

Παραγωγή κατά λειτουργικούς τύπους φυτών σε σχέση με τις αλλαγές χρήσης γης σε μεσογειακά λιβάδια

Μ.Π. Ζαρόβαλη, Μ. Παπαδημητρίου και Β.Π. Παπαναστάσης

Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας Α.Π.Θ. (286), 541 24 Πανεπιστημιούπολη, Θεσσαλονίκη,
e-mail: mzaroval@for.auth.gr

Περίληψη

Τα λιβάδια των πεδινών και ημιορεινών περιοχών έχουν επηρεαστεί σημαντικά από τις κοινωνικοοικονομικές εξελίξεις που σημειώθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες στον ευρύτερο μεσογειακό χώρο. Η χαλάρωση ή και εγκατάλειψη πρακτικών που ασκούνταν παραδοσιακά στις λιβαδικές εκτάσεις συνετέλεσε στη σταδιακή μεταβολή της δομής και λειτουργίας των λιβαδικών οικοσυστημάτων, με κύριο χαρακτηριστικό τη σταδιακή εγκατάσταση ξυλωδών φυτών και την εξέλιξη της βλάστησης προς μεταγενέστερα στάδια διαδοχής. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν οι λειτουργικοί τύποι φυτών για τη μελέτη της παραγωγής της ποώδους βλάστησης σε διαφορετικούς τύπους βλάστησης που αποτελούν διαδοχικά εξελικτικά στάδια μετά την εκτατικοποίηση ή εγκατάλειψη της προηγούμενης χρήσης. Την άνοιξη του 2003 μετρήθηκε η υπέργεια παραγωγή ποώδων φυτών σε τέσσερις τύπους βλάστησης (εγκαταλελειμμένοι αγροί, ποολίβαδα, αραιά και πυκνά θαμνολίβαδα) στην Επαρχία Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Στο εργαστήριο η παραγωγή διαχωρίστηκε ανά είδος φυτού και τα είδη ταξινομήθηκαν σε λειτουργικές ομάδες. Τέλος, προσδιορίστηκε η παραγωγή κάθε λειτουργικής ομάδας σε κάθε τύπο βλάστησης για τη διαπίστωση τυχόν στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των τύπων αυτών. Βρέθηκε ότι η παραγωγή της ποώδους βλάστησης μειώνεται από τα αρχικά προς τα μεταγενέστερα στάδια διαδοχής, ενώ τα αγρωστώδη και τα ψυχανθή είναι οι περισσότερο ευαίσθητες ομάδες φυτών στις αλλαγές χρήσης γης. Περαιτέρω, στα πρώτα εξελικτικά στάδια συμβάλλουν περισσότερο στη συνολική παραγωγή ζωντανής ύλης τα ετήσια C₃ αγρωστώδη και τα ετήσια πλατύφυλλα, ενώ στα μεταγενέστερα τα πολυετή C₄ αγρωστώδη. Συμπεραίνεται ότι οι λειτουργικές ομάδες φυτών μπορούν να αποτελέσουν αξιόλογο εργαλείο για τη διερεύνηση των επιδράσεων των αλλαγών χρήσης/ κάλυψης γης στην υπέργεια παραγωγή της ποώδους βλάστησης σε λιβαδικά οικοσυστήματα της μεσογειακής περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: Αλλαγές χρήσης γης, δευτερογενής διαδοχή, υπέργεια παραγωγή ποώδους βλάστησης, λειτουργικοί τύποι φυτών.

Εισαγωγή

Οι λιβαδικές εκτάσεις στην Ελλάδα αντιμετωπίζουν τις τελευταίες δεκαετίες σημαντικές αλλαγές στο καθεστώς χρήσης / κάλυψης γης, κυρίως λόγω έντονων αλλαγών που έχουν συντελεστεί σε τεχνολογικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Πρακτικές διαχείρισης που ασκούνταν ανέκαθεν στο μεσογειακό χώρο (κτηνοτροφία, καυσοξύλευση) εγκαταλείπονται σταδιακά, αφού σημαντικό τμήμα του πληθυσμού της υπαίθρου τείνει να μετακινηθεί στα αστικά κέντρα (Correia 1993, Bonet et al. 2004). Η μείωση της συχνότητας και έντασης χρησιμοποίησης των λιβαδικών εκτάσεων επέφερε σημαντικές αλλαγές στη δομή και λειτουργία τους – συμπεριλαμβανομένης και της υπέργειας παραγωγής της ποώδους βλάστησης – με κύριο χαρακτηριστικό την εγκατάσταση ξυλωδών φυτών στα πλαίσια της δευτερογενούς διαδοχής (Debussche and Lepart 1992). Πολλές έρευνες επισημαίνουν πως η

