



Ελληνική Δασολογική Εταιρεία



Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

17<sup>ο</sup>

## ΠΤΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

**“Η Συμβολή της Σύγχρονης Δασοπονίας  
και των Προστατευόμενων Περιοχών  
στη Βιώσιμη Ανάπτυξη”**

**ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ**

Αργοστόλι Κεφαλονιάς, 4-7 Οκτωβρίου 2015  
Δημοτικό Θέατρο Κέφαλος





## Η Κλιματική Αλλαγή και ο Πολλά Υποσχόμενος Αϊλανθος Μπαρμπούτης, Ιωάννης

Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας & Φ. Π., 54124 Θεσσαλονίκη, jbarb@for.auth.gr

### Περίληψη

Η αλλαγή του κλίματος της γης και άνοδος της μέσης θερμοκρασίας του αέρος μπορεί να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην δασική βλάστηση. Πολλά δασικά είδη θα απειληθούν με εξαφάνιση ή θα αναγκαστούν να μεταναστεύσουν σε ψυχρότερες περιοχές ενώ είδη πιο κατάλληλα στις νέες κλιματικές συνθήκες που θα διαμορφωθούν, κυρίως ζενικά φυτά, θα αντικαταστήσουν τα παλαιότερα είδη. Ο αϊλανθος είναι ένα ταχυανές φυτό που θεωρείται ως είδος ιθαγενές περιοχών της Κίνας και το οποίο εξαπλώνεται στην Ευρώπη και Β. Αμερική από τα μέσα του 18<sup>ου</sup> αι.. Δείχνει προτίμηση στις θερμότερες και ξηρότερες περιοχές αλλά έχει τη ικανότητα να ευδοκιμεί σε ποικιλία οικοτόπων και αντέχει στην βιομηχανική ρύπανση. Χαρακτηρίζεται ως ένα είδος πολλαπλών σκοπών διότι χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή, καύσιμο, ξυλεία, φάρμακο. Το ξύλο του έχει πολύ καλή εμφάνιση και οι ιδιότητες του είναι παρόμοιες με των μέσης πυκνότητας πλατυφύλλων ξύλων. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι βασικές ιδιότητες του ξύλου του αϊλανθου που αναπτύσσεται σε ελληνικό περιβάλλον, οι θερμικές ιδιότητες του και οι ιδιότητες κατασκευασθέντος αντικολλητού. Οι έλεγχος των ιδιοτήτων έδειξε ότι είναι παρόμοιες ή καλύτερες με της καστανιάς καθώς και άλλων μέτριας πυκνότητας ξύλων, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή καλής ποιότητας και εμφάνισης αντικολλητών καθώς και στην παραγωγή σύμπτητων κατηγορίας ENplus-A1.

**Αέξεις κλειδιά:** κλιματική αλλαγή, αϊλανθος, ξύλο, μηχανικές ιδιότητες, αντικολλητό

### Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να αναλυθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη βλάστηση, να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εξάπλωσης του αϊλανθου και να μελετηθούν οι βασικές ιδιότητες του ξύλου που αναπτύσσεται σε ελληνικό περιβάλλον, με σκοπό τη διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησής του στην επιπλοπία και άλλες ξυλουργικές χρήσεις, ως πριστή ξυλεία ή αντικολλητό αλλά και ως καύσιμη ύλη για παραγωγή ενέργειας. Μέρος αυτών των αποτελεσμάτων παρουσιάσθηκαν σε προηγούμενα συνέδρια (Μπαρμπούτης και Βασιλείου 2009, Barboutis and Kamperidou 2011, Vasileiou et al 2011).

### Εισαγωγή

#### A. Η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις στην βλάστηση

Η υπερθέρμανση του κλίματος της γης είναι αναμφισβήτητη καθώς αποδεικνύεται από παρατηρήσεις αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας του αέρος και των ωκεανών, την εκτεταμένη τήξη του χιονιού και του πάγου και την ανύψωση της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας. Ένα στρώμα αερίων του θερμοκηπίου που αποτελείται κυρίως από υδρατμούς, και περιλαμβάνει σε πολύ μικρότερες ποσότητες διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και υποξείδιο του αζώτου, δρα ως θερμική



## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

κουβέρτα για τη Γη, απορροφώντας θερμότητα και θερμαίνοντας την επιφάνεια της σε μια θερμοκρασία κατάλληλη για την ανάπτυξη των έμβιων οργανισμών.

Οι περισσότεροι επιστήμονες συμφωνούν ότι η κύρια αιτία της σημερινής τάσης ανόδου της θερμοκρασίας του πλανήτη οφείλεται σε ανθρωπογενή επίδραση αύξησης του «φαινομένου του θερμοκηπίου». Το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) αποτελεί ένα μικρό αλλά πολύ σημαντικό συστατικό της ατμόσφαιρας καθώς συνιστά τον πιο σημαντικό παράγοντα της κλιματικής αλλαγής. Απελευθερώνεται μέσω φυσικών διαδικασιών, όπως η αναπνοή και οι εκρήξεις των ηφαίστειων αλλά και από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η αποψύλωση των δασών, τις αλλαγές χρήσης γης και την καύση ορυκτών καυσίμων. Οι άνθρωποι έχουν αυξήσει την συγκέντρωση του  $CO_2$  στην ατμόσφαιρα κατά ένα τρίτο, από τότε που άρχισε η Βιομηχανική Επανάσταση. (NASA 2015). Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι έχουν απελευθερωθεί από ανθρώπινες διεργασίες, συνολικά 305 δισεκατομμύρια μετρικοί τόνοι  $CO_2$  στην ατμόσφαιρα από το 1751 εκ των οποίων το ήμισυ των εκπομπών αυτών έχει συμβεί από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 (Sharp 2007) Η ραγδαία αύξηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων του  $CO_2$  και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στο κλίμα οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν έντονα την ποικιλομορφία και την κατανομή των ειδών και, ως εκ τούτου, να έχει επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα.

