

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ
ΚΑΙ
ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΣ ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: Ο ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Κ. ΠΑΝΕΤΣΟΣ

ΝΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΧΑΛΕΠΙΟ ΠΕΥΚΗ
(*PINUS HALEPENSIS*)

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ - ΚΛΗΡΟΝΟΜΗΣΗ

ΥΠΟ
ΚΩΝ/ΝΟΥ Π. ΠΑΝΕΤΣΟΥ

DWARFISM IN ALEPPO PINE
(*PINUS HALEPENSIS*)

ORIGIN - INHERITANCE

BY
KONSTANTINOS P. PANETSOS

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1981 • THESSALONIKI

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ
ΚΑΙ
ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΣ ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: Ο ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Κ. ΠΑΝΕΤΣΟΣ

ΝΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΧΑΛΕΠΙΟ ΠΕΥΚΗ
(*PINUS HALEPENSIS*)

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ - ΚΛΗΡΟΝΟΜΗΣΗ

ΥΠΟ
ΚΩΝ/ΝΟΥ Π. ΠΑΝΕΤΣΟΥ

DWARFISM IN ALEPPO PINE

(*PINUS HALEPENSIS*)

ORIGIN - INHERITANCE

BY
KONSTANTINOS P. PANETSOS

Εκτύπωση
μέ δαπάνες του Ταμείου
Διοικήσεως και Διαχειρίσεως
Παν/μιακών Δασών του Α.Π.Θ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1981 - THESSALONIKI

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε δέντρο χαλεπίου πεύκης ηλικίας 30 περίπου χρόνων που φύτευται στο άλσος Συγγρού της Αθήνας, παρατηρήθηκε ότι η κορυφή του παρουσιάζει ακανόνιστη μορφή με ιδιόμορφη ανάπτυξη κλαδιών, βελονών, κώνων κλπ. Το τμήμα αυτό έχει σχήμα σχεδόν σφαιρικό με έντονο πράσινο χρώμα, σε σχέση με το υπόλοιπο κανονικό δέντρο ή τα άλλα γειτονικά του ίδιου είδους (Φωτ. 1).

Η ανάπτυξη πάνω σε δέντρα πεύκης ή άλλων δασοπονικών ειδών ιδιομόρφων σχηματισμών, με πυκνά λεπτά κλαδιά, μικρά μεσογονάτια διαστήματα, βελόνες επίσης μικρές σε πυκνή διάταξη ως και άλλες αποκλίσεις από την κανονική μορφή, έχει αποδοθεί σε παθολογικά γενικά αίτια, ή σε άγνωστες αιτίες. Οι νεοπλασίες αυτές, όπως περιγράφηκαν παραπάνω, παρουσιάζονται γενικά με τον όρο "Σκούπα της Μάγισσας", έχουν δε εντοπιστεί σε δέντρα των ειδών ελάτης και μαύρης πεύκης της χώρας μας (Καλλιδής 1975).

Ο Grasso (1957, 1969) μελέτησε τέτοιες περιπτώσεις στα είδη Pinus maritima, P. nigra, P. mugo και στη P. halepensis. Ο Franklin και οι συνεργάτες του (1971) διαπίστωσαν ανάπτυξη πολλών συγχρόνως νεοπλασιών στην Pinus sylvestris, ή δημιουργία των οποίων αποδίδεται σε άγνωστα αίτια. Οι Duffield D.C., and J.G. Wheat, 1963 επίσης στην Pseudotsuga taxifolia (Poir) Britt που δεν προκαλείται από παθολογικά αίτια και εμφανίζεται σ' ολόκληρα δέντρα ή συνηθέστερα σε χοντρά κλαδιά. Απόγονοι τέτοιων δέντρων από ελεύθερη επικονίαση δεν έδωσαν δεδομένα που να προσδιορίζουν με σαφήνεια τη γενετική βάση του φαινομένου. Σωματικές μεταλλάξεις γονιδίων που ελέγχουν την ανάπτυξη, μπορεί να αποτελέσουν τη βάση για μία εξήγηση της προελεύσεως των ανώμαλων αυτών μορφών στα φυτά. Τέτοια φαινόμενα έχουν παρουσιαστεί επίσης στην Pseudotsuga menziesii, Chamaecyparis lawsoniana, Pinus strobus κλπ.