εκτίμηση των επιδράσεων αυτών στη βλάστηση δε μπορεί να γίνει με τη μελέτη μεμονωμένων ειδών, αλλά ομάδων φυτών με κοινά λειτουργικά χαρακτηριστικά (Gitay and Noble 1997, McIntyre et al. 1999). Η χρησιμοποίηση λειτουργικών, και όχι φυλογενετικών, χαρακτηριστικών της βλάστησης, αποδεικνύεται ως αξιόπιστος και σχετικά εύκολος τρόπος μελέτης, σύγκρισης και πρόβλεψης της λειτουργίας των οικοσυστημάτων. Η παρούσα έρευνα είχε ως σκοπό τη διερεύνηση των επιδράσεων των αλλαγών χρήσης κάλυψης γης στην υπέργεια παραγωγή της ποώδους βλάστησης με τη βοήθεια λειτουργικών ομάδων φυτών (plant functional types, PFT's).

Περιοχή μελέτης - Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Δημοτικό Διαμέρισμα Λοφίσκου (40° 47' Β, 23° 12' Ν, υψόμετρο 500 μ.) της Επαρχίας Λαγκαδά του νομού Θεσσαλονίκης, κατά τη χρονική περίοδο 2003-2004. Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής είναι μεσογειακό με ψυχρούς χειμώνες, ενώ το έδαφος προέρχεται κατά κύριο λόγο από μεταμορφωμένα πετρώματα. Η βλάστηση ανήκει στον αυξητικό υποχώρο *Coccifero-Carpinetum* της παραμεσογειακής ζώνης βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*). Οι λιβαδικές εκτάσεις του Δ. Δ. Λοφίσκου ανέρχονται σε 3.920 εκτάρια και αποτελούν το 74,3% της συνολικής του έκτασης.

Στην περιοχή αναγνωρίστηκαν τέσσερις λιβαδικοί τύποι βλάστησης, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν διαδοχικά εξελικτικά στάδια μετά από την εγκατάλειψη της προηγούμενης χρήσης και την πρόοδο της δευτερογενούς διαδοχής (Pickett 1989): εγκαταλελειμμένοι αγροί (για μια 10ετία περίπου), ποολίβαδα, αραιά και πυκνά θαμνολίβαδα πουργαριού. Ο πειραματικός σχεδιασμός περιελάμβανε τέσσερις επαναλήψεις για κάθε τύπο βλάστησης, δηλαδή 16 πειραματικές επιφάνειες (30×30 μ.) συνολικά. Η υπέργεια παραγωγή της ποώδους βλάστησης μετρήθηκε στο τέλος της αυξητικής περιόδου σε 5 τετραγωνικά πλαίσια (50×50 εκ.) ανά επιφάνεια με τη μέθοδο της συγκομιδής (Odum 1971). Η ζωντανή ύλη διαχωρίστηκε αρχικά από τη νεκρή ύλη και έπειτα ανά είδος φυτού και ακολούθησε ξήρανση (60 C, 48 ώρες) και ζύγιση των τελευταίων. Στη συνέχεια, τα επιμέρους είδη ταξινομήθηκαν σε λειτουργικές ομάδες, ήτοι αγρωστώδη, ψυχανθή, πλατύφυλλες πόες και ημίθαμνους (ύψος<1μ.). Επιπλέον έγινε ομαδοποίησή τους με βάση τον κύκλο ζωής (ετήσια και πολυετή), τη φωτοσυνθετική πορεία (C₃ και C₄ φυτά) και την αυξητική τους μορφή κατά Raunkiaer (1934) (θερόφυτα, ημικρυπτόφυτα, χαμαίφυτα και γεώφυτα). Για κάθε ομάδα υπολογίστηκε η συνολική παραγωγή ζωντανής ύλης από το βάρος των επιμέρους ειδών και στα αποτελέσματα έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 11.0 for Windows. Για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Duncan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Συνολική υπέργεια παραγωγή ποωδών φυτών κατά λειτουργικές ομάδες