Τα αποτελέσματα των ερευνών σε όλες τις ηπείρους και τους περισσότερους ωκεανούς δείχνουν ότι πολλά φυσικά συστήματα πλήττονται από τις περιφερειακές κλιματικές αλλαγές, ιδιαίτερα την αύξηση της θερμοκρασίας. Ορισμένα συστήματα, τομείς και περιοχές είναι πιθανό να επηρεαστούν ιδιαίτερα έντονα από την κλιματική αλλαγή και ειδικότερα από τα χερσαία οικοσυστήματα η τούνδρα, τα αρκτικά δάση και ορεινές περιοχές εξαιτίας της ευαισθησίας σε αύξηση της θερμοκρασίας, τα μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα, λόγω της μείωσης των βροχοπτώσεων, και τα τροπικά δάση από την μείωση της υγρασίας. (Bernstein et al 2007)

Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην δασική βλάστηση μέσω των μεταβολών της συγχύτητας και της έντασης των πυρκαγιών, της ξηρασίας, των εισαγόμενων ειδών, των εντόμων και των παθογόνων εστιών, των τυφώνων, των κατακρημνισμάτων ή των κατολισθήσεων (Dale et al 2001). Τα ακραία καιρικά φαινόμενα θα αυξηθούν σε συγχύτητα και διάρκεια και σε συνδυασμό με μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, θα αυξηθούν την ευαισθησία των δένδρων σε δευτερογενείς προσβολές από διάφορα παράσιτα και παθογόνους οργανισμούς. Επιπλέον η μειωμένη ζωτικότητα των δένδρων τα καθιστά πιο επιφρεπή σε πτώση (Schlyter et al 2006). Παρατηρήσεις δείχνουν ότι τα τελευταία 30 περίπου χρόνια η κλιματική αλλαγή έχει δημιουργήσει πολλές αλλαγές στην κατανομή και το πλήθος των ειδών και ενοχοποιείται κατά ένα μέρος για την εξαφάνιση των ειδών. Ερευνητές, χρησιμοποιώντας τις προβλέψεις των κατανομών των ειδών με βάση τα σενάρια ανόδου της θερμοκρασίας του κλίματος για το 2050 εκτιμούν ότι το 15-37% των ειδών στο δείγμα της μελέτης τους θα οδηγηθούν στην εξαφάνιση (Thomas et al. 2004). Τα αποτελέσματα μιας άλλης μελέτης για 1400 περίπου φυτά, που χρησιμοποιεί δεδομένα του κλίματος 1990-2050 δείχνουν σημαντικές αλλαγές στη βιοποικιλότητα μέχρι το 2050. Κατά μέσο όρο, το 32% των ευρωπαϊκών ειδών φυτών που ήταν παρόντα σε μια επιφάνεια το 1990 θα εξαφανιστούν από αυτή και εκτιμάται ότι αυτό θα συμβεί στο 44% του ευρωπαϊκού χώρου (Bakkenes et al 2002)

Επίσης μελέτη για 1350 Ευρωπαϊκά είδη φυτών κάτω από επτά σενάρια κλιματικής αλλαγής δείχνει ότι περισσότερα από τα μισά από τα είδη που μελετήθηκαν θα μπορούσαν να είναι ευάλωτα ή απειλούμενα μέχρι το 2080. Παρά την αδρομερή κλίμακα της ανάλυσης, τα είδη από τα βουνά θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι είναι δυσανάλογα εναίσθητα στην κλιματική αλλαγή ( $\approx 60\%$  απώλεια ειδών). Η αρκτική περιοχή αναμένεται να χάσει μερικά είδη, αν και θα κερδίσει πολλά άλλα από μετανάστευση. Οι μεγαλύτερες αλλαγές αναμένονται στις περιοχές μεταξύ της Μεσογείου και Ευρω-Σιβηρίας. Βρέθηκε ότι οι κίνδυνοι της εξαφάνισης των ευρωπαϊκών φυτών μπορεί να είναι μεγάλοι, ακόμη και σε μέτρια σενάρια κλιματικής αλλαγής. (Thuiller et al 2005). Μία άλλη μελέτη για 287 είδη φυτών σε μια περιοχή των δυτικών Ελβετικών Άλπεων έδειξε ότι σημαντικές εξαφανίσεις ειδών για την περιοχή μελέτης δεν θα μπορούσε να συμβεί πριν από την περίοδο 2080-2100, λόγω της δυνατότητας ενός μεγάλου αριθμού ειδών να μετατοπίσουν την εξάπλωσή τους σε μεγαλύτερα υψόμετρα (Engler et al 2009)

Εργαστηριακά πειράματα έχουν δείξει ότι η αύξηση του  $CO_2$  της ατμόσφαιρας φαίνεται να επιδρά θετικά στην αποδοτικότητα των δένδρων στην παραγωγή ξυλείας αλλά αυτό μπορεί να απέχει από την πραγματικότητα, λόγω πολλών άλλων περιοριστικών παραγόντων, όπως τα παράσιτα, τα ζιζάνια, ο



## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

ανταγωνισμός για τους πόρους, το νερό του εδάφους, η ποιότητα του αέρα, κλπ, τα οποία δεν είναι δυνατόν να συνυπολογιστούν στα πειραματικά συστήματα προσομοίωσης. Εκτιμάται ότι τα θετικά αποτελέσματα που αναφέρονται από την αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα θα υπολείπονται ακόμη και μόνο από την αρνητική επίδραση που θα έχει η αύξηση της θερμοκρασίας. Ως εκ τούτου, η παραγωγή ξύλου αναμένεται να μειωθεί ενώ σε ορισμένες τοποθεσίες, είδη πιο κατάλληλα στις νέες κλιματικές συνθήκες που θα διαμορφωθούν, θα αντικαταστήσουν τα παλαιότερα είδη που δεν θα είναι πλέον κατάλληλα για το κλίμα αυτό (Kirilenko and Sedjo 2007, Lindner 2008).

Στην περιοχή της Μεσογείου αναμένεται να αυξηθεί η μέση θερμοκρασία 3-4 °C και να μειωθεί η ετήσια βροχόπτωση έως και 20%. Επιπλέον τα ακραία καιρικά φαινόμενα είναι πιθανό να γίνουν πιο συχνά. Οι πιθανές άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις είναι να μειωθεί η ανάπτυξη των δένδρων και να αυξηθεί ο κίνδυνος πυρκαγιάς που αποτελεί την μεγαλύτερη απειλή στην περιοχή της Μεσογείου. Η αυξανόμενη ξηρασία θα απειλεί την επιβίωση πολλών δασικών ειδών (Lindner 2008). Οι προσομοιώσεις μιας μελέτης, προβλέπουν ότι, μακροπρόθεσμα, σχεδόν όλα τα Μεσογειακά νησιωτικά οικοσυστήματα θα κυριαρχούνται από εξωτικά φυτά, ανεξάρτητα από τα ποσοστά διαταραχής. (Gritti et al 2006)

