*Το παρόν κείμενο βασίζεται σε ανασκόπηση της ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας από τον Pavlo Ardanov στο πλαίσιο του συνεργατικού μας έργου στο Παρατηρητήριο GROW.*

*Το Παρατηρητήριο GROW έχει λάβει χρηματοδότηση από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας Ορίζοντας 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υπό την συμφωνία επιχορήγησης αριθ. 690199.*

**Βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τον τρόπο αύξησης των αριθμών των επικονιαστών**

*Δρ. Pavlo Ardanov, Μάιος 2019*

# Σύνοψη

Η ετήσια συνολική αξία της μεσολαβούμενης από ζώα επικονίασης των καλλιεργειών εκτιμάται στα 153 δισεκατομμύρια δολάρια, ενώ σε πολλές γεωργικές περιοχές υπάρχει έλλειμμα επικονίασης. Η αναζήτηση βιβλιογραφίας στο ScienceDirect με τη λέξη-κλειδί «pollinator» (επικονιαστής) επέστρεψε περισσότερα από 30.900 αποτελέσματα. Αναλύθηκαν τα πρώτα 1.000 αποτελέσματα (ταξινομημένα κατά συνάφεια), συμπεριλαμβανομένων όλων των άρθρων ανασκόπησης και των ερευνητικών άρθρων που επικεντρώνονται στην Ευρώπη και το εύκρατο κλίμα. Σε αυτό το άρθρο γίνεται επίσης ανασκόπηση των βασικών πρακτικών διαχείρισης επικονιαστών.

**Κύρια ευρήματα:** Η διαφοροποίηση του τοπίου αυξάνει τη διαθεσιμότητα και την πρόσβαση σε πόρους τροφής και χώρους φωλεοποίησης για τους επικονιαστές, διευκολύνει τη μετανάστευσή τους και αυξάνει το μεγάλης κλίμακας πλεόνασμα των υπηρεσιών επικονίασης. Η δημιουργία πρόσθετων, διαφοροποιημένων μη καλλιεργούμενων οικοτόπων με ετήσια και πολυετή άνθη θα ενθαρρύνει τους επικονιαστές με την παροχή νέκταρ και γύρης καθόλη τη διάρκεια της ενεργού περιόδου αναζήτησης τροφής και κατά τη διάρκεια εποχών με περιορισμένη επάρκεια πόρων (φυτά «γέφυρες»). Η συμπερίληψη φυτών με έντονη ανθοφορία σε σπαρμένες λωρίδες λουλουδιών και η σπορά σε λωρίδες αγριολούλουδων μπορούν να λειτουργούν ανασχετικά σε περιόδους έλλειψης πόρων και να παρέχουν σταθερό απόθεμα εάν σχεδιαστεί ως αλληλουχία ανθοφορίας. Η δυνατότητα της φυσικής αναγέννησης αγριολούλουδων στα όρια των αγρών θα βελτιώσει την επικονίαση των καλλιεργειών και τον βιολογικό έλεγχο παρασίτων και ζιζανίων. Η αποκατάσταση των οικοτόπων που παρέχουν τροφή και φωλιές και η διευκόλυνση της μετακίνησης των επικονιαστών έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει βελτιωμένες υπηρεσίες επικονίασης στα τοπία.

# Εισαγωγή

Οι επικονιαστές είναι σημαντικοί για την αναπαραγωγή και τη γενετική βιωσιμότητα ποσοστού άνω του 65% των άγριων φυτών παγκοσμίως (90% ανθοφόρα φυτά) ή 30.000 ειδών φυτών (Kearns, Inouye & Waser 1998, Ashman et al. 2004, Buchmann, Nabhan 2012). Η ετήσια συνολική αξία της μεσολαβούμενης από ζώα επικονίασης των καλλιεργειών εκτιμάται στα 153 δισεκατομμύρια δολάρια (Gallai et al. 2009).

Υπάρχουν ολοένα και περισσότερες ενδείξεις ότι πολλά είδη και ομάδες επικονιαστών καθώς και τα φυτά τα οποία αυτοί γονιμοποιούν επηρεάζονται αρνητικά από περιβαλλοντικές μεταβολές σε πολλές περιοχές του κόσμου (Wratten et al. 2012, Senapathi et al. 2015) και ότι τα ελλείμματα επικονίασης επιδεινώνονται περαιτέρω στα γεωργικά τοπία (Garibaldi et al. 2017). Η αύξηση των περιοχών των φυσικών και ημιφυσικών οικοτόπων κατά 10% θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της αφθονίας των άγριων μελισσών και του πλούτου των ειδών σε ποσοστό γύρω στο 37% (Kennedy et al. 2013).

Τα είδη επικονιαστών διαφέρουν ως προς τις απαιτήσεις φωλεοποίησης και διατροφής. Ως εκ τούτου, τα τοπία που είναι φιλικά προς τους επικονιαστές θα πρέπει να παρέχουν άφθονες φωλιές και τροφή για τους ενήλικες και τις προνύμφες άγριων επικονιαστών καθόλη τη διάρκεια του έτους (Pufal, Steffan-Dewenter & Klein 2017). Γενικά, η διαχείριση των υπηρεσιών επικονίασης πρέπει να στοχεύει στην υποστήριξη ποικιλόμορφης σειράς επικονιαστών προκειμένου για τη διατήρηση της ταξινομικής ή λειτουργικής ποικιλομορφίας των χαρακτηριστικών τους, η οποία χρησιμεύει στην παροχή ενός ποικίλου συνόλου υπηρεσιών επικονίασης ακόμη και ενόψει της απώλειας ειδών (Gill et al. 2016, Menz et al. 2011).

