

Περιβαλλοντικές αξίες των περιθωρίων των αγρών και η συμβολή τους στη διατήρηση της βιοποικιλότητας

Σ. Ε. Τσιούρης¹ και Χ. Κ. Σώκος^{1,2}

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πολλές από τις δραστηριότητες του ανθρώπου, μεταξύ των οποίων και η εντατικοποίηση της γεωργίας, έχουν υποβαθμίσει μεγάλες εκτάσεις πολύτιμων οικοσυστημάτων με αναπόφευκτες επιπτώσεις στη χλωρίδα και πανίδα. Η συνειδητοποίηση του γεγονότος αυτού οδήγησε τη διεθνή κοινότητα στη θεσμοθέτηση προστατευόμενων περιοχών. Παράλληλα έστρεψε το ενδιαφέρον των επιστημόνων στη μελέτη και των μικρής έκτασης οικοσυστημάτων, όπως είναι τα περιθώρια των αγρών. Τα αποτελέσματα των μέχρι σήμερα ερευνών έχουν δείξει θετικές και αρνητικές επιδράσεις των οικοσυστημάτων των ορίων των αγρών στα όμορα αγροοικοσυστήματα. Κάποιες θετικές επιδράσεις αναφέρονται στον περιορισμό της διάβρωσης και της μεταφοράς ρύπων στα κατάντη, στη φιλοξενία ωφέλιμων για τη γεωργία ειδών και στη βελτίωση του μικροκλίματος. Παρά τις ενίοτε αρνητικές επιδράσεις, όπως διατήρηση παρασίτων και ζιζανίων των καλλιεργείων, έχει αποδειχθεί ότι η συνετή διαχείριση των περιθωρίων των αγρών προμηθεύει με πολύτιμα αγαθά και υπηρεσίες τον άνθρωπο και συμβάλει στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η διατήρηση, επέκταση και κατάλληλη διαχείριση επομένως των περιθωρίων των αγρών είναι πολλαπλώς ωφέλιμη και μπορεί να συμβάλει σε μια αιψόρο γεωργία.

Λέξεις κλειδιά: φυσικά οικοσυστήματα, φυτοφράχτες, όρια αγρών, αγροοικοσυστήματα, ποικιλότητα ειδών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη διατροφής του αυξανόμενου ανθρώπινου πληθυσμού καλύπτεται κυρίως με την αναζήτηση νέων γεωργικών εκτάσεων, οι οποίες προέρχονται από την μετατροπή φυσικών, χερσαίων ή υγροτοπικών οικοσυστημάτων σε αγροοικοσυστήματα. Οι αλλαγές χρήσης των φυσικών οικοσυστημάτων και οι ποικίλες ρυπάνσεις αυτών οδήγησαν, πέραν των άλλων μέτρων προστασίας και στη θεσμοθέτηση σε διεθνές επίπεδο, της διατήρησης του 12% των χερσαίων οικοσυστημάτων και του 0,5% των υγροτοπικών με τη μορφή των διαφόρων προστατευόμενων περιοχών (Lockwood κ.ά. 2006)

Στο παρελθόν, οι μη καλλιεργούμενες φυσικές περιοχές γύρω από τους αγρούς θεωρούνταν ως ανεκμετάλλετες και ενίοτε ζημιόγones για τη γεωργική παραγωγή (Jobin κ.ά. 2001, Brotons κ.ά. 2004). Αυτό οδήγησε στην καταστροφή όχι μόνον μεγάλων εκτάσεων φυσικών οικοσυστημάτων όμορων των αγρών, αλλά και στην καταστροφή ή την υποβάθμιση μικρών λωρίδων φυσικών ή ημιφυσικών οικοσυστημάτων στα όρια μεταξύ των αγρών (Kleijn και

Snocijng 1997). Με την ανάπτυξη της επιστήμης της Οικολογίας, αξιολογήθηκαν οι λειτουργίες των οικοσυστημάτων των περιθωρίων των αγρών και προέκυψαν πολλά οφέλη για τα όμορα αγροοικοσυστήματα (Boatman 1994, Maiorano κ.ά. 2006, Blondel κ.ά. 2010).

Τα περιθώρια των αγρών (Field margins ή Acrofields ή Arable field boundaries) είναι μικρές λωρίδες φυσικών ή ημιφυσικών οικοσυστημάτων στα όρια μεταξύ των αγρών (Tsiouris 1997, Τσιούρης και Καλπάκης 2005). Οι πιο κοινοί τύποι περιθωρίων που απαντώνται στα όρια των αγρών της Ελλάδας είναι: στενές λωρίδες ακαλλιέργητου εδάφους, διάφοροι τύποι φραχτών, φράχτες ξερολιθιάς, πρηνή ποικίλων σχημάτων και κλίσεων, όρια δασών και λιβαδιών, διάφοροι δρόμοι και διάφοροι τύποι υγροτόπων όπως ρέματα, ρυάκια, ποταμοί, κανάλια και τάφροι. Τα οικοσυστήματα αυτά σε πολλές περιπτώσεις έχουν υποβαθμισθεί ή καταστραφεί ολοκληρωτικά. Οι Pollard κ.ά. (1974) εκτίμησαν ότι το μήκος των φυσικών φραχτών που αποψιλώθηκαν στη Βρετανία κατά την περίοδο 1946–1974, ήταν πε-

¹Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Γεωπονική Σχολή Α.Π.Θ., 54124, Θεσσαλονίκη, e-mail sstiouri@agro.auth.gr
²Διεύθυνση Έρευνας και Τεκμηρίωσης, Κινηματική Ομοσπονδία Μακεδονίας & Θράκης, Εθνικής Αντίστασης 173, 551 34 Θεσσαλονίκη

ρίπου 200.000 km και την περίοδο 1984–1990 αποψιλώθηκαν 49.000 km (Gillings και Fuller 1998).

