

Διαχρονική μεταβολή της κάλυψης και ποικιλότητας της βλάστησης σε εγκαταλειμμένους αγρούς του Πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη Χαλκιδικής

Χ. Καρακώστα¹, Μ. Παπαδημητρίου², Κ. Μαντζανάς² και Β.Π. Παπαναστάσης²

¹ Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Χαλκοκονδύλη 31, 10432 Αθήνα, e-mail: chkarako@for.auth.gr

² Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας (286), Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Οι αλλαγές στη χρήση και διαχείριση της γεωργικής γης μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικές αλλαγές στη φυτοποικιλότητα και στην κάλυψη της βλάστησης. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εκτίμηση της κάλυψης και ποικιλότητας στα διάφορα στάδια της διαχρονικής εξέλιξης της βλάστησης μετά την εγκατάλειψη της γεωργικής γης σε ορεινές εκτάσεις της Βόρειας Ελλάδας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη του νομού Χαλκιδικής. Σε εγκαταλειμμένους αγρούς ηλικίας ενός έως και εξήντα ετών, που αντιπροσώπευαν τη διαχρονική εξέλιξη της βλάστησης, μετρήθηκαν η κάλυψη της βλάστησης και η ποικιλότητα. Διαπιστώθηκε ότι η κάλυψη των ποωδών ειδών παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες τιμές στους αγρούς ηλικίας τριάντα (85,0%) και δέκα (77,2%) ετών. Τα ξυλώδη είδη εμφανίστηκαν από το 30ό έτος και μετά, αλλά η παρουσία τους δεν ήταν ιδιαίτερα έντονη. Ο αριθμός των ειδών παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές στα ενδιάμεσα στάδια εξέλιξης της βλάστησης και σημαντικά μικρότερες στον εγκαταλειμμένο αγρό ηλικίας ενός έτους. Την ίδια πορεία ακολούθησαν ο αριθμός των ατόμων, καθώς και ο δείκτης Shannon-Wiener. Ο δείκτης ισοκατανομής μεταβλήθηκε σημαντικά στα διάφορα στάδια διαδοχής.

Λέξεις κλειδιά: δείκτης Shannon, δείκτης ισοκατανομής, διαδοχή, ποώδη φυτά, ξυλώδη φυτά

Εισαγωγή

Οι κοινωνικο-οικονομικές αλλαγές των τελευταίων δεκαετιών στην περιοχή της Μεσογείου έχουν οδηγήσει σε μεταβολές των παραδοσιακών χρήσεων γης και ιδιαίτερα στην εγκατάλειψη μεγάλων εκτάσεων γεωργικών καλλιεργειών (Castro et al. 2010, Tasser et al. 2007). Οι αλλαγές αυτές έχουν προκαλέσει σημαντικές μεταβολές στη βλάστηση, καθώς οι ιδιότητες και οι διεργασίες των οικοσυστημάτων έχουν αλλάξει (de Chazal et al. 2008). Οι Poschlod et al. (2005) και Öckinger et al. (2006) επισημαίνουν ότι οι αλλαγές χρήσης και διαχείρισης της γης μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές αλλαγές της κάλυψης και ποικιλότητας της βλάστησης.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η μελέτη των μεταβολών της κάλυψης και ποικιλότητας της βλάστησης σε εγκαταλειμμένους αγρούς του ορεινού χώρου στη Βόρεια Ελλάδα.

Μέθοδοι και Υλικά

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη Χαλκιδικής στον Χολομώντα (40° 23' - 40° 28' N, 23° 28' - 23° 34' E), τον Ιούνιο του 2008. Στα όρια του δάσους αυτού εντοπίστηκαν ύστερα από σχετική έρευνα μεταξύ των κατοίκων του Ταξιάρχη επτά εγκαταλειμμένοι αγροί, επιφάνειας 1 ha η καθεμιά, που αντικατόπτριζαν διαφορετική χρονική περίοδο εγκατάλειψης της γεωργικής καλλιέργειας και ακολουθούσαν μια

