



Γενετική Ποικιλότητα, κλειδί προσαρμογής στις περιβαλλοντικές αλλαγές

Κύρια Ευρήματα

Ο άνθρωπος εξαρτάται από τα οικοσυστήματα. Πρέπει να δράσουμε και να περιφρουρήσουμε την απώλεια βιοποικιλότητας που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την αλλαγή του κλίματος και προς δικό μας όφελος.

- **Γενετική ποικιλότητα** είναι η ποικιλότητα σε επίπεδο DNA. Η γενετική ποικιλότητα είναι η βάση των βιολογικών διαφορών τόσο μεταξύ ειδών όσο και μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους.
- Λόγω της γενετικής ποικιλότητας, ορισμένα άτομα είναι καλύτερα προσαρμοσμένα για να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν υπό συγκεκριμένες συνθήκες και θα ευνοηθούν από τη φυσική επιλογή.
- Η γενετική ποικιλότητα αυξάνει την πιθανότητα επιβίωσης των ειδών, ιδίως κατά τη διάρκεια περιβαλλοντικών αλλαγών. Η γενετική ποικιλότητα είναι συνεπώς ζωτικής σημασίας για την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων και την παραγωγή υπηρεσιών οικοσυστήματος.
- Οι μικροί και απομονωμένοι πληθυσμοί χάνουν γρήγορα τη γενετική τους ποικιλότητα. Ως εκ τούτου, η διαχείριση πρέπει να επικεντρωθεί στη **διεύρυνση και τη σύνδεση πληθυσμών** οι οποίοι βρίσκονται σε κρίσιμα όρια προκειμένου να διατηρηθεί η ικανότητα γενετικής προσαρμογής τους σε αλλαγές.
- Η **μέτρηση και η παρακολούθηση** της γενετικής ποικιλότητας μας επιτρέπει να αξιολογήσουμε καλύτερα την υγεία των ειδών, τη γενετική παραλλακτικότητα και την ανταλλαγή γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών (ροή γονιδίων) για τη βελτίωση της βιοποικιλότητας και των φυσικών πόρων.

Βασικές συστάσεις

[Η πρόληψη περισσότερων εξαφανίσεων ειδών](#) και η διασφάλιση των οικοσυστημάτων απαιτεί άμεση και εμπεριστατωμένη δράση.

- Διαφύλαξη και αποκατάσταση της γενετικής ποικιλότητας για τη διατήρηση της βιωσιμότητας των ειδών και των οικοσυστημάτων και την αύξηση της ανθεκτικότητας τους στην κλιματική αλλαγή.
- Εφαρμογή μεθόδων της γενετικής για την ανάλυση και την παρακολούθηση της γενετικής ποικιλότητας ειδών που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τις υπηρεσίες ή τη διατήρηση των οικοσυστημάτων. Αυτά είναι σημαντικά εργαλεία που παρέχουν επιστημονική πληροφόρηση σε διαχειριστές και υπεύθυνους χάραξης πολιτικής.
- Βελτίωση των προγραμμάτων διατήρησης των ειδών, ώστε να διασφαλίζεται και να ενισχύεται η γενετική τους ποικιλότητα. Τα φυτά και τα ζώα έχουν προσαρμοστεί στο περιβάλλον τους για αρκετές εκατοντάδες χρόνια και οι γενετικές προσαρμογές τους καθιστούν πιθανότερο ότι θα επιβιώσουν στις περιβαλλοντικές αλλαγές.
- Να τροποποιηθούν οι κατευθυντήριες γραμμές των εθνικών εκθέσεων σχετικά με τις οδηγίες της ΕΕ για [τους Οικοτόπους, τα Πουλιά](#) και τις Οδηγίες-Πλαίσιο [για τη Θαλάσσια Στρατηγική](#) και [τα Ύδατα](#) και να προταθεί ρητά ότι η γενετική ποικιλότητα και η ροή των γονιδίων στα είδη αξιολογούνται και παρακολουθούνται όπου κρίνεται σκόπιμο..