Από πλευράς γενετικής έρευνας δύο δυνατότητες παρέχονται για τη μελέτη του φαινομένου: (α) Κ υ τ ο γ ε ν ε τ ι κ ή έ ρ ε υ ν α Ιστών που προέρχονται από τμήματα κλαδιών ή δέν-

τρων, με ανώμαλη ανάπτυξη για τόν προσδιορισμό τυχόν μεταλλάξεως σε επίπεδο χρωμοσωμικό ή γενωμικό και (β) ανάπτυξη απόγονων από ελεύθερη ή ελεγχόμενη επικονίαση, σε περίπτωση που αυτά παράγουν κώνους με φυτρώσιμους σπόρους. Στην ανακοίνωση αυτή γίνεται αρχικά λεπτομερειακή μορφολογική και ανατομική περιγραφή της "Σκούπας", στη συνέχεια δέ με βάση τα δεδομένα από ανάπτυξη απόγονων ελεύθερης επικονιάσεως προσδιορίζονται τὰ αίτια που προκαλούν τή δημιουργία της.



Φωτ. 1. Δέντρο χαλεπίου πεύκης με "Σκούπα" στην κορυφή.

Fig. 1. Aleppo pine tree with a broom at the top.



Φωτ. 2 και 3. Κώνοι και σπόροι από κανονικό τμήμα του δέντρου (άνω και από τή "Σκούπα" κάτω).

Fig. 2 and 3. Cones and seeds from the normal part of the tree (up), and from the broom (down).

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τό Δεκέμβρη τοῦ 1975 συλλέχτηκαν κλαδιά ἀπό τό κανονικό τμήμα τοῦ δέντρου καί ἀπό τή "Σκούπα", ἐπίσης κῶνοι μέ ὄριμους σπόρους. Ἀπό τά δείγματα αὐτά ἐγιναν οἱ ἐξῆς μετρήσεις: (α) μήκος, πλάτος καί πάχος βελονῶν, (β) μήκος κολεοῦ, (γ) ἀριθμός δοντιῶν σέ μήκος 1 ἐκ. στό μέσο τῆς βελόνας, (δ) ἀριθμός ρητινοφόρων ἀγωγῶν σέ κάθετη τομή στό μέσο τῆς βελόνας, (ε) ἀριθμός σπόρων σέ 10 κῶνους ἀπό κάθε τμήμα, (στ) βάρος 1000 σπόρων καί (ζ) φυτρωτικότητα.