χρονοσειρά ανά δέκα χρόνια περίπου. Συγκεκριμένα, ο πρώτος αγρός είχε ηλικία εγκατάλειψης ενός έτους, και οι υπόλοιποι έξι είχαν ηλικίες 10, 20, 30, 40, 50 και 60 ετών, περίπου ο καθένας αντίστοιχα. Η μοναδική χρήση όλων των αγρών ήταν η ελαφρά βόσκηση από αγροτικά ζώα. Σε κάθε αγρό άρθθηκαν με τυχαίο τρόπο πέντε τομές βλάστησης μήκους 25 μ. η κάθε μία, όπου μετρήθηκε η κάλυψη της βλάστησης με τη μέθοδο των σημείων. Στις ίδιες τομές μετρήθηκαν, επίσης, ο αριθμός και η αφθονία των ειδών με τη χρήση 30 μεταλλικών πλαισίων (25x25 εκ. το καθένα), τα οποία εφαρμόστηκαν με συστηματικό τρόπο στα 0, 4, 8, 12, 16 και 20 μέτρα σε καθεμιά από τις πέντε τομές της βλάστησης. Από τα παραπάνω στοιχεία προσδιορίστηκαν η κάλυψη της βλάστησης, ο δείκτης ποικιλότητας των Shannon – Wiener (H), καθώς και ο δείκτης ισοκατανομής (J).

Στα αποτελέσματα έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με βάση το μονοπαραγοντικό πειραματικό σχέδιο και με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 11.0 for Windows. Για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο του Duncan στο επίπεδο σημαντικότητας 5%. Τέλος, έγινε ανάλυση συσχέτισης όλων των παραπάνω χαρακτηριστικών της βλάστησης με το χρόνο.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Από τον πίνακα 1 προκύπτει ότι τα ποώδη είδη αναπτύχθηκαν γρήγορα μετά την εγκατάλειψη και παρουσίασαν μια μέγιστη στατιστικά σημαντική τιμή στα 30 έτη και μια ελάχιστη στα 40 έτη μετά την εγκατάλειψη. Η σημαντική μείωση της κάλυψης στα 40 έτη θα μπορούσε να αποδοθεί στο υψηλό ποσοστό παρουσίας της φτέρης. Στα επόμενα στάδια (50 και 60 έτη) όπου τα ξυλώδη είδη συμμετείχαν με μεγαλύτερα ποσοστά, ακολούθησε πτωτική τάση. Αυτό συμφωνεί με προηγούμενη έρευνα (Karakosta and Papanastasis 2007), όπου επίσης η αύξηση της κάλυψης των θάμνων συνετέλεσε στη μείωση της ποώδους βλάστησης. Επίσης, συμφωνεί με τους Tzanopoulos et al. (2007), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι το πρώτο στάδιο της δευτερογενούς διαδοχής της βλάστησης στους εγκαταλειμμένους αγρούς των νησιών του Αιγαίου χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία των ποωδών ειδών.

Πίνακας 1. Κάλυψη (%) ομάδων φυτικών ειδών στις διάφορες ηλικίες των εγκαταλειμμένων αγρών.

Ομάδες ειδών	Ηλικία εγκατάλειψης αγρού (έτη)						
	1	10	20	30	40	50	60
Ποώδη	76,00αβ	77,20α	74,20αβ	85,00α	46,80γ	66,0β	55,6γδ ¹
Ξυλώδη	0,7γ	0γ	0γ	6,80βγ	4,00βγ	18,00α	10,20β
Φτέρη					47		3,6
Συνολική	76,70βγ	77,20βγ	74,20γδ	91,80α	97,80α	84,00β	69,40δ

¹Μέσοι όροι στην ίδια γραμμή που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά (P < 0,05)

Η κάλυψη των ξυλωδών ειδών ήταν σχεδόν ανύπαρκτη στα πρώτα 20 έτη. Τριάντα έτη μετά την εγκατάλειψη, τα ξυλώδη είδη εμφάνισαν μια αυξητική τάση, παρόλο που η παρουσία τους δεν ήταν ιδιαίτερα έντονη ακόμη και στα προχωρημένα στάδια. Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξε και ο Ruprecht (2005). Ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές (π.χ. Castro et al. 2010) αναφέρουν έντονη παρουσία ξυλωδών ειδών στα προχωρημένα στάδια της διαδοχής. Στην παρούσα έρευνα, η μεγαλύτερη επικράτηση των θάμνων ενδεχομένως να εμποδίστηκε από τη βόσκηση αγροτικών ζώων, ιδιαίτερα των αιγών, αφού όλοι οι αγροί χρησιμοποιούνταν ως βοσκότοποι. Ο Ruprecht (2005) τονίζει πως η εισβολή ξυλωδών ειδών παρεμποδίζεται σε περιοχές που υφίστανται μέτρια βόσκηση, ενώ ο Tasser et al. (2007) επισημαίνει ότι η βόσκηση και η κοπή επιβραδύνουν την ανάπτυξη των ξυλωδών ειδών. Στη

Ρουμανία, η μικρή παρουσία ξυλωδών ειδών στα μεταγενέστερα στάδια της διαδοχής αποδόθηκε στην απουσία ξυλωδών ειδών γύρω από την περιοχή μελέτης (Ruprecht 2005), πράγμα που δεν συνέβαινε στην παρούσα έρευνα.

