

Μέθοδοι εκτίμησης κατανάλωσης τροφής σε ζώα που βόσκουν ελεύθερα στα λιβάδια

Μ.Δ. Γιακουλάκη

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 540 06 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η γνώση της ποσότητας τροφής που καταναλώνουν κατά βούληση τα αγροτικά ζώα που βόσκουν ελεύθερα στα λιβάδια είναι πολύ σημαντική για λόγους οικολογικούς, οικονομικούς και διαχειριστικούς. Η εκτίμηση όμως, της κατανάλωσης τροφής αν και αποτέλεσε αντικείμενο μακρόχρονης προσπάθειας των ερευνητών, εξακολουθεί να παραμένει ακόμη και σήμερα μια διαδικασία επίπονη, χρονοβόρα, πολυέξοδη και σχετικά μικρής ακρίβειας. Στην εργασία αυτή συζητούνται οι μέθοδοι της ολικής συλλογής των κοπράνων, της χορήγησης των δεικτών τριοξειδίου του χρωμίου (Cr_2O_3) και n-αλκανίων (n-alkanes) καθώς επίσης και ο δείκτης των ολικών αζωτούχων ουσιών των κοπράνων, που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της ποσότητας τροφής αιγών που έβοσκαν ελεύθερα σε θαμνολίβαδα.

Λέξεις κλειδιά: Κατανάλωση τροφής, μέθοδοι, αίγες, θαμνολίβαδα.

Εισαγωγή

Η πρόσληψη (κατανάλωση) τροφής αποτελεί την κύρια δραστηριότητα των αγροτικών ζώων που βόσκουν στα λιβάδια. Η κατανάλωση τροφής είναι πολλή σημαντική διότι αποτελεί χαρακτηριστικό κρίκο στην τροφική αλυσίδα των λιβαδικών οικοσυστημάτων (οικολογική σημασία), καθορίζει το επίπεδο συντήρησης των ζώων και παραγωγής ζωικών προϊόντων (οικονομική) και επηρεάζει την παραγωγή των φυτών ως αποτέλεσμα της επίδρασης της βόσκησης στη δομή και την κατάσταση του λιβαδιού (διαχειριστική). Η σπουδαιότητα της έννοιας της κατανάλωσης οδήγησε μεγάλο αριθμό ερευνητών, εδώ και πολλά χρόνια να αναπτύξουν σειρά μεθόδων για τον προσδιορισμό της. Οι μέθοδοι που αναπτύχθηκαν μέχρι σήμερα, εξαιτίας των πολλαπλών παραμέτρων που εμπλέκονται στον υπολογισμό της κατανάλωσης, εμφανίζουν περισσότερα μειονεκτήματα σε σχέση με τα αναμφισβήτητα πλεονεκτήματά τους. Η σύγκριση ερευνητικών ευρημάτων με την υπάρχουσα μεθοδολογία που αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία θα βοηθήσει στην καλύτερη γνώση της κατανάλωσης και στην ορθότερη χρησιμοποίηση των μεθόδων υπολογισμού της στην διαχείριση των λιβαδιών. Στην εργασία αυτή συζητούνται οι μέθοδοι, της ολικής συλλογής των κοπράνων, των δεικτών (Cr_2O_3 και n-alkanes) και των ολικών αζωτούχων ουσιών των κοπράνων, που χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορα πειράματα για την εκτίμηση της ποσότητας τροφής που καταναλώναν αίγες που έβοσκαν σε θαμνολίβαδα. Σκοπός της εργασίας ήταν η αξιολόγηση και η εκτίμηση της αξιοπιστίας των μεθόδων αυτών.

Μέθοδοι υπολογισμού της κατανάλωσης

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως για την εκτίμηση της ποσότητας τροφής που καταναλώνουν τα αγροτικά ζώα που βόσκουν στα λιβάδια, βασίζονται στην απλή