### B. Ο Αἴλανθος και η κλιματική αλλαγή (πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα αϊλανθου)

Ένα είδος που έχει τη ικανότητα να ευδοκιμεί σε ποικιλία οικοτόπων και να αναπτύσσεται σε ένα ευρύ φάσμα ειδών εδάφους είναι το φυλλοβόλο δένδρο *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle της οικογένειας *Simaroumbaceae*, γνωστό ως δένδρο του ουρανού (Tree of Heaven) ή βρωμόδενδρο ή απλά ως αϊλανθος. Είναι ένα ταχειανύξες, πρόδρομο είδος σε διαταραγμένους οικοτόπους, αντέχει σε μεγάλο εύρος θερμοκρασίας και επίπεδα υγρασίας, κακής ποιότητας αέρα και φτωχά εδάφη και δεν παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα από έντομα και ασθένειες. Στην εποχή μας θεωρείται ως είδος ιθαγενές περιοχών της Κίνας και το οποίο εισήχθη και άρχισε να εξαπλώνεται στην Ευρώπη και B. Αμερική από τα μέσα του 18<sup>ο</sup> αι. (Elzaki and Khider 2013, Asaro et al 2009, Kowarik and Saumel 2007). Η εκτεταμένη όμως εύρεση απολιθωμάτων του αϊλανθου στο Βόρειο Ημισφαίριο δείχνει ότι το γένος ήταν ήδη εξαπλωμένο στην Ευρώπη, Βόρεια Αμερική και την Ασία από τη μέση Ηώκαινο εποχή (47.8 εκατομμύρια έως 38 εκατομμύρια χρόνια πριν) αλλά η σημερινή περιορισμένη εξάπλωση του είναι ένα απομεινάρι της επίδρασης έντονων κλιματικών αλλαγών και αντιπροσωπεύει τους επιζώντες εκείνης της άλλοτε ευρείας εξάπλωσής του στο βόρειο ημισφαίριο. (Corbett and Manchester 2004). Από τους «οικολόγους» χαρακτηρίζεται ως επιβλαβές ζιζάνιο, ως χωροκατακτητικό ή ως ένας σημαντικός εισβολέας για πολλές περιοχές και το οποίο λόγω της ταχείας αύξησής του και το σχηματισμό πυκνών συστάδων, θεωρείται ότι ανταγωνίζεται την τοπική βλάστηση προκαλώντας επιπτώσεις στο οικοσύστημα (Başnou and Vilà 2006, Kowarik and Saumel 2007 ). Μαζί με την *Robinia pseudacacia*, κατατάσσεται μεταξύ των 20 πιο επεκτατικών ξενικών ειδών στην Ευρώπη (Sheppard and al 2006). Υπάρχει η άποψη ότι μπορεί να καταστείται την φυσική βλάστηση μέσω του ανταγωνισμού αλλά και της αλληλοπαθητικής ικανότητας που του αποδίδεται λόγω της ουσίας αϊλανθόνης ή αϊλανθίνης, που περιέχεται κυρίως στον φλοιό των ριζών και των άλλων τμημάτων του φυτού, και η οποία σε εργαστηριακές δοκιμές βρέθηκε τοξική για πολυάριθμα φυτικά είδη αλλά, επειδή οι τοξικές της επιδράσεις είναι βραχύβιες, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ισχυρό, αποτελεσματικό και περιβαλλοντικά ασφαλές γεωργικό παρασιτοκτόνο (Swearingen and Pannill 2009, Kowarik and Saumel 2007 , Bostan et al 2014, Lavhate and Mishra 2007)

Μελέτη για την εξάπλωση του αϊλανθου έδειξε ότι οι κλιματικοί παράγοντες ήταν σταθερά οι υψηλότεροι δείκτες συμπεριφοράς του, και αποκάλυψε την προτίμησή του για θερμότερες και ξηρότερες περιοχές. Με βάση τα σενάρια για την αλλαγή του κλίματος για την περίοδο 2095-2099 προβλέπεται ότι η εξάπλωση του θα επεκταθεί βορειότερα και θα αυξηθεί από 56% έως 82% στη περιοχή μελέτης (Clark 2013). Επίσης διαπιστώθηκε ότι στην Ευρώπη αναπτύσσεται ως επί το πλείστον στα θερμότερα μέρη και κυρίως σε υποβαθμισμένα περιβάλλοντα, κατά μήκος των οδικών αξόνων, στις παρυφές και τα διάκενα δασών, τις αστικές περιοχές αλλά και τις παράκτιες ζώνες των νησιών της Μεσογείου (Kowarik and Saumel 2007). Σε μετρήσεις για την διαπίστωση της έκτασης εξάπλωσης του αϊλανθου στην πολιτεία της Βιρτζίνια βρέθηκε ότι αντιπροσωπεύει περίπου το 0,20% από τα 33 δισεκατομμύρια κυβικά πόδια του ιστάμενου ξυλώδους όγκου της πολιτείας και βρίσκεται κυρίως σε οικολογικά ταραγμένες περιοχές και κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων (Asaro et al 2009). Η αντοχή του στην ξηρασία είναι επίσης ένας βασικός παράγοντας που επηρεάζει την εντυπωσιακά