Τέλος, η συνολική κάλυψη διατηρήθηκε στα ίδια επίπεδα στα πρώτα 20 έτη μετά την εγκατάλειψη, ενώ στα 30 με 40 έτη παρουσίασε μια τάση αύξησης, για να μειωθεί και πάλι στα 60 έτη.

Από την ανάλυση συμμεταβολής μεταξύ της κάλυψης των επιμέρους ομάδων φυτικών ειδών και του χρόνου εγκατάλειψης προέκυψε ότι τον υψηλότερο συντελεστή προσδιορισμού έδωσαν οι τριτοβάθμιες εξισώσεις (Πίνακας 2). Παρ' όλα αυτά, οι συντελεστές προσδιορισμού, αν και στατιστικά σημαντικοί, ήταν χαμηλοί σε όλες τις περιπτώσεις με μέγιστο εκείνον του συνόλου της βλάστησης. Είναι σαφές πάντως ότι η τάση κάλυψης των ξυλωδών ειδών ακολούθησε αντίστροφη πορεία από αυτή των ποωδών, καθώς και του συνόλου.

Πίνακας 2. Εξισώσεις κάλυψης της βλάστησης (Ψ) και χρόνου εγκατάλειψης (X) στις διάφορες ομάδες φυτικών ειδών με τον συντελεστή προσδιορισμού (R^2) και την πιθανότητα (P)

Κατηγορία	Εξίσωση	R^2	P
Πόες	$\Psi=74,36+1,05X-0,06X^2+0,001X^3$	0,38	0,001
Θάμνοι	$\Psi= 1,22-0,39X+0,029X^2-0,001X^3$	0,42	0,000
Σύνολο	$\Psi=77,72-0,93X+0,08X^2-0,001X^3$	0,68	0,000

Από τον πίνακα 3 προκύπτει ότι ο αριθμός των ειδών παρουσίασε μια αυξητική τάση από τα πρώτα έως και τα 20 έτη μετά την εγκατάλειψη, ενώ στα πιο προχωρημένα στάδια παρουσίασε σημαντική μείωση. Ο αγρός των 20 ετών παρουσίασε τη μεγαλύτερη στατιστικώς σημαντική τιμή, ενώ τόσο ο αγρός του 1 έτους όσο και αυτός των 60 ετών παρουσίασαν τη μικρότερη. Ο μέγιστος αριθμός ατόμων βρέθηκε στα 20 και 30 χρόνια μετά την εγκατάλειψη, ενώ στον αγρό των 60 ετών βρέθηκε η στατιστικά σημαντικά μικρότερη τιμή. Διατήρηση του αριθμού των ειδών σε υψηλά επίπεδα στα μεσαία στάδια διαδοχής αναφέρονται από τους Bra kenhielm (2000), Papadimitriou et al. (2004) και El-Sheikh (2005). Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Castro et al. (2010), οι οποίοι αναφέρουν ότι σε εγκαταλειμμένους αγρούς που υφίσταντο μέτρια βόσκηση ο πλούτος των ειδών μειώθηκε σημαντικά από τα ενδιάμεσα στάδια της διαδοχής, όπου παρουσίασε τις μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τα μεταγενέστερα.

Πίνακας 3. Μέσοι όροι αριθμού των ειδών, αφθονίας των ειδών, δείκτη Shannon- Wiener και ισοκατανομής των ειδών στα διάφορα στάδια διαδοχής της βλάστησης.

