, Γιακουλάκη and Nastis 1995) για τη συλλογή δειγμάτων βοσκήσιμης ύλης που κατανάλωναν οι αίγες σε θαμνολίβαδα, στα οποία κυριαρχούσε το πουρνάρι (*Quercus coccifera* L.). Παρά τα αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα που έχουν οι κάνουλες, η μέθοδος τα τελευταία χρόνια έχει εγκαταληφθεί διότι για την τοποθέτησή τους χρειάζεται ειδική άδεια, η οποία χορηγείται ολοένα και πιο δύσκολα.

Μέθοδοι εκτίμησης θρεπτικής αξίας βοσκήσιμης ύλης

A) Προσδιορισμός χημικής σύστασης

Στα δείγματα της δίαιτας, που συλλέγονται με τις παραπάνω μεθόδους, η θρεπτική αξία εκτιμάται με το συνδυασμό χημικών μεθόδων για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης και βιολογικών μεθόδων για τον προσδιορισμό της πεπτικότητας. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των ολικών πρωτεϊνών, των ανόργανων στοιχείων και των άλλων συστατικών της βοσκήσιμης ύλης, είναι καθορισμένες με ακρίβεια (AOAC 1984) και αποτελούν δουλειά ρουτίνας. Οι χημικές μέθοδοι είναι περισσότερο ελκυστικές, διότι δε χρειάζονται μεγάλο χρόνο και κόστος ανάλυσης. Η μεθοδολογία, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μεθόδων αυτών συζητούνται με λεπτομέρεια από τους Crampston and Harris (1969) και Moen (1973). Η μέθοδος που αναπτύχθηκε από τον Van Soest (1963) και τους Van Soest and Wine (1967, 1968) χρησιμοποιείται ευρέως για το διαχωρισμό της βοσκήσιμης ύλης σε κυτταρικά περιεχόμενα και κυτταρικά τοιχώματα, τα οποία διαχωρίζονται περαιτέρω σε λιγνίνη, κυτταρίνη και ημικυτταρίνες. Το όλο σύστημα περιγράφεται με λεπτομέρεια στο βιβλίο του Van Soest (1982) με τίτλο “Nutritional Ecology by Ruminants” το οποίο θεωρείται πολύ σημαντικό σε θέματα διατροφής μηρυκαστικών και εκτίμησης της ποιότητας βοσκήσιμης ύλης. Η εκτίμηση όμως της θρεπτικής αξίας επιτυγχάνεται σε μεγαλύτερο βαθμό με τον προσδιορισμό της πεπτικότητας, διότι έτσι καθορίζεται το τμήμα της βοσκήσιμης ύλης, που χρησιμοποιείται πραγματικά από το ζώο.

B) Προσδιορισμός πεπτικότητας *in vitro*

Στις δίαιτες των βοσκόντων ζώων η πεπτικότητα συνήθως προσδιορίζεται με *in vitro* μεθόδους, που χρησιμοποιούν υγρό της μεγάλης κοιλίας ή ένζυμα. Αυτές οι μέθοδοι μεταφέρουν στο εργαστήριο τις συνθήκες πέψης, που επικρατούν στο εσωτερικό της μεγάλης κοιλίας και του λεπτού εντέρου των ζώων. Η τεχνική των δύο σταδίων, που αναπτύχθηκε από τους Tilley and Terry (1963) και οι διάφορες τροποποιήσεις της, θεωρείται ανώτερη από άλλες εργαστηριακές μεθόδους και χρησιμοποιείται σαν μέθοδος αναφοράς. Η χρησιμοποίηση της μεθόδου αυτής περιορίζεται από τις δυσκολίες, που υπάρχουν στην τοποθέτηση κάνουλας μεγάλης κοιλίας στα ζώα και στη διατήρηση των ζώων αυτών. Η χρησιμοποίηση κοπράνων αντί υγρού της μεγάλης κοιλίας (Akhter et al. 1996) στη μέθοδο των Tilley and Terry (1963) έδωσε αρκετά καλές προβλέψεις της *in vivo* πεπτικότητας και ξεπέρασε το πρόβλημα της ύπαρξης των ζώων με κάνουλες. Οι ενζυματικές μέθοδοι είναι απλούστερες, απαιτούν όμως χρόνο και εργασία στο εργαστήριο, εξαιτίας της χρησιμοποίησης διαφόρων τύπων ενζύμων, όπως η πρωτεάση, η αμυλάση, η κυτταρινάση, η πεψίνη κ.ά.

