Άριστος φαινότυπος οξιάς - πολύτιμο γενετικό υλικό για τη βελτίωση των δασικών δέντρων και περαιτέρω αξιοποίηση

Δασική διαχείριση, δασοκομία, βιοποικιλότητα & διαχείριση των γενετικών πόρων

Δρ Κων/νος Σπανός, Τακτικός Ερευνητής
Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών

Διαχείριση της γενετικής ποικιλότητας

Η διαχείριση της γενετικής ποικιλότητας αποτελεί σημαντικό στοιχείο της διαχειριστικής πρακτικής για τους εξής λόγους: α) μπορεί να παρέχει συνεχείς οικολογικές και οικονομικές αξίες, β) μπορεί να διατηρεί την ικανότητα των δασών να προσαρμόζονται στις διάφορες περιβαλλοντικές πιέσεις, και γ) μπορεί να είναι μια δεξαμενή πολύτιμου γενετικού υλικού για τη γενετική βελτίωση των δασικών δέντρων και περαιτέρω αξιοποίηση. Η εκτίμηση της γενετικής ποικιλότητας σε επίπεδο ατόμου και πληθυσμού μπορεί να γίνεται μέσω τριών προσεγγίσεων: με βιοχημικές/μοριακές μεθόδους (σε οργανωμένα εργαστήρια) για την εκτίμηση της ποικιλότητας των αλληλόμορφων, με ποσοτική ανάλυση της ποικιλότητας των μετρούμενων χαρακτηριστικών (π.χ. μορφολογικά) και με τον ενεργό αριθμό/μέγεθος (Ne) πληθυσμού, με βάση τη συγγένεια των γονιδίων, ατόμων και ομάδων. Μέσα στους πληθυσμούς, η εξέλιξη διατηρεί και προσαρμόζει τη γενετική ποικιλότητα μέσω πέντε διαδικασιών, της επιλογής, των μεταλλάξεων, της μετανάστευσης, της γενετικής παρέκκλισης και του συστήματος αναπαραγωγής.

Βιολογία αναπαραγωγής και γενετική ποικιλότητα των δέντρων στα δασικά οικοσυστήματα

Η διαδικασία της αναπαραγωγής καθορίζει τη μελλοντική σύνθεση ενός οικοσυστήματος. Διαφορές στη βιολογία αναπαραγωγής (αναπαραγωγικά όργανα/άνθη, επίδραση του γένους, συστήματα επικονίασης και γονιμοποίησης) και οι επιπτώσεις στη διαδικασία (αυξημένη αυτογονιμοποίηση και φτωχή παραγωγή ή και ποιότητα σπόρου) μπορούν να προξενήσουν γρήγορες και άμεσες δραματικές αλλαγές στη βιοποικιλότητα. Στην περίπτωση ειδών με μικρές περιόδους ζωής και μη επικαλυπτόμενες γενεές, οι αλλαγές μπορεί να είναι καταστροφικές (π.χ. απώλεια βιότοπου - νεαρά ομήλικα δάση που υπόκεινται σε συνεχείς προσβολές εντόμων/μυκήτων ή δασικές πυρκαγιές).