## Ελληνική Δασολογική Εταιρεία



## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

μεγάλη επέκταση αυτού του είδους στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική διότι είναι σε θέση να αντέξει την ξηρασία χρησιμοποιώντας ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό μηχανισμό για την εξοικονόμηση νερού με μειωμένη απάλεια νερού από τα φύλλα και μειωμένη ριζική υδραυλική αγωγιμότητα (Trifilo 2004). Ο αϊλανθος διαθέτει πολύ μεγάλη αντοχή στα βιομηχανικά αέρια, την σκόνη και τον καπνό, και έχει χαρακτηριστεί ως "το πιο προσαρμόσιμο και ανθεκτικό στη ρύπανση δέντρο" για αστικές φυτεύσεις (Fryer 2010) αλλά και ως ένα είδος με ισχυρές αντιρρυπαντικές ικανότητες (Xu 2006). Αυτό οφείλεται στη μεγάλη στοματική αγωγιμότητα ( $>2$  cm s<sup>-1</sup>) που έχει και που είναι βασικός παράγοντας για την απορρόφηση των αερίων ρύπων (Omasa et al 2002). Ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι έχει υψηλή ικανότητα απορρόφησης και κάθαρσης μολυσμένου περιβάλλοντος από μόλυβδο και κάδμιο (Wang et al 2007). Σε έρευνα διαπιστώθηκε ότι στα κεντρικά σημεία της Βαρσοβίας είχε καλύτερη ανάπτυξη σε σύγκριση με τοποθεσίες που βρίσκονται στις παρυφές της πόλης και τα αστικά δάση όπου παραμένει υπό τη μορφή θάμνου (Zaraś-Janusziewicz et al 2014). Η εξάπλωση του ριζικού συστήματος του αϊλανθου επιτρέπει εγκατάσταση και ανάπτυξη του σε απότομες κλίσεις και βραχώδεις επιφάνειες και για το λόγο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αντιδιαβρωτικούς σκοπούς (Kumar 2010, Fryer 2010). Το ριζικό του σύστημα όμως μπορεί να προκαλέσει ζημίες σε πεζοδρόμια, αρχαιολογικά μνημεία, τοίχους και άλλες κατασκευές διότι προκαλεί διάβρωση των υποστρωμάτων και μπορεί να είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματά του. Η επίδραση μπορεί να είναι χημική, λόγω της έκκρισης οργανικών οξέων από τις ρίζες που αποσυνθέτουν το διττανθρακικό ασβέστιο, το οποίο είναι το κύριο συστατικό του ασβεστόλιθου που χρησιμοποιείται ως οικοδομικό υλικό, ή μπορεί να είναι μηχανική μέσω της αύξησης της πίεσης των ριζών, είτε πάνω ή κοντά στα κτίσματα (Almeida et al 1994). Το δέντρο όμως δεν αντέχει στην σκιά και είναι ευαίσθητο στο όζον. Επειδή όταν υπόκειται σε υψηλές συγκεντρώσεις του, τα φύλλα εμφανίζουν συμπτώματα βλάβης και πέφτουν, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ένας βιοδείκτης ατμοσφαιρικής ρύπανσης λόγω όζοντος (Başnou and Vilà 2006). Τα φύλλα αϊλανθου αξιολογούνται ως εξαιρετικά εύγευστη και θρεπτική ζωτροφή για τα αιγοπρόβατα (Kumar et al 2010), αποτελούν τροφή του μεταξοσκάληκα παράγοντας χοντρό και ανθεκτικό μετάξι (Fryer 2010), ενώ το κλάσμα της κυνταροπλασματικής πρωτεΐνης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ανθρώπινη κατανάλωση (Bostan et al 2014). Τα άνθη του προσελκύνουν τις μέλισσες παράγοντας ένα πρασινωπό μέλι πικρό και δυσάρεστο στην αρχή αλλά υψηλής ποιότητας και γευστικό προϊόν μετά από παλαίωση του (Fryer 2010, Aldrich et al 2008). Ο αϊλανθος χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές περιοχές της Ασίας ως φαρμακευτικό βότανο για πάρα πολλούς σκοπούς. Έρευνες αποκάλυψαν την παρουσία, σε διάφορα μέρη του αϊλανθου, κασσινοειδών, αλκαλοειδών, πρωτεΐνων, τριτερπενοειδών, φλαβονοειδών και στεροειδών ουσιών. Τα κασσινοειδή έχουν προσελκύσει τα τελευταία χρόνια την ιδιαίτερη προσοχή των επιστημόνων, καθώς πολλά από αυτά έχουν δείξει μια ελπιδοφόρα φαρμακευτική δραστικότητα όπως αντικαρκινική, αντιϊική, αντιελονοσιακή, αντιλευχαιμική, αντιδιατροφική, ηπατοπροστατευτική, αντιασθματική κ.λπ (Bostan et al 2014, Kumar et al 2010).

Το ξύλο του αϊλανθου είναι δακτυλιόπορο, έχει λευκοκιτρινωπό χρώμα, ευθυτενή υφή και παρόλο που υπάρχει η εντύπωση ότι είναι ένα ελαφρύ και αδύναμο ξύλο, οι ιδιότητες του είναι παρόμοιες με τα μέστης πυκνότητας πλατύφυλλα ξύλα αλλά παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των περιοχών ανάπτυξης. Παρουσιάζει μια πολύ μεγάλη αύξηση της αντοχής του μετά από ξήρανση. Η υφή της σχεδίασης του είναι ελκυστική για χρήση ως ξυλόφυλλο επένδυσης ξυλοπλακών και μοιάζει πολύ με αυτή του φράξουν. Κατεργάζεται, συγκολλείται και η επιφάνεια τελειοποιείται ικανοποιητικά, αλλά μπορεί να δείχνει τάσεις δυσκατεργασίας, λόγω της παρουσίας τμημάτων εφελκυσμογενούς ξύλου στους κορμούς. Δεν είναι κατάλληλο για βαριές δομικές χρήσεις αλλά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε πολλές άλλες ελαφριές εφαρμογές, όπως επιπλοποιία, κατασκευή σκαφών, επένδυση, διακόσμηση, παλέτες, σπίρτα, ξυλοπολτό, καυσόξυλα, κάρβουνο (Moslemi and Bhagwat 1970, Kumar et al 2010, Elzaki and Khider 2013) Σύμφωνα με πειράματα για την φυσική αντοχή διαφόρων ειδών ξύλου σε σηπτικούς μύκητες ο αϊλανθος κατατάσσεται στα μέτρια ανθεκτικά είδη (Zhong 1981).

Η εξάπλωση του αϊλανθου σε συνάρτηση με τις ελάχιστες απαιτήσεις και την ταχεία ανάπτυξή του, οδήγησε τους επιστήμονες στη διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης του ξύλου ως πρώτη ύλη για παραγωγή προϊόντων ξύλου υψηλής προστιθέμενης αξίας. Έρευνα για την αξιοποίηση του αϊλανθου στην παραγωγή χαρτιού έδειξαν ότι οι ίνες του είναι χονδροειδές και πλατύτερες από ότι του ευκαλύπτου ενώ το μήκος τους στο ώριμο ξύλο είναι παρόμοιος με εκείνες του ευκαλύπτου όπως και οι ιδιότητες του παραγόμενου χαρτιού (Baptista et al 2014). Τα αποτελέσματα έρευνας σχετικά με την καταλληλότητα του αϊλανθου για την κατασκευή επικολλητής δομικής ξυλείας ξυλοφύλλων (LVL) έδειξαν ότι 5,0 χιλιοστά πάχος ξυλοφύλλων είναι καταλληλότερα από τα μικρότερον πάχουν (Negi et



## Ελληνική Δασολογική Εταιρεία

## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

al 2000). Μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ξυλοτεμαχίδια από αϊλανθού θα μπορούσε να είναι μια πολλά υποσχόμενη πρώτη ώλη για την παραγωγή μοριοσανίδων στο Σουδάν (Elbadawi et al 2015).