Η καταστροφή αυτών των γραμμικών οικοσυστημάτων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της χλωρίδας και πανίδας στις αντίστοιχες γεωργικές περιοχές (Wilson 1994). Πολλά είδη φυτών και ζώων έχουν σχεδόν εξαφανισθεί από τους εντατικά καλλιεργούμενους αγρούς. Αγροπεριβαλλοντικά μέτρα στις αναπτυσσόμενες χώρες ενθαρρύνουν τους γεωργούς να αυξήσουν τη βιοποικιλότητα των αγροτικών περιοχών προτρέποντάς τους σε κατάλληλη διαχείριση των αγροοικοσυστημάτων και των όμορων περιθωρίων, προτείνοντας μεταξύ των άλλων, τη μη εφαρμογή αγροχημικών στα οικοσυστήματα των ορίων των αγρών (Losch κ.ά. 1994). Η διατήρηση των περιθωρίων των αγρών περιλαμβάνεται πλέον και στους κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής πολλών αναπτυσσόμενων χωρών. Οι αντίστοιχοι κώδικες της Ελλάδας, μεταξύ των άλλων, προβλέπουν τη διατήρηση περιθωρίου ελάχιστου πλάτους 1m ανάμεσα σε όμορους αγρούς (Τσιούρης και Καλπάρης 2005). Απαιτείται όμως περαιτέρω έρευνα για την αξιολόγηση της εφαρμογής των κωδικών ορθής γεωργικής πρακτικής στην Ελλάδα.

Στην παρούσα εργασία διερευνώνται οι περιβαλλοντικές λειτουργίες των οικοσυστημάτων των ορίων των αγρών και ειδικότερα διερευνώνται οι επιδράσεις αυτών στα όμορα αγροοικοσυστήματα και στη βιοποικιλότητα.

ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΘΩΡΙΩΝ ΤΩΝ ΑΓΡΩΝ ΣΤΑ ΑΓΡΟΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα περιθώρια των αγρών ορίζουν στο πεδίο τα όρια των ιδιοκτησιών και σε περιοχές με κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις οι φυτικοί φράχτες, οι τοίχοι και άλλοι φράχτες χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό των βουκότων ζώων. Πολλοί τύποι περιθωρίων αγρών π.χ. οι φυτοφράχτες, λειτουργούν ως ανεμοφράχτες για ευαίσθητες στον άνεμο γεωργικές καλλιέργειες και προσφέρουν στα ζώα προστασία από τον ήλιο, τον άνεμο και άλλα καιρικά φαινόμενα (Τσιούρης και Καλπάρης 2005). Τα περιθώρια των αγρών μπορεί να φιλοξενούν πτηνά, ασπόνδυλα, θηλαστικά και φυτά, τα οποία επηρεάζουν τη γεωργική παραγωγή (Theaker κ.ά. 1995, Jobin κ.ά. 2001). Σε μεσογειακό αγροοικοσύστημα της Ισπανίας, κατά τη σύγκριση αγρών με ή χωρίς δενδροστοιχίες, στους αγρούς με δενδροστοιχίες καταγράφηκαν ηπιότερες θερμοκρασίες στην επιφάνεια του εδάφους, αλλά και υψηλότερη οργανική

ουσία και υγρασία (Sanchez κ.ά. 2010). Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές η απομάκρυνση των δενδροστοιχιών μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην απόδοση της γειτονικής καλλιέργειας στο σύνολο του αγρού, παρόλο που η απόδοση αυτής, είναι συνήθως μικρότερη στις άκρες του αγρού σε σχέση με το εσωτερικό αυτού (Boatman 1992). Αυτό μπορεί να οφείλεται στον ανταγωνισμό για φως, υγρασία και θρεπτικά στοιχεία από τη βλάστηση του περιθωρίου του αγρού (Helps 1994, Marshall και Moonen 2002). Συχνά αναφέρεται ότι τα περιθώρια των αγρών αποτελούν θέσεις από τις οποίες τα ζιζάνια εισβάλλουν στις καλλιέργειες. Αυτό ισχύει για μικρό αριθμό φυτικών ειδών, τα οποία μπορούν να εξαπλωθούν από τα περιθώρια στις γειτονικές καλλιέργειες (Marshall 1988, 1989, Marshall και Arnold 1995). Τα είδη αυτά είναι συνήθως μονοετή, όπως τα *Gallium aparine*, *Anisantha sterilis*, *Bromus sterilis* και πολυετή όπως το *Cirsium arvense* και το *Elymus repens* (Marshall 1988, Marshall και Moonen 2002). Αξιοσημείωτοι εισβολείς σε ορισμένα αγροοικοσυστήματα της Ελλάδας είναι τα είδη *Cynodon dactylon* και *Solanum elaeagnifolium*.

Ένας αριθμός ζωικών ειδών επιβλαβών για τη γεωργική παραγωγή ευνοείται από την παρουσία μη καλλιεργημένων εκτάσεων, όπως είναι τα περιθώρια των αγρών (Marshall 1988). Ο Frank (1998) κατέγραψε σημαντικές ζημιές από λείμακες σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης κοντά στα περιθώρια. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η αφίδα *Aphis fabae*, η οποία διαχειμάζει στον ευρωπαϊκό ευώνυμο (*Euonymus europaeus*). Στη Βρετανία, η εξάπλωση του ιού BYDV του κριθαριού σχετίζεται με τις αφίδες. Τα αυτοφυή αγρωστώδη επίσης, μπορεί να παίζουν κάποιο ρόλο στη διατήρηση του ιού. Αν τα παραπάνω αποτελούν παραδείγματα επιπτώσεων, υπάρχουν και πολλά παραδείγματα, όπου τα περιθώρια των αγρών έχουν θετικές επιδράσεις στα όμορα αγροοικοσυστήματα. Συμβάλλουν π.χ. στον έλεγχο των επιβλαβών για τις καλλιέργειες οργανισμών. Ασπόνδυλα, όπως τα κολεόπτερα και τα αραχνοειδή αποτελούν αξιολογούς φυσικούς εχθρούς επιβλαβών ειδών εντόμων και ακάρεων (Duell κ.ά. 1989, Thomas κ.ά. 1991, Dennis και Fry 1992, Hausammann 1996). Επίσης, τα περιθώρια φιλοξενούν είδη πτηνών που τρέφονται με επιβλαβή έντομα για τις καλλιέργειες (Bollinger και Caslick 1985, Dolbeer 1990, Kirk κ.ά. 1996, Jobin κ.ά. 2001). Επιπλέον, η κατάλληλη διαχείριση των περιθωρίων μπορεί να ωφελήσει και τους φυσικούς εχθρούς επιζήμιων για τις καλ-

λιέργειες εντόμων και φυσικούς εχθρούς ζιζανίων (Landis κ.ά. 2005).