Οι διαδικασίες της βιολογίας αναπαραγωγής (ανθοφορία/τύπος ανθέων, ανάπτυξη και δημιουργία του γένους - αρσενικό/θηλυκό, επικονίαση, συγχρονισμός γαμετών, γονιμοποίηση) είναι αποκλειστικά υπεύθυνες για το πώς οι γαμέτες σχηματίζονται και πώς ενώνονται μέσα σε ένα πληθυσμό. Τα δένδρα στα εύκρατα και βόρεια δάση τυπικά έχουν μηχανισμούς (π.χ. τύπους ανθέων, χρόνος/διάρκεια επικονίασης), οι οποίοι ευνοούν τη σταυρεπικονίαση, την ικανοποιητική ροή γονιδίων και γενικά έχουν υψηλή ετεροζυγωτία. Αυτό επιτρέπει σε αυτά να μεταφέρουν ένα μεγάλο γενετικό φορτίο δηλητηριωδών αλληλόμορφων, τα οποία εκφράζονται σε συνθήκες γενετικής υποβάθμισης/ομομειξίας (π.χ. αυξημένη αυτεπικονίαση/ομοζυγωτία). Από την άλλη πλευρά, μερικά άλλα φυτικά είδη έχουν προσαρμοσθεί σε φυσικές καταστροφές και περιβαλλοντικές/κλιματικές πιέσεις μέσω αναλλακτικών συστημάτων αναγέννησης (π.χ. πρεμνοβλαστάνοντας, όπως η δρυς, ο φράξος ή ριζοβλαστάνοντας, όπως η φτελιά) ή μέσω αυξημένης αυτεπικονίασης (υψηλή αυτογονιμοποίηση, όπως σε πολλά ποώδη φυτά).

Σχεδόν κάθε δασοκομικό ή διαχειριστικό σύστημα θα έχει κάποια επίπτωση (λόγω αλλαγών στη δομή και στο μέγεθος του πληθυσμού, των εδαφικών συνθηκών και του συστήματος αναγέννησης) στις εξελικτικές διαδικασίες σε ένα οικοσύστημα και επομένως και στη διαχείριση της γενετικής ποικιλότητας αυτού. Για την εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων στους πληθυσμούς των δασικών δέντρων, είναι σημαντικό να γίνει εκτίμηση των δασοκομικών δραστηριοτήτων που επηρεάζουν τις διαδικασίες της φυσικής εξέλιξης. Περισσότερη έρευνα θα πρέπει να εστιασθεί στην αναγνώριση και καταγραφή ειδών προτεραιότητας ή σπάνιων/απειλούμενων ειδών καθώς και πληθυσμών, στις επιδράσεις των φυσικών και ανθρώπινων διαταράξεων στις εξελικτικές δυνάμεις που δρουν στα δασικά οικοσυστήματα και στην ανάπτυξη καλύτερων μεθόδων εκτίμησης και ανάπτυξης μοντέλων στην πάροδο του χρόνου. Μέσω των διαδικασιών της διαχείρισης, είναι λιγότερο σημαντικό να επικεντρωθούμε στη διατήρηση σπάνιων αλλόμορφων, αλλά πολύ ουσιαστικό να ενισχύσουμε μεθόδους κοντά στις φυσικές συνθήκες και διαδικασίες για προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και μελλοντική εξέλιξη των πληθυσμών.

Η βιολογία αναπαραγωγής είναι μια διαδικασία που επηρεάζει σημαντικά τη γενετική ποικιλότητα και την εξέλιξη των πληθυσμών - [α) άνθος του δασικού είδους Fraxinus ornus - εντομογαμές, β) άνθος του Fraxinus angustifolia - κυρίως ανεμογαμές].

