

Θερμιδική αξία της βοσκήσιμης ύλης

Δ. Ράπτη, Μ. Παπαδημητρίου και Ι. Ισπικούδης

Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας (286), Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη, e-mail: dimrap@for.auth.gr

Περίληψη

Η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στα οικοσυστήματα είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτών και εκφράζεται σε θερμίδες. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης των διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης που ασκούνται στα λιβάδια γύρω από τις λίμνες Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, καθώς και των τύπων βλάστησης στη θερμιδική αξία της βοσκήσιμης ύλης. Για κάθε μία περιοχή και για κάθε τύπο βλάστησης προσδιορίστηκαν οι θερμιδικές τιμές ανά γραμμάριο ξηρού βάρους και η θερμιδική αξία. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η θερμιδική τιμή Kcal/g ξηρού βάρους είναι μεγαλύτερη για τα δασολίβαδα από ότι για τα ποολίβαδα, ενώ στα λιβάδια της Χειμαδίτιδας προκύπτουν μεγαλύτερες θερμιδικές τιμές Kcal/g ξηρού βάρους σε σχέση με της Ζάζαρης. Από την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (τύπος βλάστησης x περιοχή) προέκυψε ότι το δασολίβαδο της Χειμαδίτιδας περιείχε τη μεγαλύτερη θερμιδική τιμή Kcal/g από όλα τα υπόλοιπα λιβάδια. Η θερμιδική αξία προέκυψε μεγαλύτερη για τα ποολίβαδα σε σχέση με τα δασολίβαδα και μικρότερη για τα λιβάδια της Ζάζαρης από της Χειμαδίτιδας.

Λέξεις κλειδιά: ενέργεια, τύπος βλάστησης, πούδης λιβαδική παραγωγή

Εισαγωγή

Η ηλιακή ενέργεια είναι η μόνη πηγή ενέργειας για τα χλωροφυλλούχα φυτά. Ο Odum (1971) αναφέρει ότι η συμπεριφορά της ενέργειας στο οικοσύστημα ρυθμίζεται από τους δύο γνωστούς νόμους της θερμοδυναμικής, το νόμο της διατήρησης της ενέργειας, σύμφωνα με τον οποίο η ενέργεια κατά τις μετατροπές της δεν χάνεται ούτε δημιουργείται και το νόμο του Clausius ο οποίος στην οικολογική του άποψη λέει ότι κάθε μετατροπή της ενέργειας συνοδεύεται από την παραγωγή ενός ποσοστού υποβαθμισμένης μορφής ενέργειας, όπως είναι η θερμότητα, η οποία πλέον είναι μη αναστρέψιμη.

Η καθαρή αρχική παραγωγή μιας φυτοκοινότητας μπορεί να εκφραστεί όχι μόνο σε μονάδες μάζας, αλλά και σε μονάδες ενέργειας. Η ενέργεια αυτή μετριέται σε θερμίδες (calories) και είναι η ποσότητα της θερμότητας που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1g νερού από τους 14,5 στους 15,5 °C και ισούται με 4,184 Joule (www.chem.uoa.gr 2010). Πολλαπλάσιό της είναι η χιλιοθερμίδα (Kcal) ή μεγάλη θερμίδα (Cal).

Η ακαθάριστη ενεργειακή αξία ή θερμιδική τιμή (cal/g ξηρής βιομάζας) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης αποτελεσματικότητας παραγωγής στο οικοσύστημα για την εκτίμηση της ροής ενέργειας εντός των σύνθετων μονάδων του οικοσυστήματος και για να προσδιοριστεί η φωτοσυνθετική ή οικολογική αποτελεσματικότητα μεμονωμένων φυτών ή οικοσυστημάτων (Lieth 1968, Andersen and Armitage 1976 και Akiyama et. al. 1981).

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης που ασκούνται στα παραλίμνια λιβάδια της Ζάζαρης και της Χειμαδίτιδας, καθώς και του τύπου βλάστησης στη θερμιδική αξία της βοσκήσιμης ύλης.