Τα αποτελέσματά πειραμάτων διερεύνησης των ιδιοτήτων του ξύλου του αϊλανθού στην Βουλγαρία έδειξαν ότι είναι ένα υποτιμημένο ταχυανές είδος, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την παραγωγή χαρτιού και επίπλων και σε συνδυασμό με την δυνατότητα φαρμακευτικής αξιοποίησής του θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια πλούσια και φθηνή πρώτη ώλη και θεωρούν σκόπιμο να ξεκινήσουν δοκιμές εγκατάστασης πειραματικής φυτείας (Panayotov et al 2011, Kožuharova1 et al 2014). Εξάλλου είναι γνωστό ότι σε περιοχές της Ασίας με σκληρές και αντίξοες κλιματικές συνθήκες και φτωχά εδάφη κατέχει καίριο ρόλο για την τοπική οικονομία και χαρακτηρίζεται ως ένα είδος πολλαπλών σκοπών διότι χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή, καύσιμο, ξυλεία, παραδοσιακό φάρμακο κλπ (Jat et al 2011).

### Υλικά και μέθοδοι

Υλικό της έρευνας αποτέλεσαν αυτοφυή δέντρα αϊλανθού (*Ailanthes altissima* (Mill.) Swingle), ηλικίας 11 έως 15 ετών, που υλοτομήθηκαν από το Βοτανικό κήπο του Φοίνικα στη Θεσσαλονίκη (Εγκαταστάσεις Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος). Από κάθε υλοτομηθέν δένδρο ελήφθησαν κορμοτεμάχια μήκους 1,10 cm έκαστο στα οποία μετρήθηκε η μέση διάμετρος, το μέσο πάχος του φλοιού και το μέσο πάχος των αυξητικών δακτυλίων.

Τρία από τα κορμοτεμάχια αυτά, αμέσως μετά την υλοτομία μεταφέρθηκαν σε εργοστάσιο παραγωγής αντικολλητών στην περιοχή της Ξάνθης όπου έγινε η παραγωγή ξυλοφύλλων πάχους (A) 1mm και (B) 1,5mm με την μέθοδο της περιστροφικής τομής. Ακολούθως τα ξυλόφυλλα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή τρίστρωμών αντικολλητών ακολουθώντας την διαδικασία παραγωγής που χρησιμοποιούσε η βιομηχανία. Για την κατασκευή των αντικολλητών ως συγκολλητική ουσία χρησιμοποιήθηκε η ουρία φορμαλδεύδη. Τα αντικολλήτα μεταφέρθηκαν σε κλιματιζόμενο χώρο του εργαστηρίου και μετά την σταθεροποίηση της περιεχόμενης υγρασίας τους διαμορφώθηκαν τα δοκίμια ελέγχου των ιδιοτήτων των αντικολλητών σύμφωνα με οδηγίες των αντίστοιχων προτύπων.

Στα υπόλοιπα κορμοτεμάχια έγινε διαμόρφωση πριστών πάχους 5 cm, με παράλληλη πρίση, τα οποία παρέμειναν σε κλιματιζόμενο χώρο για φυσική ξήρανσή τους μέχρι να κατέλθει η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου περίπου στο 10%. Στη συνέχεια, από το υλικό αυτό, διαμορφώθηκαν τα δοκίμια των ελέγχων των ιδιοτήτων του ξύλου (15 για κάθε ιδιότητα), ελεύθερα από σφάλματα και σύμφωνα με τις απαιτήσεις των αντίστοιχων προτύπων.

Επίσης μέρος από το υλικό των πριστών κονιοποιήθηκε με μύλο τύπου Wiley σε διαστάσεις μικρότερες από 0,7mm για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης τέφρας και της θερμαντικής αξίας του ξύλου του αϊλανθού. Για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης τέφρας δείγματα μάζας τουλάχιστον 1g αποτεφρώθηκαν στους 550°C σε κλίβανο αποτέφρωσης τύπου Heraeus MR 170 σύμφωνα με την μεθοδολογία που περιγράφεται στο ευρωπαϊκό πρότυπο EN 14775:2004. Η θερμογόνος δύναμη εκφράστηκε με τον προσδιορισμό της ψηφιακής θερμαντικής αξίας (Higher Heating Value (HHV) και προσδιορίστηκε με θερμιδόμετρο τύπου Parr 1261 σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο ευρωπαϊκό πρότυπο CEN/TS 14918:2005

### Αποτελέσματα και Συζήτηση

Τα αποτελέσματα των ελέγχων των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων του ξύλου του αϊλανθού δίνονται συνολικά στον Πίνακα 1.

Η μέση διάμετρος των έμφλοιων κορμοτεμαχίων (10 τεμάχια) ήταν 18,29 cm (τυπική απόκλιση 2,98 cm), το μέσο πάχος του φλοιού ήταν 3.96 mm (τυπική απόκλιση 0.586 mm) ενώ το μέσο πλάτος των αυξητικών δακτυλίων τους ήταν 7,75 mm (τυπική απόκλιση 2,71 mm) και κυμαίνοταν από 2,5 mm μέχρι 13,0 mm, γεγονός που φανερώνει τη μεγάλη ταχυανέσεια του είδους. Η μέση περιεχόμενη υγρασία των δοκιμών που χρησιμοποιήθηκαν στον έλεγχο των ιδιοτήτων ήταν 10,1% (τυπική απόκλιση 0,32%) ενώ η μέση φαινομενική πυκνότητα του ξύλου (με την ανωτέρω υγρασία) ήταν 0,60 g/cm<sup>3</sup> (τυπική απόκλιση 0,031 g/cm<sup>3</sup>) και κυμάνθηκε από 0,48 g/cm<sup>3</sup> μέχρι 0,57 g/cm<sup>3</sup>. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η πυκνότητά του φαίνεται να είναι παρόμοια με της καστανιάς καθώς και άλλων



## Ελληνική Δασολογική Εταιρεία



## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

μέτριας πυκνότητας ξύλων όπως του πλατάνου και του σφενδάμου. Οι τιμές όμως της αντοχής σε κάμψη καθώς και των άλλων μηχανικών ιδιοτήτων που εξετάσθηκαν εμφανίζονται υψηλότερες ή το πολύ όμοιες με τις αντίστοιχες τιμές των ιδιοτήτων των ανωτέρω ειδών ξύλου (Βουλγαρίδης 2008). Αντιπαραθέτοντας τις τιμές των ιδιοτήτων του αἴλανθου της παρούσας εργασίας με τις αντίστοιχες τιμές που δίνουν ερευνητές από άλλες χώρες, παρατηρούμε ότι το ξύλο του αἴλανθου που αναπτύσσεται στην Ελλάδα υπερτερεί τουλάχιστον στο μέτρο θραύσης και την αντοχή σε θλίψη (Moslemi and Bhagwat 1970, Panayotov et al 2011).