Οι παρακάτω τεχνικές συγκαταλέγονται στις βασικές τεχνικές διαχείρισης οικοτόπων οι οποίες επιδρούν θετικά στους άγριους επικονιαστές: προστασία και αποκατάσταση των οικοτόπων επικονιαστών, αύξηση της ποιότητας και της ποσότητας των ανθοφόρων πόρων, μείωση των εντατικών μηχανικών πρακτικών, μείωση των χημικών εισροών και παροχή θέσεων φωλεοποίησης (Wratten et al. 2012, ανασκόπηση από τους Garibaldi et al. 2017). Η προστασία των επικονιαστών μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο πλαίσιο για την επίτευξη πολλαπλών στόχων, όπως η ενίσχυση του φυσικού ελέγχου των παρασίτων, η βελτίωση της δομής και της αναπαραγωγικής ικανότητας του εδάφους, η υποστήριξη της βιοποικιλότητας, ο περιορισμός της διάβρωσης του εδάφους και η έκπλυση θρεπτικών ουσιών και η βελτίωση της αισθητικής του τοπίου (Wratten et al. 2012).

***Περιγραφή του τρόπου***

*Η ολιστική διαχείριση των υπηρεσιών επικονίασης πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά στάδια (Gill et al. 2016, Menz et al. 2011, Jha, Burkle & Kremen 2013):*

1. *Για κάθε καλλιέργεια ανθοφορίας και βασική ποικιλία που καλλιεργείται σε δεδομένο τοπίο, προσδιορίστε εάν χρειάζεται επικονίαση και ποιοι επικονιαστές είναι πιθανό να παρέχουν αυτή την υπηρεσία.*
2. *Προσδιορίστε τους κύριους επικονιαστές των καλλιεργούμενων καλλιεργειών. Εξετάστε τις προτιμήσεις φωλεοποίησής τους και τις ανάγκες τους σε πόρους ανθοφόρων φυτών καθόλη την περίοδο της αναζήτησής τους για τροφή.*
3. *Ελέγξτε το τοπίο στο οποίο παράγονται οι καλλιέργειες για εναλλακτικούς πόρους ανθοφόρων φυτών και φωλεοποίησης καθόλη τη περίοδο της δραστηριότητας των επικονιαστών και εντοπίστε τα πιθανά κενά σε πόρους.*
4. *Φυτέψτε φυτά «σκελετούς», τα οποία παρέχουν σημαντική ποσότητα νέκταρ και γύρης, καθώς και φυτά «γέφυρες», τα οποία παρέχουν πόρους κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής επάρκειας πόρων. Χρησιμοποιήστε είδη φυτών που δεν θα ευνοήσουν την ανάπτυξη παρασίτων ή ασθενειών των καλλιεργειών και δώστε προτεραιότητα σε γηγενή είδη τα οποία δεν χρειάζονται ξεβοτάνισμα. Πραγματοποιήστε αρχικά δοκιμές μικρής κλίμακας ώστε να συγκρίνετε διαφορετικές μεθόδους φύτευσης και να αξιολογήσετε τη χρήση των φυτών από τους επικονιαστές και τον τρόπο με τον οποίο αυτή βελτιώνεται σε παρακείμενες καλλιέργειες.*
5. *Αξιολογήστε τις οικονομικές επιπτώσεις της απόσυρσης της γης από την παραγωγή για την παροχή υπηρεσιών επικονίασης σε σύγκριση με την αύξηση της αξίας της καλλιέργειας.*

Παρακάτω εξετάζονται σε μεγαλύτερο βάθος οι βασικές πρακτικές διαχείρισης επικονιαστών, συμπεριλαμβανομένων των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, των πρόσθετων εκτιμήσεων για την εφαρμογή τους και της περιγραφής του τρόπου εφαρμογής τους.

# Διαφοροποίηση τοπίου

Η βελτιστοποίηση της ετερογένειας και της διασύνδεσης των οικοτόπων μπορεί να αυξήσει τη διαθεσιμότητα και την πρόσβαση των επικονιαστών σε διατροφικούς πόρους και χώρους φωλεοποίησης, να διευκολύνει τη μετανάστευσή τους και να αυξήσει σε μεγάλη κλίμακα το πλεόνασμα υπηρεσιών επικονίασης. (Pufal, Steffan-Dewenter & Klein 2017, Samnegård, Persson & Smith 2011).

Η περίοδος ανθοφορίας μεμονωμένων ειδών φυτών είναι συχνά βραχεία σε σύγκριση με την περίοδο δραστηριότητας των επικονιαστών (Blüthgen, Klein 2011). Το επίπεδο επικονίασης και η μορφή της κοινότητας εντόμων επικονιαστών είναι διαφορετικά από καλλιέργεια σε καλλιέργεια (Albrecht et al. 2012, Fründ et al. 2013), ενώ ενδέχεται να είναι διαφορετικές και οι ανάγκες των ειδών επικονιαστών σε πόρους καθόλη τη διάρκεια του έτους (Olesen et al. 2008). Οι υπηρεσίες επικονίασης θα είναι λιγότερο επιρρεπείς σε καταστροφικές επιπτώσεις που επηρεάζουν μεμονωμένους οικότοπους οι οποίοι υποστηρίζουν επικονιαστές, εφόσον οι οικότοποι αυτοί βρίσκονται σε άμεση γειτνίαση με άλλους, μη προσβεβλημένους οικότοπους. Επομένως, τα μέτρα που αποσκοπούν στην υποστήριξη των επικονιαστών θα πρέπει να εξετάζουν τις πολύπλοκες χωρικές και χρονικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών επικονιαστών και στοιχείων οικοτόπων (Pufal, Steffan-Dewenter & Klein 2017).

## Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε κλίμακα τοπίου:

* Διάφοροι τύποι οικοτόπων: καλλιεργούμενα χωράφια, κήποι, νησίδες στο μέσο των χωραφιών, μη καλλιεργούμενα και εμπλουτισμένα με λουλούδια όρια χωραφιών, παράκτιες ζώνες ανάσχεσης, λωρίδες πρασίνου, πάρκα, φυσικοί οικότοποι κλπ. (Lindgren, Lindborg & Cousins 2018).
* Αποτελεσματική απόσταση μεταξύ των οικοτόπων: από μερικές εκατοντάδες μέτρα για ορισμένες άγριες μέλισσες έως αρκετά χιλιόμετρα για τις κοινές μέλισσες και τους βομβίνους (Danner et al. 2016, Steffan-Dewenter, Kuhn 2003).
* Εμπόδια στη μετακίνηση μικρών επικονιαστών (π.χ. δάση, φράχτες) και επιρροή των πρακτικών διαχείρισης: κοπή χόρτων, όργωμα (συνήθως αρνητική), περίφραξη κτηνοτροφικών ζώων (ποικίλη) κ.λπ.
* Τοπικές προτιμήσεις των διαφόρων επικονιαστών: πεταλούδες - φυτά που χρησιμεύουν ως τροφή για προνύμφες και μεγάλη κάλυψη με λουλούδια, συρφίδες - κάλυψη πλούσια σε έντομα, μοναχικές μέλισσες - γυμνό έδαφος, βομβίνοι- άγρια βοσκοτόπια κ.λπ. (Garibaldi et al. 2017, Holland et al. 2015).

## Πρόσθετα στοιχεία για εκτίμηση:

* Μπορεί να μην είναι αποτελεσματική σε τοπία των οποίων το 20% ή περισσότερο αποτελεί φιλικό προς τους επικονιαστές οικότοπο (Wood, Holland & Goulson 2015).
* Θα είναι πιο αποτελεσματική για επικονιαστές με μεγάλες αποστάσεις αναζήτησης τροφής (E Benjamin, R Reilly & Winfree 2014).
* Από μόνη της η διαχείριση των υπηρεσιών επικονίασης δεν μπορεί να προκαλέσει τη δημιουργία μεγαλύτερης ποικιλίας φυσικών επικονιαστών (Andersson et al. 2014).
* Η διαθεσιμότητα διατροφικών πόρων κοντά στις φωλιές των επικονιαστών μπορεί να προκαλέσει μείωση της επικονίασης των γεωργικών καλλιεργειών (Wolf, Moritz 2008).
* Τα είδη γενικευτές συνήθως επωφελούνται από την ύπαρξη ποικιλόμορφων διατροφικών πόρων (Di Pasquale et al. 2013, Vaudo et al. 2015).
* Οι άγριες μέλισσες είναι συνήθως πιο σημαντικοί και αποτελεσματικοί επικονιαστές από τις κοινές μέλισσες (Wei et al. 2002, Mallinger, Gratton 2015, Martins, Gonzalez & Lechowicz 2015).
* Απαιτείται ειδικός σχεδιασμός, συνεργασία μεταξύ των ιδιοκτητών ιδιωτικής και κρατικής γης, δαπάνες εγκατάστασης, συντήρησης και απόσυρσης από τη γεωργική παραγωγή (Isaacs et al. 2017).

## Περιγραφή του τρόπου

1. *Προσδιορίστε εάν υπάρχει έλλειψη επικονίασης για τις καλλιέργειες.*
2. *Προσδιορίστε τους βασικούς επικονιαστές των καλλιεργούμενων εκτάσεων που βρίσκονται στην περιοχή.*
3. *Εξετάστε τις ανάγκες για φωλεοποίηση και πόρους ανθοφόρων φυτών των ομάδων στόχων των επικονιαστών*
4. *Αποφασίστε για την τοποθεσία, το μέγεθος, τη διαμόρφωση και τη μακροζωία του έργου αποκατάστασης.*
5. *Επιλέξτε περιφερειακά προσαρμοσμένα είδη φυτών, χρησιμοποιήστε ισχυρή μεθοδολογία για την εγκατάσταση φυτεύσεων και επιλέξτε μείγματα φυτών τα οποία ανθίζουν καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. (Gill et al. 2016, Jha, Burkle & Kremen 2013, Isaacs et al. 2017)*

# 2. Σπαρμένες λωρίδες λουλουδιών

Οι λωρίδες λουλουδιών είναι πρόσθετοι, ποικιλόμορφοι μη καλλιεργούμενοι οικότοποι οι οποίοι αποτελούνται από ετήσια και πολυετή άνθη. Προσελκύουν τους επικονιαστές παρέχοντας νέκταρ και γύρη καθόλη την ενεργό περίοδο αναζήτησης τροφής ή κατά τη διάρκεια περιόδων περιορισμένης επάρκειας πόρων. Ο σχεδιασμός πλούσιων σε λουλούδια οικοτόπων που περιλαμβάνουν φυτά ξενιστές πεταλούδων μπορεί να μειώσει τη συνολική ποσότητα της γης που απαιτείται για τους οικότοπους άγριας πανίδας (Holland et al. 2015). Ο συνδυασμός ανθοφόρων φυτών με γρασίδι μπορεί επίσης να συμβάλλει στην καταστολή ορισμένων ζιζανίων (Pywell et al. 2005, Smith, Firbank & Macdonald 1999).

## Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά

Στα διάφορα είδη φυτών περιλαμβάνονται τα εξής:

* Φυτά «γέφυρες» (ανθίζουν κατά τη διάρκεια των περιόδων περιορισμένης επάρκειας πόρων)
* Φυτά μαζικής ανθοφορίας (συμβάλλουν στην κατασκευή αποικιών μελισσών)
* Φυτά «σκελετοί» (παρέχουν πολύ νέκταρ ή / και γύρη σε πολλά και διάφορα είδη επικονιαστών)
* Είδη με μεγάλες ταξιανθίες ή τα οποία ανθοφορούν με πυκνή βλάστηση (π.χ. η λευκή μαργαρίτα)
* Φυτά για επικονιαστές με ειδικές δεξιότητες ή εργαλεία (π.χ. ψυχανθή φυτά για βομβίνους με μακριά προβοσκίδα).
* Κάθε ομάδα επικονιαστών έχει τα δικά της «αγαπημένα» φυτά (π.χ. για τις συρφίδες αυτά είναι η ρίγανη, το σχοινόπρασο, το γλυκό άλυσσο, το φαγόπυρο και ο αραβόσιτος)

(Menz et al. 2011, Jha, Burkle & Kremen 2013, Uyttenbroeck et al. 2017, Goulson 2017, Pywell et al. 2006, Herrmann et al. 2007).