Μέθοδοι και υλικά

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα λιβάδια κοντά στις λίμνες Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, στο Ν.Α. άκρο του Νομού της Φλώρινας, στα τέλη Αυγούστου του 2008. Το

κλίμα της περιοχής είναι ήπιο μεσογειακό. Το Μέσο Ετήσιο ύψος βροχής είναι 516 mm και η Μέση Ετήσια Θερμοκρασία είναι 12,3° C. Η περιοχή μελέτης ανήκει στην παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (ζώνη της χνοώδους δρυός, *Quercetalia pubescentis*) και στην υποζώνη *Quercion confertae* (ξηροφίλων φυλλοβόλων δασών) (λοφώδης, υποορεινή, ορεινή).

Κάθε μία από τις δύο περιοχές μελέτης χαρακτηρίζεται από διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης. Τα λιβάδια γύρω από τη Χειμαδίτιδα είναι οι χειμερινοί τόποι διατροφής μεγάλων κοπαδιών αγροτικών ζώων, κυρίως αιγοπροβάτων, τα χειμαδιά, ενώ τα λιβάδια δίπλα στη Ζάζαρη είναι μόνιμοι βοσκότοποι. Τόσο στη Ζάζαρη όσο και στη Χειμαδίτιδα συναντώνται δύο λιβαδικοί τύποι, τα ποολίβαδα και τα δασολίβαδα. Στις δύο περιοχές μελέτης επιλέχθηκαν τρεις επιφάνειες σε κάθε ποολίβαδο και δασολίβαδο, δηλαδή δώδεκα επιφάνειες. Σε κάθε επιφάνεια ελήφθησαν με τυχαία δειγματοληψία 4 πλαίσια (0,5x0,5 m) και έγινε κοπή της ιστάμενης παραγωγής. Έτσι συγκεντρώθηκαν συνολικά 48 δείγματα. Τέλος σε κάθε επιμέρους τμήμα των λιβαδιών εκτιμήθηκε ο υποτύπος της βλάστησης.

Στο εργαστήριο τα δείγματα ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε πυριατήριο για ξήρανση στους 60° για δύο εικοσιτετράωρα. Στη συνέχεια ζυγίστηκαν και πάλι για τον υπολογισμό του ξηρού βάρους, το οποίο εκφράστηκε σε γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο. Για τον προσδιορισμό της θερμιδικής τιμής τα δείγματα αλέσθηκαν σε μύλο τύπου Willey, στη συνέχεια 1gr από το κονιορτοποιημένο υλικό, μετατράπηκε σε δισκίο με ειδική πρέσα και τέλος ακολουθήθηκε η διαδικασία μέτρησης με τη βοήθεια αδιαβατικού θερμιδομέτρου (Lieth 1968, Harris 1970). Η ακαθάριστη ενέργεια εκφράστηκε σε Kcal/g ξηρού βάρους. Ακολούθως υπολογίστηκε η θερμιδική αξία κάθε λιβαδιού. Σύμφωνα με τον Ισπικούδη (1991) η θερμιδική αξία είναι το γινόμενο της βιομάζας και τη θερμιδικής τιμής (Kcal/g) και εκφράζεται σε Kcal. Έπειτα χρησιμοποιήθηκε ποσότητα περίπου 1 g από κάθε δείγμα για τον υπολογισμό του ποσοστού της τέφρας που βρίσκεται αποθηκευμένο στα φυτά. Τα δείγματα ξηράθηκαν σε φούρνο στους 105° C για 24 ώρες και ζυγίστηκαν. Τέλος τοποθετήθηκαν σε κλίβανο και έγινε καύση στους 530° C για τρεις ώρες. Από τη μέτρηση αυτή καθορίζεται το ξηρό βάρος ελεύθερο τέφρας (ash-free), το οποίο καθορίζεται από την απώλεια βάρους μετά από ανάφλεξη στους 550°C. Με τον τρόπο αυτό η οργανική ουσία αποσυντίθεται και σχεδόν όλος ο άνθρακας οξειδώνεται. Το αμετάβλητο υπόλειμμα ή τέφρα λαμβάνεται ως το ανόργανο μέρος του δείγματος και από την απώλεια του βάρους λαμβάνεται η πραγματική οργανική ουσία.