Η συνολική υπέργεια παραγωγή της ζωντανής ύλης μειώθηκε στατιστικά σημαντικά από τους εγκαταλελειμμένους αγρούς και τα ποολίβαδα προς τα αραιά και πυκνά θαμνολίβαδα. Συγκεκριμένα, ελαττώθηκε κατά 13,1% από τους εγκαταλελειμμένους αγρούς στα ποολίβαδα, 21,3% στα αραιά θαμνολίβαδα και 47,5% στα πυκνά. Στους ίδιους τύπους βλάστησης, οι Papadimitriou et al. (2004) βρήκαν ότι ο αριθμός των φυτικών ειδών ανά 0,25τ.μ. παρουσίασε σημαντική μείωση από τα ποολίβαδα προς τα αραιά και πυκνά θαμνολίβαδα. Αντίθετα, η παραγωγή της νεκρής ύλης ακολούθησε αντίστροφη πορεία και ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στα πυκνά θαμνολίβαδα σε σχέση με τους άλλους τύπους

βλάστησης (στα θαμνολίβαδα, στη νεκρή ύλη συμπεριλαμβάνονταν και υπολείμματα φύλλων πουρναριού και δρυός) (Πίνακας 1).

Όσον αφορά στις λειτουργικές ομάδες (αγρωστώδη, ψυχανθή, πλατύφυλλες πόες, ημίθαμνοι), η παραγωγή ζωντανής ύλης των αγρωστωδών ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς και στα ποολίβαδα σε σχέση με τα πυκνά θαμνολίβαδα, ενώ των ψυχανθών εμφάνισε σημαντικά μεγαλύτερη τιμή στους εγκαταλελειμμένους αγρούς σε σχέση με τα ποολίβαδα και τα πυκνά θαμνολίβαδα. Η παραγωγή ζωντανής ύλης τόσο των αγρωστωδών, όσο και των ψυχανθών παρουσίασε ενδιάμεσες τιμές στα αραιά θαμνολίβαδα. Η παραγωγή των πλατυφύλλων ποών ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς, ενώ των ημίθαμων δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων τύπων βλάστησης.

Πίνακας 1. Μέσοι όροι υπέργεια παραγωγής (g/m^2) ανά τύπο βλάστησης και ομάδα φυτών.

Τύποι βλάστησης	Αγρωστώδη	Ψυχανθή	Πλατυφ. πόες	Ημί- θαμνοι	Ζωντανή ύλη (σύνολο)	Νεκρή ύλη
Εγκαταλελειμμένοι αγροί	89,9α*	40,8α	44,0α	1,4α	176,1α	175,1β
Ποολίβαδα	112,3α	6,2β	20,3β	14,2α	153,1α	192,9β
Αραιά θαμνολίβαδα	65,4αβ	21,0αβ	8,0β	25,9α	120,4β	181,4β
Πυκνά θαμνολίβαδα	22,3β	4,2β	18,0β	18,6α	63,2γ	268,1α

* Οι μέσοι όροι σε κάθε στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 0,05.

Υπέργεια παραγωγή ζωντανής ύλης αγρωστωδών κατά λειτουργικές ομάδες

Τα αγρωστώδη αποτελούσαν το 73,4% της συνολικής υπέργεια παραγωγής ποωδών φυτών στα ποολίβαδα, το 54,3% στα αραιά θαμνολίβαδα, το 51% στους εγκαταλελειμμένους αγρούς και μόνο το 35,4% στα πυκνά θαμνολίβαδα (Πίνακας 1). Η κατανομή τους κατά λειτουργικές ομάδες φαίνεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Υπέργεια παραγωγή ζωντανής ύλης αγρωστωδών (g/m^2) ανά τύπο βλάστησης και ομάδα φυτών.

Τύποι βλάστησης	Κύκλος ζωής		Φωτοσυνθετική πορεία			Αυξητική μορφή		
	Ετήσια	Πολυετή	Ετήσια	Πολυετή		Θερό-φυτα	Ημικρυ-πτόφυτα	Γεώ-φυτα
			C ₃	C ₃	C ₄			
Εγκαταλελειμμένοι αγροί	78,1α*	11,8γ	78,1α	10,9α	0,9γ	78,1α	10,9 γ	0,9α
Ποολίβαδα	9,6β	102,7α	9,6β	9,3α	93,5α	9,6β	102,6α	0,2α
Αραιά θαμνολίβαδα	1,8β	63,5β	1,8β	13,1α	50,5β	1,8β	63,5β	0,0α
Πυκνά θαμνολίβαδα	0,4β	21,9γ	0,4β	19,0α	2,9γ	0,4β	21,9γ	0,0α

* Οι μέσοι όροι σε κάθε στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 0,05.