## Πρόσθετα στοιχεία για εκτίμηση:

* Η παρουσία ελκυστικών φυτών μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση του ρυθμού των επισκέψεων στα λουλούδια, αλλά δεν θα αυξήσει αναγκαστικά τον πλούτο των ειδών επικονιαστών (Uyttenbroeck et al. 2017).
* Τα φυτά αυτά μπορεί να ανταγωνίζονται για επικονίαση με λιγότερο άφθονες ή ελκυστικές καλλιέργειες και τοπικά φυτά ανθοφορίας (Lopezaraiza-Mikel et al. 2007).
* Για την εμφάνιση των θετικών επιδράσεων των λωρίδων λουλουδιών στους άγριους επικονιαστές μπορεί να χρειαστεί λίγος χρόνος, καθώς το σημερινό μέγεθος του πληθυσμού αντανακλά συνήθως τη διαθεσιμότητα πόρων κατά το προηγούμενο έτος (Roulston, Goodell 2011).
* Τα τρέχοντα γεωργοπεριβαλλοντικά σχήματα υποστηρίζουν συχνά μόνο κοινούς επικονιαστές (ιδιαίτερα βομβίνους) (Kovács-Hostyánszki et al. 2016).
* Τα προτεινόμενα φυτά μπορεί να είναι αποδοτικά μόνο σε συγκεκριμένη περιοχή ενώ σε μια άλλη να είναι ζιζάνια (Winfree 2010).

## Περιγραφή του τρόπου

***Επιλογή φυτών ανθοκομίας που υποστηρίζουν επικονιαστές:*** *Ακολουθήστε ένα πρωτόκολλο για τον εντοπισμό περιφερειακών φυτών ποώδους χορτονομής και φυτικών ειδών που προέρχονται από την περιοχή. Τα υψηλά ταξινομημένα είδη θα πρέπει να επιλέγονται με βάση τις αλληλεπικαλυπτόμενες περιόδους άνθισης ώστε να διασφαλίζεται η διαθεσιμότητα παροχής τροφής καθόλη την ενεργό περίοδο αναζήτησης τροφής των εντόμων (Isaacs et al. 2009). Θα πρέπει να εξεταστούν οι διευκολυντικές και ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυτών (ανασκόπηση από Menz et al. 2011).*

# 3. Φυτά έντονης ανθοφορίας

Η συμπερίληψη φυτών έντονης ανθοφορίας σε σπαρμένες λωρίδες και η σπορά αγριολούλουδων σε λωρίδες μπορεί να λειτουργήσει ανασχετικά σε περιόδους έλλειψης πόρων και να προσφέρει σταθερή παροχή πόρων. Οι πόροι πρώιμης μαζικής ανθοφορίας μπορούν να αυξήσουν τους πληθυσμούς των μελισσών και να ενισχύσουν τον πληθυσμό των μοναχικών μελισσών κατά το επόμενο έτος, ενώ τα φυτά που ανθοφορούν αργότερα μέσα στην περίοδο συμβάλλουν στην υψηλότερη παραγωγή βασιλισσών βομβίνων (Isaacs et al. 2017). Οι μεγαχειλίδες και οι μέλισσες του είδους Halictidae είναι ενεργές για μικρότερο διάστημα εντός της καλλιεργητικής περιόδου, επομένως θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένη κατάλληλα και η χρονική διάρκεια των περιόδων μαζικής ανθοφορίας (Russo et al. 2013). Απαιτείται διαρκής διαθεσιμότητα πόρων σε όλη την ενεργό περίοδο για τα περισσότερο κοινωνικά και πολυκυκλικά είδη (Roulston, Goodell 2011). Οι καλλιέργειες μαζικής ανθοφορίας δημιουργούν αφθονία πόρων και περίσσεια επικονιαστών με αποτέλεσμα την επαρκή επικονίαση σε απόσταση από 250 έως 3000 μ. (Westphal, Steffan-Dewenter & Tscharntke 2006).

## Πρόσθετα στοιχεία για εκτίμηση:

* Κατά το πλείστον εφικτή για την υποστήριξη των διαχειριζόμενων επικονιαστών, η παρουσία φυτών έντονης ανθοφορίας μπορεί να είναι λιγότερο καλή όσον αφορά την παροχή ενδιαιτημάτων φωλεοποίησης για επικονιαστές άγριας πανίδας (Pufal, Steffan-Dewenter & Klein 2017).
* Οι άγριοι επικονιαστές στις καλλιέργειες μαζικής ανθοφορίας μπορούν να εκτοπιστούν από τις κοινές μέλισσες, με πιθανές αρνητικές συνέπειες (Lindstrom et al. 2016).
* Οι υπηρεσίες επικονίασης των άγριων επικονιαστών μπορούν να είναι περισσότερο έντονες στα όρια των αγρών από ότι στο κέντρο των καλλιεργειών μαζικής ανθοφορίας (Balzan, Bocci & Moonen 2016).
* Τα διαστήματα ανθοφορίας των καλλιεργειών μαζικής ανθοφορίας τείνουν να είναι μικρά και αποτελούν κλάσμα της ενεργού περιόδου πολλών ειδών μέλισσας (Wratten et al. 2012).
* Οι πυκνότητες των επικονιαστών στις στοχευόμενες καλλιέργειες ενδέχεται να μειωθούν με την αύξηση των επικονιαστών στις εκτάσεις μαζικής ανθοφορίας (Holzschuh et al. 2016, Montero-Castaño, Ortiz-Sánchez & Vilà 2016).