Στα αποτελέσματα έγινε ανάλυση της παραλλακτικότητας δύο παραγόντων (two-way ANOVA), η οποία συμπεριέλαβε και την αλληλεπίδρασή τους (Gomez and Gomez 1984, Sokal και Rohlf 1995), ενώ για τις συγκρίσεις των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Duncan (DUNCAN-test) στο επίπεδο σημαντικότητας 5%. Ο έλεγχος της αλληλεπίδρασης των παραγόντων, όπου αυτή υπήρχε, έγινε με ανάλυση παραλλακτικότητας (one-way ANOVA) στο επίπεδο σημαντικότητας 5%. Τα δεδομένα αναλύθηκαν στατιστικά με τη βοήθεια του Στατιστικού Πακέτου SPSS 17.0 for Windows.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Υποτύπος βλάστησης

Στην περιοχή μελέτης έγινε εκτίμηση του υποτύπου της βλάστησης σε κάθε λιβάδι χωριστά και βρέθηκε ότι:

Ο υποτύπος για τα ποολίβαδα της Ζάζαρης είναι *Festuca ovina group*, *Agrostis sp.*, *Dichanthium ischaemum*. (*F.ov.* - *A.sp.* - *D.is.*).

Ο υποτύπος των δασολίβαδων της Ζάζαρης είναι *Quercus pubescens*, *Festuca ovina group*, *Agrostis sp.* (*Q.pu.* - *F.ov.* - *A.sp.*).

Ο υποτύπος για τα ποολίβαδα της Χειμαδίτιδας είναι *Marrubium sp.*, *Carlina sp.*, *Carduus sp.* (*M.sp.* - *C.sp.* - *C.sp.*).

Στα δασολίβαδα της Χειμαδίτιδας υπήρξε μια διαφοροποίηση του υποτύπου για κάθε λιβάδι ως προς το τρίτο κυρίαρχο είδος και έτσι προέκυψε ότι:

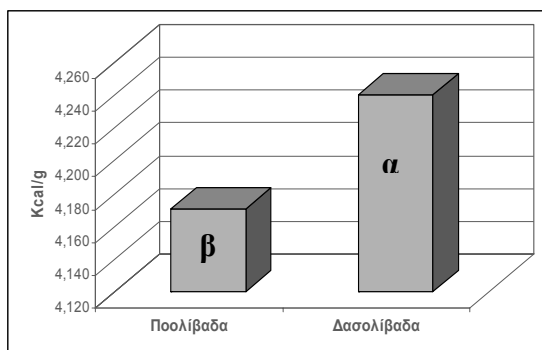
Ο υποτύπος για το πρώτο λιβάδι είναι *Quercus pubescens*, *Stipa bromoides*, *Thymus sibthorpii* (*Q.pu.* – *S.br.* – *T.si.*).

Ο υποτύπος για το δεύτερο λιβάδι είναι *Quercus pubescens*, *Stipa bromoides*, *Phleum sp.* (*Q.pu.* – *S.br.* – *P.sp.*).

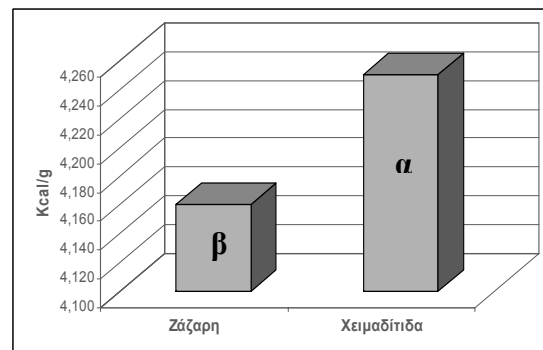
Ο υποτύπος για το τρίτο λιβάδι είναι *Quercus pubescens*, *Stipa bromoides*, *Dactylis glomerata* (*Q.pu.* – *S.br.* – *D. gl.*).

Θερμιδικές τιμές

Από τα αποτελέσματα της διπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης για τον τύπο βλάστησης προέκυψε ότι τα δασολίβαδα παρουσίασαν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές από τα ποολίβαδα (Εικόνα 1). Αυτό πιθανώς οφείλεται στις καλύτερες συνθήκες που δημιουργεί ο ανώροφος για την ποώδη βλάστηση των δασολίβαδων. Έτσι ενώ η βοσκήσιμη ύλη των ποολίβαδων ξηραίνεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η ποώδης βοσκήσιμη ύλη των δασολίβαδων διατηρεί, λόγω σκίασης, για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα την ευρωστία της.