	Ηλικία εγκατάλειψης αγρού (έτη)						
	1	10	20	30	40	50	60
Αριθμός ειδών (S)	7,47δ	11,33β	15,87α	11,7β	11,63β	9,07γ	7,00δ
Αριθμός ατόμων (N)	36,10γ	45,07γ	76,93α	77,37α	62,4β	40,31γ	24,53δ
Δείκτης Shannon (H)	1,65γδ	2,04β	2,37α	2,10β	2,11β	1,81γ	1,53δ
Δείκτης ισοκατανομής (J)	0,83αβ	0,85αβ	0,86αβ	0,81β	0,88α	0,84αβ	0,86αβ

¹Μέσοι όροι στην ίδια γραμμή που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$)

Ο δείκτης Shannon παρουσίασε τη μεγαλύτερη τιμή στον αγρό των 20 ετών και τη μικρότερη στον αγρό των 60 ετών. Τα 20 πρώτα έτη μετά την εγκατάλειψη ο δείκτης παρουσίασε σημαντική αύξηση, ενώ από τα 20 έως τα 60 έτη σταδιακή μείωση. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και ο Rosenthal (2010), ο οποίος διαπίστωσε ότι στα πρώτα πέντε με εννέα έτη μετά την εγκατάλειψη η ποικιλότητα των ειδών διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, ενώ παρουσίασε μέγιστες τιμές, με ισχυρές ετήσιες διακυμάνσεις, στα δέκα με είκοσι έτη μετά την εγκατάλειψη. Ο Ruprecht (2005), βρήκε σημαντική αύξηση του δείκτη ποικιλότητας Shannon κατά την διάρκεια της διαδοχής, ενώ στα μεταγενέστερα στάδια η τάση αυτή μειώνεται (El-Sheikh 2005). Η σημαντική αύξηση των τιμών του δείκτη ποικιλότητας στα μεσαία στάδια διαδοχής προφανώς οφείλεται στην αύξηση του αριθμού των ειδών και των ατόμων στους αντίστοιχους εγκαταλειμμένους αγρούς.

Οι τιμές του δείκτη ισοκατανομής παρουσίασαν μικρές διαφορές στα διάφορα στάδια της διαχρονικής εξέλιξης της βλάστησης. Ο δείκτης αυτός παρουσίασε μέγιστη τιμή στον αγρό των 40 ετών και ελάχιστη σε αυτόν των 30 ετών. Οι υπόλοιποι αγροί παρουσίασαν ενδιάμεσες τιμές οι οποίες δε διέφεραν σημαντικά τόσο με τη μέγιστη όσο και με την ελάχιστη τιμή του δείκτη.

Από την ανάλυση συμμεταβολής μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων ποικιλότητας και χρόνου εγκατάλειψης προέκυψε ότι τον υψηλότερο συντελεστή προσδιορισμού έδωσαν οι τριτοβάθμιες εξισώσεις (Πίνακας 4). Εξαίρεση αποτέλεσε ο δείκτης ισοκατανομής για τον οποίο δε βρέθηκε κάποια εξίσωση που να εκφράζει τη σχέση του με το χρόνο εγκατάλειψης. Ενδεικτικά παρουσιάζεται στον πίνακα 4 η τριτοβάθμια εξίσωση που προέκυψε για το δείκτη αυτό.

Πίνακας 4. Σχέση ποικιλότητας, αριθμού ειδών, ατόμων και δείκτη ισοκατανομής με το χρόνο

Εξαρτημένη μεταβλητή	Εξισώσεις	R ²	P
Ποικιλότητα (H)	$H=1,60+0,71X-0,002X^2-0,0002X^3$	0,71	0,000
Αριθμός ειδών (S)	$S=6,631+0,86X-0,03X^2+0,0002X^3$	0,70	0,000
Αριθμός ατόμων (N)	$N=26,84+4,47X-0,12X^2+0,001X^3$	0,68	0,000
Δείκτης ισοκατανομής (J)	$J=0,84+0,001X-0,0002X^2+0,00002X^3$	0,01	0,98

Από τον πίνακα αυτό είναι σαφές ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση του αριθμού των ειδών και ατόμων, καθώς και του δείκτη ποικιλότητας με το χρόνο, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις το R² βρέθηκε στατιστικά σημαντικό. Αντίθετα, ο συντελεστής προσδιορισμού του δείκτη ισοκατανομής ήταν πολύ μικρός και δεν ήταν στατιστικά σημαντικός.

Συμπεράσματα

1. Η κάλυψη της ποώδους βλάστησης στα πρώτα 20 έτη μετά την εγκατάλειψη διατηρήθηκε στα ίδια περίπου επίπεδα, ενώ στα μεταγενέστερα χρονικά στάδια παρουσίασε μια πτωτική τάση. Την ίδια περίπου πορεία ακολούθησε και η συνολική κάλυψη.

2. Η κάλυψη των ξυλωδών ειδών ήταν ανύπαρκτη στα πρώιμα στάδια της διαδοχής, ενώ παρουσίασε μια τάση αύξησης από τα 30 έτη μετά την εγκατάλειψη, παρόλο που η παρουσία τους δεν ήταν ιδιαίτερα έντονη ούτε στα μεταγενέστερα στάδια της διαδοχής.