Χρωματική ποικιλότητα προσαρμογής των Ευρωπαϊκών βατράχων (*Pelophylax lessonae*). Σκουρόχρωμα άτομα (άκρως απομακρυσμένα άτομα, από Βόρεια Ευρώπη) θερμαίνονται πιο εύκολα από τα ανοιχτόχρωμα άτομα (κεντρικά, από Νότια Ευρώπη), το οποίο αποτελεί πλεονέκτημα στις ψυχρές περιοχές. (φωτο: Per Sjögren-Gulve)

Η Έρευνα

Η ποικιλότητα των ειδών αυξάνει την ανθεκτικότητα

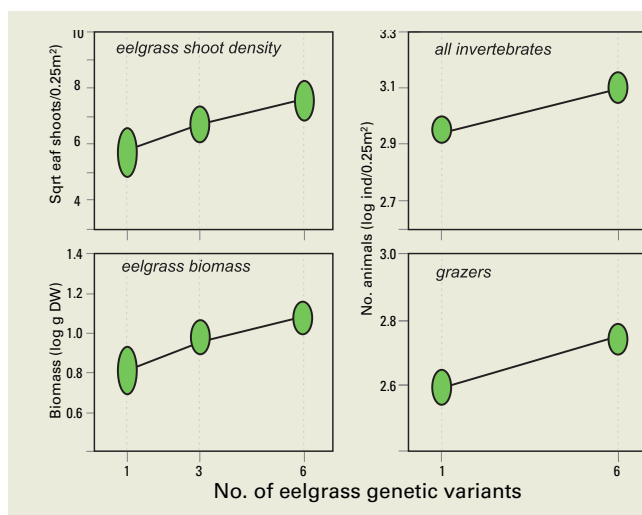
Σύμφωνα με τα προβλεπόμενα κλιματικά σενάρια, [η διατήρηση υγίων, αδιατάραχτων οικοσυστημάτων](#) θα αποκτήσει όλο και μεγαλύτερη σημασία για να αποφευχθούν οι χειρότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Η πρόσφατη ανασκόπηση 46 ανεξάρτητων επιστημονικών μελετών έδειξε ότι [η βιοποικιλότητα αυξάνει την αντοχή των οικοσυστημάτων](#) σε ένα ευρύ φάσμα κλιματικών συμβάντων: υγρό/ξηρό, μέτριο/ακραίο βραχυπρόθεσμο/μακροπρόθεσμο. Ανεξάρτητα των κλιματικών συμβάντων, η έρευνα έδειξε ότι οι χαμηλής-ποικιλότητας κοινωνίες (1-2 είδη) διαφοροποιούνται κατά 50% ενώ οι υψηλής-ποικιλότητας κοινωνίες (16-32 είδη) διαφοροποιούνται μόνο κατά 25%. Μία παγκόσμια ανασκόπηση 85 ανεξαρτήτων μελετών έδειξε ότι [η απόδοση των καλλιεργειών και οι υπηρεσίες οικοσυστήματος ενισχύονται](#) όταν υπάρχει ποικιλότητα διαφορετικών ειδών επικοινωνιών και εχθρών των παρασίτων. Από τις αρνητικές επιπτώσεις στις υπηρεσίες οικοσυστήματος, πλο είχαν τα απλά τοπία, έως και 50% οφείλονταν στην έλλειψη βιοποικιλότητας μεταξύ των οργανισμών παροχής υπηρεσιών. Η βιοποικιλότητα έχει θετικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και στις υπηρεσίες οικοσυστημάτων.



... και το ίδιο κάνει και η γενετική ποικιλότητα

[Η επιστημονική έρευνα έδειξε ότι](#) υψηλότερη γενετική ποικιλότητα οδήγησε σε αυξημένη ανάπτυξη και πυκνότητα των φυτών του, ακόμη και κατά τη διάρκεια ενός εξαιρετικά ζεστού καλοκαιριού. Είχε επίσης θετικό αντίκτυπο στα ασπόνδυλα του περιβάλλοντος οικοσυστήματος, συγκριτικά με τις αποικίες του με λιγότερη γενετική ποικιλότητα. [Παρόμοια, μία άλλη έρευνα](#) έδειξε ότι μεγαλύτερη γενετική ποικιλότητα και φυτοποικιλότητα αύξησε την αντοχή στην υδατική καταπόνηση και την παραγωγικότητα των ποολίβαδων..