Η αφθονία των φυσικών εχθρών στα περιθώρια των αγρών σχετίζεται θετικά με τη μείωση των ζημιών στις καλλιέργειες από επιβλαβείς οργανισμούς (Wratten 1988, Lee κ.ά. 2001, Griffiths κ.ά. 2008). Τα αδιατάρακτα περιθώρια λειτουργούν ως καταφύγια για τα ωφέλιμα κολεόπτερα σε περιόδους όπου γίνεται εφαρμογή αγροχημικών ή μετά το τέλος της καλλιέργειας (Asteraki κ.ά. 1992, Lee κ.ά. 2001, Landis κ.ά. 2005). Δρουν επίσης και ως δεξαμενή από την οποία οι φυσικοί εχθροί μπορούν να επαναεποικίσουν τους αγρούς (Sotherton 1985, Lee κ.ά. 2001, Landis κ.ά. 2005). Η επαναεποίκιση δεν αναφέρεται μόνο στις άκρες του αγρού αλλά και σε αρκετή απόσταση στο εσωτερικό του, η οποία μπορεί να ανέρχεται στα 60m εντός του αγρού (Hassal κ.ά. 1992, Collins κ.ά. 2002, Holland κ.ά., 2006). Οι Kromp και Steinberger (1992) αναφέρουν ότι τα περιθώρια των αγρών εκτός από καταφύγια αποτελούν και διαδρόμους για τους φυσικούς εχθρούς των παρασίτων των καλλιεργειών για τις μετακινήσεις και την εξάπλωση του πληθυσμού τους.

Οι διάφοροι τύποι περιθωρίων δεν ευνοούν στον ίδιο βαθμό τους φυσικούς εχθρούς. Οι Asteraki κ.ά. (1995) διερεύνησαν τις διαφορές των κοινοτήτων των κολεόπτρων μεταξύ των περιθωρίων των αγρών διαφορετικής βλάστησης. Βρήκαν περισσότερα είδη στους φυσικούς φράχτες με ξυλώδη βλάστηση σε σύγκριση με αυτούς που δεν διέθεταν ξυλώδη βλάστηση. Στην Ιταλία η διατήρηση αυτοφυών ποωδών φυτών, όπως τα *Cirsium arvense*, *Plantago lanceolata*, *Sonchus asper*, *Papaver rhoeas*, *Picris echioides*, *Lactuca serriola*, *Ranunculus velutinus* και *Medicago sativa* στα περιθώρια, αποτελεί πρακτική για τη διατήρηση και ενίσχυση των πληθυσμών των υμενοπτερών, τα οποία παρασιτούν στα επιβλαβή δίπτερα της οικογένειας Agromyzidae (Burgio κ.ά. 2007).

Ωφέλιμα έντομα, όπως οι επικονιαστές, εξαρτώνται από τη βλάστηση ή το νερό των περιθωρίων των αγρών (Fussel και Corbet 1992, Carvell κ.ά. 2007). Μερικά αγροοικοσυστήματα δεν μπορούν να λειτουργήσουν επιτυχώς, ώστε να παράγουν προϊόντα χρήσιμα για τον άνθρωπο, χωρίς την παρουσία μεγάλων πληθυσμών επικονιαστών (Γεράκης και Τσιούρης 2010). Τα περιθώρια των αγρών φιλοξενούν μελισσοκομικά φυτά και έτσι συμβάλλουν και στην ανάπτυξη της μελισσοκομίας (Carr και Bell 1991). Ακόμη τα περιθώρια των αγρών μπορούν να προ-

σφέρουν βοσκήσιμη ύλη στα αγροτικά ζώα (Schmitz κ.ά. 2007).

ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΞΙΕΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΘΩΡΙΩΝ ΤΩΝ ΑΓΡΩΝ

Τα περιθώρια των αγρών δρουν ως φραγμοί στη διάβρωση του εδάφους και στη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων και ρύπων στα κατάντη γειτονικά χειρασιά ή υδάτινα οικοσυστήματα (Pinay κ.ά. 1993, Burel 1996). Αυτό επιτυγχάνεται με την απευθείας συγκράτηση ποικίλων ρύπων, προερχομένων συνήθως από την εφαρμογή λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων (de Snoo και de Wit 1998, Tsiouris και Marshall 1998) ή με τη συγκράτηση των νερών επιφανειακής απορροής (Patty κ.ά. 1997, Marshall και Moonen 2002, Tsiouris κ.ά. 2002). Τα περιθώρια των αγρών με τη βλάστησή τους μπορούν να συμβάλλουν και στη δέσμευση ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως το CO₂ (Falloon κ.ά. 2004).

Τα περιθώρια των αγρών ως παραδοσιακά στοιχεία των τοπίων έχουν και πολιτιστική αξία (Marshall και Moonen 2002). Για παράδειγμα, πολλοί φυσικοί φράχτες, ηλικίας περίπου 1000 ετών στη Βρετανία, καθορίζουν τα όρια των ενοριών (Pollard κ.ά. 1974). Τα περιθώρια των αγρών, ιδιαίτερα σε αγροτικές περιοχές, που δεν έχουν δεχθεί αναδάσμο (Bonfanti κ.ά. 1997), αυξάνουν την αισθητική αξία του τοπίου και ενισχύουν τον αγροτουρισμό (Τσιούρης και Καλπάρης, 2005). Αυξάνουν επίσης τους πληθυσμούς των θηραμάτων συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της θηραματικής οικονομίας (Marshall και Moonen 2002, Μπίρτσας και Σώκος 2006). Επίσης, σε πολλές περιοχές οι άνθρωποι προμηθεύονται από τα περιθώρια των αγρών διάφορα φρούτα, όπως σύκα, μούρα, βατόμουρα ή διάφορα λαχανοειδή φυτά και άλλα προϊόντα (Κυριακοπούλου και Γιαννοπούλης 1997), όπως ραδίκια, μανιτάρια, παράγγια και εδώδιμα ζώα όπως τα σαλιγκάρια.

ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΘΩΡΙΩΝ ΤΩΝ ΑΓΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ

Περιθώρια των αγρών και χλωρίδα

Τις τελευταίες δεκαετίες στην Ευρώπη και Βόρεια Αμερική έχει καταγραφεί η μείωση της ποικιλότητας της χλωρίδας των γεωργικών οικοσυστημάτων (Boatman 1992, Sutcliffe και Kay 2000). Τα οικοσυστήματα των περιθωρίων των αγρών φιλοξενούν μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών (Kleijn 1997), κάτι που οφείλεται στη δομή τους, η οποία περιέχει

στοιχεία δάσους, λιβαδιού και γεωργικής καλλιέργειας (Marshall 1988, Sitzia 2007). Η μείωση της ποικιλότητας των φυτικών ειδών των περιθωρίων των αγρών συνδέεται με την εντατικοποίηση της γεωργίας, η οποία προκαλεί αφενός τη μείωση της επιφάνειας των οικοσυστημάτων αυτών και αφετέρου συνδέεται με εφαρμογή αγροχημικών στο γειτονικό αγρό (Kleijn κ.ά. 1998, Schippers και Joenje 2002). Οι Davies κ.ά. (1994) στην ανατολική Σκωτία, μέτρησαν τον αριθμό των φυτικών ειδών στο ακαλλιέργητο περιθώριο αγρού και τον συσχέτισαν με τον αριθμό ειδών εντός του αγρού σιτηρών. Σε διάφορες αποστάσεις από το όριο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών (87) βρέθηκε στο οικοσύστημα του ορίου του αγρού και ελαττωνόταν με την απόσταση από το όριο προς το εσωτερικό του αγρού. Έτσι στο 1m από το όριο ο αριθμός ειδών ήταν 58, στα 2,5m ήταν 36 και στα 5m ήταν 34.

Οι Jantunen και Saarinen (2002) κατέγραψαν τις διαφορές της χλωρίδας των μη καλλιεργούμενων θέσεων σε γεωργική περιοχή των φιλανδορωσικών συνόρων. Στο φιλανδικό τμήμα εφαρμοζόταν εντατική γεωργία σε αντίθεση με το ρωσικό όπου η γεωργία ήταν παραδοσιακή. Στις φιλανδικές θέσεις κυριαρχούσαν είδη χαρακτηριστικά των πρώτων σταδίων διαδοχής της βλάστησης και περιβαλλόντων πλούσιων σε θρεπτικά στοιχεία. Στις ρωσικές θέσεις κυριαρχούσαν είδη προσαρμοσμένα σε σταθερά περιβάλλοντα. Τα περιθώρια των αγρών, τα οποία κάλυπταν μεγαλύτερη έκταση στο ρωσικό τμήμα, αποτελούσαν τις πηγές και τους διαδρόμους μετακίνησης αρκετών ειδών.

Έχει αποδειχθεί ότι η ποικιλότητα της χλωρίδας είναι υψηλότερη σε μετρίως γόνιμα εδάφη (Grime 1979). Επειδή η γονιμότητα των γεωργικών περιοχών αυξάνει με την προσθήκη θρεπτικών στοιχείων, η εφαρμογή λιπασμάτων αναμένεται να μειώσει τη βιοποικιλότητα (Boatman κ.ά. 1994). Οι Tsiouris και Marshall (1998) σε πειράματα αζωτούχου λίπανσης, παρατήρησαν αύξηση του νιτρόφιλου είδους *Bromus sterilis* εις βάρος των *Brachypodium sylvaticum* και *Anthoxanthum odoratum*. Σε πείραμα των Schippers και Joenje (2002) βρέθηκε ότι ακόμη και μια μικρή εφαρμογή λιπασμάτων οδηγεί σε σοβαρή μείωση του αριθμού των φυτικών ειδών, όπως και ότι η κατεργασία του εδάφους ή τα ζιζανιοκτόνα ευνοούν τα μονοετή φυτά. Οι ίδιοι ερευνητές βρήκαν επίσης ότι περιθώρια των αγρών με μεγαλύτερο πλάτος έχουν και μεγαλύτερη ποικιλότητα φυτικών ειδών, κάτι το οποίο αποδίδουν στον περιορισμό της απόθεσης των

λιπασμάτων στην εξωτερική πλευρά του περιθωρίου και στο γεγονός ότι ο αριθμός ειδών αυξάνεται με το εμβαδόν του οικοσυστήματος (Kent 2001).

Περιθώρια των αγρών και ασπόνδυλα

Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες η μείωση των ειδών της εντομοπανίδας έχει συνδεθεί με την εντατικοποίηση της γεωργίας (van Swaay 1990). Μεγαλύτερη ποικιλία ειδών φυτών και δομής της βλάστησης έχει βρεθεί ότι φιλοξενεί και μεγαλύτερο αριθμό ειδών εντόμων (Thomas κ.ά. 2002). Οι βομβίνοι (*Bombus* spp.) για παράδειγμα χρησιμοποιούν τα περιθώρια για την κατασκευή της φωλιάς τους (Svensson κ.ά. 2000). Ο Saarinen (2002) αν και δεν βρήκε σημαντικές διαφορές μεταξύ εντατικής και παραδοσιακής γεωργίας όσον αφορά την αφθονία των λεπιδόπτερων στα περιθώρια των αγρών, διαπίστωσε ότι η ποικιλότητα των ειδών ήταν υψηλότερη στα περιθώρια των αγρών που εφαρμοζόταν παραδοσιακή γεωργία. Ένα άλλο στοιχείο του γεωργικού τοπίου που ευνοεί τα Λεπιδόπτερα είναι οι μη σκουροστρωμένοι αγροτικοί δρόμοι μεταξύ των χωραφιών, όπου αναπτύσσεται αυτοφυής βλάστηση και τα διερχόμενα οχήματα είναι λίγα (Dover κ.ά. 2000). Στην Ισπανία επίσης οι Rodrviguez και Bustamante (2008) βρήκαν περισσότερα Ορθόπτερα στα περιθώρια με πούδη βλάστηση σε σύγκριση με το εσωτερικό των αγρών οι οποίοι καλλιεργούνταν με ηλιάνθο, σιτηρά και ελιές.