Δασική διαχείριση και εξελικτικές διαδικασίες

Είναι καθαρό ότι οι δραστηριότητες της δασικής διαχείρισης (υλοτομία, αραιώσεις, σύστημα αναγέννησης) έχουν επιπτώσεις στις εξελικτικές διαδικασίες που λειτουργούν στα δασικά οικοσυστήματα (π.χ. σύγκριση σπερμοφυών και πρεμνοφυών δασών). Η δυναμική των διάκενων (π.χ. περίπτωση υψηλού δάσους με υπόσκιες υλοτομίες ή υλοτομίες επιλεγμένων ομάδων) υποστηρίζει τη διαδοχική ποικιλότητα και καθορίζουν τα φυσικά πλαίσια της δυναμικής του οικοσυστήματος. Η φυσική αναγέννηση με σπόρο, όπως στα περισσότερα κωνοφόρα ή η βλαστητική εξάπλωση κλώνων πλατύφυλλων ειδών (π.χ. *Tilia, Salix, Populus, Ilex aquifolium, Prunus avium, Ulmus*) είναι θεμελιώδης άποψη της αειφορίας. Μετά από διαταράξεις (υλοτομίες, ανεμορριψίες, πυρκαγιές κ.ά.) μια σειρά από κοινότητες αναπτύσσονται σε διαφορετικά στάδια (π.χ. αντικατάσταση μέρους ώριμων δασικών συστάδων από κοινότητες που κυριαρχούνται από πρόσκοπα ή είδη πρώτης/αρχικής διαδοχής). Οι δασοκομικοί και διαχειριστικοί μηχανισμοί, οι οποίοι αλλάζουν τις παραμέτρους ενός οικοσυστήματος πέρα από ένα κρίσιμο σημείο, μπορεί να προξενήσουν μόνιμες αλλαγές στο οικοσύστημα, οδηγώντας σε μια μόνιμα υποβαθμισμένη κατάσταση. Επομένως, η διατήρηση της βιοποικιλότητας στα δασικά οικοσυστήματα απαιτεί όλα τα διαδοχικά στάδια για να παραμείνει στο μέλλον: έτσι επιμηκύνοντας τα ώριμα στάδια των βασικών ειδών είναι πολύ σημαντική διαδικασία. Ώριμες και υπερώριμες/γηρεές δασικές συστάδες αντιπροσωπεύουν μια περισσότερο φυσική κατάσταση για τα δάση και επομένως διατηρούν μια υψηλή ποιότητα βιοποικιλότητας (π.χ. δρυοκολάπτες, πλούσια ποικιλότητα σε λειχήνες/βρύα/μύκητες, σπάνια έντομα, ποώδη βλάστηση). Μέσα σε αυτά τα υπερώριμα/αρχαία δάση πολλά είδη είναι αυτά που χρειάζονται ειδικές συνθήκες, όπως πολύ σάπιο ξύλο, νεκρό ξύλο, πλούσιος χούμος, περιβαλλοντική σταθερότητα, κ.λπ. Αποτέλεσμα αυτών των ιδιοτήτων, τα αρχαία και υπερώριμα/παλιά δάση φιλοξενούν πολλά taxa εντόμων, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν είτε κοινά είτε σπάνια έντομα συμπεριλαμβάνοντας και βιοδείκτες. Ξυλοφάγα έντομα και έντομα που διαβιούν σε τρύπες/ανοίγματα ξύλου κορμών δέντρων έχουν εκτεταμένα καταγραφεί από πολλούς ερευνητές και μερικά μάλιστα έχουν χρησιμοποιηθεί ως βιοδείκτες. Τα χαρακτηριστικά αυτών των δασών, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω, καθώς επίσης η συνέχεια του βιότοπου, διάφοροι μυκορριζικοί σχηματισμοί, ειδικά φυτά και πλούσια ποικιλότητα ασπόνδυλων (π.χ. σαλιγκάρια) σημαίνει ότι άπαξ και χαθούν δεν μπορούν να αντικατασταθούν.