σκέψη ότι αν η πεπτικότητα (Π) της τροφής και η ποσότητα των παραγομένων κοπράνων (Κ) μπορούν να προσδιορισθούν, τότε η κατανάλωση τροφής (Τ) μπορεί να υπολογισθεί από την εξίσωση (Van Dyne 1968) :

$$\text{Τροφή} = \text{Κόπρανα} \times 100 / 100 - \% \text{ Πεπτικότητα}$$

Τα κόπρανα των ζώων συνήθως μετριοούνται με τη μέθοδο της ολικής συλλογής των κοπράνων ή με τη βοήθεια κάποιου δείκτη (Cr_2O_3 , n-alkanes, κ.α). Το τμήμα της μεθόδου που αφορά στη συλλογή της επιλεγόμενης από τα ζώα τροφής και στον προσδιορισμό της πεπτικότητάς της, θεωρείται το πιο δύσκολο. Έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές για τη συλλογή των δειγμάτων της τροφής, που επιλέγουν τα ζώα κατά τη βόσκηση, όπως οι κάνουλες (οισοφαγικές ή στομάχου) ή η απευθείας παρατήρηση των ζώων και η συλλογή δειγμάτων παρόμοιων με αυτά που επιλέγουν (Holechek et al. 1982). Όλες όμως έχουν σφάλματα και δυσκολίες στην εφαρμογή τους. Το επόμενο βήμα για τον υπολογισμό της κατανάλωσης είναι ο προσδιορισμός της πεπτικότητας της επιλεγόμενης τροφής in vitro με τη μέθοδο των Tilley and Terry (1963) ή την ενζυματική μέθοδο (Aufrege 1982) ή την gas τεχνική (Menke and Steingass 1988) ή με τη βοήθεια του δείκτη ολικών αζωτούχων ουσιών των κοπράνων, με την προϋπόθεση βέβαια ότι υπάρχουν διαθέσιμες κατάλληλες εξισώσεις συσχέτισης (Wallace and Van Dyne 1970, Holechek et al. 1982). Πολλές τροποποιήσεις των μεθόδων αυτών έχουν αναπτυχθεί είτε για να μειώσουν το σφάλμα εκτίμησης ή για να περιορίσουν το κόστος και την εργαστηριακή δουλειά. Όμως, ακόμη και οι πιο αξιόπιστες μέθοδοι για τον προσδιορισμό της πεπτικότητας σε συμβατικές τροφές, δεν είναι πάντοτε εφαρμόσιμες σε πολλά θαμνώδη είδη (Nastis and Meuret 1987).

Μέθοδος της ολικής συλλογής των κοπράνων

Αυτή είναι η πιο παλιά μέθοδος που εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό της πεπτικότητας ή της κατανάλωσης και θεωρείται μέθοδος αναφοράς. Η κατανάλωση προσδιορίζεται από το συνδυασμό της πεπτικότητας της τροφής με μετρήσεις των παραγομένων κοπράνων, που γίνονται με τη βοήθεια ειδικών σάκων συλλογής, που προσαρμόζονται στα ζώα. Οι εργασίες που γίνονται κατά την εφαρμογή της μεθόδου, περιλαμβάνουν το συχνό άδειασμα των σάκων, τη ζύγιση των κοπράνων και τον καθαρισμό των σάκων. Σφάλματα συνήθως προέρχονται από τη μη πλήρη συλλογή κοπράνων καθώς και από την επίδραση των σάκων στη συμπεριφορά των ζώων.

Η Γιακουλάκη (1992) κατασκεύασε σάκους συλλογής κοπράνων για να εκτιμήσει την ποσότητα τροφής που έβοσκαν αίγες σε θαμνολίβαδα, στα οποία κυριαρχούσε το πουρνάρι (*Q. coccifera* L). Οι σάκοι αυτοί σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν, έτσι ώστε να μην υπάρχουν απώλειες κοπράνων κατά τη βόσκηση και να μη διαταράσσεται η συμπεριφορά των ζώων. Η ελαφριά κατασκευή τους (730 g) από ιμάντες και δερμάτινα λουριά και η απουσία χοντρού υφάσματος, που συνήθως κάλυπτε το μεγαλύτερο μέρος τους σώματος των ζώων (Malechek et al. 1980, Pfister 1985), επέτρεπαν την άνετη κίνηση των αιγών μέσα στα πυκνά θαμνολίβαδα, και δεν επηρέαζαν σε μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά τους και κατ' επέκταση την κατανάλωση. Κατά τα τελευταία δέκα χρόνια χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία για τη συλλογή κοπράνων αιγών σε διάφορα πειράματα (Γιακουλάκη 1992, Γιακουλάκη και Νάστης 1995, Yiakoulaki and Nastis 1995, 1996, Γιακουλάκη 1997, Yiakoulaki et al. 1998). Η διακύμανση στη συλλογή των κοπράνων συνήθως περιορίζεται όταν οι ημέρες συλλογής είναι έξι ή επτά (Cordova 1978). Ο μέσος όρος και η διακύμανση κοπράνων αιγών που συλλέχθηκαν με σάκους συλλογής κοπράνων σε διάρκεια έξι ημερών (Γιακουλάκη αδημοσίευτα στοιχεία) παρουσιάζεται στον πίνακα 1. Λεπτομερής περιγραφή των σάκων και περισσότερες πληροφορίες για την κατασκευή τους αναφέρονται στην εργασία Yiakoulaki and Nastis (1998).

