

# Μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των φυτικών υπολειμμάτων σε σχέση με τη διαδοχή της βλάστησης σε ημίξηρα Μεσογειακά λιβάδια

**Μ.Π. Ζαρόβαλη και Β.Π. Παπαναστάσης**

Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (286), 541 24, email:mzaroval@for.auth.gr

## Περίληψη

Τα φυτικά υπολείμματα παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην λειτουργία της ανακύκλωσης των θρεπτικών στοιχείων στα λιβαδικά οικοσυστήματα, αφού αποτελούν το υπόστρωμα για τους μικροοργανισμούς του εδάφους κατά τη διαδικασία της αποσύνθεσης. Τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά εξαρτώνται από τη σχετική περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία και δομικές χημικές ενώσεις. Στην έρευνα αυτή ελέγχθηκε η υπόθεση ότι η εξέλιξη της δευτερογενούς διαδοχής στις λιβαδικές φυτοκοινότητες διαφοροποιεί τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτικών υπολειμμάτων που παράγονται κατά το στάδιο του γηρασμού με τέτοιο τρόπο που δύνανται να επηρεάσουν τον ρυθμό αποικοδόμησής τους. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην Επαρχία Λαγκαδά του νομού Θεσσαλονίκης, όπου αναγνωρίστηκαν τέσσερις τύποι λιβαδικής βλάστησης, οι οποίοι αντιπροσώπευαν τέσσερις διαδοχικές καταστάσεις, ήτοι εγκαταλελειμμένος αγρός, ποολίβαδο, αραιό και πυκνό θαμνολίβαδο. Σε φυτικά υπολείμματα πώδους βλάστησης, τα οποία συλλέχθηκαν τον Οκτώβριο 2003, προσδιορίστηκαν η περιεκτικότητά τους σε C και N, σε δομικά συστατικά (κυτταρικά τοιχώματα, κυτταρίνη, λιγνίνη), οι λόγοι C/N, λιγνίνης /N, λιγνίνης - κυτταρίνης και οι δείκτες HLQ, LCH και LCI. Βρέθηκε ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτικών υπολειμμάτων στο στάδιο του γηρασμού: α. μεταβάλλονται με την πρόοδο της διαδοχής πιθανότατα ως αποτέλεσμα των αλλαγών στη σύνθεση της βλάστησης, β. είναι καλύτερα στα αρχικά στάδια διαδοχής και γ. παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες στον εγκαταλελειμμένο αγρό, γεγονός που απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση.

**Λέξεις κλειδιά:** φυτικά υπολείμματα, χημικές ιδιότητες, αποικοδόμηση, σύνθεση ειδών, δευτερογενής διαδοχή.

## Εισαγωγή

Οι ανθρωπογενείς αλλαγές στο καθεστώς χρήσης γης έχουν οδηγήσει σε μεταβολές στη δομή των φυτοκοινοτήτων και κατά συνέπεια σε μεταβολές θεμελιωδών λειτουργιών των οικοσυστημάτων, όπως η αποικοδόμηση των παραγόμενων φυτικών υπολειμμάτων (Vitousek et al. 1997). Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στη διερεύνηση των επιδράσεων της εξέλιξης της δευτερογενούς διαδοχής – ως αποτέλεσμα της εκτατικοποίησης της χρήσης γης – στην ποιότητα των φυτικών υπολειμμάτων που παράγονται σε ημίξηρα μεσογειακά λιβάδια. Η ποιότητα των φυτικών υπολειμμάτων, μαζί με το κλίμα και τους οργανισμούς αποικοδόμησης, αποτελούν τους τρεις κύριους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της αποικοδόμησης και συνεπώς την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων στα λιβαδικά οικοσυστήματα (Swift et al. 1979, Aerts 1997).

Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να χρησιμοποιήσουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτικών υπολειμμάτων, κυρίως την περιεκτικότητά τους σε δομικές χημικές ενώσεις και θρεπτικά στοιχεία, με σκοπό να προβλέψουν τον ρυθμό αποικοδόμησής τους. Τέτοια

χαρακτηριστικά είναι η περιεκτικότητά τους σε λιγνίνη (Meentemeyer 1978, Berg et al. 1984), σε κυτταρίνη (McClaugherty και Berg 1987), σε N (Melillo et al. 1982), ορισμένοι δείκτες σχετικοί με τις αναλογίες ασταθών και σταθερών συστατικών τους, π.χ. οι λόγοι λιγνίνης/N, C/N, ολοκυτταρίνης - λιγνικυτταρίνης (HLQ) και λιγνίνης - λιγνοκυτταρίνης (LCI) (Taylor et al. 1989, Cadisch και Giller 1997). Η περιεκτικότητα των φυτικών υπολειμμάτων σε θρεπτικά στοιχεία, κυρίως N, βρέθηκε ότι καθορίζει το ρυθμό αποικοδόμησης στην πρώτη και ταχεία φάση της αποικοδόμησης, ενώ η περιεκτικότητα σε σταθερές δομικές ενώσεις που αποσυντίθενται δυσκολότερα, π.χ. σε λιγνίνη, παίζει σημαντικότερο ρόλο στη δεύτερη και πιο αργή φάση (McClaugherty και Berg 1987, Vaieretti et al. 2005). Στην έρευνα αυτή ελέγχθηκε η υπόθεση ότι διαδοχικές λιβαδικές φυτοκοινότητες διαφέρουν ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτικών υπολειμμάτων που παράγονται κατά το στάδιο του γηρασμού.

## Μέθοδοι και υλικά

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Δημοτικό Διαμέρισμα Λοφίσκου (40° 47' Β, 23° 12' Ν), της επαρχίας Λαγκαδά του νομού Θεσσαλονίκης. Η περιοχή έχει υψόμετρο 450-550 m. και κλίμα ημίξηρο μεσογειακό με ψυχρούς χειμώνες. Το έδαφος προέρχεται κυρίως από γνεύσιους, ενώ η βλάστηση ανήκει στον αυξητικό υποχώρο *Coccifero-Carpinetum* (*Quercetalia pubescentis*). Στην περιοχή αναγνωρίστηκαν τέσσερις τύποι λιβαδικής βλάστησης, οι οποίοι αντιπροσώπευαν εξελικτικά στάδια μιας δευτερογενούς διαδοχής (space-for time-substitution, Pickett 1989): εγκαταλειμμένος αγρός (για μια 10ετία περίπου), ποολίβαδο, αραιό και πυκνό θαμνολίβαδο. Οι τέσσερις τύποι διέφεραν ως προς τη σύνθεση της πώδους βλάστησης και ως προς το ποσοστό θαμνοκάλυψης (0%, 5%, 36% και 49%, αντίστοιχα) (Papadimitriou et al. 2004, Zarovali et al. 2007).

Στο αραιό θαμνολίβαδο διακρίθηκαν δυο επιμέρους καταστάσεις, ήτοι στα διάκενα μεταξύ των θάμνων και κάτω από τη κομοστέγη τους. Ο πειραματικός σχεδιασμός περιελάμβανε για κάθε κατάσταση δυο πειραματικές επιφάνειες ως επαναλήψεις, δηλαδή συνολικά 10 επιφάνειες. Τον Οκτώβριο του 2003, δηλαδή κατά το στάδιο μέγιστου γηρασμού της πώδους βλάστησης (Παπαναστάσης 1982), συλλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα φυτικών υπολειμμάτων της τρέχουσας αυξητικής περιόδου (νεκρά φύλλα, βλαστοί) για κάθε πειραματική επιφάνεια (Hector et al. 2000). Στο Εργαστήριο, τα δείγματα ξηράθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 3-4 ημέρες, αλέστηκαν σε μύλο τύπου Willey (οπές<1mm), διαιρέθηκαν σε δυο επιμέρους δείγματα - επαναλήψεις και σε αυτά προσδιορίστηκαν:

α. τέσσερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτικών υπολειμμάτων (Pérez-Harguindeguy et al. 2008, Quested et al. 2007): η περιεκτικότητα σε N με τη μέθοδο Kjeldahl (AOAC 1990), σε λιγνίνη (ADL ή LIG) με τη μέθοδο Goering και Van Soest (1970), σε κυτταρίνη (CEL=ADF-ADL) και σε ημικυτταρίνη (HEM=NDF-ADF). Οι αδιάλυτες σε ουδέτερο και όξινο απορρυπαντικό ινώδεις ουσίες (NDF, ADF) προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο Van Soest κ.άλ. (1991).