Δασοκομία, δασική διαχείριση και γενετική ποικιλότητα

Το γεγονός ότι ένας δασοκομικός χειρισμός δημιουργεί μια διατάραξη δε σημαίνει ότι θα προξενήσει μια αρνητική επίπτωση στους γενετικούς πόρους. Πράγματι, τα περισσότερα δασικά δέντρα στην Ευρώπη εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις διαταράξεις, είτε φυσικές είτε ανθρώπινες (φωτιά, πλημμύρες, άνεμοι, χιόνι, σήψη) για να διατηρήσουν υγιή και ποικίλα οικοσυστήματα. Επομένως, μετά ποιο θα είναι το αντικείμενο της αειφορικής δασικής διαχείρισης για την προστασία και διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας; Θα πρέπει η διαχείριση να κατευθυνθεί στη διατήρηση σπάνιων αλληλόμορφων ή στην προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες και στις περιβαλλοντικές αλλαγές; Είναι γνωστό ότι πολλές συζητήσεις πάνω στη γενετική ποικιλότητα πληθυσμών δένδρων εστιάζονται στην απώλεια σπάνιων αλληλόμορφων, αλλά θα πρέπει να τονισθεί ότι ακόμη και η ίδια η φύση είναι αδύνατον να διατηρήσει όλη την υπάρχουσα γενετική ποικιλότητα και επομένως απώλειες θα υπάρχουν αναπόφευκτα, καθώς ο πληθυσμός αναγεννάται και εξελίσσεται. Επιπρόσθετα, οι πληθυσμοί ανταποκρίνονται στην επιλογή με αντικατάσταση αλληλόμορφων, τα οποία έχουν προσθετικές επιδράσεις και η μεγαλύτερη ανταπόκριση γίνεται από αλληλόμορφα, τα οποία είναι ούτε σπάνια αλλά ούτε πολύ κοινά. Θα πρέπει να τονισθεί ότι τα φυσικά οικοσυστήματα είναι δυναμικά και κατά συνέπεια ο βασικός σκοπός της διαχείρισης των γενετικών πόρων δε θα πρέπει να είναι η διατήρηση σπάνιων αλληλόμορφων/γονιδίων αλλά περισσότερο να ευνοούνται μέθοδοι και διαδικασίες (π.χ. φυσική αναγέννηση) κοντά στις φυσικές συνθήκες/μεθόδους για τη μελλοντική εξέλιξη των γενετικών πόρων και τη διατήρηση βιώσιμων ενεργών μεγεθών (Ne) (αριθμός μη συγγενικών ατόμων) των πληθυσμών. Εξίσου σημαντική είναι η διατήρηση και προστασία μη εμπορικών taxa (χλωρίδα και πανίδα) με έμφαση στα σπάνια και απειλούμενα είδη (π.χ. θάμνοι, σημαντικά ποώδη taxa, μακρομύκητες, σπάνια έντομα), για τα οποία οι οικολογικές συνθήκες θα πρέπει να διατη-

Ώριμες και υπερώριμες/γηρεές δασικές συστάδες αντιπροσωπεύουν μια περισσότερο φυσική κατάσταση και διατηρούν μια υψηλή ποιότητα βιοποικιλότητας.

ρούνται κάτω από την αειφορική δασική διαχείριση και έτσι να διατηρούνται οι πολυ-λειτουργικές υπηρεσίες του οικοσυστήματος.

Ενσωμάτωση της προστασίας και διατήρησης της γενετικής ποικιλότητας στη διαχείριση των δασών - Προτάσεις για τις νέες προδιαγραφές των διαχειριστικών μελετών

Με βάση την παραπάνω συνοπτική ανάλυση που αφορούν τη δασική γενετική ποικιλότητα, παραθέτουμε τις παρακάτω προτάσεις που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων.