Η μέθοδος της ολικής συλλογής των κοπράνων εξαιτίας της αξιοπιστίας της χρησιμοποιήθηκε ευρέως για τον υπολογισμό της κατανάλωσης. Είναι όμως χρονοβόρα, πολυδάπανη, κουραστική και μη εφαρμόσιμη κάτω από ορισμένες συνθήκες (Cordova et al. 1978). Για τους λόγους αυτούς το ενδιαφέρον των ερευνητών στράφηκε από πολύ νωρίς στους δείκτες (Langlands 1975) σε μια προσπάθεια να βρεθούν μέθοδοι, που να παρέχουν ικανοποιητική ακρίβεια μετρήσεων και ταυτόχρονα να είναι απαλλαγμένες από τα μειονεκτήματα της μεθόδου της ολικής συλλογής.

Πίνακας 1. Κόπρανα αιγών (γρ. ξηρού βάρους) ανά ημέρα που μετρήθηκαν με σάκους συλλογής κοπράνων (Γιακουλάκη, αδημοσίευτα στοιχεία).

Ζώο	Ημέρα από έναρξη συλλογής						MO	SE
	1η	2 ^η	3 ^η	4η	5η	6η		
3	718	813	756	786	745	799	770	36,0
7	610	646	667	721	606	612	644	44,9
10	835	825	783	513	685	861	750	131,6
11	517	590	565	572	471	508	537	45,6
1	695	702	533	489	650	571	607	88,7
5	562	601	550	598	644	636	599	37,9
8	673	711	653	649	598	588	645	46,2
9	468	553	606	609	593	627	576	58,4
4	503	601	462	587	525	536	536	52,0
6	481	454	431	503	506	524	483	35,1
12	604	619	613	593	560	604	599	21,0
2	662	689	535	691	692	649	653	60,5

Μέθοδος μη πεπτών συστατικών (δείκτες)

Οι δείκτες είναι ουσίες άπεπτες, μη απορροφήσιμες και μη τοξικές που χορηγούνται στα ζώα (εξωτερικοί) ή εμπεριέχονται στην τροφή (εσωτερικοί) και χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των παραγομένων κοπράνων ή της πεπτικότητας. Η μέθοδος στηρίζεται στην παραδοχή, ότι η ποσότητα του δείκτη που αποβάλλεται στα κόπρανα, ισούται με την ποσότητα του δείκτη, που χορηγείται στα ζώα. Ορισμένες ραδιενεργές ουσίες, το πυρίτιο, οι σπάνιες γαίες, η πολυεθυλενική γλυκόλη έχουν χρησιμοποιηθεί ως δείκτες. Το τριοξείδιο του χρωμίου (Cr_2O_3) όμως, είναι ο δείκτης, που έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο (Leaver 1985). Τα κυριότερα προβλήματα που σχετίζονται με το δείκτη αυτό, οφείλονται στην ατελή ανάκτησή του στα κόπρανα και στην ανομοιόμορφη αποβολή του στη διάρκεια της ημέρας. Ο ρυθμός και η μορφή με την οποία χορηγείται στα ζώα, επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα. Γενικά, για τη σωστή χρησιμοποίηση του δείκτη συνιστάται η προκαταρκτική περίοδος χορήγησής του να είναι επτά ημέρες, η διάρκεια συλλογής των δειγμάτων τουλάχιστον πέντε και ο δείκτης να χορηγείται στα ζώα δύο φορές την ημέρα και σε τέτοια μορφή, ώστε να απομακρύνεται αργά και ομοιόμορφα από τη μεγάλη κοιλία.