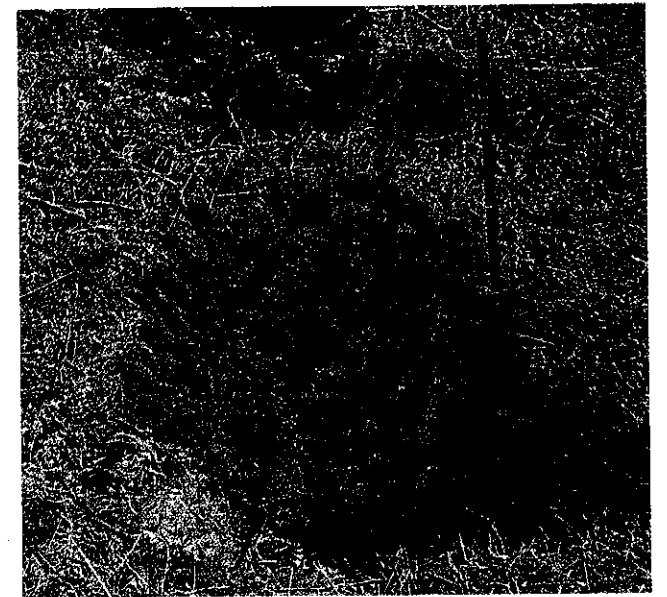
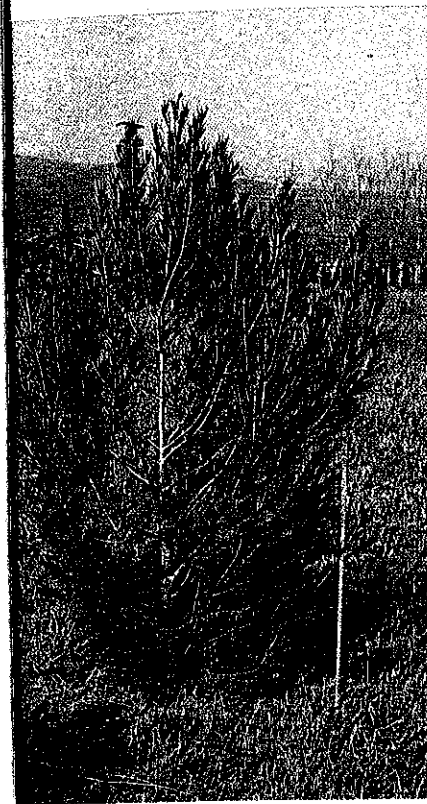
Οἱ σπόροι πού προῆλθαν ἀπό τή "Σκούπα" μετά τή δοκιμή φυτρωτικότητας, μεταφυτεύτηκαν ἀπό τό φυτρωτήριο σέ πλαστικά σακίδια, γιά τήν ἀνάπτυξή τους. Ἐτσι παράχτηκαν 72 φυτά, τά ὁποῖα τό φθινόπωρο τοῦ 1976 φυτεύτηκαν στό πειραματικό κέντρο κωνοφόρων τοῦ ἐργαστηρίου στή Βασιλική, Θεσσαλονίκης. Τό 1980 μετρήθηκε τό ὕψος κάθε φυτοῦ καί ἐγίνε ἀξιολόγησή τους, σχετικά μέ τή μορφή τους. Στή συνέχεια πάρθηκαν δείγματα κλαδιῶν ἀπό 20 φυτά, δέκα ἀπό κάθε μορφή καί μελετήθηκαν τά ἐξῆς χαρακτηριστικά: (α) μήκος πλαγίων κλαδιῶν, (β) μήκος μεσογονάτιου διαστήματος, (γ) ἀριθμός βελονῶν σέ μήκος 10 ἐκ., (δ) μήκος βελόνας (5 βελόνες ἀπό κάθε κλαδί), (ε) μήκος κολεοῦ, (στ) ἀριθμός δοντιῶν στό μέσο ἑκατοστό σέ κάθε μία ἀπό τίς 5 βελόνες τοῦ κάθε κλαδιοῦ. Τήν ἀνοιξη τοῦ 1981 ἐγίνε καί δεύτερη μέτρηση ὕψους ὄλων τῶν φυτῶν τῆς φυτείας. Τά δεδομένα τῶν μετρήσεων ἀναλύθηκαν στατιστικά, γιά τόν προσδιορισμό σημαντικῶν διαφορῶν μεταξύ ἀντιστοιχῶν χαρακτήρων τῶν δύο μορφῶν.

ΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις παρατηρήσεις που έγιναν και τη σύγκριση χαρακτηρισμών των δύο τμημάτων του δέντρου χαλεπίου πεύκης, προέκυψε ότι εκτός από την χαρακτηριστική πυκνή διάταξη των κλαδιών της "Σκούπας", τη σφαιρική μορφή και το έντονο πράσινο χρώμα των βελονών της παρουσιάζει διαφορές σε μήκος βελονών, διαστάσεις κώνων και σπόρων και επίσης στο βάρος 1000 σπόρων. Οι βελόνες του κανονικού τμήματος είναι σημαντικά μεγαλύτερες, οι κώνοι και σπόροι σχεδόν διπλάσιοι σε διαστάσεις, επίσης το βάρος διπλάσιο (Πίνακας 1). Ενδιαφέρον είναι ότι ο αριθμός σπόρων σε κάθε κώνο είναι ο ίδιος ανεξάρτητα της προελεύσεως των κώνων (86 και 88 αντίστοιχα σπόροι/κώνος) και ότι η φυτρωτικότητα τους, αν και περισσότερο μειωμένη στους σπόρους που προέρχονται από τη "Σκούπα", δεν είναι σημαντικά διαφορετική. Πολύ μεγάλης σημασίας είναι το γεγονός ότι οι σπόροι της "Σκούπας" είναι αποτέλεσμα γονιμοποίησης με γύρη κανονικών φυτών, αφού για χρόνια δε παρατηρήθηκε ανάπτυξη άρσενικών κωνίσκων στο τμήμα αυτό του δέντρου.