- Να αναγράφεται συνοπτικά στις προδιαγραφές η βιολογία αναπαραγωγής του κύριου είδους ή των κύριων ειδών που διαχειρίζονται, π.χ. όπως περιγράφεται παρακάτω:
  - το σύστημα αναπαραγωγής και ανθοφορίας του είδους [αρσενικά/θηλυκά/ερμαφρόδιτα άνθη, μόνοικο ή δίοικο είδος, χρόνος ανθοφορίας, συγχρονισμός αρσενικών & θηλυκών (γύρης και στίγματος), διάρκεια ανθοφορίας]
  - το σύστημα επικονίασης του είδους (π.χ. επικονίαση με άνεμο, έντομα, συνδυασμός των δύο)
  - αν το είδος είναι αυτογονιμοποιούμενο, σταυρογονιμοποιούμενο ή συνδυασμός των δύο
  - η ηλικία παραγωγής σπόρου σε ανοιχτό πεδίο και σε συνθήκες συστάδας
  - η περίοδος καρποφορίας και η ποσότητα και ποιότητα των σπόρων
  - η μέση απόσταση μεταφοράς (π.χ. 100 μ.) του 80-90% της γύρης και η μέση απόσταση πτώσης/μεταφοράς (π.χ. 50 μ.) του 80-90% των σπόρων/καρπών.
- Να γίνεται αναγνώριση και καταγραφή (με νέες τεχνολογίες, π.χ. χρήση GIS & GPS) των ειδών προτεραιότητας ή σπάνιων/απειλούμενων ειδών καθώς και το μέγεθος των πληθυσμών (π.χ. γεωγραφικά απομονωμένων, εδαφικά εξαρτούμενων, οριακών στα όρια της εξάπλωσης), όπου οι προσπάθειες θα πρέπει να επικεντρωθούν στη διατήρηση και προστασία της γενετικής ποικιλότητας (*in situ/ex situ*). Επίσης, να αναγράφεται συνοπτικά (όπως αναφέρθηκε και για τα κύρια είδη) η βιολογία αναπαραγωγής αυτών των ειδών.
- Στις συστάδες που υλοτομούνται να αφήνονται καλοί/άριστοι φαινότυποι (σε σχέση με την ποιότητα κορμόξυλου ή άλλο οικονομικά χρήσιμο χαρακτηριστικό, π.χ. παραγωγή ρητίνης) μέσης και ώριμης ηλικίας σε αποστάσεις (μεταξύ επιλεγμένων φαινοτύπων) >50 μ. και <100 μ. για τη γενετική βελτίωση της μελλοντικής γενεάς.
- Στην πρεμνοφυή διαχείριση (π.χ. δρυς, καστανιά, οξυά, αείφυλλα, πλατύφυλλα) θα πρέπει να γίνεται συνεχής προσπάθεια (π.χ. με διπλασιασμό του περίτροπου χρόνου και μείωση των κορμών στα πρέμνα, π.χ. ένας ή το πολύ δύο κορμοί/πρέμνο) με σκοπό την έναρξη και ενίσχυση της καρποφορίας και να μεταραπεί αυτή σε διφυή και αργότερα σε σπερμοφυή. Θα πρέπει να αφήνονται ομάδες υγιών και ώριμων δέντρων σε καλές θέσεις καθώς επίσης και καλοί/άριστοι φαινότυποι για διατήρηση/προστασία ή και ενίσχυση της γενετικής ποικιλότητας.
- Δείκτες βιοποικιλότητας - προτείνεται να ενσωματωθεί στις προδιαγραφές η χρήση δεικτών εκτίμησης και παρακολούθησης της δασικής βιοποικιλότητας - π.χ. μπορούν να χρησιμοποιούνται κοινά αποδεκτοί δείκτες (εύκολα να υπολογισθούν), όπως συνοπτικά περιγράφονται παρακάτω:
  - Simpson's Diversity index: συχνά χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση της βιοποικιλότητας ενός οικότοπου. Ο δείκτης λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ειδών που υπάρχουν και την αφθονία (συχνότητα εμφάνισης) του κάθε είδους, καθώς επίσης την κανονικότητα εμφάνισης του είδους.
  - Shannon's H and E Diversity indices: ο δείκτης H του Shannon χρησιμοποιείται κοινά για να χαρακτηρίσει την ποικιλότητα ειδών σε μια κοινότητα. Όπως ο δείκτης του Simpson, υπολογίζει και τα δύο, και την αφθονία και την κανονικότητα των ειδών που υπάρχουν.
  - Berger-Parker Dominance Index: ο δείκτης αυτός είναι εύκολο να υπολογισθεί και εκφράζει την κυριαρχία των περισσότερο κοινών ειδών.

Πληροφορίες: Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, 57006 Βασιλικά Θεσσαλονίκης, τηλ.: 2310 461 171-2, e-mail: kspanos@fri.gr