Για να επιτευχθεί ομοιόμορφη απελευθέρωση του Cr_2O_3 κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο δείκτης αναμίχθηκε με άλλες δυο ουσίες, τη μικροκρυσταλλική κυτταρίνη και το στεατικό μαγνήσιο και κατασκευάστηκαν δισκία με διαφορετικούς βαθμούς συμπίεσης (Γιακουλάκη 1992). Μετά από σειρά πειραμάτων σε ελεγχόμενες συνθήκες τα δισκία που είχαν σύσταση Cr_2O_3 49%, μικροκρυσταλλική κυτταρίνη 49% και στεατικό μαγνήσιο 2%, συμπίεστηκαν στις 75 atm και χορηγήθηκαν σε αίγες δύο φορές την ημέρα για 14 συνεχείς ημέρες, με σκοπό να υπολογισθεί η ποσότητα τροφής, που έβοσκαν σε θαμνολίβαδα στη Βόρεια Ελλάδα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Υπολογισθείσα κατανάλωση τροφής (g DM/kg BW^{0,75}) αιγών που έβοσκαν σε θαμνολίβαδα με τη μέθοδο της ολικής συλλογής των κοπράνων και του δείκτη Cr₂O₃ υπό μορφή δισκίων ομοιόμορφης απελευθέρωσης δείκτη (Από Γιακουλάκη 1992).

Εποχή δειγματοληψίας	Ολική συλλογή	Δισκία Cr ₂ O ₃
Μάιος	50,8±2,6	53,6±2,1
Νοέμβριος	46,9±2,2	46,7±1,9

Η χορήγηση όμως δισκίων δύο φορές την ημέρα είναι χειρισμός δύσκολα εφαρμόσιμος, ιδίως σε ζώα που βόσκουν σε εκτεταμένες εκτάσεις. Οι Parker et al. (1989) χρησιμοποίησαν τις κάψουλες Cr₂O₃ "cartec" για τον υπολογισμό της ποσότητας τροφής που έβοσκαν πρόβατα. Οι κάψουλες αυτές παραμένουν στη μεγάλη κοιλία των ζώων και απελευθερώνουν σταθερή ποσότητα δείκτη για 25 ημέρες. Η εργασία με τις κάψουλες "cartec" έχει περιορισθεί σημαντικά και είναι πιο εύκολος ο χειρισμός μεγάλου αριθμού ζώων ταυτόχρονα. Ένα σοβαρό μειονέκτημα (Hatfield et al. 1991, Γιακουλάκη και Νάστης 1995) είναι η υπερεκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης (Πίνακας 3). Μεγαλύτερη ακρίβεια με την τεχνική αυτή σε πειράματα με ζώα που βόσκουν είναι δυνατό να επιτευχθεί, όταν υπάρχει παράλληλα και ένας μικρός αριθμός ζώων με σάκους για ολική συλλογή κοπράνων.

Πίνακας 3. Κατανάλωση τροφής (g DM/kg BW^{0,75}) αιγών που έβοσκαν σε θαμνολίβαδα με τη μέθοδο της ολικής συλλογής των κοπράνων και του δείκτη Cr₂O₃ σε μορφή κάψουλας "cartec" (Από Γιακουλάκη και Νάστης 1995).

Εποχή δειγματοληψίας	Ολική συλλογή	Cr ₂ O ₃ σε μορφή κάψουλας "cartec"
Φθινόπωρο	43,9±2,8	59,6±5,1
Άνοιξη	36,9±3,4	57,4±2,2
Χειμώνας	37,8±2,8	53,9±4,0

Ένα πρόβλημα που επίσης συνδέεται με το δείκτη Cr₂O₃, είναι ότι μετριέται σχετικά δύσκολα. Το Cr₂O₃ προσδιορίζεται χημικά σε δυο στάδια : Στο πρώτο στάδιο μετατρέπεται το στερεό Cr₂O₃ σε ευδιάλυτα χρωμικά ιόντα (CrO₄²⁻) ενώ στο δεύτερο στάδιο γίνεται ο ποσοτικός προσδιορισμός αυτών των ιόντων. Πολλές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί και για τα δυο στάδια. Τα κυριότερα μειονεκτήματά τους είναι η σχετικά μικρή ακρίβεια, η χρησιμοποίηση μεγάλου αριθμού αντιδραστηρίων, ορισμένα από τα οποία είναι επικίνδυνα, καθώς επίσης και ο μεγάλος χρόνος ανάλυσης που απαιτείται. Η μέθοδος σύντηξης με υπεροξειδίο του νατρίου (Na₂O₂) για την οξειδωση και διαλυτοποίηση του Cr₂O₃, σε συνδυασμό με την τεχνική της φασματοφωτομετρίας ατομικής απορρόφησης για τον προσδιορισμό των χρωμικών ιόντων (Γιακουλάκη 1992, Γιακουλάκη et al. 1997) αύξησε σημαντικά την ακρίβεια των μετρήσεων (ο συντελεστής παραλλακτικότητας κυμάνθηκε από 2,7% μέχρι 7,6%). Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την απλότητα των μετρήσεων, το μικρό χρόνο και κόστος ανάλυσης, καθιστούν τη μέθοδο αυτή ως την πλέον σύγχρονη, αξιόπιστη και αποτελεσματική ενόργανη μέθοδο χημικής ανάλυσης για τον προσδιορισμό του δείκτη Cr₂O₃ σε δείγματα κοπράνων ζώων (Γιακουλάκη et al. 1997).