Τα τελευταία χρόνια με τη συσκευή ANCOM “Daizy” έχει απλοποιηθεί σημαντικά η διαδικασία του προσδιορισμού της πεπτικότητας *in vitro*. Η πέψη των δειγμάτων γίνεται με υγρό της μεγάλης κοιλίας ή με ένζυμα μέσα σε σακουλάκια, που βρίσκονται σε τέσσερα γυάλινα δοχεία, τα οποία περιστρέφονται σ’ ένα θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας. Στην τεχνική αυτή δεν υπάρχει το στάδιο του φιλτραρίσματος, που υπάρχει στις άλλες *in vitro* μεθόδους και μειώνεται το κόστος ανάλυσης κατά 50% και σημαντικά ο χρόνος ανάλυσης. Αρκετοί ερευνητές (Julier et al. 1999, Vogel et al. 1999, Wilman and Adesogan 2000) αναφέρουν, ότι η τεχνική δίνει ακριβείς προβλέψεις της *in vitro* πεπτικότητας και ότι υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησής της και στην εκτίμηση του ρυθμού αποικοδόμησης της βοσκήσιμης ύλης.

Γ) Χρησιμοποίηση δεικτών

Εξαιτίας των δυσκολιών που υπάρχουν στην εκτίμηση της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης το ενδιαφέρον των ερευνητών από πολύ νωρίς στράφηκε στους δείκτες. Οι δείκτες χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της πεπτικότητας ή της κατανάλωσης και είναι ουσίες που εμπεριέχονται στην τροφή (λιγνίνη, ολικές αζωτούχες ουσίες των κοπράνων, αλκάνια κ.ά.) ή χορηγούνται στα ζώα (Cr_2O_3 , PEG, CrEDTA, ^{106}Ru κ.ά.). Το Cr_2O_3 έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία (Γιακουλάκη 1992, Γιακουλάκη και Νάστης 1991 και 1995) στον υπολογισμό της κατανάλωσης τροφής που έβοσκαν οι αίγες σε θαμνολίβαδα, στα οποία κυριαρχούσε το πουνάρι (*Q. coccifera* L.). Επίσης, οι ολικές αζωτούχες ουσίες των κοπράνων έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στην εκτίμηση της θρεπτικής αξίας της δίαιτας αιγών, που έβοσκαν σε θαμνολίβαδα με διαφορετικά ποσοστά ποώδους και θαμνώδους βλάστησης (Γιακουλάκη 1992 και 1997). Αξιολόγηση των ανωτέρω δεικτών (Cr_2O_3 , ολικές αζωτούχες ουσίες των κοπράνων και αλκάνια) εκτίμηση της αξιοπιστίας τους και λεπτομέρειες για τη χρησιμοποίησή τους αναφέρονται από τη Γιακουλάκη (2000).

Near – infrared reflectance spectroscopy (NIRS)

Η χρησιμοποίηση της μεθόδου (NIRS) στην εκτίμηση της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης αναμφισβήτητα αποτελεί ορόσημο. Βασιζόμενοι στη μέθοδο αυτή οι Norris et al. (1976) ανέπτυξαν εξισώσεις πρόβλεψης της περιεκτικότητας της βοσκήσιμης ύλης σε ολικές πρωτεΐνες, NDF, ADF και λιγνίνη, καθώς και της *in vitro* πεπτικότητας και της κατανάλωσης τροφής. Τα τελευταία χρόνια η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της βοτανικής σύνθεσης της δίαιτας σε δείγματα, που συλλέχθηκαν με οισοφαγικές κάνουλες και στην πρόβλεψη των ποιοτικών χαρακτηριστικών της δίαιτας, που βασίζονται σε μετρήσεις των κοπράνων (Leite et al. 1992, Lyons and Stuth 1992, Stuth 1992, Pearce et al. 1993). Οι πληροφορίες που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία, αναφέρονται κυρίως σε πρόβατα και βοοειδή, ελάχιστες μόνο εργασίες αναφέρονται σε αίγες (Leite and Stuth 1994 and 1995, Leite et al. 1992).