Τα χαρακτηριστικά και η ποικιλότητα μεταξύ των ατόμων ενσωματώνονται στο DNA τους. Αυτή η ποικιλότητα καθορίζει επίσης τη ζωτικότητα τους και την ικανότητά να προσαρμοστούν στις αλλαγές στο περιβάλλον. Τα άτομα με πλεονεκτική προσαρμογή και ευνοϊκούς συνδυασμούς γονιδίων επιβιώνουν καλύτερα και / ή παράγουν περισσότερους απογόνους. Υπό την προϋπόθεση ότι οι πληθυσμοί δεν είναι πολύ μικροί και δεν χάνουν πάρα πολλή γενετική ποικιλότητα, τα ευνοϊκά γονίδια θα μεταφερθούν στις μελλοντικές γενιές. Σε τέτοιες περιπτώσεις, τα αυτόχθονα είδη που είναι μέρος του τοπικού οικοσυστήματος, έχοντας εξελιχθεί μαζί για αρκετές εκατοντάδες ετών, μπορεί να είναι ικανότερα να αντιμετωπίσουν τις κλιματικές αλλαγές. Περισσότερη γενετική ποικιλότητα επίσης παρέχει [ασφάλεια για αντιμετώπιση μελλοντικής περιβαλλοντικής αλλαγής](#) επειδή όσο περισσότεροι συνδυασμοί γονιδίων είναι διαθέσιμοι, τόσες περισσότερες επιλογές υπάρχουν σε ένα αβέβαιο μέλλον. [Μία πρόσφατη ανασκόπηση](#) αναφέρει ότι η ροή των γονιδίων μέσω της μετανάστευσης έχει συμβάλει στην αποτροπή της εξαφάνισης πληθυσμών σε διάφορα είδη ζώων και φυτών. Ωστόσο, η αυξημένη ροή γονιδίων σπανίως χρησιμοποιείται ως στρατηγική διατήρησης απειλούμενων πληθυσμών. Στις δράσεις διατήρησης για τους μικρούς απομονωμένους πληθυσμούς, οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι οι ενέργειες πρέπει να απομακρυνθούν από τη διαχείριση των πληθυσμών στην απομόνωση και να στραφούν προς την ευρεία αποκατάσταση της γονιδιακής ροής.

Πώς μπορούν εργαλεία της γενετικής να προωθήσουν την αειφορία

Εργαλεία της γενετικής στον τομέα της διατήρησης μπορούν να βελτιώσουν τη διαχείριση φυσικών πόρων και να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητά της. Μία [μελέτη γενετικού χαρακτηρισμού της σαλαμάνδρας τίγρης \(*Ambystoma tigrinum*\)](#) διαπίστωσε μειωμένη γενετική ποικιλότητα εντός πληθυσμών σε μεμονωμένες λίμνες. Βάσει αυτού του αποτελέσματος έγιναν στοχευμένες συστάσεις με σκοπό τη βελτίωση της προσβασιμότητας μεταξύ λιμνών για τις σαλαμάνδρες, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι διατήρησης του είδους.