Οι κεκορεσμένοι υδρογονάνθρακες (αλκάνια, n-alkanes, C₂₇-C₃₆) είναι συστατικά των εφυμενιακών κηρών των φυτών (Tulloch 1976) και τα τελευταία 25 χρόνια έχουν χρησιμοποιηθεί ως δείκτες για την εκτίμηση της σύνθεσης (Dove and Mayes 1991) και της ποσότητας τροφής (Mayes et al. 1986) που βόσκουν τα ζώα. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της χρησιμοποίησης των αλκανίων είναι ότι η κατανάλωση εκτιμάται, χωρίς να απαιτείται υπολογισμός της πεπτικότητας της τροφής, ενώ μειονεκτήματα της μεθόδου θεωρούνται ο δύσκολος και χρονοβόρος προσδιορισμός τους και η μικρή σχετικά ακρίβεια

των αποτελεσμάτων. Τα αλκάνια δίνουν αρκετά καλά αποτελέσματα σε λιβάδια με μικρό αριθμό ειδών φυτών (μέχρι τέσσερα), ενώ δεν υπάρχουν πληροφορίες από την εφαρμογή της μεθόδου σε λιβάδια με αριθμό ειδών φυτών μεγαλύτερο του δέκα (Newman et al. 1995). Περισσότερη έρευνα απαιτείται για τη βελτίωση της μεθόδου προσδιορισμού των αλκανίων και τη δυνατότητα χρησιμοποίησής τους σε λιβάδια με μεγάλο αριθμό ειδών φυτών.

Ολικές αζωτούχες ουσίες των κοπράνων

Οι ολικές αζωτούχες ουσίες, που υπάρχουν στα κόπρανα των ζώων, προέρχονται από το μεταβολικό άζωτο και από το άπεπτο ή μη απορροφήσιμο άζωτο της τροφής. Το μεταβολικό άζωτο αποτελεί το μεγαλύτερο τμήμα των ολικών αζωτούχων ουσιών των κοπράνων και σχετίζεται άμεσα με την ποσότητα τροφής, που διέρχεται από το πεπτικό σύστημα των ζώων. Για την εφαρμογή της μεθόδου απαιτείται η ανάπτυξη εξισώσεων συσχέτισης μεταξύ των ολικών αζωτούχων ουσιών των κοπράνων και της κατανάλωσης τροφής. Οι ολικές αζωτούχες ουσίες των κοπράνων έχουν χρησιμοποιηθεί από πολλούς ερευνητές για την εκτίμηση της περιεκτικότητας της τροφής, που καταναλώνουν τα ζώα σε άζωτο (Holechek et al. 1982), της πεπτικότητας (Wallace and Van Dyne 1970) και της κατανάλωσης (Arnold and Dudzinski 1963) με διαφορετικό βαθμό επιτυχίας και αρκετές φορές με αντικρουόμενα αποτελέσματα (Cordova et al. 1978).

Οι ολικές αζωτούχες ουσίες των κοπράνων εκτίμησαν με ικανοποιητική ακρίβεια τη θρεπτική αξία της τροφής, που έβοσκαν αίγες σε θαμνολίβαδα (Γιακουλάκη 1997), ενώ δε βρέθηκε σημαντική συσχέτιση με την κατανάλωση ($r = -0,12$). Ο συντελεστής συσχέτισης με την πεπτικότητα ήταν $r = 0,79$, ενώ με την περιεκτικότητα της τροφής σε άζωτο $r = 0,89$ (Πίνακας 4). Εξισώσεις συσχέτισης επίσης αναπτύχθηκαν μεταξύ των ολικών αζωτούχων ουσιών των κοπράνων και της θρεπτικής αξίας σε θαμνολίβαδα με διαφορετική αναλογία θαμνώδους ποώδους βλάστησης καθώς και σε διαφορετικές περιόδους βόσκησης (Γιακουλάκη 1992).