β. η περιεκτικότητα σε C, ως το 50% της οργανικής ουσίας (Gallardo και Merino 1993), σε ολοκυτταρίνη (HOLOCEL= CEL+HEM), σε λιγνοκυτταρίνη (LIGNOCEL= LIG+CEL+HEMICEL) και ο λόγος C/N (McClaugherty κ.άλ. 1985).

γ. τρεις δείκτες ποιότητας σχετικοί με τις αναλογίες ασταθών και σταθερών συστατικών, ήτοι ο λόγος λιγνίνης-N (LIG/N), ο δείκτης ινωδών ουσιών LCH (LIG+CEL+HEMICEL) και ο δείκτης ολοκυτταρίνης - λιγνοκυτταρίνης HLQ (HOLOCEL/LIGNOCEL) (McClaugherty και Berg 1987, Gillon et al. 1994, Cortez et al. 1996, Cornelissen et al. 2004). Επίσης υπολογίστηκαν οι λόγοι λιγνίνης - κυτταρίνης (LIG/CEL) (Girisha et al. 2003) και ο δείκτης λιγνοκυτταρίνης LCI (LIG/LIGNOCEL) (Melillo et al. 1989).

Για κάθε μια από τις παραμέτρους που προσδιορίστηκαν υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι για κάθε κατάσταση, έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας, ενώ για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Duncan στο επίπεδο σημαντικότητας 5%.

## Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτικών υπολειμμάτων διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των διαδοχικών καταστάσεων (Πίνακας 1). Γενικά, η περιεκτικότητά τους σε C και N μειώθηκε, ενώ ο λόγος C/N αυξήθηκε με την πρόοδο της διαδοχής. Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν και οι Cortez et al. (2007) σε μια δευτερογενή διαδοχή με εγκαταλελειμένους αγρούς σε ένα ύφυγρο μεσογειακό περιβάλλον της Ν. Γαλλίας. Βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα N στο αραιό θαμνολίβαδο (κάτω από την κομοστέγη των θάμνων) ήταν σημαντικά μέγιστη σε σχέση με τις άλλες καταστάσεις και κατ' αναλογία ελάχιστοι οι λόγοι C/N και LIG/N. Οι μεγαλύτερες τιμές N στον εγκαταλελειμένο αγρό και στον αραιό θαμνολίβαδο (κάτω από την κομοστέγη των θάμνων) αποδίδονται στην μεγάλη συμβολή ψυχανθών ειδών στη μέγιστη παραγωγή κάθε κατάστασης (23% και 21%, αντίστοιχα) (Zarovali et al. 2007). Οι μεγαλύτερες τιμές C/N στο προχωρημένο στάδιο διαδοχής συνάδουν με την γενικότερη τάση αντικατάστασης των ταχυαυξών ειδών (r-στρατηγικής) των αρχικών σταδίων με βραδυαυξή είδη (K-στρατηγικής) στα επόμενα στάδια (Kazakou et al. 2006).

Πίνακας 1. Μέσοι όροι των τιμών των ποιοτικών χαρακτηριστικών των φυτικών υπολειμμάτων ( $mg\ g^{-1}$ ) στις πέντε καταστάσεις

Ποιοτικά χαρακτηριστικά ( $mg\ g^{-1}$ )	Εγκατ. αγρός	Ποολίβαδο	Κατάσταση		
			Αραιό θαμνολίβαδο (διάκενα)	Αραιό θαμνολίβαδο (κομοστέγη)	Πυκνό θαμνολίβαδο
[C]	479,1 $\alpha^1$	472,1 $\alpha$	469,9 $\alpha$	453,6 $\beta$	456,1 $\beta$
[N]	7,9 $\beta$	5,7 $\gamma$	5,5 $\gamma$	9,9 $\alpha$	6,1 $\gamma$
[C/N]	18,3 $\alpha\beta$	17,5 $\alpha\beta$	28,2 $\alpha$	7,1 $\beta$	28,0 $\alpha$
[NDF],[LIGNOCEL]	747,9 $\beta$	773,2 $\alpha\beta$	765,3 $\alpha\beta$	778,8 $\alpha\beta$	799,3 $\alpha$
[ADF]	556,9 $\alpha$	462,6 $\gamma$	474,2 $\gamma$	485,4 $\beta\gamma$	517,4 $\beta$
[ADL] ή [LIG]	113,0 $\alpha$	55,7 $\gamma$	75,0 $\beta\gamma$	67,9 $\gamma$	97,3 $\alpha\beta$
[HEM]	191,1 $\beta$	310,6 $\alpha$	291,1 $\alpha$	293,5 $\alpha$	281,9 $\alpha$
[CEL]	443,9 $\alpha$	406,8 $\beta$	399,1 $\beta$	417,5 $\alpha\beta$	420,1 $\alpha\beta$
[HOLOCEL]	634,9 $\beta$	717,4 $\alpha$	690,2 $\alpha$	711,0 $\alpha$	702,0 $\alpha$