3. Ο αριθμός ατόμων και ειδών, καθώς και ο δείκτης Shannon – Wiener, παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στα ενδιάμεσα στάδια, ενώ οι τιμές αυτές μειώθηκαν σημαντικά μετά τα πενήντα έτη εγκατάλειψης.

Αναγνώριση βοήθειας

Ο πρώτος συγγραφέας ευχαριστεί το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (Ι.Κ.Υ) για την οικονομική ενίσχυση.

Βιβλιογραφία

- Bra kenhielm, S. 2000. Plant succession on afforested farmland, p. 63–66. In: Proceedings of the IAVS Symposium, vol. 41.
- Castro, H., V. Lehsten, S. Lavorel and H. Freitas. 2010. Functional response traits in relation to land use change in the Montado. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137: 1-2.
- De Chazal, J., F. Quetier, S. Lavorel, A. Van Doorn. 2008. Including multiple differing stakeholder values into vulnerability assessments of socio-ecological systems. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 18: 508–520.
- El-Sheikh, M.A. 2005. Plant succession on abandoned fields after 25 years of shifting cultivation in Assuit, Egypt. *Journal of Arid Environments*, 61: 461–481
- Karakosta, C.C. and V.P. Papanastasis. 2007. Changes in biomass in relation to shrub cover in semi-arid Mediterranean rangelands. p. 122-125. In: permanent and Temporary Grassland . *Plant Environment Economy*. (A. De Vliegheer and L.Carlier, eds). 14th Symposium, Chent-Belgium, 3-5 September 2007. EGF, Vol., 12. *Grassland Science in Europe*.
- Öckinger, E., A.K. Eriksson and H.G. Smith. 2006. Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants. *Biological Conservation*, 133: 291–300.
- 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. In: *Ecology, Conservation and Management of Mediterranean Climate Ecosystems* (M. Arianoutsou and V.P. Papanastasis, eds). 10th MEDECOS Conference, Rhodes, Greece, 25 April – 1 May 2004. Millpress, Rotterdam.
- Poschlod, P., J.P. Bakker and S. Kahmen, 2005. Changing land use and its impact on biodiversity. *Basic Applied Ecology*, 6: 93–98.
- Rosenthal, G. 2010. Secondary succession in a fallow central European wet grassland. *Flora. Functional Ecology of Plants*, 205: 153–160.
- Ruprecht, E. 2005. Secondary succession in old-fields in the Transylvanian Lowland (Romania). *Preslia*, 77: 145–157.
- Tasser, E., W. Janette, U. Tappeiner, A. Teutsch and W. Noggler. 2007. Land-use changes and natural reforestation in the Eastern Central Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118: 115-129.
- Tzanopoulos, J., J.D. Mitchley, J. Platis, 2007. Vegetation dynamics in abandoned crop fields on a Mediterranean island: Development of succession model and estimation of disturbance thresholds. *Agriculture, Ecosystems and environment*, 120:370-376.

Diachronic change in plant cover and diversity in abandoned arable fields at the University Forest of Taxiarchis in Chalkidiki, northern Greece

C. Karakosta¹, M. Papadimitriou², K. Mantzanas² and V.P. Papanastasis²

¹ Ministry of Environment, Energy and Climatic Change, Chalkokondili 31, 10432 Athens, Greece, e-mail: chkarako@for.auth.gr

² Laboratory of Rangeland Ecology (286), School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece

Summary

Changes in use and management of agricultural land may lead to significant changes in plant diversity and cover. The purpose of this study is to estimate cover and plant diversity in various stages of vegetation succession after abandonment of agricultural arable lands in mountain areas of northern Greece. The research was conducted at the University forest of Taxiarchis in Chalkidiki prefecture in northern Greece. In abandoned arable fields, one until sixty years old, representing successional vegetation stages, plant cover and diversity were measured. It was found that cover of herbaceous species was significantly higher in the fields 30 (85.0%) and 10 (77.2%) years old. Woody species appeared in the 30th year but their presence was not strong. The number of species was higher in the intermediate stages of development of vegetation and significantly lower in the abandoned fields of one year old. Similar trend was followed by the richness and the Shannon-Wiener index. The evenness index was significantly different in the various stages of succession.

Key words: Shannon index, evenness index, plant succession, herbaceous species, woody species