Εικόνα 1. Σχηματική παράσταση των θερμιδικών τιμών Kcal/g ξηρού βάρους των ποολίβαδων και δασολίβαδων.

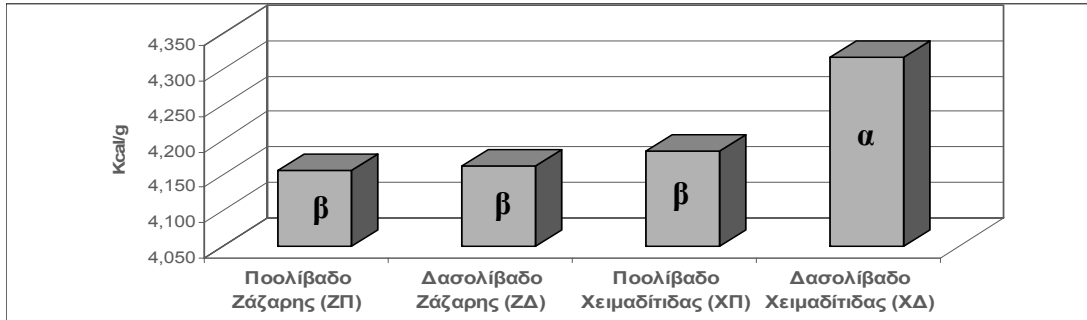


Εικόνα 2. Σχηματική παράσταση των θερμιδικών τιμών Kcal/g ξηρού βάρους των λιβαδιών της Ζάζαρης και της Χειμαδίτιδας.

Επίσης από τις μετρήσεις προέκυψε επίσης ότι οι θερμιδικές τιμές/g. για τα λιβάδια στη Χειμαδίτιδα είναι σημαντικά μεγαλύτερες από αυτές στα λιβάδια της Ζάζαρης (Εικόνα 2). Αυτό πιθανότατα οφείλεται στη χρήση τους από διαφορετικά είδη ζώων, τα οποία με τη βόσκηση επηρεάζουν τη σύνθεση της βλάστησης. Σημαντικό ρόλο στην αποθηκευμένη ενέργεια που υπάρχει στα λιβάδια παίζει επίσης και η διαφορετική διαχείριση των δύο περιοχών, καθώς τα λιβάδια της Χειμαδίτιδας χρησιμοποιούνται εποχιακά από τα ζώα σε αντίθεση με τα λιβάδια στη Ζάζαρη που χρησιμοποιούνται όλη τη διάρκεια του έτους.

Τέλος από τη στατιστική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι υπήρχε αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων. Για την περαιτέρω έρευνα της αλληλεπίδρασης των παραγόντων (τύπος βλάστησης × περιοχή) για τις θερμιδικές τιμές Kcal/g των φυτών έγινε ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) για τους τέσσερις χειρισμούς.

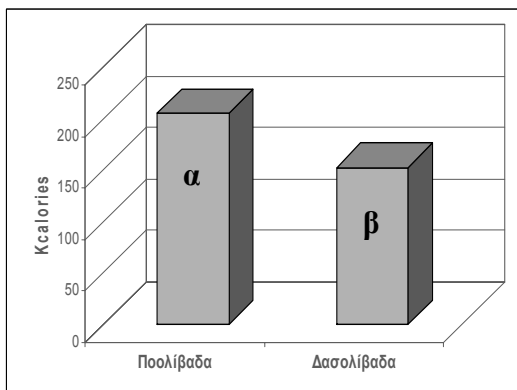
Στο διάγραμμα (Εικόνα 3) φαίνονται αναλυτικά οι θερμιδικές τιμές των ποολίβαδων και δασολίβαδων για κάθε περιοχή. Το δασολίβαδο της Χειμαδίτιδας έδωσε σημαντικά μεγαλύτερη θερμιδική Kcal/g από τα υπόλοιπα λιβάδια και των δύο περιοχών, αποτέλεσμα που πιθανόν οφείλεται τόσο στις καλύτερες συνθήκες που δημιουργεί η σκίαση, όσο και στη χρήση των δύο περιοχών από διαφορετικό είδος ζώου, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την κυριαρχία διαφορετικών ειδών σε κάθε λιβάδι.