Περιθώρια των αγρών και σπονδυλωτά

Τα περιθώρια των αγρών αποτελούν ενδιαίτημα για πολλά είδη πτηνών, θηλαστικών, ερπετών και αμφιβίων. Τα πτηνά πέρα από την αφθονία, την εύκολη και ευχάριστη παρατήρηση, αποτελούν αποτελεσματικό βιοδείκτη ή οικολογικό ενδείκτη. Η παρουσία τους δηλαδή υποδηλώνει ότι το οικοσύστημα χαρακτηρίζεται από υψηλή βιοποικιλότητα και περιέχει πλούτο ενδιαιτημάτων για όλες τις μορφές ζωής (Γεράκης και Τσιούρης 2010). Στη Βρετανία οι πληθυσμοί των πτηνών συγκαταλέγονται στους δείκτες της ποιότητας ζωής (DETR 1999). Τις τελευταίες δεκαετίες πολλές από τις πρακτικές της εντατικής γεωργίας προκάλεσαν σοβαρή μείωση των πληθυσμών σε αρκετά είδη πτηνών (Krebs κ.ά. 1999, Casas και Vinueza 2010). Τα περιθώρια των αγρών προσφέρουν στα πτηνά θέσεις φωλοποίησης, κουρνιάματος, διατροφής, κάλυψης και ξεκούρασης διευκολύνοντας τις μετακινήσεις τους σε μεγάλες αποστάσεις (Hinsley και Bellamy 2000,

Vickery κ.ά. 2009). Σε περιοχή της Γερμανίας αποδείχθηκε ότι, η διατήρηση των φυτοφραχτών στα περιθώρια των αγρών, ωφελεί περισσότερο την πτηνοπανίδα σε σχέση με την εφαρμογή της οργανικής γεωργίας (Batary κ.ά. 2010). Στην Ελλάδα η θήρα των τοιχλών (*Turdus spp.*) και άλλων θηρεύσιμων πτηνών γίνεται συχνά κατά μήκος των φυτοφραχτών (Μπίρτσας και Σώκος 2006), υποδεικνύοντας πως οι φυτοφράχτες συμβάλλουν στην αύξηση της αφθονίας των πτηνών αυτών.

Όσον αφορά τα θηλαστικά, ο Russel Vance (1976) αναφέρει ότι η καταστροφή των φυσικών φραχτών, οι οποίοι αποτελούνταν από θάμνους, ήταν ένας από τους κύριους παράγοντες της κατακόρυφης μείωσης του πληθυσμού ενός είδους λαγόμορφου (*Sylvilagus floridanus*) στο Illinois των ΗΠΑ. Έρευνα στη νότια Πορτογαλία έδειξε ότι η ποικιλία και η αφθονία των ευρυφάγων σαρκοφάγων θηλαστικών αυξάνονταν στα γεωργικά τοπία με την αύξηση των φυτοφραχτών (Pita et al., 2009). Παρόμοια έρευνα στην Ισπανία έδειξε ότι ένα κατάλληλο δίκτυο φυτοφραχτών επιτρέπει σε ορισμένα σαρκοφάγα είδη θηλαστικών του δάσους να εξαπλωθούν και στις γεωργικές περιοχές (Pereira και Rodriguez 2010).

Σε αγροοικοσύστημα της Βρετανίας, οι Shore κ.ά. (2005) βρήκαν περισσότερα άτομα των ειδών κοκκινωπού αρουραίου (*Clethrionomys glareolus*) και κοινής μυγαλίδας (*Sorex araneus*) σε λωρίδες περιθωρίων πλάτους τριών έως έξι μέτρων σε σύγκριση με τις άκρες των αγρών χωρίς περιθώριο. Βρήκαν επίσης ότι το πλάτος του περιθωρίου είχε θετική σχέση με την αφθονία των κοκκινωπών αρουραίων. Ωστόσο η αφθονία ενός άλλου είδους τρωκτικού, του δασοποντικού (*Apodemus sylvaticus*) δεν διέφερε μεταξύ των δύο τύπων λωρίδων και του άκρου του αγρού.

Για τα αμφίβια και τα ερπετά οι σχετικές έρευνες είναι λίγες. Όμως τα αποτελέσματα αυτών είναι

παρόμοια με εκείνα των υπόλοιπων σπονδυλωτών. Οι Paggetti κ.ά. (2006) βρήκαν σε αγροοικοσύστημα της Ιταλίας, ότι η αφθονία αμφιβίων και ερπετών ήταν μεγαλύτερη στα περιθώρια των αγρών, σε σύγκριση με γειτονικούς αγρούς σιτηρών και γειτονικό λειμώνα βόσκησης προβάτων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα ποικίλα οικοσυστήματα στα όρια των αγρών αποτελούν αξιόλογα στοιχεία του αγροτικού περιβάλλοντος, έχουν κυρίως θετικές επιδράσεις στα όμορα αγροοικοσυστήματα και προσφέρουν σπουδαία αγαθά και υπηρεσίες στον άνθρωπο.

Οι κυριότερες από τις θετικές επιδράσεις στα αγροοικοσυστήματα είναι η φιλοξενία φυσικών εχθρών παρασίτων, η φιλοξενία επικονιαστών, η προστασία από τους ανέμους και η βελτίωση του μικροκλίματος. Η περαιτέρω διερεύνηση των επιδράσεων αυτών, ιδιαίτερα στα μεσογειακά αγροοικοσυστήματα, όπως εκείνα της Ελλάδας, όπου υπάρχει σοβαρό κενό γνώσης, μπορεί να βοηθήσει στην κατάρτιση ακριβέστερων Κωδίκων ορθής γεωργικής πρακτικής και παροχή συμβουλών προς τους γεωργούς για την αύξηση της παραγωγής τους με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον.