<sup>1</sup> Οι μέσοι όροι στην ίδια γραμμή ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 5% (one-way ANOVA, Duncan test,  $P < 0.05$ ).

Οι τιμές των NDF, HEM, HOLOCEL και LIGNOCEL και του δείκτη LCH αυξήθηκαν με την πρόοδο της διαδοχής και ήταν ελάχιστες στον εγκαταλελειμένο αγρό (Πίνακας 2). Αύξηση παρουσίασαν και οι τιμές των CEL, ADF, ADL και των λόγων LIG/N, LIG/CEL από το ποολίβαδο προς το πυκνό θαμνολίβαδο, ενώ μειώθηκε ο δείκτης HLQ. Οι Cortez κ.άλ. (2007) βρήκαν ότι όσο μεγαλύτερη η περιεκτικότητα σε C, N και όσο μικρότερος ο λόγος C/N τόσο γρηγορότερη η αποικοδόμηση, ενώ μόνο η περιεκτικότητα σε λιγνίνη δε θεωρείται δείκτης πρόβλεψης του ρυθμού αποικοδόμησης. Οι Vaieretti et al. (2005) κατέληξαν ότι ο δείκτης LCH αποτελεί τον καλύτερο δείκτη πρόβλεψης του ρυθμού αποικοδόμησης και ότι όσο μεγαλύτερη τιμή λαμβάνει τόσο πιο αργή η αποικοδόμηση. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας επιβεβαιώνουν την άποψη ότι τα φυτικά υπολείμματα στα αρχικά στάδια διαδοχής έχουν καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα να αποικοδομούνται γρηγορότερα (Kazakou et al. 2006, Quested et al. 2007).

Αξιοσημείωτες ήταν οι σημαντικά μικρότερες τιμές NDF, HEM, HOLOCEL και LIGNOCEL και οι σημαντικά μεγαλύτερες τιμές CEL, ADF, ADL και του δείκτη LCI στον εγκαταλελειμένο αγρό. Το γεγονός αυτό πιθανότατα οφείλεται στη προηγούμενη γεωργική καλλιέργεια του αγρού ή/και στη μηδενική θαμνοκάλυψη και τις συνέπειες αυτών στη σύνθεση των ειδών, ενώ η επίδραση που μπορεί να έχει στο ρυθμό αποικοδόμησης απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. Η ταυτόχρονη όμως υψηλή περιεκτικότητα τόσο σε λιγνίνη όσο και σε N στα φυτικά υπολείμματα του εγκαταλελειμένου αγρού τείνει να επιβραδύνει το ρυθμό αποικοδόμησής τους λόγω και της δημιουργίας νέων και σταθερών συμπλόκων (Coûteaux et al. 1995).

Πίνακας 2. Δείκτες ποιότητας των φυτικών υπολειμμάτων βάσει των αναλογιών των ασταθών και σταθερών δομικών μερών τους στις πέντε καταστάσεις

Δείκτες ποιότητας φυτικών υπολειμμάτων	Εγκατ. αγρός	Κατάσταση			
		Ποολίβαδο	Αραιό θαμνολίβαδο (διάκενα)	Αραιό θαμνολίβαδο (κομοστέγη)	Πυκνό θαμνολίβαδο
[LIG/N]	14,3αβ	9,9βγ	14,4αβ	6,9γ	16,3α
[LIG/CEL]	0,26α	0,14γ	0,19βγ	0,17γ	0,24αβ
[LCH]	747,9β	773,2αβ	765,3αβ	778,8αβ	799,3α
[HLQ]	0,85γ	0,93α	0,90αβ	0,91αβ	0,88βγ
[LCI]	0,16α	0,07γ	0,10βγ	0,09βγ	0,12αβ

<sup>1</sup> Οι μέσοι όροι στην ίδια γραμμή ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα (α, β, γ) δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά στο επίπεδο 5% (one-way ANOVA, Duncan test,  $P < 0.05$ ).