# 4. Λωρίδες αγριολούλουδων (μη καλλιεργούμενες λωρίδες ανάσχεσης, όρια χωραφιών, ημι-φυσικοί οικότοποι)

Η δυνατότητα της φυσικής αναγέννησης των αγριολούλουδων ή η προστασία της βλάστησης στα όρια των χωραφιών θα βελτιώσει την επικονίαση των καλλιεργειών και τον βιολογικό έλεγχο παρασίτων και ζιζανίων (Lindgren, Lindborg & Cousins 2018). Σε περίπτωση φυσικών οικοτόπων δεν υπάρχει κίνδυνος βλάβης των φυτών που έχουν φυτευτεί.

Οι περιοχές ημι-φυσικών οικοτόπων είναι πιο πλούσιες σε άγρια έντομα. Ως εκ τούτου, παρόλο που οι σπαρμένες λωρίδες λουλουδιών μπορούν να αυξήσουν την αφθονία των υφιστάμενων ειδών, η ποικιλομορφία των επικονιαστών μπορεί να διατηρηθεί μόνο με την προστασία σε μεγάλη κλίμακα του (ημι-) φυσικού οικοτόπου (Campbell et al. 2017).

Η χάραξη μεγάλης έκτασης ορίων τα οποία βρίσκονται διάσπαρτα μεταξύ μεγάλων χωραφιών μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική για τους άγριους επικονιαστές από την πλήρωση του τοπίου μονοκαλλιέργειας με πολλά αναποτελεσματικά όρια μικρής έκτασης. Ωστόσο μερικές φορές η μείωση των μονοκαλλιεργειών είναι εξίσου σημαντική (Rands, Whitney 2010).

## Πρόσθετα στοιχεία για εκτίμηση:

* Οι επιδράσεις των λωρίδων λουλουδιών είναι συχνά πιο εμφανείς στους άγριους επικονιαστές με παρατεταμένες περιόδους πτήσης (π.χ. βομβίνοι) (Campbell et al. 2017).
* Η αύξηση της πυκνότητας αγριολούλουδων μπορεί να απομακρύνει τους επικονιαστές μακριά από τις γεωργικές καλλιέργειες στις μονοκαλλιέργειες (Rands, Whitney 2010). Ωστόσο, ορισμένοι επικονιαστές (π.χ. οι βομβίνοι) ενδέχεται να δείξουν μια έμφυτη προτίμηση για μονοκαλλιέργειες (Forrest & Thomson 2009, Gumbert 2000, Ings, Raine & Chittka 2009, Raine & Chittka 2007).
* Ορισμένοι επικονιαστές ανταποκρίνονται θετικά στην ύπαρξη ποικιλίας λουλουδιών, ενώ άλλοι επηρεάζονται περισσότερο από τα φυτά μαζικής ανθοφορίας (Wood, Holland & Goulson 2015).
* Οι οικότοποι αγριολούλουδων έχουν θετική επίδραση στις υπηρεσίες επικονίασης ανεξαρτήτως της γεωγραφικής τους θέσης (υποστήριξη τοπικών επικονιαστών) (Cole et al. 2015).

## Περιγραφή του τρόπου

1. *Μετακινήστε και μεγεθύνετε τα όρια των χωραφιών (ιδανικά σε πλάτος άνω των 5 μ.) και επιτρέψτε τη φυσική αναγέννηση των φυτών (Cole et al. 2015).*
2. *Σε πολύ συμπαγή εδάφη η αρχική καλλιέργεια ή η φύτευση φυτών με κεντρικές (επικόρυφες) ρίζες μπορεί να επιταχύνει τη φυσική αναγέννηση (Wood, Holland & Goulson 2015).*
3. *Ενισχύστε τα αποθέματα άγριων σπόρων εντός των ορίων των χωραφιών (Rands, Whitney 2010) (π.χ. αρχική καλλιέργεια, δομές για την απόθεση πόρων).*
4. *Φυτέψτε επιπλέον πόρους ανθοφόρων φυτών, όπως φυτά μαζικής ανθοφορίας και φυτά για διαφορετικές ομάδες προτιμήσεων σίτισης, ώστε να αυξήσετε τον αριθμό και την ποικιλία των επικονιαστών.*
5. *Εξετάστε προσεκτικά το σχεδιασμό των ορίων των χωραφιών για τα είδη εκείνα τα οποία δεν ταξιδεύουν μακριά (Rands, Whitney 2010).*

# 5. Αποκατάσταση των γηγενών φυτών σε παρακείμενες φυσικές περιοχές

Η αποκατάσταση οικοτόπων οι οποίοι παρέχουν διατροφικούς πόρους και πόρους φωλεοποίησης και διευκολύνουν την μετακίνηση των επικονιαστών μπορεί να υποστηρίξει τη βελτίωση των υπηρεσιών επικονίασης τόσο σε φυσικά τοπία όσο και σε τοπία στα οποία έχει υπάρξει ανθρώπινη παρέμβαση (Jha, Burkle & Kremen 2013). Οι αγροτικές εκμεταλλεύσεις που βρίσκονται κοντά σε φυσικές περιοχές μπορούν να λάβουν όλες τις υπηρεσίες επικονίασης που χρειάζονται από τις άγριες μέλισσες και μόνο (Kremen, Williams & Thorp 2002, Kremen et al. 2004, Winfree et al. 2007).

## Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά

* Τα μέτρα για την αποκατάσταση των φυσικών κοινοτήτων επικονίασης γύρω από τα χωράφια και τους οπωρώνες θα ωφελήσουν επίσης τη γενική βιοποικιλότητα (Marini et al. 2012).
* Ο ρόλος των φυσικών οικοτόπων στην υποστήριξη των τοπικών κοινοτήτων επικονιαστών μπορεί να είναι πιο σημαντικός για περιοχές που βρίσκονται σε ακραίες συνθήκες όπως υψηλό υψόμετρο, στις οποίες είναι λιγότερα τα είδη επικονιαστών και μικρότερος ο αριθμός τους (Marini et al. 2012).
* Η παρουσία υπολειμμάτων παλαιών οικοτόπων μπορεί να είναι κρίσιμη για τον αποικισμό πρόσφατα αποκατασταθέντων οικοτόπων (Forup, Memmott 2005, Forup et al. 2008).

## Πρόσθετα στοιχεία για εκτίμηση:

* Το μέτρο αυτό μπορεί να έχει μεγαλύτερη επίδραση στην αφθονία των άγριων παρά των διαχειριζόμενων επικονιαστών (Marini et al. 2012).
* Τα τοπία που κυριαρχούνται από δάση μπορεί να ωφελήσουν τον τοπικό πλούτο των ειδών περισσότερο από τα τοπία τα οποία κυριαρχούνται από λιβάδια.
* Οι πληθυσμοί των φυτών στις αποκατασταθείσες περιοχές πρέπει να είναι αρκετά μεγάλοι ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο του Allee, η μείωση δηλαδή της αναπαραγωγικής ικανότητας των φυτών σε μικρούς πληθυσμούς (Hobbs, Yates 2003, Ghazoul 2005).
* Οι οικότοποι με γραμμικό σχήμα μπορούν να συσχετιστούν με τον μειωμένο αριθμό μεμονωμένων επικονιαστών, επειδή στα γραμμικά στοιχεία η αναλογία των άκρων προς το εσωτερικό και η πίεση από παράγοντες πρόκλησης στρες που σχετίζονται με τα άκρα είναι μεγαλύτερη (Ewers, Didham 2007, Paton 1994).
* Τα εύκρατα φυλλοβόλα δάση μπορούν να προσφέρουν επαρκείς πόρους ανθοφόρων φυτών για τις μέλισσες την άνοιξη, ωστόσο το δάσος τείνει να στερείται λουλουδιών το καλοκαίρι (Heinrich 1976).

## Περιγραφή του τρόπου

* *Αποκαταστήστε και προστατέψτε τουλάχιστον το 10% της άγριας πανίδας του οικοτόπου στην περιοχή (Holland et al. 2015). Αυτό θα προκαλέσει τον διπλασιασμό τον αριθμού των επικονιαστών και των πτηνών.*
* *Ασκήστε μειωμένη πίεση βόσκησης (π.χ. περίφραξη), περιορισμένες ανθρώπινες δραστηριότητες και επιτρέψτε τη φυσική διαδοχή (π.χ. επιλεκτική υλοτομία μονοκαλλιεργητικών δασικών φυτειών και αναγέννηση φυσικής βλάστησης) (Garibaldi et al. 2017).*

# Βιβλιογραφικές πηγές

Albrecht, M., Schmid, B., Hautier, Y. & Muller, C.B. 2012. Diverse pollinator communities enhance plant reproductive success. *Proceedings.Biological sciences, 279*(1748), pp. 4845-4852.

Andersson, G.K.S., Ekroos, J., Stjernman, M., Rundlöf, M. & Smith, H.G. 2014. Effects of farming intensity, crop rotation and landscape heterogeneity on field bean pollination. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 184*, pp. 145-148.

Ashman, T., Knight, T.M., Steets, J.A., Amarasekare, P., Burd, M., Campbell, D.R., Dudash, M.R., Johnston, M.O., Mazer, S.J. & Mitchell, R.J. 2004. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology, 85*(9), pp. 2408-2421.

Balzan, M.V., Bocci, G. & Moonen, A. 2016. Utilisation of plant functional diversity in wildflower strips for the delivery of multiple agroecosystem services. *Entomologia Experimentalis et Applicata, 158*(3), pp. 304-319.

Blüthgen, N. & Klein, A. 2011. Functional complementarity and specialisation: the role of biodiversity in plant–pollinator interactions. *Basic and Applied Ecology, 12*(4), pp. 282-291.

Buchmann, S.L. and Nabhan, G.P., 2012. *The forgotten pollinators*. Island Press.

Campbell, A.J., Wilby, A., Sutton, P. & Wäckers, F.L. 2017. Do sown flower strips boost wild pollinator abundance and pollination services in a spring-flowering crop? A case study from UK cider apple orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 239*, pp. 20-29.

Cole, L.J., Brocklehurst, S., Robertson, D., Harrison, W. & McCracken, D.I. 2015. Riparian buffer strips: Their role in the conservation of insect pollinators in intensive grassland systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 211*, pp. 207-220.

Danner, N., Molitor, A.M., Schiele, S., Härtel, S. & Steffan‐Dewenter, I. 2016. Season and landscape composition affect pollen foraging distances and habitat use of honey bees. *Ecological Applications, 26*(6), pp. 1920-1929.

Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L.P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J. & Alaux, C. 2013. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *PloS one, 8*(8), pp. e72016.

E Benjamin, F., R Reilly, J. & Winfree, R. 2014. Pollinator body size mediates the scale at which land use drives crop pollination services. *Journal of Applied Ecology, 51*(2), pp. 440-449.

Ewers, R.M. & Didham, R.K. 2007. The effect of fragment shape and species' sensitivity to habitat edges on animal population size. *Conservation Biology, 21*(4), pp. 926-936.

Forrest, J. & Thomson, J.D. 2009. Background complexity affects colour preference in bumblebees. *Naturwissenschaften, 96*(8), pp. 921-925.

Forup, M.L., Henson, K.S., Craze, P.G. & Memmott, J. 2008. The restoration of ecological interactions: plant–pollinator networks on ancient and restored heathlands. *Journal of Applied Ecology, 45*(3), pp. 742-752.