**Πίνακας 1.** Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου του αϊλανθου  
**Table 1.** Physical and mechanical properties of ailanthus wood

Ιδιότητα - Property	Παρούσα εργασία*		Panayotov et al 2011	Moslemi, Bhagwat 1970
	M.o. $\bar{X}$	T.απόκλ. s	M.o. $\bar{X}$	M.o. $\bar{X}$
Φατνομενική Πυκνότητα / Density r10 (g/cm <sup>3</sup> )	0,60	0,031	0,62	0,531
Ρίκνωση ογκομετρική Shrinkage volumetric (%)	-	-	14,85	10,81
Αντοχή σε αξονική θλίψη Compression strength (N/mm <sup>2</sup> )	64,47	3,25	55,83	36,3
Αντοχή σε κάμψη / Μέτρο θραύσης Bending strength / MOR (N/mm <sup>2</sup> )	101,29	9,898	71,11	81,50
Αντοχή σε κάμψη / Μέτρο ελαστικότητας Bending strength / MOE (N/mm <sup>2</sup> )	10259,31	1000,5	11,906	10492,41
Αντοχή σε κρούση Impact strength (J/cm <sup>2</sup> )	3,811	0,357		3,94
Σκληρότητα ακτινικά Hardness radially (N)	5687,8	579,2	4407	7702
Σκληρότητα εφαπτομενικά Hardness tangentially (N)	5141,5	564,9	5407	6839

\*Μέσοι όροι 15 δοκιμών / Mean values of 15 samples.



Εικόνα 1. a) ακτινική σχεδίαση πριστού β) σχεδίαση ξυλοφύλλου περιστροφικής τομής  
Figure 1. a) radial texture of sawn wood b) texture of rotary cutting veneer

Οπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στον πίνακα 2, τα αντικολλητά που κατασκευάστηκαν με ξυλόφυλλα αϊλανθου ονομαστικού πάχους 1mm (Αϊλανθος Α) έδωσαν αναλογικά καλύτερες ιδιότητες από ότι τα αντικολλητά που κατασκευάστηκαν με ξυλόφυλλα αϊλανθου ονομαστικού πάχους 1,5mm (Αϊλανθος Β), εκτός από την κατά πάχος διόγκωση μετά από εμβάπτιση σε νερό για 24 ώρες. Επίσης μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι το αντίστοιχο αντικολλητό το οποίο κατασκευάστηκε με ξυλόφυλλα λεύκης, τα οποία χρησιμοποιούνται για βιομηχανική παραγωγή αντικολλητών, υστερούσε σημαντικά στις μηχανικές ιδιότητες από αυτό του αϊλανθου εκτός από την κατά πάχος διόγκωση. Πρέπει να



## Ελληνική Δασολογική Εταιρεία



## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

επισημανθεί επίσης ότι στο ξύλο του αϊλανθου, σε αντίθεση με αυτό της λεύκης, δεν παρατηρείται παρουσία ρόζων και επιπλέον τα ξυλόφυλλα παρουσιάζουν καλύτερη σχεδίαση.

**Πίνακας 2.** *Μηχανικές και υγροσκοπικές ιδιότητες των αντικολλητού του αϊλανθου*  
**Table 2.** *Mechanical and hygroscopic properties of ailanthus plywood*

Ιδιότητα - Property	Είδος ξυλοφύλλων του αντικολλητού Veneer species of plywood		
	Αϊλανθος Α Ailanthus A	Αϊλανθος Β Ailanthus B	Λεύκης Poplar
Πάχος αντικολλητού Thickness of Plywood (mm))	3.13 (0.07)	4.58 (0.10)	2.92 (0.08)
Φαινομενική Πυκνότητα / Density r08 (g/cm <sup>3</sup> )	0.743 (0.013)	0.683 (0.018)	0.407 (0.033)
Αντοχή σε κάμψη / Μέτρο θραύσης Bending strength / MOR (N/mm <sup>2</sup> )	91.22 (17.16)	88.18 (5.29)	60.85 (10.37)
Αντοχή σε κάμψη / Μέτρο ελαστικότητας Bending strength / MOE (N/mm <sup>2</sup> )	8716.66 (1264.64)	9870.34 (1003.67)	6251.88 (936.72)
Αντοχή σε κρούση Impact strength (J/cm <sup>2</sup> )	2.93 (0.88)	2.59 (0.67)	1.01 (0.48)
Αντοχή εξαγωγής βίδας Screw Withdrawal Capacity (N/mm <sup>2</sup> )	29.01 (4.53)	33.35 (5.08)	12.73 (3.11)
Αντοχή διάτμησης Shear Strength dry N/mm <sup>2</sup>	2.17 (0.33)	1.52 (0.23)	0.94 (0.19)
Διόγκωση 24 ώρες Swelling 24h %	6.76 (1.14)	5.78 (1.08)	5.05 (1.11)
Προσρόφηση 24 ώρες Absorption 24h %	45.13 (2.17)	59.82 (2.26)	77.51 (8.44)

Μέσοι όροι 15 δοκιμών και τοπική απόκλιση σε παρένθεση

Mean values of 15 samples and Standard deviation in parenthesis

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προσδιορισμού της περιεχόμενης τέφρας, το ξύλο του αϊλανθου περιέχει τέφρα σε ποσοστό 0,69% και συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή σύμπτηκτων (pellets) για μη βιομηχανικές χρήσεις, της ανώτερης προβλεπόμενης κατηγορίας ENplus-A1, καθώς καλύπτει τις σχετικές απαιτήσεις του ευρωπαϊκού προτύπου EN 14961-2 ( $\leq 0,7\%$ ). Επίσης μέσα στα όρια των προβλεπόμενων απαιτήσεων της ανωτέρω κατηγορίας σύμπτηκτων, ευρέθη να υπάγεται και η υψηλότερη θερμαντική αξία του ξύλου που ήταν 4308,8 cal/g, παρόλο που η τιμή αυτή είναι χαμηλότερη από όλα ειρέως χρησιμοποιούμενα είδη ως καύσιμη ύλη, όπως η οξιά (4590 cal/g) ή το πουρνάρι (4455 cal/g) (Μπαρμπούτης και Λυκίδης 2014).