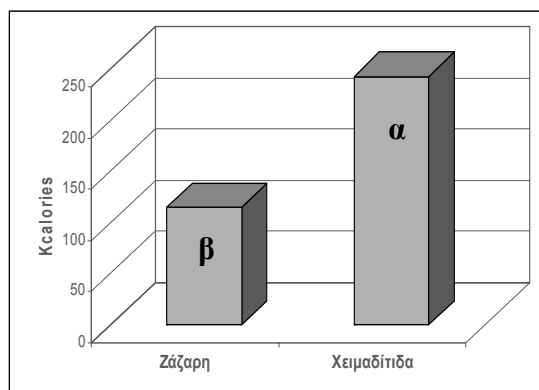
Εικόνα 3. Σχηματική παράσταση των θερμιδικών τιμών Kcal/g ξηρού βάρους για κάθε χειρισμό.

Θερμιδική αξία

Από τα αποτελέσματα της διπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης (τύπος βλάστησης × περιοχή) για τη θερμιδική αξία των φυτών προέκυψε ότι τα ποολίβαδα είχαν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη θερμιδική αξία από τα δασολίβαδα (Εικόνα 4). Με αυτό συμφωνεί και ο Long (1934), ο οποίος βρήκε ότι τα φυτά που μεγαλώνουν σε περιβάλλοντα με πολύ φως έχουν μεγάλη θερμιδική αξία. Επιπλέον από τις μετρήσεις προέκυψε επίσης ότι τα λιβάδια της Χειμαδίτιδας είχαν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη θερμιδική αξία από τα λιβάδια της Ζάζαρης (Εικόνα 5).



Εικόνα 4. Σχηματική παράσταση της θερμιδικής αξίας των ποολίβαδων και των δασολίβαδων.

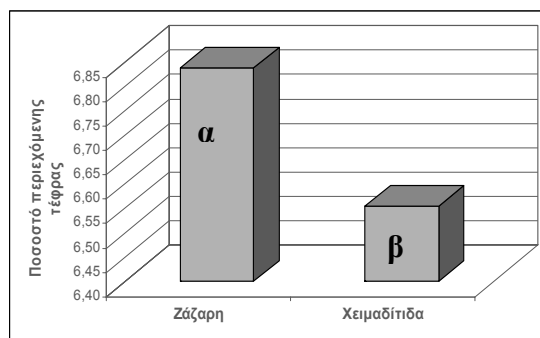


Εικόνα 5. Σχηματική παράσταση των θερμιδικών τιμών των λιβαδιών της Ζάζαρης και της Χειμαδίτιδας.

Τα αποτελέσματα αυτά δικαιολογούνται από τον ορισμό της θερμιδικής αξίας. Σύμφωνα με τους Yajing et. al. (2007) υπάρχει μία θετική συσχέτιση μεταξύ της θερμιδικής αξίας και της βιομάζας μέσα στη κοινότητα. Έτσι αφού τα ποολίβαδα είχαν μεγαλύτερη παραγωγή από τα δασολίβαδα και η θερμιδική τους αξία είναι μεγαλύτερη από αυτή των δασολίβαδων. Επίσης τα λιβάδια στη Χειμαδίτιδα είχαν μεγαλύτερη παραγωγή από της Ζάζαρης, καθώς και μεγαλύτερες θερμιδικές τιμές ανά γραμμάριο ξηρού βάρους.

Τέφρα

Από τα αποτελέσματα της διπαραγοντικής ανάλυσης (τύπος βλάστησης × περιοχή) για την τέφρα, διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μόνο για τον παράγοντα περιοχή, ενώ δεν προέκυψε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων στη διαμόρφωση των ποσοστών αυτών. Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι τα λιβάδια της Ζάζαρης έχουν μεγαλύτερη ποσότητα ανόργανων συστατικών σε σχέση με τα λιβάδια της Χειμαδίτιδας (Εικόνα 6). Το αποτέλεσμα αυτό πιθανώς οφείλεται στο ότι οι δύο περιοχές βόσκονται από διαφορετικά είδη ζώων, τα οποία επιδρούν στη σύνθεση της βλάστησης.