Forup, M.L. & Memmott, J. 2005. The restoration of plant–pollinator interactions in hay meadows. *Restoration Ecology, 13*(2), pp. 265-274.

Fründ, J., Dormann, C.F., Holzschuh, A. & Tscharntke, T. 2013. Bee diversity effects on pollination depend on functional complementarity and niche shifts. *Ecology, 94*(9), pp. 2042-2054.

Gallai, N., Salles, J., Settele, J. & Vaissière, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics, 68*(3), pp. 810-821.

Garibaldi, L.A., Requier, F., Rollin, O. & Andersson, G.K. 2017. Towards an integrated species and habitat management of crop pollination. *Current Opinion in Insect Science, 21*, pp. 105-114.

Ghazoul, J. 2005. Pollen and seed dispersal among dispersed plants. *Biological Reviews, 80*(3), pp. 413-443.

Gill, R.J., Baldock, K.C.R., Brown, M.J.F., Cresswell, J.E., Dicks, L.V., Fountain, M.T., Garratt, M.P.D., Gough, L.A., Heard, M.S., Holland, J.M., Ollerton, J., Stone, G.N., Tang, C.Q., Vanbergen, A.J., Vogler, A.P., Woodward, G., Arce, A.N., Boatman, N.D., Brand-Hardy, R., Breeze, T.D., Green, M., Hartfield, C.M., O’Connor, R.S., Osborne, J.L., Phillips, J., Sutton, P.B. & Potts, S.G. 2016, "Chapter Four - Protecting an Ecosystem Service: Approaches to Understanding and Mitigating Threats to Wild Insect Pollinators" in *Ecosystem Services: From Biodiversity to Society, Part 2*, eds. G. Woodward & D.A. Bohan, Academic Press, , pp. 135-206.

Goulson, D. (2017). *The best garden flowers for bees*. [online] Sussex.ac.uk. Available at: http://www.sussex.ac.uk/lifesci/goulsonlab/resources/flowers [Accessed 13 Dec. 2017].

Gumbert, A. 2000. Color choices by bumble bees (*Bombus terrestris*): innate preferences and generalization after learning. *Behavioral Ecology and Sociobiology, 48*(1), pp. 36-43.

Heinrich, B. 1976. Flowering phenologies: bog, woodland, and disturbed habitats. *Ecology, 57*(5), pp. 890-899.

Herrmann, F., Westphal, C., Moritz, R.F. & Steffan‐Dewenter, I. 2007. Genetic diversity and mass resources promote colony size and forager densities of a social bee (*Bombus pascuorum*) in agricultural landscapes. *Molecular ecology, 16*(6), pp. 1167-1178.

Hobbs, R.J. & Yates, C.J. 2003. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalising the idiosyncratic. *Australian Journal of Botany, 51*(5), pp. 471-488.

Holland, J.M., Smith, B.M., Storkey, J., Lutman, P.J.W. & Aebischer, N.J. 2015. Managing habitats on English farmland for insect pollinator conservation. *Biological Conservation, 182*, pp. 215-222.

Holzschuh, A., Dainese, M., González‐Varo, J.P., Mudri‐Stojnić, S., Riedinger, V., Rundlöf, M., Scheper, J., Wickens, J.B., Wickens, V.J. & Bommarco, R. 2016. Mass‐flowering crops dilute pollinator abundance in agricultural landscapes across Europe. *Ecology Letters, 19*(10), pp. 1228-1236.

Ings, T.C., Raine, N.E. & Chittka, L. 2009. A population comparison of the strength and persistence of innate colour preference and learning speed in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Behavioral Ecology and Sociobiology, 63*(8), pp. 1207-1218.

Isaacs, R., Tuell, J., Fiedler, A., Gardiner, M. & Landis, D. 2009. Maximizing arthropod‐mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. *Frontiers in Ecology and the Environment, 7*(4), pp. 196-203.

Isaacs, R., Williams, N., Ellis, J., Pitts-Singer, T.L., Bommarco, R. & Vaughan, M. 2017. Integrated Crop Pollination: Combining strategies to ensure stable and sustainable yields of pollination-dependent crops. *Basic and Applied Ecology, 22*, pp. 44-60.

Jha, S., Burkle, L. & Kremen, C. 2013, "4.11 - Vulnerability of Pollination Ecosystem Services" in *Climate Vulnerability*, ed. R.A. Pielke, Academic Press, Oxford, pp. 117-128.

Kearns, C.A., Inouye, D.W. & Waser, N.M. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics, 29*(1), pp. 83-112.

Kennedy, C.M., Lonsdorf, E., Neel, M.C., Williams, N.M., Ricketts, T.H., Winfree, R., Bommarco, R., Brittain, C., Burley, A.L. & Cariveau, D. 2013. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology Letters, 16*(5), pp. 584-599.

Kovács-Hostyánszki, A., Földesi, R., Mózes, E., Szirák, Á., Fischer, J., Hanspach, J. & Báldi, A. 2016. Conservation of pollinators in traditional agricultural landscapes–new challenges in Transylvania (Romania) posed by EU accession and recommendations for future research. *PloS one, 11*(6), pp. e0151650.

Kremen, C., Williams, N.M., Bugg, R.L., Fay, J.P. & Thorp, R.W. 2004. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters, 7*(11), pp. 1109-1119.

Kremen, C., Williams, N.M. & Thorp, R.W. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 99*(26), pp. 16812-16816.

Lindgren, J., Lindborg, R. & Cousins, S.A.O. 2018. Local conditions in small habitats and surrounding landscape are important for pollination services, biological pest control and seed predation. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 251*, pp. 107-113.

Lindstrom, S.A., Herbertsson, L., Rundlof, M., Bommarco, R. & Smith, H.G. 2016. Experimental evidence that honeybees depress wild insect densities in a flowering crop. *Proceedings. Biological sciences, 283*(1843), pp. 10.1098/rspb.2016.1641.