### Συμπεράσματα

Όπως φαίνεται από τις μελέτες, μέχρι το τέλος του 21<sup>ου</sup> αι., οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και ιδίως η άνοδος της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας στην βλάστηση θα είναι ιδιαίτερα σημαντικές.

Στις πιο ευάλωτες περιοχές, πολλά ενδημικά είδη, σύμφωνα με τις προβλέψεις, δεν θα μπορέσουν να αντέξουν στις νέες κλιματικές συνθήκες και θα αντικατασταθούν από ξενικά, πιο ανθεκτικά είδη.

Ο αϊλανθος είναι ένα ταχειανές, πρόδρομο είδος σε υποβαθμισμένους οικοτόπους, αντέχει σε μεγάλο εύρος θερμοκρασίας, υγρασίας, ποιότητας αέρα και εδάφους και δεν παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα από έντομα και ασθένειες.

Οι δυνατότητες αξιοποίησής του περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα χρήσεων, όπως ως ζωοτροφή, καύσιμο, ξυλεία, παραδοσιακή φαρμακευτική κ.ά. ενώ διερευνάται συνεχώς η καταλληλότητά του για ιδιαίτερα αξιόλογες, εξειδικευμένες εφαρμογές.

Οι έλεγχος των ιδιοτήτων του ξύλου αϊλανθου που αναπτύσσεται σε Ελληνικό περιβάλλον έδειξε ότι είναι παρόμοιες ή καλύτερες με της καστανιάς καθώς και άλλων μέτριας πυκνότητας ξύλων, ενώ



## Ελληνική Δασολογική Εταιρεία

μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή καλής ποιότητας και εμφάνισης αντικολλητών καθώς και την παραγωγή σύμπτητων κατηγορίας ENplus-A1.



## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

### Ailanthus, A Multipurpose Tree Species

Barboutis, Ioannis

A.U.Th., Faculty of forestry and Natural Environment, 54124 Thessaloniki, jbarb@for.auth.gr

The change in the Earth's climate, as well as the rise in the average temperature of the air can cause significant impact on forest vegetation. Several forest species will be threatened with extinction or forced to migrate to colder regions, while species more adaptable to the new climatic conditions established, mainly exotic plants will replace the older species. Ailanthus tree is a fast growing plant, considered as a species native to China regions, which spreads in Europe and North America from the mid -18th century. This species shows a preference to warmer and drier areas, but it has also the ability to thrive in a variety of habitats and withstand industrial pollution. It is characterized as a multipurpose species, because it can be used as animal feed, fuel, timber, in pharmaceutical uses etc. Its wood has a very good appearance and properties that are similar to those of the average density hardwood species. This paper presents some of the basic properties of Ailanthus wood that grows in Greek environment, its thermal properties and additionally, the properties of plywood manufactured with this species.

### Βιβλιογραφία

- Aldrich P., Brusa A., Heinz C., Greer G. & Huebner C., 2008 — Floral visitation of the invasive stinking ash in western suburban Chicago. — Trans. Illinois State Acad. Sci., 101: 1-12.
- Almeida M. T., Mouga T., Barracosa P. 1994. The weathering ability of higher plants. The case of *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle. International Biodeterioration & Biodegradation 33: 333-343
- Asaro, C., C. Becker, and J. Creighton. 2009. Control and utilization of tree-of-heaven: A guide for Virginia landowners. Charlottesville, VA: Department of Forestry Publication No. P00144. 15 p
- Bakkenes, M., Alkemade, J.R.M., Ihle, F., Leemans, R. & Latour, J.B. (2002) Assessing the effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. Global Change Biology, 8, 390–407.
- Baptista P, A Costa, R Simoes, M Amaral. 2014. *Ailanthus altissima*: An alternative fiber source for papermaking. Industrial Crops and Products 52: 32-37
- Barboutis I. and Kamperidou V. (2011). Properties of two different thicknesses 3-ply plywood of Tree-Of-Heaven veneers. 22nd International Scientific Conference “Wood is Good- EU preaccession challenges of the sector”. October 21, 2011, Zagreb
- Başnou, C.; Vilà, M. (2006) DAISIE – *Ailanthus altissima*.
- Bernstein, Lenny; Bosch, Peter; Canziani, Osvaldo; Chen, Zhenlin; Christ, Renate; Davidson, O., 2007. Climate change 2007: synthesis report. Summary for policymakers. Geneva; IPCC. 22 p
- Bostan C., F. Borlea, C. Mihoc, M. Selesan 2014. *Ailanthus altissima* species invasion on biodiversity caused by potential allelopathy. Research Journal of Agricultural Science, 46 (1):95-103.
- Βουλγαρίδης Η., 2008. Ευρωπαϊκά και τροπικά ξύλα με εμπορική σημασία: δομή, ιδιότητες και χρήσεις. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Υλοχρηστικής, Θεσσαλονίκη, σελ. 153
- Clark JM. 2013 Effects of climate change on the habitats of the invasive species *Ailanthus altissima* along the Appalachian Trail. Open Access Master's Theses, Paper 79. Kingston, RI: University of Rhode Island.
- Corbett, S., and S. Manchester . 2004 . Phylogeography and fossil history *Ailanthus* (Simaroubaceae). International Journal of Plant Sciences 92 : 1017 – 1024