Πίνακας 4. Εξισώσεις συσχέτισης μεταξύ των ολικών αζωτούχων ουσιών των κοπράνων και της κατανάλωσης, της πεπτικότητας και της περιεκτικότητας σε άζωτο της τροφής αιγών, που έβοσκαν σε θαμνολίβαδα (από Γιακουλάκη 1997).

Εξισώσεις	R	Sxy
Κατανάλωση τροφής = $57,43 - 0,43 \text{ ΟΑΟΚ}^*$	-0,12	9,79
IVOMD = $10,42 + 2,05 \text{ ΟΑΟΚ}$	0,79	4,43
Άζωτο τροφής = $3,01 + 0,62 \text{ ΟΑΟΚ}$	0,89	0,88

* ΟΑΟΚ: ολικές αζωτούχες ουσίες κοπράνων, IVOMD: *in vitro* πεπτικότητα οργανικής ουσίας.

Συμπεράσματα και διαπιστώσεις

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης αν και αποτέλεσε αντικείμενο μακρόχρονης προσπάθειας των ερευνητών, εξακολουθεί να παραμένει μια διαδικασία πολύπλοκη, χρονοβόρα, πολυέξοδη και με αποτελέσματα μικρής σχετικά ακρίβειας. Η μέθοδος της ολικής συλλογής των κοπράνων είναι επίπονη και πιθανώς να επηρεάζει τη συμπεριφορά των ζώων. Η χρησιμοποίηση των αλκανίων δεν έδωσε τελική λύση στο πρόβλημα, εξαιτίας της δυσκολίας στον προσδιορισμό τους. Η χρησιμοποίηση έμμεσων βελτιωμένων μεθόδων (δείκτης Cr_2O_3 σε μορφή δισκίων ή κάψουλας “captec” και ο προσδιορισμός του δείκτη με σύντηξη και φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης) φαίνεται να είναι ο καλύτερος συνδυασμός για τον υπολογισμό της κατανάλωσης αιγών που βόσκουν σε θαμνολίβαδα.

Βιβλιογραφία

- Arnold, G.W. and M.L. Dudzinski. 1963. The use of fecal nitrogen as an index for estimating the consumption of herbage by grazing animals. *J. Agr. Sci.*, 61: 633.
- Aufrere, J. 1982. Etude de la prevision de la digestibilite des fourrages par une methode enzymatique. *Ann Zootech.*, 31: 111-130.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ. 1992. Επίδραση των διαφόρων αναλογιών θαμνώδους ποώδους βλάστησης στην κατανάλωση τροφής από γίδια. Διδακτορική Διατριβή. ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ. και Α.Σ. Νάστης. 1995. Σύγκριση δυο μεθόδων χορήγησης εξωτερικού δείκτη Cr_2O_3 για τον υπολογισμό της κατανάλωσης τροφής από αίγες που βόσκουν σε θαμνολίβαδα. 10^ο Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρείας. Λάρισα.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ. 1997. Εκτίμηση θρεπτικής αξίας της τροφής των αιγών που βόσκουν σε θαμνολίβαδα από τις ολικές αζωτούχες ουσίες των κοπράνων. *Γεωτεχνική Ενημέρωση*, 8(2): 32-37.
- Cordova, F.J., J.D. Wallace and R.D. Pieper. 1978. Forage intake by grazing livestock: A review. *J. Range Manage*, 31: 430.
- Dove, H. and Mayes R.W. 1991. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: A review. *Aust. J. of Agric. Res.*, 42: 913-952.
- Hatfield P.G., G.W. Walker and H.A. Glimp. 1991. Comparing the captec bolus to chromic oxide dosed twice daily using sheep in confinement. *J. Range Manage*, 44: 408-409.
- Holechek, J.L., M. Vavra and R.D. Pieper. 1982. Methods for determining the nutritive quality of range ruminant diets: A review. *J. Anim. Sci.*, 54: 363-375.
- Langlands, J.P. 1975. Techniques for estimating nutrient intake and its utilization by grazing ruminant, p. 420-432. In : *Digestion and metabolism in the ruminant* (I.W. McDonald, A.C.I. Warner, eds). *Proc. 4th Intern. Symp. Rum. Nutr.* 1974. Univ. New England, Australia.
- Leaver, J.D. 1985. Herbage intake handbook, p. 40-44. *Brit.. Grass. Soc.* (edn).
- Malechek, J.C., K.O. Fulgham and M.A. Smith. 1980. A faecal collection apparatus for deer nutrition studies. *J. Range Manage*, 33: 398-399.
- Mayes, R.W., C.S. Lamb and P.M. Colgrove. 1986. The use of dosed and herbage alkanes as markers for the determination of herbage intake. *J. Agric. Sci.*, 107: 161-170.
- Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Devel.*, 28: 7-55.
- Nastis A.S. and M. Meuret. 1987. Methods of estimation of nutritive value and intake of forage by goats, p. 142-158. In: *Agriculture EUR 11893 FR-EN*.
- Newman, J.A., W.A. Thompson, P.D. Penning and R.W. Mayes. 1995. Least-squares diet composition from n-alkanes in herbage and feces using matrix mathematics. *Aust. J. Agri. Res.*, 46: 793-805.
- Parker, W.J., S.N. Mc Cutcheon. and D.H. Carr. 1989. Effect of herbage type and level of intake on the release of chromic oxide from intraruminal controlled release capsules in sheep. *NZ J. Agric. Res.*, 32: 537-546.
- Pfister, J.A. 1985. An effective faecal harness for free-grazing goats. *J. Range Manage*, 38: 184-185.
- Tilley, J.M. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 18: 104-111.
- Tulloch, A.P. 1976. Chemistry of waxes of higher plants, p. 235-287. In: *Chemistry and Biochemistry of Natural Waxes* (Kolattukudy, ed). Elsevier, Amsterdam.