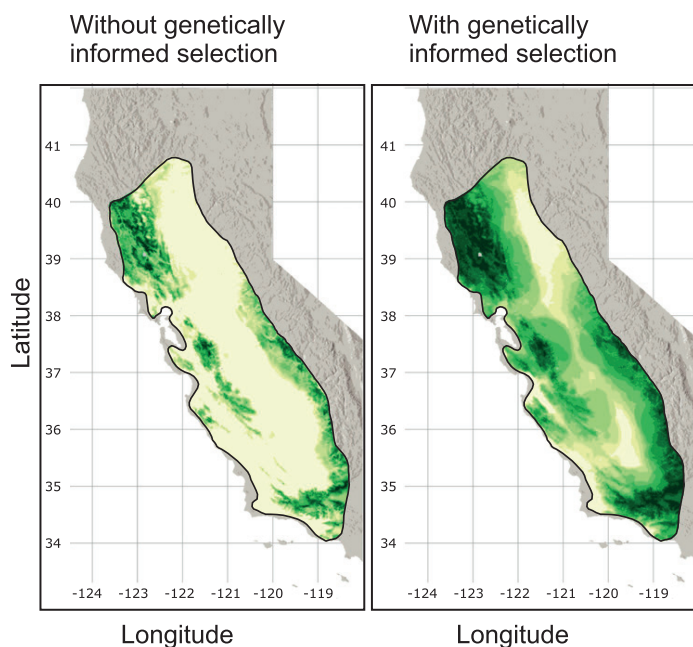
Γενετικές πληροφορίες μπορούν να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα των αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση περιβάλλοντος. Η μαζική θνησιμότητα δασών φράξου (*Fraxinus excelsior*) τα τελευταία 15 χρόνια στην Ευρώπη αποδίδεται σε έναν ξενικό μύκητα. [Πρόσφατη μελέτη](#) συμπέρανε ότι με βάση λεπτομερή γενετικά δεδομένα μπορεί να προβλεφθεί η ευαισθησία των επιζώντων δέντρων στο μύκητα. Αυτό αποτελεί σημαντική βοήθεια προς τους δασοπόνους, ώστε να επιλέξουν ανθεκτικά άτομα με σκοπό την αποκατάσταση των δασών. Άλλες έρευνες κατέδειξαν ότι εργαλεία της γενετικής μπορούν να ταυτοποιήσουν δέντρα με [αυξημένη προσαρμοστικότητα σε θερμότερο κλίμα](#), ανοίγοντας προοπτικές αντιμετώπισης των αρνητικών συνεπειών της κλιματικής αλλαγής.

Με παρόμοιο τρόπο, [γενετικές πληροφορίες μπορούν να στηρίξουν τους διαχειριστές των δασών](#) στην επιλογή προέλευσης για φυτεύσεις ανάλογα με την τοποθεσία και λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικά σενάρια κλιματικής αλλαγής, ενισχύοντας έτσι τη μελλοντική ανθεκτικότητα των δασών.

Μελέτη προσομοίωσης δείχνει ότι χωρίς γενετική επιλογή μητρικών δέντρων η αύξηση, δρυός, στην Καλιφόρνια θα παρουσιάσει αρνητικές τιμές μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα, ενώ χρήση πολλαπλασιαστικού υλικού από επιλεγμένους γενοτύπους θα επιτρέψει καθαρή αύξηση στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Τεχνικές της γενετικής έχουν συνδράμει στη διάσωση ειδών όπως τον πάνθηρα της Φλόριδας, υποείδος πούμα (*Puma concolor couguar*). Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ο πληθυσμός του είδους είχε περιοριστεί στα 20-25 άτομα, πολλά από τα οποία αντιμετώπιζαν καρδιακές παθήσεις και χαμηλή ποιότητα σπέρματος λόγω χαμηλής γενετικής ποικιλότητας και ομομιξίας. Στη βάση γενετικού ελέγχου, οκτώ άτομα πούμα του συγγενικού υποείδους *Puma concolor stanleyana* μεταφέρθηκαν από το Τέξας στη Φλόριδα με σκοπό τον εμπλουτισμό με νέο γενετικό υλικό και την αποκατάσταση της ροής γονιδίων μεταξύ των δύο υποειδών. Επιστημονική μελέτη έδειξε ότι το συγκεκριμένο, καθώς και άλλα μέτρα διαχείρισης στη βάση μελετών γενετικής [έχουν οδηγήσει σε μείωση γενετικών βλαβών και έχουν αυξήσει το μέγεθος του πληθυσμού](#).