Η (NIRS) είναι μία φυσική αναλυτική μέθοδος, η οποία βασίζεται στην απορρόφηση του φωτός από τα συστατικά της τροφής σε διαφορετικά μήκη κύματος στη ζώνη του NIR (700-3000 nm) κοντά στο ορατό φάσμα. Αυτή η απορρόφηση του φωτός στην περιοχή του NIR μπορεί να προβλέψει τη σύσταση της βοσκήσιμης ύλης. Αξιοπιστες προβλέψεις γίνονται στην περιοχή των 1100-2500 nm. Η επιτυχία της μεθόδου εξαρτάται από τη ρύθμιση του οργάνου με πληροφορίες για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βοσκήσιμης ύλης, που έχουν προσδιορισθεί με κλασικές χημικές μεθόδους. Αυτό σημαίνει ότι η ακρίβεια της εκτίμησης της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης με το NIRS δεν θα είναι ποτέ καλύτερη από την ακρίβεια της βάσης δεδομένων, που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση του οργάνου (Beever and Mould 2000). Η ακρίβεια των μετρήσεων εξαρτάται ακόμη από την επιλογή του κατάλληλου μήκους κύματος, τις εξισώσεις πρόβλεψης και την επεξεργασία

των δεδομένων (Williams 1987, Westerhaus 1985). Τα τελευταία χρόνια με τη συνεργασία των κατασκευαστών οργάνων NIRS με ειδικούς επιστήμονες, έχουν γίνει σημαντικά βήματα στο σχεδιασμό του οργάνου, τις ρυθμίσεις για τις νέες εφαρμογές, τη βελτίωση του λογισμικού και την επαλήθευση της ακρίβειας και της χρησιμότητας της μεθόδου. Σήμερα υπάρχουν διαθέσιμα λογισμικά πακέτα, όπως το NUTBAL, που επιτρέπουν την ικανοποιητική εκτίμηση της χημικής σύστασης της διαίτας και της διακύμανσης του βάρους προβάτων και αιγών από τη NIRS ανάλυση των κοπράνων.

Η μέθοδος χαρακτηρίζεται ως μοναδική (Deavill and Flynn 2000) διότι εκτιμά όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βοσκήσιμης ύλης, έχει μικρό κόστος ανάλυσης, μετά βέβαια από το αρχικό κόστος αγοράς του οργάνου, είναι γρήγορη (ο χρόνος ανάλυσης κάθε δείγματος κυμαίνεται από ½ έως 3 min) δεν καταστρέφει το δείγμα και είναι φιλική προς το περιβάλλον, επειδή δε χρησιμοποιεί αντιδραστήρια. Όμως, δεν είναι αυτοδύναμη και η ακρίβειά της εξαρτάται από την ακρίβεια των εργαστηριακών μεθόδων, που χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση του NIRS.

Συμπεράσματα

Οι υπάρχουσες μέθοδοι για την εκτίμηση της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης σε δίαιτες ζώων που βόσκουν στα λιβάδια, επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στην εύρεση απλών μέσων για την πρόβλεψη των χαρακτηριστικών της βοσκήσιμης ύλης και αγνοούν τη σημασία της κατανάλωσης και την απόδοση των ζώων. Θα πρέπει στο μέλλον οι προσπάθειες για τη βελτίωση των μεθόδων να στραφούν όχι μόνο σ' αυτή την κατεύθυνση αλλά να λαμβάνουν υπόψη τους και την τάση για τη νέα διάσταση του περιεχομένου του όρου "ποιότητα βοσκήσιμης ύλης" που σχετίζεται με την προστασία της υγείας των ζώων και του ανθρώπου.