Τα περιθώρια των αγρών συμβάλλουν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Λειτουργούν ως διάδρομοι διαφυγής και εξάπλωσης πολλών ειδών πανίδας. Παρέχουν εδώδιμα φρούτα, λαχανικά και ζώα. Συμβάλλουν θετικά στην αρχιτεκτονική του αγροτικού τοπίου και στον περιορισμό της ρύπανσης των κατάντη χειρσαίων ή υγροτοπικών οικοσυστημάτων με τα νερά της επιφανειακής απορροής.

Για όλους τους ανωτέρω λόγους προτείνεται η διατήρηση, επέκταση και κατάλληλη διαχείριση των οικοσυστημάτων αυτών. Προς αυτή την κατεύθυνση θα βοηθούσε η περαιτέρω έρευνα, κυρίως στα μεσογειακά αγροοικοσυστήματα με παράλληλη εξειδίκευση και αυστηρή εφαρμογή των κωδίκων ορθής γεωργικής πρακτικής.

Environmental values of the field margins and their contribution to biodiversity conservation

S. E. Tsiouris¹ and C. K. Sokos^{1,2}

ABSTRACT

Many of the human activities, among them farming intensification, have as a result the destruction of large and valuable ecosystems with unavoidable consequences upon their flora and fauna. The realization of this led the international community to the establishment of protected areas. At the same time the interest of relevant researchers has focused on studying smaller ecosystems as the field margins. Recent results have shown positive and negative interactions between agroecosystems and their field margins. Some positive effects are the reduction of erosion and pollutants runoff, the sustaining of beneficial species and the microclimate improvement. It has been proved that a wise management of field margins provides many goods and services to humans and contributes to the biodiversity protection of agricultural land. The conservation, expansion and wise management of field margins is necessary and can contribute to a sustainable agriculture.

Keywords: natural ecosystems, field margins, hedges, agroecosystems, species diversity.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Asteraki E.J., C.B. Hanks, and R.O. Clements. 1992. The impact of the chemical removal of the hedge-base flora on the community structure of carabid beetles. (Col. Carabidae) and spiders (Arachneae) of the field and hedge bottom. *J. Appl. Entom.* 113: 398-406.
- Asteraki E.J., C.B. Hanks and R.O. Clements. 1995. The influence of different types of grassland field margins on carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities. *Agric. Ecosyst. Environ.* 54: 195 - 202.
- Batory P., T. Matthiesen and T. Tschardtke. 2010. Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biol. Conserv.* 143, 2020–2027.
- Blondel J., J. Aronson, J.-Y. Bodiou and G. Boeuf. 2010. *The Mediterranean Region. Biological Diversity in Space and Time*, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Boatman N.D. 1992. Herbicides and the management of field boundary vegetation. *Pesticide Outlook* 3: 30-34.
- Boatman N. 1994. Field margins: Integrating agriculture and conservation. BCPC monograph No 58, BES, AAB. Major Print Ltd, Great Britain, 404p.
- Boatman N.D., L.J. Rew, A.J. Theaker and R.J. Froud-Williams. 1994. The impact of nitrogen fertilisers on field margin flora. In *Field margins: Integrating agriculture and conservation*. Boatman, N.(Ed.), BCPC monograph No 58, BES, AAB. Major Print Ltd, Great Britain. pp 209-214.
- Bollinger E.K. and J.W. Caslick. 1985. Red-Winged Blackbird predation on northern corn rootworm beetles in field corn. *J. Appl. Ecol.* 22: 39-48.
- Bonfanti P., A. Fregonese and M. Sigura. 1997. Landscape analysis in areas affected by land consolidation. *Landsc. Urban Plan.* 37:91-98.
- Brotons L., W. Thuiller, M.B. Araujo and A.H. Hirzel. 2004. Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography* 27:437-448.
- Burel F. 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Crit. Rev. Plant Sci.* 15: 169-190.
- Burgio G., A. Lanzoni, P. Navone, K. Van Achterberg and A. Masetti. 2007. Parasitic Hymenoptera on Agromyzidae (Diptera) colonizing weeds in ecological compensation areas in Northern Italian

¹Laboratory of Ecology & Environmental Protection, Faculty of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki, GR 54006, Thessaloniki, Hellas, e-mail sstiouri@agro.auth.gr

²Research Division, Hunting Federation of Macedonia and Thrace, 173-175 Ethnikis Antistaseos Str., GR 55134, Thessaloniki, Hellas