Εικόνα 6. Σχηματική παράσταση της περιεχόμενης τέφρας για τα λιβάδια της Ζάζαρης και της Χειμαδίτιδας.

Συμπεράσματα

1. Στα εποχιακά λιβάδια (Χειμαδίτιδα) οι θερμιδικές τιμές είναι αυξημένες σε σχέση με τους μόνιμους βοσκότοπους της Ζάζαρης.
2. Τα δασολίβαδα της Χειμαδίτιδας παρουσίασαν τις μεγαλύτερες θερμιδικές τιμές σε σχέση με τα υπόλοιπα λιβάδια και των δύο λιμνών.
3. Η θερμιδική αξία των ποολίβαδων είναι μεγαλύτερη από αυτή των δασολίβαδων και των εποχιακών λιβαδιών είναι μεγαλύτερη από αυτή των μόνιμων βοσκότοπων.
4. Τα δασολίβαδα είναι οικολογικά αποτελεσματικότερα από τα ποολίβαδα.
5. Τα εποχιακά λιβάδια (Χειμαδίτιδα) παρουσιάζουν μικρότερη περιεκτικότητα ανόργανων συστατικών σε σχέση με τους μόνιμους βοσκότοπους (Ζάζαρη).

Βιβλιογραφία

- Akiyama, T., S. Takahashi, M. Shiyomi and T. Okubo. 1981. Energy flow and conversion efficiency in grazing grassland. In Proceedings of the XIV International Grassland Congress. Eds. J. Allan Smith and Virgil W. Hays. 481-483.
- Andersen, C.D. and K.B. Armitage. 1976. Caloric content of Rocky mountain subalpine and alpine plants. J. Range Manage. 29(4): 344-345.
- Gomez K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. Second Edition. John Wiley and Sons. P. 680.
- Harris, E.L. 1970. Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals. Vol.1. Logan. Utah.
- Ισπικούδης Ι. 1991. Μελέτη αυξητικής συμπεριφοράς σε 5 αγρωστώδη κάτω από διαφορετικές εντάσεις κοπής. Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ.
- Lieth, H. 1968. The measurement of calorific values of Biological material and the determination of ecological efficiency. Actes du Colloque de Copenhague edit. F.E. Eckardt UNESCO: 233-242.
- Long, F. L. 1934. Application of calorimetric methods to ecological research. Plant Physiol. 9. p. 323-337.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of ecology. W.B. Saunders Co. London.
- Sokal R.R. and F.J. Rohlf 1995. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. Third Edition. W.H. Freeman and Co. New York. p. 887.
- Yajing B., L. Zhenghai, H. Xingguo, H. Guodong and Zhong Yankai. 2007. Caloric content of plant species and its role in a *Leymus chinensis* steppe community of Inner Mongolia, China. Acta Ecologica Sinica. Vol. 27, Issue 11. Online English edition of the Chinese language journal. P. 4443-4451.
- <http://www.chem.uoa.gr/courses/Undergraduate/Diatrofi/1.pdf> 2010.

Calorific value of forage

D. Rapti, M. Papadimitriou and I. Ispikoudis

Laboratory of Rangeland Ecology (286), School of Forestry and Natural Environment,
Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece,
e-mail: dimrap@for.auth.gr

Summary

The energy that is stored in ecosystems is the result of photosynthetic efficiency of the plants and it is measured in calories. The purpose of this paper was to study the effect of different management practices, carried out in the pastures around the lakes Zazari and Cheimaditida, as well as the types of vegetation on the caloric value of forage material. For each region and each type of vegetation the aboveground herbaceous production was measured and the calorific content per gram of dry weight and calorific value were determined. The results showed that the calorific content expressed in Kcalories/g of dry weight is greater in silvopastoral systems of the two wetland regions. Higher calorific content of dry weight was also recorded for the pastures of Cheimaditida in relation to the pastures of Zazari. The interaction of two factors (vegetation type x region) revealed that the silvopastoral system of Cheimaditida contained the highest calorific content followed by the grasslands of Cheimaditida, the silvopastoral system of Zazari and finally the grasslands of Zazari. The calorific value was greater for grasslands in relation to silvopastoral systems for both regions and was also greater for the pastures of Cheimaditida than the pastures of Zazari.

Key words: energy, grazing, vegetation type, herbaceous rangeland production