Βιβλιογραφία

- A.O.A.C., 1984. Official methods of analysis of official analytical chemists. Assoc. Off. Analy. Chem. Arlington, Virginia.
- Athter, S., E. Owen, and M.M. Hossain. 1996. Effluent from RUSITEC inoculated with rumen liquor or cow faeces as sources of micro-organisms for *in vitro* digestion of forages. *Asian_Australasian J. of Animal Sciences*, 9: 375-379.
- Beever, D.E. and F.L. Mould. 2000. Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. *In*: D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford and H. M. Omed (Editors), *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. CAB. International, Wallingford, UK, pp. 15-42.
- Bryant, F.C., C.A. Taylor, and L.B. Merrill. 1981. White-tailed deer diets from pastures in excellent and poor condition. *J. of Range Manage.*, 34:193-200.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ. 1992. Επίδραση των διαφόρων αναλογιών θαμνώδους ποώδους βλάστησης στην κατανάλωση τροφής από γίδια. Διδακτορική Διατριβή. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ. 1997. Εκτίμηση θρεπτικής αξίας της τροφής των αιγών που βόσκουν σε θαμνολίβαδα από τις ολικές αζωτούχες ουσίες των κοπράνων. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, 8(2): 32-37.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ. 2000. Μέθοδοι εκτίμησης κατανάλωσης τροφής σε ζώα που βόσκουν ελεύθερα στα λιβάδια, σελ. 241-247. *Η Λιβαδοπονία στο κατώφλι του 21^{ου} αιώνα* (Θ. Παπαχρήστου και Ο. Ντίνη – Παπαναστάση, εκδότες). Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Ιωάννινα, 4-6 Οκτωβρίου 2000. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ. Νο. 9.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ. 2002. Ποιότητα βοσκήσιμης ύλης : καθορισμός και ερμηνεία του όρου. (αδημοσίευτα στοιχεία).

- Γιακουλάκη, Μ.Δ. και Α.Σ. Νάστης. 1991. Προσδιορισμός κατανάλωσης τροφής από αίγες σε θαμνολίβαδα με ολική συλλογή κοπράνων ή χορήγηση δείκτη Cr_2O_3 σε συνδυασμό με την *in vitro* πεπτικότητα. 8^η ετήσια επιστημονική συνάντηση Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας. (Ε.Ζ.Ε.). Βόλος.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ. και Α.Σ. Νάστης. 1995. Σύγκριση δυο μεθόδων χορήγησης δείκτη Cr_2O_3 για τον υπολογισμό της κατανάλωσης τροφής από αίγες που βόσκουν σε θαμνολίβαδα. 11^η ετήσια επιστημονική συνάντηση Ελληνικής Ζωοτεχνικής εταιρίας. (Ε.Ζ.Ε.). Λάρισα.
- Crampton, E.W. and L.E. Harris. 1969. Applied Animal Nutrition: The Use of Feedstuffs in Formulation of Livestock Rations (2nd ed). W.H. Freeman and Co., San Francisco.
- Deaville, E.R. and P.C. Flinn. 2000. Near infrared (NIR) spectroscopy: An alternative approach for the estimation of forage quality and voluntary intake. In: D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford and H. M. Omed (Editors), Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CAB. International, Wallingford, UK, pp. 301-320.
- Dove, H. 1992. Using the n-alkanes of plant cuticular wax to estimate the species composition of herbage mixtures. Aust. J. of Agric. Res., 43: 1711-1724.
- Dove, H. and R.W. Mayes. 1991. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of nutrition of herbivores: A review. Aust. J. of Agric. Res., 42: 913-952.
- Holechek, J.L., M. Vavra and R.D. Pieper. 1982. A review of methods for determining the botanical composition of range herbivore diets. J. Range Manage., 35: 309-315.
- Johnson, R.R. 1966. Techniques and procedures for *in vitro* and *in vivo* rumen studies. J. of Animal Science, 25: 855-874.
- Julier, B., M. Lila, V.Furstoss, V. Travers, and C. Huyghe. 1999. Measurement of cell-wall digestibility in lucerne using the filter bag technique. Animal Feed Science and Technology, 79: 239 –245.
- Kartchner, R.J. and C.M. Campbell. 1979. Intake and digestibility of range forages consumed by livestock. Montana Agr. Exp. Sta. And USDA, SEAAR Bull. 718.
- Leite, E.R. and J.W. Stuth. 1994. Influence of duration of exposure to field conditions on viability of fecal samples for NIRS analysis. J. Range Manage., 47: 312-314.
- Leite, E.R. and J.W. Stuth. 1995. Fecal NIRS equations to assess diet quality of free - ranging goats. Small Ruminant Res., 15: 223-230.
- Leite, E.R., J.W. Stuth, R.K. Lyons R.K. and J.P. Angerer. 1992. Using Near infrared spectroscopy to monitor nutritional status of free-ranging goats. In: Goat, Wool & Mohair CPR, Texas Agricultural Experiment Station, College Station. pp.335-41.
- Lesperance, A.L., D.C. Clanton, A.B. Nelson and C.B. Theurer. 1974. Factors affecting the apparent chemical composition of fistula samples. Univ. of Nevada Agr. Exp. Sta. Bull. T18.
- Lyons, R. K., and J. W. Stuth. 1992. Fecal NIRS equations for predicting diet quality of free-ranging cattle. J. Range Manage., 45:238-244.
- Moen, A. 1973. Wildlife Ecology. W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Nastis, A.S., M. Meuret and H. Narjisse. 1987. Methods for estimation of nutritive value and grazing intake by goats. Symposium CEE-Agrimed, CIHEAM, FAO – “PHILOETIOS”. Santarem – Portugal.
- Norris, K.H., R.F. Barnes, J.E. Moore and J.S. Shenk. 1976. Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. J. Anim. Sci., 43: 889.
- Pearce, AR., R.K. Lyons, and J.W. Stuth. 1993. Influence of handling methods on fecal NIRS evaluations. J. Range Manage., 46:274-276.
- Stuth, J.W. 1992. The effects of brush characteristics and stocking rate on meat goat nutrition and production. In: Proc. Intern. Conf. On Meat Goat Prod., Manage. And Market., Laredo, Tex.