Η παραγωγή ζωντανής ύλης των ετήσιων αγρωστωδών, τα οποία στο σύνολό τους ακολουθούσαν το C₃ φωτοσυνθετικό κύκλο και ήταν θερόφυτα, ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς από ό,τι στους άλλους τύπους βλάστησης. Αντίθετα, το σύνολο των πολυετών αγρωστωδών είχαν μεγαλύτερη παραγωγή ζωντανής ύλης στα ποολίβαδα, ενδιάμεση στα αραιά θαμνολίβαδα και μικρότερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς και στα πυκνά θαμνολίβαδα. Εντούτοις, η παραγωγή ζωντανής ύλης των πολυετών C₃ αγρωστωδών δε διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των τεσσάρων τύπων βλάστησης, ενώ αυτή των πολυετών C₄ (όπως είναι τα *Dichanthium ischaemum* και *Chrysorogon gryllus*) ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στα ποολίβαδα, ενδιάμεση στα αραιά θαμνολίβαδα και μικρότερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς και στα πυκνά θαμνολίβαδα. Όσον αφορά στις αυξητικές μορφές, η παραγωγή των γεώφυτων δε διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των τύπων βλάστησης, ενώ τα ημικρυπτόφυτα εμφάνισαν μεγαλύτερη παραγωγή στα ποολίβαδα, ενδιάμεση στα αραιά θαμνολίβαδα και τη μικρότερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς και στα πυκνά θαμνολίβαδα.

Υπέργεια παραγωγή ζωντανής ύλης πλατυφύλλων κατά λειτουργικές ομάδες

Ως πλατύφυλλα θεωρήθηκε το σύνολο των ψυχανθών, πλατύφυλλων ποών και ημίθαμων σε κάθε τύπο βλάστησης. Η υπέργεια παραγωγή ζωντανής ύλης των ετήσιων πλατυφύλλων, τα οποία συνέπιπταν με τα θερόφυτα, ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς, ενώ των πολυετών δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων τύπων βλάστησης. Τα C₃ φυτά είχαν τη μεγαλύτερη παραγωγή ζωντανής ύλης στους εγκαταλελειμμένους αγρούς και μικρότερη στα ποολίβαδα και στα πυκνά θαμνολίβαδα. Τέλος, η παραγωγή ζωντανής ύλης των ημικρυπτόφυτων ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς, ενώ των χαμαίφυτων και γεώφυτων δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων τύπων βλάστησης (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Υπέργεια παραγωγή ζωντανής ύλης πλατύφυλλων (g/m²) ανά τύπο βλάστησης και ομάδα φυτών.

Τύποι βλάστησης	Κύκλος ζωής		Φωτοσυνθετική πορεία		Αυξητική μορφή			
	Ετήσια	Πολυετή	C ₃	C ₄	Θερόφυτα	Χαμαίφυτα	Ημικρυπτόφυτα	Γεώφυτα
Εγκαταλελειμμένοι αγροί	42,4 [*]	43,9 ^α	86,2 ^α	0,0 ^α	42,4 ^α	1,4 ^α	42,5 ^α	0,0 ^α
Ποολίβαδα	7,2 ^β	33,5 ^α	40,7 ^β	0,0 ^α	7,2 ^β	18,0 ^α	15,5 ^β	0,0 ^α
Αραιά θαμνολίβαδα	10,0 ^β	45,0 ^α	55,0 ^{αβ}	0,0 ^α	10,0 ^β	25,9 ^α	18,1 ^β	1,0 ^α
Πυκνά θαμνολίβαδα	2,8 ^β	38,0 ^α	40,8 ^β	0,0 ^α	2,8 ^β	18,6 ^α	17,1 ^β	2,3 ^α

* Οι μέσοι όροι σε κάθε στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 0,05.

Συμπεράσματα

Από τη παρούσα έρευνα προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

1. Η υπέργεια παραγωγή της ποώδους βλάστησης μειώνεται σταδιακά από τα αρχικά προς τα μεταγενέστερα στάδια διαδοχής και είναι σημαντικά μεγαλύτερη στους εγκαταλελειμμένους αγρούς και τα ποολίβαδα και μικρότερη στα πυκνά θαμνολίβαδα.
2. Τα αγρωστώδη και τα ψυχανθή είναι οι περισσότερο ευαίσθητες ομάδες φυτών στις αλλαγές της χρήσης / κάλυψης γης από ό,τι οι πλατύφυλλες πόες και οι ημίθαμνοι.
3. Στα πρώτα στάδια εξέλιξης συμμετέχουν περισσότερο στη συνολική παραγωγή ζωντανής ύλης τα ετήσια C₃ αγρωστώδη και τα ετήσια πλατύφυλλα, ενώ στα μεταγενέστερα στάδια τα πολυετή C₄ αγρωστώδη.
4. Οι λειτουργικές ομάδες φυτών αποτελούν αξιόλογο εργαλείο για τη διερεύνηση των επιπτώσεων των αλλαγών χρήσης/ κάλυψης γης στην υπέργεια παραγωγή ποωδών φυτών σε διαδοχικά στάδια εξέλιξης της λιβαδικής βλάστησης, με τη χρησιμοποίηση εύκολα εκτιμώμενων χαρακτηριστικών, όπως ο κύκλος ζωής, η φωτοσυνθετική πορεία και η αυξητική μορφή των φυτών.