Από την αξιολόγηση των φυτών που προέκυψαν από τους σπόρους της "Σκούπας" διαπιστώθηκε ότι αυτά διακρίνονται σε δύο ξεχωριστές και σαφείς κατηγορίες. Η αναλογία των φυτών των δύο κατηγοριών βρέθηκε να είναι 35:37 (κανονικά: νανώδη, αντίστοιχα) δηλαδή 1:1. Στο τέλος της τρίτης αυξητικής περιόδου το μέσο ύψος των φυτών ήταν 1,06 και 0,41 (κανονικά, νανώδη) και στο τέλος της τετάρτης από τη φύτευσή τους 1,77 και 0,60, που δείχνει ότι η διαφοροποίησή τους για το ύψος γίνεται όλο και πιο χαρακτηριστική από χρόνο σε χρόνο (φωτ. 5). Η αναλογία που παρουσιάζουν οι δύο κατηγορίες φυτών μπορεί να προκύψει μόνο αν η "Σκούπα" είναι αποτέλεσμα μιας κυρίαρχης μεταλλάξεως ενός γονιδίου που ελέγχει την μορφή του δέντρου, ή μιας χρωμοσωμικής μεταλλάξεως με κυρίαρχη έκφραση των μορφών $2n+1$ ή $2n-1$.

Στην πρώτη περίπτωση αν θεωρηθεί ότι ο γενότυπος για κα-



Φωτ. 4 και 5. Φυτά από σπόρους ελεύθερης επικονιάσεως της "Σκούπας". Κανονικής μορφής (αριστερά) και νανώδους μορφής (δεξιά).

Fig. 4 and 5. Plants five years old from open-pollinated progeny of the broom. Phenotypically normal (left) and dwarf (right).



Φωτ. 6. Η πειραματική φυτεία απογόνων από σπόρους ελεύθερης επικονιάσεως της "Σκούπας", τέσσερα χρόνια μετά την φύτευση.

Fig. 6. The test plantation of open-pollinated progeny of the broom, four years after planting (35 trees normal v.s. 37 trees dwarf).

κανονικά φυτά είναι αα, τότε για τό τμήμα μέ τή "Σκούπα" θά είν-
 ναι Αα (Α κυρίαρχη μετάλλαξη). Από τή γονιμοποίηση ώκοιττά-
 ρων μέ γενότυπο Α ή α μέ γαμέτες από γύρη μέ γενότυπο α θά
 προκύψουν ζυγώτες Αα καί αα σέ ίση αναλογία καί αντίστοιχα
 φυτά νανώδη καί κανονικά μέ τήν ίδια αναλογία. Τά αποτελέ-
 σματά μας συνηγοροῦν απόλυτα μέ τήν παραπάνω έκδοχή, αφού δ-
 πως εἰπώθηκε μόνο θηλυκοῦς κωνίσκουσ ἀναπτύσσει ἡ "Σκούπα"
 καί κατά συνέπεια ἡ γύρη προέρχεται αποκλειστικά από κανονι-
 κά φυτά. Ὁ Grasso (1969) σέ ἔρευνα ἀπογόνων πού προήλθαν ἀ-
 πό σπόρους "Σκούπας" χαλεπίου πεύκης στήν περιοχή Μπάρι τῆς
 Ἰταλίας, διαπίστωσε ὅτι 45% τῶν φυτῶν ἦταν κανονικά καί 55%
 νανώδη, μία αναλογία δηλαδή 1:1. Ὁ ἴδιος ἀποδίδει τή δη-
 μιουργία τῆς "Σκούπας" σέ μία κυρίαρχη σωματική μετάλλαξη.
 Φαίνεται δηλαδή ὅτι τό φαινόμενο δέν εἶναι σπάνιο στή χαλέπιο
 πεύκη καί ὅτι ἡ αἰτία δημιουργίας του εἶναι τῆς ἴδιας φύσης.
 Πιθανόν δέ ἡ προσβολή ἀπό μύκητες ἢ ἔντομα νά ἀποτελεῖ τό με-
 ταλλαξογόνο μέσο.