Εικόνα: Αναμενόμενη ποσοστιαία μεταβολή του σχετικού ρυθμού αύξησης της δρυός *Quercus lobata* στην Καλιφόρνια μέχρι το 2080 με (δεξιά) και χωρίς τη χρήση γενετικά βελτιωμένου πολλαπλασιαστικού υλικού (αριστερά).



Φωτογραφία: Γενετική επιλογή στην ποδισκοφόρο δρυ (*Quercus robur*) με σκοπό τη βελτίωση της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή



Συστάσεις πολιτικής και διαχείρισης

Το παρόν ενημερωτικό σημείωμα έχει συνταχθεί στο πλαίσιο της [δράσης COST G-BIKE](#) η οποία εμπλέκει πάνω από 120 ερευνητές από 42 χώρες. Παρόμοια συμπεράσματα για την προστασία του περιβάλλοντος την επόμενη δεκαετία έχουν εξαχθεί από τη [Διεθνή Ένωση Προστασίας της Φύσης \(IUCN\)](#). Για τη διατήρηση και αποκατάσταση της προσαρμοστικής ικανότητας των οικοσυστημάτων και των υπηρεσιών τους, είναι αναγκαίο οι διαχειριστές και οι φορείς χάραξης πολιτικής να επιδείξουν πολύ μεγαλύτερη προσοχή στη γενετική ποικιλότητα και προσαρμοστικότητα φυσικών (μη οικονομικά εκμεταλλεύσιμων) ειδών. Αυτό σημαίνει αύξηση της χρήσης γενετικών τεχνικών για βελτίωση της προστασίας των ειδών. Συστήνεται αύξηση της παρακολούθησης και εκτίμησης της γενετικής ποικιλότητας σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέσω της τροποποίησης των συστάσεων για την εποπτεία της κατάστασης διατήρησης των ειδών στο πλαίσιο των οδηγιών [για τη Διατήρηση των Φυσικών Οικοτόπων](#) και [τα Πτηνά](#), καθώς και των οδηγιών-λαίσιο [για τη Θαλάσσια Στρατηγική](#) και [τα Ύδατα](#).

Κατά την εφαρμογή συμβάσεων και οδηγιών για την προστασία της βιοποικιλότητας και τη δράση κατά της κλιματικής αλλαγής θα πρέπει [η γενετική ποικιλότητα και η ροή γονιδίων να σταματήσουν να παραβλέπονται](#) ή απλά να θεωρούνται ως δεδομένες. Για εργασίες στη μετά-2020 εποχή επιβάλλεται συγκεκριμένη αξιολόγηση της γενετικής ποικιλότητας και ροής γονιδίων. Πιο κάτω γίνονται συγκεκριμένες συστάσεις για τη χρήση γενετικών εργαλείων σε συγκεκριμένα πλαίσια πολιτικής.

* [Στόχοι Βιοποικιλότητας Aichi και Στόχοι Αειφορικής Ανάπτυξης Ηνωμένων Εθνών 2030](#)

Στόχοι Aichi 5, 6, 7, 12, 13: *αποτροπή απώλειας οικοτόπου, υποβάθμισης και κατατεμαχισμού, αειφορική γεωργία, ιχθυοκαλλιέργεια, αλιεία και δασοπονία, βιοποικιλότητα, γενετική ποικιλότητα*

Στόχοι Αειφορικής Ανάπτυξης ΗΕ: αειφορικές πόλεις και κοινότητες, κλιματική δράση, ζωή στο νερό και στη γη.

Η χρήση γενετικών μεθόδων και προσεγγίσεων μέσα από συνεργασίες με επιστήμονες θα αυξήσει σε μεγάλο βαθμό τις πιθανότητες επιτυχίας.

* [Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη Βιοποικιλότητα μέχρι το 2020](#)

Πρωταρχικός στόχος και δράσεις 9 και 10: *διαφύλαξη της βιοποικιλότητας, διατήρηση των οικοσυστημάτων, γενετική ποικιλότητα στη γεωργία, διατήρηση της βιοποικιλότητας και αγροτική ανάπτυξη.*

Οι γνώσεις γενετικής, η γενετική αξιολόγηση και παρακολούθηση είναι κλειδιά για την αποτελεσματική διατήρηση, αποκατάσταση και διαχείριση.