- Theurer, C.B., A.L. Lesperance and J.D. Wallace. 1976. Botanical composition of the diet of livestock grazing native ranges. Univ. Ariz. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 233.
- Tilley, J. M.A., and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc., 18:104-111.
- Van Dyne, G.M., N.R. Brockington, Z. Szocs, J. Duek and C.A. Ribic. 1980. Large herbivore subsystem. In A.I. Breymer and G.M. Van Dyne (Ed.) Grasslands, Systems Analysis and Man. Cambridge Univ. Press, Cambridge, England.
- Van Soest, P.J. 1963. The use of detergents in the analysis of fibrous feeds: II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Assoc. Official Anal. Chem., 46:829.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O& B Books, Inc. Corvallis, OR.
- Van Soest, P.J. and R.H. Wine. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Official Anal. Chem., 50:50.
- Van Soest, P.J. and R.H. Wine. 1968. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. J. Assoc. Official Anal. Chem., 57:780.
- Vogel, K.P., J.F. Pedersen, S.D. Masterson, and J.J. Toy. 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVOMD forage analysis. Crop Science, 39: 276—279.
- Westerhaus, M.O. 1985. Equation development. In: Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) analysis of forage quality. USDA, ARS, Agr. Handbook 643.
- Williams, P.C. 1987. Commercial near-infrared reflectance analyzers. In: P. Williams and K. Norris (eds.), Near- infrared technology in the agricultural and food industries. Amer. Assoc. of Cereal Chem., Inc., St. Paul, Minn.
- Wilman, D. and A. Adesogan. 2000. A comparison of filter bag methods with conventional tube methods of determining the *in vitro* digestibility of forages. Animal Feed Science and Technology, 84: 33-47.
- Yiakoulaki, M.D. and A.S. Nastis. 1993. Relationship between *in vitro* organic matter digestibility and other quality characteristics of goats' diet in shrublands. Animal Science Review, Vol 17: 91-96.
- Yiakoulaki, M.D. and A.S. Nastis. 1995. Intake of goats grazing kermes oak shrublands with varying cover in Northern Greece. Small Ruminant Res., 17:223-28.

Methods for determining forage quality in diet of goats grazing on rangelands

M.D. Yiakoulaki

Lab. of range science (236), Aristotle University of Thessaloniki
541 24 Thessaloniki, Greece

Summary

Research concerning techniques for determining the diet quality of grazing ruminants mainly focused on finding simple means of predicting nutritive value rather than on intake and animal performance. In this paper the methods used for determining forage quality in diets of grazing goats with emphasis on new methods (improved *in vitro* method and NIRS) are discussed.

Key words: Forage quality, techniques, grazing goats.