- agroecosystems. *J. Econ. Entomol.* 100:298-306.
- Carr S. and M. Bell. 1991. Practical conservation: Boundary habitats. Open University in association with the Nature Conservation Council. London. 127p.
- Carvell C., W.R. Meek, R.F. Pywell, D. Goulson and M. Nowakowski. 2007. Comparing the efficacy of agri-environment schemes to enhance bumble bee abundance and diversity on arable field margins. *J. Appl. Ecol.* 44:29-40.
- Casas F. and J. Vinuela. 2010. Agricultural practices or game management: which is the key to improve Red-legged Partridge nesting success in agricultural landscapes? *Environ. Conserv.* 37(2):177-186.
- Collins K.L., N.D. Boatman, A. Wilcox, J.M. Holland, K. Chaney. 2002. Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. *Agric. Ecosyst. Environ.* 93:337-350.
- Davies D.H.K. and H.M Carnegie. 1994. Vegetation patterns and changes in field boundaries and conservation headlands in Scottish arable fields. In *Field margins: Integrating agriculture and conservation*. Boatman, N. (Ed.), BCPC monograph No 58, BES, AAB. Major Print Ltd, Great Britain. pp 173-178.
- de Snoo G.R. and P.J. de Wit. 1998. Buffer zones for reducing pesticide drift to ditches and risks to aquatic organisms. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 41:112-118.
- Dennis P. and G.L.A. Fry. 1992. Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland? *Agric. Ecosyst. Environ.* 40:95-115.
- DETR (Department of the Environment, Transport and the Regions). 1999. Quality of Life Counts: Indicators for a Strategy for Sustainable Development for the United Kingdom: A Baseline Assessment. London.
- Dolbeer R.A. 1990. Ornithology and integrated pest management: Red-winged Blackbirds *Agelaius phoeniceus* and corn. *Ibis* 132: 309-322.
- Dover J.W., T.H. Sparks, S. Clarke, K. Gobbett and S. Glossop. 2000. Linear features and butterflies: the importance of green lines. *Agric. Ecosyst. Environ.* 80: 227 - 242.
- Dueli P., M. Studer and I. Marchand. 1989. The influence of the surroundings on arthropod diversity in maize fields. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 24: 73-76.
- Falloon P., D. Powlson and P. Smith. 2004. Managing field margins for biodiversity and carbon sequestration: a Great Britain case study. *Soil Use and Manag.* 20:240-247.
- Frank T. 1998. The role of different slug species in damage to oilseed rape bordering on sown wildflower strips. *Ann. Appl. Biol.* 133: 483-493.
- Fussel M. and S.A. Corbet. 1992. Flower usage by bumble-bees: a basis for forage plant management. *J. Appl. Ecol.* 29: 451-465.
- Γεράκης Π.Α. και Σ.Ε. Τσιούρης 2010. Υγροτόποι και Γεωργία. Λειτουργίες, Αξίες, Διατήρηση και Διαχείριση Υγροτόπων, Σχέσεις με Γεωργικά Οικοσυστήματα. Σύγχρονη παιδεία. Θεσσαλονίκη. 311 σελ.
- Gillings S. and R.J. Fuller. 1998. Changes in bird populations on sample lowland english farms in relation to loss of hedgerows and other non-crop habitats. *Oecologia* 116: 120-127.
- Griffiths G.J.K., J.M. Holland, A. Bailey and M.B. Thomas. 2008. Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biol. Control* 45: 200-209.
- Grime J. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Wiley and Sons, New York. 222p.
- Hassal M., A. Hawthorne, M. Maudsley, P. White and C. Cardwell. 1992. Effects of headland management on invertebrate communities in cereal fields. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40: 155-178.
- Hausammann A. 1996. The effects of weed strip-management on pests and beneficial arthropods in winter wheat fields. *J. Plant Dis. Prot.* 103: 70-81.
- Helps M.B. 1994. Field margins-An agricultural perspective. In *Field margins: Integrating agriculture and conservation*. Boatman, N. (Ed.), BCPC monograph No 58, BES, AAB. Major Print Ltd, Great Britain. pp 21-30.
- Hinsley S.A. and P.E. Bellamy. 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: a

- review. *J. Environ. Manag.* 60: 33-49.
- Holland J.M., S. Southway, T. Birkett and S.J. Moreby. 2006. The relative merits of field and boundary habitats for conservation biocontrol. *IOBC West Palearctic Regional Section Bulletin* 29: 57-60.
- Jantunen J. and K. Saarinen. 2002. Vegetation of uncultivated arable land under different management in Finnish and Russian Karelia. *Agric. Ecosyst. Environ.* 92:225-233.
- Jobin B., Choiniere L. and L. Belanger. 2001. Bird use of three types of field margins in relation to intensive agriculture in Quebec, Canada. *Agric. Ecosyst. Environ.* 84:131-143.
- Kent, D.M. 2001. *Applied wetlands science and technology*. Second edition. Lewis publishers. 454p.
- Kirk D.A., M.D. Evenden and P. Mineau. 1996. Past and current attempts to evaluate the role of birds as predators of insects pests in temperate agriculture. In: *Current Ornithology* (eds Nolan, J.V. and E.D. Ketterson). 13: 175-269. Plenum Press, New York.
- Kleijn D. 1997. Species richness and weed abundance in the vegetation of arable field boundaries. PhD thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen. 177p.
- Kleijn D. and G.I.J. Snoeiijing. 1997. Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: Botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *J. Appl. Ecol.* 34(6):1413-1425.
- Kleijn D., W. Joenje, D. Le Coeur and E.J.P. Marshall. 1998. Similarities in vegetation development of newly established herbaceous strips along contrasting European field boundaries. *Agric. Ecosyst. Environ.* 68: 13- 26.
- Krebs J.R., J.D. Wilson, R.B. Bradbury and G.M. Siriwardena. 1999. The second Silent Spring? *Nature* 400:611-612.
- Kromp B. and K.H. Steinberger. 1992. Grassy field margins and arthropod diversity: a case study on ground beetles and spiders in eastern Austria (Coleoptera: Carabidae, Arachnida). *Agric. Ecosyst. Environ.* 40:71-93.
- Κυριακοπούλου Π.Η. και Κ.Ν. Γιαννοπούλης. 1997. Τα αυτοφυή λαχανευόμενα φυτά της Ελλάδας. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 3: 48-55.
- Landis D.A., F.D. Menalled, A.C. Costamagna and T.K. Wilkinson. 2005. Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. *Weed Science* 53, 902-908.
- Lee J.C., F.D. Menalled and D.A. Landis. 2001. Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. *J. Appl. Ecol.* 38:472-483.
- Lockwood M., G.L. Worboys and A. Kothari. 2006. *Managing protected areas, a global guide*. IUCN. 802p.
- Losch R., D. Thomas, U. Kaib and F. Peters. 1994. Resource use of crops and weeds on extensively managed field margins. In *Field margins: Integrating agriculture and conservation*. Boatman, N. (Ed.), BCPC monograph No 58, BES, AAB. Major Print Ltd, Great Britain. pp 203-208.
- Maiorano L., A. Falcucci and L. Boitani. 2006. Gap analysis of terrestrial vertebrates in Italy: priorities for conservation planning in a human dominated landscape. *Biol. Conserv.* 133:455-473.
- Marshall E.J.P. 1988. The ecology and management of field margin floras in England. *Outlook on Agriculture* 17(4):178-182.
- Marshall E.J.P. 1989. Distribution patterns of plants associated with arable field edges. *J. Appl. Ecol.* 26: 247-257.
- Marshall E.J.P. and G.M. Arnold. 1995. Factors affecting field weed and field margin flora on a farm in Essex. *Landscape Urban Plan.* 31:205-216.
- Marshall E.J.P. and A.C. Moonen. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* 89:5-21.
- Μπίτσας Π. και Χ. Σώκος. 2006. Στοιχεία βιολογίας και χαρακτηριστικά των πτηνών. *Κυνηγετικό Εγχειρίδιο. Έκδοση της Κυνηγετικής Ομοσπονδίας Μακεδονίας και Θράκης, Θεσσαλονίκη*. 320 σελ.
- Paggetti E., M. Biaggini, C. Corti, M. Lebboroni and R. Berti. 2006. Amphibians and reptiles as indicators in Mediterranean agroecosystems:

- A preliminary study. pp 107-110 in: M. Vences, J. Köhler, T. Ziegler and W. Böhme (eds.) *Herpetologia Bonnensis II. Proc. 13th Congress of the Societas Europea Herpetologica*, Bonn, Germany.
- Patty L., B. Real and J.J. Gril. 1997. The use of grassed buffer strips to remove pesticides, nitrate and soluble phosphorus compounds from runoff water. *Pestic. Sci.* 49: 243-251.
- Pereira M. and A. Rodríguez. 2010. Conservation value of linear woody remnants for two forest carnivores in a Mediterranean agricultural landscape. *J. Appl. Ecol.* 47:611-620.
- Pinay G., L. Roques and A. Fabre. 1993. Spatial and temporal patterns of denitrification in a riparian forest. *J. Appl. Ecol.* 30:581-591.
- Pita R., A. Mira, F. Moreira, R. Morgado and P. Beja. 2009. Influence of landscape characteristics on carnivore diversity and abundance in Mediterranean farmland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 132, 57-65.
- Pollard E., M.D. Hooper and N.W. Moore. 1974. *Hedges*. Collins, London. 256 p.
- Rodríguez C. and J. Bustamante. 2008. Patterns of Orthoptera abundance and lesser kestrel conservation in arable landscapes. *Biodivers. Conserv.* 17(7):1753-1764.
- Russel Vance D. 1976. Changes in land use and wildlife populations in southeastern Illinois. *Wildl. Soc. Bull.* 4(1):11-15.
- Saarinen K. 2002. A comparison of butterfly communities along field margins under traditional and intensive management in SE Finland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 90(1):59-65.
- Sanchez I., L. Lassaletta, D. McCollin and R. Bunce. 2010. The effect of hedgerow loss on microclimate in the Mediterranean region: an investigation in Central Spain. *Agroforest. Syst.* 78(1):13-25.
- Schippers P. and W. Joenje. 2002. Modelling the effect of fertiliser, mowing, disturbance and width on the biodiversity of plant communities of field boundaries. *Agric. Ecosyst. Environ.* 93:351-365.
- Schmitz M.F., I.A. Sanchez and I. de Aranzabal. 2007. Influence of management regimes of adjacent land uses on the plant richness of hedgerows in Spanish cultural landscapes. *Biol. Conserv.* 135:542-555.
- Shore R.F., W.R. Meek, T.H. Sparks, R.F. Pywell and M. Nowakowski. 2005. Will Environmental Stewardship enhance small mammal abundance on intensively managed farmland? *Mammal Rev.* 35: 277-284.
- Sitzia T. 2007. Hedgerows as corridors for woodland plants: a test on the Po Plain, northern Italy. *Plant Ecol.* 188:235-252.
- Sotherton N.W. 1985. The distribution and abundance of predatory Coleoptera overwintering in field boundaries. *Ann. Appl. Biology* 105: 423-429.
- Sutcliffe O.L. and Q.O. Kay. 2000. Changes in the arable flora of central southern England since the 1960s. *Biol. Cons.* 93: 1-8.
- Svensson B., J. Lagerlöf and B.G. Svensson. 2000. Habitat preferences of nest-seeking bumble bees (Hymenoptera: Apidae) in an agricultural landscape. *Agric. Ecosyst. Environ.* 77:247-255.
- Theaker A.J., N.D. Boatman and R.J. Froud-Williams. 1995. Variation in *Bromus sterilis* on farmland: evidence for the origin of field infestations. *J. Appl. Ecol.* 32: 47-55.
- Thomas M.B., S.D. Wratten and N.W. Sotherton. 1991. Creation of 'island' habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and emigration. *J. Appl. Ecol.* 28: 906-917.
- Thomas S.R., R. Noordhuis, J.M. Holland and D. Goulson 2002. Botanical diversity of beetle banks: effects of age and comparison with conventional arable field margins in southern UK. *Agric. Ecosyst. Environ.* 93:403-412.
- Tsiouris S.E. 1997. Field Margins in Mediterranean systems. In: E. J. P. Marshall, (ed.), *Field margins in European farming systems*, A report on a workshop held on 22-23 May 1997 at Instituut voor Natuurbehoud, Kliniekstraat 25, Brussels, 1997, pp. 11-14.
- Τσιούρης Ε.Σ. και Σ. Καλπάρης. 2005. Τα οικουσιήματα των ορίων των αγρών. Αξίες, αλλοιώσεις, διαχείριση. Πρακτικά Συνεδρίου: Αρχιτεκτονική Τοπίου. Εκπαίδευση, Έρευνα, Εφαρμοσμένο Έργο, Θεσσαλονίκη, σελ. 124-132.
- Tsiouris S. and E.J.P. Marshall. 1998. Observations on patterns of granular fertilizer deposition beside hedges and its likely effects on the botanical

- composition of field margins. *Ann. Appl. Biol.* 132: 115-127.
- Tsiouris S.E., A.P. Mamolos, K.L. Kalburtji and D. Alifragis. 2002. The quality of runoff water collected from a wheat field margin in Greece. *Agric. Ecosyst. Environ.* 89:117-125.
- van Swaay C.A.M. 1990. An assessment of the changes in butterfly abundance in the Netherlands during the 20th century. *Biol. Conserv.* 52:287-302.
- Vickery J.A., R. Feber and R.J. Fuller. 2009. Arable field margins managed for biodiversity conservation: a review of food resource provision for farmland birds. *Agric. Ecosyst. Environ.* 133:1-13.
- Wilson P.J. 1994. Botanical diversity in arable field margins. In: *Field margins: Integrating agriculture and conservation*. Boatman, N. (Ed.), BCPC monograph No 58, BES, AAB. Major Print Ltd, Great Britain. pp. 53-58.
- Wratten S.D. 1988. The role of field margins as reservoirs of beneficial insects. In: *Environmental management in agriculture*. Park, J.R. (Ed.) London: Belhaven Press. pp. 144-150.