* [Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για πράσινη υποδομή](#)

Αυτή η στρατηγική τονίζει «την ανάγκη για συνεπή και αξιόπιστα δεδομένα» η οποία εμπεριέχει δεδομένα σχετικά με τη λειτουργική συνδεσιμότητα μεταξύ περιοχών του δικτύου [Natura 2000](#).

Οι γενετικές αναλύσεις και η γενετική παρακολούθηση είναι καθοριστικής σημασίας για την εξέταση του αν συγκεκριμένοι πληθυσμοί των ειδών συνδέονται γενετικά και αν η πράσινη υποδομή λειτουργεί με τρόπο που να επιτρέπει τις μετακινήσεις και τη ροή γονιδίων.

* [Έβδομο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέχρι το 2020](#)

Άρθρα 2α, 2ε και 2θ: *στόχοι προτεραιότητας για προστασία, διατήρηση και ενίσχυση του φυσικού κεφαλαίου, βελτίωση της γνώσης και τεκμηρίων ως βάση άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής, αύξηση της αποτελεσματικότητας στην αντιμετώπιση περιβαλλοντικών και κλιματικών προκλήσεων.*

Γνώσεις και μέθοδοι γενετικής, καθώς και η γενετική παρακολούθηση έχουν ρόλους κλειδιά για την αποτελεσματική μετρίαση των συνεπειών της περιβαλλοντικής και κλιματικών προκλήσεων για τα είδη και τα οικοσυστήματα που αποτελούν το φυσικό κεφάλαιο.

* [Δασική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης \(2019\)](#)

Διατήρηση της βιοποικιλότητας, διατήρηση, ενίσχυση και αποκατάσταση της ανθεκτικότητας και πολυλειτουργικότητας των δασικών οικοσυστημάτων, πράσινη υποδομή.

Η θετική επίδραση της γενετικής ποικιλότητας στην προσαρμοστική ικανότητα των δέντρων και των δασών επεξηγούνται σε ένα ενημερωτικό σημείωμα του δικτύου [BiodivERsA](#) και συνδέονται άμεσα με την προτροπή της στρατηγικής ότι «η γενετική ποικιλότητα πρέπει να ενισχυθεί και οι απειλούμενοι γενετικοί πόροι να προστατευτούν».

* [Κοινή Αλιευτική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης \(2014\)](#)

Φιλική προς το περιβάλλον και αειφορική αλιεία και ιχθυοκαλλιέργεια, πρακτικές οι οποίες δεν θάβπτουν την ικανότητα αναπαραγωγής των ψαριών, προσεκτική προσέγγιση η οποία αναγνωρίζει την επίδραση της ανθρώπινης δράσης σε όλες τις συνιστώσες του οικοσυστήματος.

Μικροί και ομομικτικοί πληθυσμοί ψαριών έχουν μειωμένη αναπαραγωγική ικανότητα και ανθεκτικότητα. Η γενετική παρακολούθηση και η βασισμένη στην επιστήμη διαχείριση είναι σημαντική για την ανθεκτικότητα των ειδών και των οικοσυστημάτων.

Το G-BiKE είναι ένα επιστημονικό δίκτυο χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Συνεργασία στον τομέα της Επιστημονικής και Τεχνικής Έρευνας (COST) (δράση CA18134). Στη δράση εμπλέκονται περισσότεροι από 120 ερευνητές από 41 χώρες.

Επαφή: Cristiano.vernesi@fmach.it

Ιστοσελίδα: www.cost.eu/actions/CA18134

Facebook: www.facebook.com/gbikecost/

Twitter: @gbike_cost: twitter.com/gbike_cost

Σχετικές ιστοσελίδες δικτύων συνεργασίας:

ConGRESS congressgenetics.eu

Baltgene bambi.gu.se/baltgene