Lopezaraiza–Mikel, M.E., Hayes, R.B., Whalley, M.R. & Memmott, J. 2007. The impact of an alien plant on a native plant–pollinator network: an experimental approach. *Ecology Letters, 10*(7), pp. 539-550.

Mallinger, R.E. & Gratton, C. 2015. Species richness of wild bees, but not the use of managed honeybees, increases fruit set of a pollinator‐dependent crop. *Journal of Applied Ecology, 52*(2), pp. 323-330.

Marini, L., Quaranta, M., Fontana, P., Biesmeijer, J.C. & Bommarco, R. 2012. Landscape context and elevation affect pollinator communities in intensive apple orchards. *Basic and Applied Ecology, 13*(8), pp. 681-689.

Martins, K.T., Gonzalez, A. & Lechowicz, M.J. 2015. Pollination services are mediated by bee functional diversity and landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 200*, pp. 12-20.

Menz, M.H.M., Phillips, R.D., Winfree, R., Kremen, C., Aizen, M.A., Johnson, S.D. & Dixon, K.W. 2011. Reconnecting plants and pollinators: challenges in the restoration of pollination mutualisms. *Trends in Plant Science, 16*(1), pp. 4-12.

Montero-Castaño, A., Ortiz-Sánchez, F.J. & Vilà, M. 2016. Mass flowering crops in a patchy agricultural landscape can reduce bee abundance in adjacent shrublands. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 223*, pp. 22-30.

Olesen, J.M., Bascompte, J., Elberling, H. & Jordano, P. 2008. Temporal dynamics in a pollination network. *Ecology, 89*(6), pp. 1573-1582.

Paton, P.W. 1994. The effect of edge on avian nest success: How strong is the evidence? *Conservation Biology, 8*(1), pp. 17-26.

Pufal, G., Steffan-Dewenter, I. & Klein, A. 2017. Crop pollination services at the landscape scale. *Current Opinion in Insect Science, 21*, pp. 91-97.

Pywell, R., Warman, E., Carvell, C., Sparks, T., Dicks, L., Bennett, D., Wright, A., Critchley, C. & Sherwood, A. 2005. Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation, 121*(4), pp. 479-494.

Pywell, R., Warman, E., Hulmes, L., Hulmes, S., Nuttall, P., Sparks, T., Critchley, C. & Sherwood, A. 2006. Effectiveness of new agri-environment schemes in providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation, 129*(2), pp. 192-206.

Raine, N.E. & Chittka, L. 2007. The adaptive significance of sensory bias in a foraging context: floral colour preferences in the bumblebee *Bombus terrestris*. *PLoS One, 2*(6), pp. e556.

Rands, S.A. & Whitney, H.M. 2010. Effects of pollinator density-dependent preferences on field margin visitations in the midst of agricultural monocultures: A modelling approach. *Ecological Modelling, 221*(9), pp. 1310-1316.

Roulston, T.H. & Goodell, K. 2011. The role of resources and risks in regulating wild bee populations. *Annual Review of Entomology, 56*, pp. 293-312.

Russo, L., DeBarros, N., Yang, S., Shea, K. & Mortensen, D. 2013. Supporting crop pollinators with floral resources: network‐based phenological matching. *Ecology and evolution, 3*(9), pp. 3125-3140.

Samnegård, U., Persson, A.S. & Smith, H.G. 2011. Gardens benefit bees and enhance pollination in intensively managed farmland. *Biological Conservation, 144*(11), pp. 2602-2606.

Senapathi, D., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., Kleijn, D., Potts, S.G. & Carvalheiro, L.G. 2015. Pollinator conservation—the difference between managing for pollination services and preserving pollinator diversity. *Current Opinion in Insect Science, 12*, pp. 93-101.

Smith, H., Firbank, L. & Macdonald, D. 1999. Uncropped edges of arable fields managed for biodiversity do not increase weed occurrence in adjacent crops. *Biological Conservation, 89*(1), pp. 107-111.

Steffan-Dewenter, I. & Kuhn, A. 2003. Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings.Biological sciences, 270*(1515), pp. 569-575.

Uyttenbroeck, R., Piqueray, J., Hatt, S., Mahy, G. & Monty, A. 2017. Increasing plant functional diversity is not the key for supporting pollinators in wildflower strips. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 249*, pp. 144-155.

Vaudo, A.D., Tooker, J.F., Grozinger, C.M. & Patch, H.M. 2015. Bee nutrition and floral resource restoration. *Current Opinion in Insect Science, 10*, pp. 133-141.

Wei, S., Wang, R., Smirle, M.J. & Xu, H. 2002. Release of *Osmia excavata* and *Osmia jacoti* (Hymenoptera: Megachilidae) for apple pollination. *The Canadian Entomologist, 134*(3), pp. 369-380.

Westphal, C., Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. 2006. Bumblebees experience landscapes at different spatial scales: possible implications for coexistence. *Oecologia, 149*(2), pp. 289-300.

Winfree, R. 2010. The conservation and restoration of wild bees. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1195*(1), pp. 169-197.

Winfree, R., Williams, N.M., Dushoff, J. & Kremen, C. 2007. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecology Letters, 10*(11), pp. 1105-1113.

Wolf, S. & Moritz, R.F. 2008. Foraging distance in *Bombus terrestris* L.(Hymenoptera: Apidae). *Apidologie, 39*(4), pp. 419-427.

Wood, T.J., Holland, J.M. & Goulson, D. 2015. Pollinator-friendly management does not increase the diversity of farmland bees and wasps. *Biological Conservation, 187*, pp. 120-126.

Wratten, S.D., Gillespie, M., Decourtye, A., Mader, E. & Desneux, N. 2012. Pollinator habitat enhancement: Benefits to other ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 159*, pp. 112-122.