## Συμπεράσματα

1. Με την πρόοδο της δευτερογενούς διαδοχής στα ημίξηρα μεσογειακά λιβάδια, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων φυτικών υπολειμμάτων στο στάδιο του γηρασμού μεταβάλλονται πιθανότατα ως αποτέλεσμα των αλλαγών στη σύνθεση της βλάστησης.
2. Τα φυτικά υπολείμματα που παράγονται στα αρχικά στάδια διαδοχής έχουν καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά και συνεπώς μεγαλύτερο δυναμικό αποικοδόμησης.
3. Ο εγκαταλελειμένος αγρός παρουσιάζει ιδιαιτερότητα όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτικών υπολειμμάτων, γεγονός που απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση.

## Αναγνώριση βοήθειας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος VISTA (EU Contract No. EVK2-2002-00168). Η πρώτη συγγραφέας ήταν Υπότροφος του Κοινοφελούς Ιδρύματος Αλέξανδρος Σ. Ωνάσης.

## Βιβλιογραφία

- Aerts, R. 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*, 79: 439-449.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis (15<sup>th</sup> Ed.), Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. pp. 746.
- Berg, B., G. Ekbohm and C. McClaugherty. 1984. Lignin and holocellulose relations during long-term decomposition of some forest litters. Long-term decomposition in a Scots pine forest. IV. *Canadian Journal of Botany*, 62: 2540-2550.
- Cadisch, G. and K. E. Giller. 1997. Driven by Nature: Plant LitterQuality and Decomposition. CAB International-University Press, Cambridge.

- Cornelissen, J.H.C., H.M. Quested, D. Gwynn-Jones, R.S.P. Van Logtestijn, M.A.H. De Beus, A. Kondratchuk, T.V. Callaghan and R. Aerts. 2004. Leaf digestibility and litter decomposability are related in a wide range of subarctic plant species and types. *Functional Ecology*, 18: 779-786.
- Cortez, J., J.M. Demard, P. Bottner and L.J. Monrozier. 1996. Decomposition of mediterranean leaf litters: a microcosm experiment investigating relationships between decomposition rates and litter quality. *Soil Biology & Biochemistry*, 28: 443-452.
- Cortez, J., E. Garnier, N. Perez-Harguindeguy, M. Debussche and D. Gillon. 2007. Plant traits, litter quality and decomposition in a Mediterranean old-field succession. *Plant Soil*, 296:19-34.
- Coûteaux, M.M., P. Bottner and B. Berg. 1995. Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 63-66.
- Gallardo, A. and J. Merino. 1993. Leaf decomposition in two Mediterranean ecosystems of Southwest Spain: influence of substrate quality. *Ecology*, 74: 152-161.
- Gillon, D., R. Joffre and A. Ibrahima. 1994. Initial litter properties and decay-rate – A microcosm experiment on Mediterranean species. *Canadian Journal of Botany*, 72: 946-954.
- Girisha, G.K., L.M. Condron, P.W. Clinton and M.R. Davis. 2003. Decomposition and nutrient dynamics of green and freshly fallen radiata pine (*Pinus radiata*) needles. *Forest Ecology and Management*, 179: 169-181.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses. ARS. USDA. Agr. Handb. No. 379. pp. 20.
- Hector, A., A.J. Beale, A. Minns, S.J. Otway and J.H. Lawton. 2000. Consequences of the reduction of plant diversity for litter decomposition: effects through litter quality and microenvironment. *Oikos*, 90: 357-371.
- Kazakou, E., D. Vile, B. Shipley, C. Gallet and E. Garnier. 2006. Co-variations in litter decomposition, leaf traits and plant growth in species from a Mediterranean old-field succession. *Functional Ecology*, 20: 21-30.
- McClaugherty, C. and B. Berg. 1987. Cellulose, lignin and nitrogen concentrations as rate regulating factors in late stages of forest litter decomposition. *Pedobiologia*, 30: 101-112.
- McClaugherty, C.A., J. Pastor, J.D. Aber and J.M. Melillo. 1985. Forest litter decomposition in relation to soil nitrogen dynamics and litter quality. *Ecology*, 66(1): 266-275.
- Meentemeyer, V. 1978. Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology*, 59: 465-472.
- Melillo, J.M., J.D. Aber., A.E. Linkins, A. Ricca, B. Fry and K. Nadelhoffer. 1989. Carbon and nitrogen dynamics along the decay continuum: Plant litter to soil organic matter. *Plant Soil*, 115:189–198.
- Papadimitriou, M., Y. Tsougrakis, I. Ispikoudis and V.P. Papanastasis. 2004. Plant functional types in relation to land use changes in a semi-arid Mediterranean environment. In: Arianoutsou M. and Papanastasis V.P. (eds) *Proceedings of the 10th MEDECOS Conference*, Rhodes Greece, 2004, pp. 1–6. Rotterdam, the Netherlands: Millpress.
- Παπαναστάσης Β.Π. 1982. Παραγωγή των ποολίβαδων σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρος και τη βροχή στη Βόρεια Ελλάδα. *Δασική Έρευνα*, III (3)
- Pérez-Harguindeguy, N., C.M. Blundo, D.E. Gurvich, S. Díaz and E. Cuevas. 2008. More than the sum of its parts? Assessing litter heterogeneity effects on the decomposition of litter mixtures through leaf chemistry. *Plant Soil*, 303: 151-159.
- Quested, H., O. Eriksson, C. Fortunel and E. Garnier. 2007. Plant traits relate to whole-community litter quality and decomposition following land use change. *Functional Ecology*, 21: 1016-1026.