- Van Dyne, G.M. 1968. Measuring quantity and quality of the diet of large herbivores. In: A practical guide to study of the productivity of large herbivores (F.G. Golley and H.K. Buchner, eds). Blackwell Scientific Publ. Oxford, England.
- Wallace, J.D. and G.M. Van Dyne. 1970. Precision of indirect methods for estimating digestibility of forage consumed by grazing cattle. *J. Range Manage*, 23: 424.
- Yiakoulaki, M.D. and A.S. Nastis. 1995. Intake of goats grazing kermes oak shrublands with varying cover in Northern Greece. *Small Rumin. Res.*, 17: 223-228.
- Yiakoulaki, M.D. and A.S. Nastis. 1996. Effect of stocking rate on intake and gain of goats grazing in kermes oak shrubland, p. 243-247. In: Proceedings of the International Symposium on the optimal exploitation of marginal Mediterranean areas by extensive ruminant production systems. (N.P. Zervas and J. Hatziminaoglou, eds). Thessaloniki, Greece.
- Yiakoulaki, M.D., I.N. Papadoyannis and A.S. Nastis. 1997. Determination of marker chromic oxide in feces of grazing goats on Mediterranean shrublands by AAS. *J. Anim. Feed Sci. and Technology*, 67: 163-168.
- Yiakoulaki, M.D., M.S. Kodona and A.S. Nastis. 1998. Effect of prescribed burning and management systems on diet selection and intake of goats grazing in a Pinus-brutia forests, p. 85-89. In: Proc. of the EQUFLFA project meeting Landscapes Livestock and Livelihoods in European Less Favoured Areas (Waterhouse and McEwan, eds). SAC, Auchincruive, Ayr.
- Yiakoulaki, M.D. 1998. A modified faecal harness for grazing goats on Mediterranean shrublands. *J. Range Manage*, 51: 545-546.

Techniques for measuring forage intake of grazing animals

M.D. Yiakoulaki

Laboratory of Range Science (236), Aristotle University of Thessaloniki
540 06 Thessaloniki, Greece

Summary

The knowledge of forage intake by grazing ruminants is very important for ecological, economical and management reasons. Eventhough, intake measurements in grazing studies has been the subject of extensive research for many years the procedures used still remain laborious, expensive, time consuming with low precision and accuracy. In this paper several methods such as total fecal collection, markers (Cr_2O_3 and n-alkanes) and fecal nitrogen index which are commonly used for intake determination are discussed.

Key words: Intake measurements, goats, shrublands.