Αναγνώριση βοήθειας

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος “VISTA” (Vulnerability of Ecosystem Services to Land Use Change in Traditional Agricultural Landscapes, Contract No. EVK2-2002-00168, European Commission). Οι δύο πρώτοι συγγραφείς είχαν κατά τη διάρκεια της έρευνας οικονομική ενίσχυση από το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (I.K.Y.).

Βιβλιογραφία

- Bonet, A., J. Bellot and J. Pena. 2004. Landscape Dynamics in a Semi-arid Mediterranean Catchment (SE Spain). Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape (S. Mazzoleni, G. di Pasquale, M. Mulligan, P. di Martino and F. Rego, eds). John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England.
- Correia, T.P. 1993. Land abandonment: Changes in the land use patterns around Mediterranean basin. CIHEAM - Cahiers Options Mediterranéennes, 1 (2): 97-112.
- Debussche, M. and J. Lepart. 1992. Establishment of woody plants in Mediterranean old fields: opportunity in space and time. Landscape Ecology, 6 (3): 133-145.
- Gitay, H. and I.R. Noble. 1997. Plant Functional Types: Their relevance to Ecosystem Properties and Global Change (T.M. Smith, H.H. Shugart and F.I. Woodward, eds) Cambridge University Press. Cambridge.
- McIntyre, S., S. Lavorel, J. Landsberg and T.D.A. Forbes. 1999. Disturbance response in vegetation – towards a global perspective on functional traits. Journal of Vegetation Science, 10: 621-630.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. W. B. Saunders Co. London.
- 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. p. 1-6 (M. Arianoutsou & V.P. Papanastasis, eds). Millpress, Rotterdam. Proceedings of 10th MEDECOS Conference, 25 April – 1 May 2004, Rhodes, Greece.
- Pickett, S.T.A. 1989. Space for time substitution as an alternative to long term studies. Long term studies in Ecology. Likens, G.E. ed. Wiley, Chichester. pp. 71-88.

Raunkiaer, C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford, Clarendon Press.

Herbage production per plant functional type in relation to land use changes in Mediterranean rangelands

M. P. Zarovali, M. Papadimitriou and V. P. Papanastasis

Laboratory of Rangeland Ecology, Aristotle University of Thessaloniki (286),
541 24 Thessaloniki, e-mail:mzaroval@for.auth.gr

Summary

During the last few decades, lowland and semi-mountainous rangelands in the Mediterranean region have faced significant socioeconomic changes. The extensification and abandonment of traditional management practices, such as livestock raising and fuelwood collection, have led to major changes in structure and function of rangeland ecosystems through the extensive woody plant invasion and the evolution of natural vegetation towards next successional stages. In this study, plant functional types (PFT's) were used in order to assess above ground herbage production dynamics in different stages of secondary succession along an extensification gradient. The study was carried out in Lagadas County, Thessaloniki, northern Greece at an altitude of 500 m a.s.l. During spring 2003, above ground herbage production was measured across four vegetation types representing sequential successional stages (abandoned fields, grasslands, open and dense shrublands, respectively). Live biomass was harvested at its peak stage in a total of 16 replicate plots of 30×30 m., whereas in the Laboratory plant species were sorted and classified into plant functional groups based on their life cycle, life form and photosynthetic pathway. Each group's herbage production was correlated with each vegetation type in order to identify patterns related to land use change and production dynamics. It was found that above ground herbage production significantly decreased towards later successional stages, while grasses and legumes were the most sensitive groups to land use change. Annual C3 grasses and annual forbs were making the majority of the total herbage production at the early stages, whereas perennial C4 grasses took over at the late ones. It was concluded that plant functional types can be a useful tool for the assessment of above ground herbage production dynamics in Mediterranean rangelands across different successional stages after the abandonment of prior use.

Key words: Land use changes, secondary succession, above ground herbage production, plant functional types.