- Swift, M.J., O.W. Heal and J.M. Anderson. 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Studies in Ecology 5. Blackwell, Oxford.
- Taylor, B.R., D. Parkinson and W.F.J. Parsons. 1989. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. *Ecology*, 70: 97-104.
- Vaieretti, M.V., N. Perez-Harguindeguy, DE. Gurvich, A.M. Cingolani and M. Cabido. 2005. Decomposition dynamics and physico-chemical leaf quality of abundant species in a montane woodland in central Argentina. *Plant and Soil*, 278: 223-234.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3583-3597.
- Vitousek, P.M., H.A. Mooney, J. Lubchenco and J.M. Mellilo. 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 277: 494-499.
- Zarovali, M.P., M.D. Yiakoulaki and V.P. Papanastasis. 2007. Effects of shrub encroachment on herbage production and nutritive value in semi-arid Mediterranean grasslands. *Grass and Forage Science*, 62(3): 355-363.

## **Changes in plant litter quality characteristics in relation to secondary succession in semi-arid Mediterranean rangelands**

**M.P. Zarovali and V.P. Papanastasis**

Laboratory of Rangeland Ecology, School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki (286), 541 24, Thessaloniki, Greece, e-mail:zaroval@for.auth.gr

### **Summary**

Plant litter produced by rangeland ecosystems plays an important role in nutrient cycling dynamics of the plant-soil system, as they function as a substrate for soil microorganisms during decomposition process. The quality of organic matter is highly dependent on the relative amounts of its constituent chemical structural compounds. In this study, we checked the hypothesis that the evolution of secondary succession in rangeland communities modifies the quality properties of plant litter produced at the time of natural senescence in a way that can influence organic matter decomposition rates. The research was carried out in a typical semiarid Mediterranean environment of Lagadas County of Thessaloniki Prefecture, where four types of rangeland vegetation were recognized in order to represent four stages of secondary succession i.e. abandoned field, grassland, open and dense shrubland. In recent plant litter collected during October 2003, we determined the following litter quality characteristics: C and N concentrations, concentration of structural components (NDF, ADF, ADL), C:N, lignin:N, lignin:cellulose ratios and HLQ, LCH and LCI indices. It was found that litter quality characteristics at time of peak senescence: a. change as secondary succession proceeds probably due to changes in species composition, b. are superior in the early stages of succession and c. have distinctive properties in the abandoned field that need further investigation.

**Key words:** plant litter, chemical properties, decomposition, species composition, secondary succession.