## Ελληνική Δασολογική Εταιρεία

## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

- Dale V., et al 2001. Climate Change and Forest Disturbances. BioScience, Vo 51(9):723-734.
- Elbadawi M. , Z. Osman, T. Paridah, T. Nasroun, W. Kantiner 2015. Mechanical and physical properties of particleboards made from Ailanthus wood and UF resin fortified by Acacias tannins blend. Journal of Materials and Environmental Science, Vo 6 (4) : 1016-1021
- Engler, R, Randin, CF, Vittoz, P, Czaka, T, Beniston, M, Zimmermann, NE & Guisan, A., 2009. Predicting future distributions of mountain plants under climate change: does dispersal capacity matter? Ecography, 32, 34-45
- Elzaki O., and T. Khider 2013. Strength Properties of Ailanthus Excelsa Roxb. (Tree of Heaven) from Western Sudan. Journal of Applied and Industrial Sciences. 1(2):38-40.
- Fryer JL. 2010 Ailanthus altissima. In Fire effects information system. Fort Collins, CO: U.S. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory.
- Gritti, E., et al. 2006. Vulnerability of Mediterranean basin ecosystems to climate change and invasion by exotic plant species. J. Biogeogr., 33, pp. 145–157
- Jat, H. S., R. K. Singh and J. S. Mann, 2011. Ardu (Ailanthus sp) in arid ecosystem: A compatible species for combating with drought and securing livelihood security of resource poor people, Indian Journal of Traditional Knowledge, Vo 10(1): 102-113.
- Kirilenko AP, Sedjo RA (2007) Climate change impacts on forestry. Proc Natl Acad Sci USA 104(50):19697–19702
- Kowarik I., Saumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: Ailanthus altissima (Mill.) Swingle. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 8: 207–237
- Kožuharova1 E. , H. Lebanon , I. Getov, Niko Benbassat, V. Kochmarov, 2014. Ailanthus altissima (Mill.) Swingle – a terrible invasive pest in Bulgaria or potential useful medicinal plant?. Bothalia journal Vol 44, No. 3: 213-230.
- Kumar, D., Bhat, Z. A., Singh, P., Shah, M. Y., & Bhujbal, S. S., 2010. Ailanthus excelsaRoxb. is Really a Plant of Heaven. International Journal of Pharmacology, 6(5), 535-550.
- Lavhate MS, Mishra SH, 2007. Nutritional and therapeutic potential of Ailanthus excelsa: A review. Pharmacog Rev. Vo 1(1):105-113
- Lindner M, Garcia-Gonzalo J, Kolstrom M, Green T, Reguera R, Maroschek M, Seidl R, Lexer MJ, Netherer S, Schopf A et al. 2008. Impacts of climate change on European forests and options for adaptation. Luxembourg, Belgium: European Commission, 1–173.
- Mann, J. S.; Sharma, S. C., 1995. Ardu (Ailanthus excelsa Roxb.) is an ideal fodder tree for dry areas. Indian Journal of Small Ruminants. Vol. 1 No. 2 pp. 31-35
- Moslemi A.A., Bhagwat S.G. 1970. Physical and mechanical properties of the wood of tree-of-heaven. Wood and Fiber. 1 (4): 319–323.
- Μπαρμπούτης Ι. και Β. Βασιλείου (2009). «Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου του Αϊλανθου (Ailanthus altissima (Miller) Swingle)». Πρακτικά 14ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου. "Οικολογική και Κοινωνικοοικονομική αποκατάσταση πυρόπληκτων περιοχών - Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος". 1-4/11/2009. Πάτρα. Σελ. 137-144
- Μπαρμπούτης Ι. και Λυκίδης Χ. (2014). Χαρακτηριστικά Καύσης Πλατυφύλλων Δασικών Ειδών που Χρησιμοποιούνται ως Καύσιμα και Επίδραση του Φλοιού. Πρακτικά 10ου Εθνικού Συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας. 26 – 27 Νοεμβρίου 2014 Θεσσαλονίκη
- NASA, 2015. Climate Change: Vital Signs of the Planet: A blanket around the Earth. <http://climate.nasa.gov/causes/>
- Negi A., Shukla, K. S.; Mehta, N. S. 2000. Laminated Veneer Lumber (LVL) from Ailanthus excelsa. Journal of the Timber Development Association of India. Vol. 46 No. 3/4 pp. 28-30



## Ελληνική Δασολογική Εταιρεία



## Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου

Omasa, K., Tobe, K. and Kondo, T.: 2002, 'Absorption of organic and inorganic air pollutants by plants', in K. Omasa, H. Saji, S. Youssefian and N. Kondo (eds), Air Pollution and Plant Biotechnology: Prospects for Phytomonitoring and Phytoremediation. Springer, Tokyo, Berlin, Ch. 8, pp. 155-178.

Panayotov P., Kalmukov K., Panayotov M. 2011. Biological and wood properties of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Forestry Ideas* 17: 122-130.

Schlyter P , Stjernquist I , Bärring L , Jönsson AM , Nilsson C (2006). Assessment of the impacts of climate change and weather extremes on boreal forests in northern Europe, focusing on Norway spruce *Clim Res* 31:75–84.

Sharp J., 2007. Increasing Atmospheric Carbon Dioxide. [http://co2.cms.udel.edu/Increasing\\_Atmospheric\\_CO2.htm](http://co2.cms.udel.edu/Increasing_Atmospheric_CO2.htm)

Sheppard A., R.H. Shaw, R. Sforza, 2006. Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. *Weed Res.*, 46, pp. 93–117

Swearingen J.M., Pannill P.D. 2009. Fact Sheet: Tree-of-heaven. Plant Conservation Alliance's Alien Plant Working Group.

Thomas, C. D. et al. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145–148.

Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M.B., Sykes, M.T. & Prentice, I.C. (2005) Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 102, 8245–8250.

Trifilò, P., F. Raimondo, A. Nardini, M.A. Lo Gullo and S. Salleo. 2004. Drought resistance of *Ailanthus altissima*: root hydraulics and water relations. *Tree Physiol.* 24:107–114.

Vasileiou V., Barboutis I. and Kamperidou V. (2011). Properties of thin 3-ply plywood constructed with tree-of-heaven and poplar wood. *Proceedings of the International Conference ICWSE 2011 "Wood science and engineering in the third millennium"*, 8th edition, "Transilvania" University of Brasov, Romania, 03-05 November 2011, ISSN 1843-2689. pp 323-329

Venmalar D., H. C. Nagaveni, O. K. Remadevi, P. Babu, G. Vijayalakshmi, P. Shalini 2011. Resistance of different age groups of timber of *Ailanthus* species to biodeterioration in Karnataka conditions. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*. Volume 8, Issue 2, pp 165-168

Wang Cui-xiang, Fang Yi-fu, Wu Xiao-xing, Han Chuan-ming (2007);Absorption Ability of 21 Species of Ornamental Plants on Heavy Metal-Polluted Environments. *Protection Forest Science and Technology*;2007-S1

Xu Z., 2006. The Tree of Heaven-One of the Tree Species with Strong Anti-pollution Capacity. Sci-Tech Information Development & Economy, No 20

Zaraś-Janusziewicz E., B. Źarska, B. Fornal-Pieniak, E. Rosłon-Szeryńska 2014. Plants in Urban Areas and Landscape Slovak University of Agriculture in Nitra Faculty of Horticulture and Landscape Engineering pp. 34–38

Zhou M., 1981. Tests on natural decay resistance of the important timber in china. *Scientia Silvae Sinicae*;No 02