Ἡ ἐξήγηση τοῦ φαινομένου σάν ἀποτέλεσμα ἀνευπλοειδίας,
 πού εἶναι δυνατό νά προέλθει ἀπό ἀνωμαλία στή μίτωση θά πρέ-
 πει νά θεωρηθεῖ μάλλον ἀπίθανη χωρίς ὅμως καί νά αποκλειστεῖ,
 ἄν λάβουμε ὑπόψη τό σχετικά μειωμένο ποσοστό φυτρωτικότητας
 τῶν σπόρων προελεύσεως "Σκούπας". Ἡ τυχαία μετακίνηση ἑνός
 ἐπί πλέον χρωμόσωμου σ' ἕνα πόλο στή μίτωση δημιουργεῖ δύο νέα
 κύτταρα μέ $(2n-1)$ καί $(2n+1)$ ἀντίστοιχα ἀριθμό χρωμοσώμων. Ἡ
 ἀπώλεια ἑνός ὁλόκληρου χρωμόσωμου εἶναι συνήθως θανατηφόρα καί
 σπάνια ἀναφέρονται τέτοιες "χίμαιρες" στή βιβλιογραφία (Swan-
 son 1960). Κύτταρα ὅμως μέ $2n+1$ χρωμόσωμα στά φυτά, ὅπως καί
 στά ζῶα, μποροῦν νά δώσουν ἕνα διαφοροποιημένο φαινότυπο πού
 πολλές φορές δέν διακρίνεται ἀπό μία μετάλλαξη παρά μόνο μέ
 κυτογενετική ἔρευνα. Τέτοιοι ὀργανισμοί παράγουν γαμετόφυτα
 καί γαμέτες μέ (n) καί $(n+1)$ χρωμοσωμική σύνθεση πού ὅμως λό-
 γω τῆς ἀπώλειας τοῦ υπεράριθμου χρωμόσωμου στίς μειωτικές διαι-
 ρέσεις τό ποσοστό γαμετοφύτων μέ (n) χρωμόσωμα εἶναι πολύ
 μεγαλύτερο ἀπό αὐτά μέ $(n+1)$. Ἀκόμα ἔχει ἀποδειχθεῖ ὅτι $(n+1)$
 γαμετόφυτα σέ μεγάλο ποσοστό ἀποτυγχάνουν νά δραστηριοποιηθοῦν
 καί ὅτι βασικά μόνο τά θηλυκά γαμετόφυτα φτάνουν νά δώσουν
 γαμέτες ἱκανοῦς γιά γονιμοποίηση, ἐνῶ τά ἀρσενικά ἀποτυγχά-

νουν μέχρι και ποσοστό 98% (Garber 1972). Αν τώρα λάβουμε υπόψη τα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν, την συμπεριφορά των τρισωμικών φυτών που παρουσιάσαμε, θα έπρεπε το ποσοστό των νανωδών φυτών, σε περίπτωση τρισωμίας, να ήταν πολύ μικρό. Έτσι θεωρούμε την υπόθεση της κυρίαρχης μετάλλαξης ότι αποτελεί ικανοποιητική εξήγηση του φαινομένου, μέχρι η κυτογενετική έρευνά μας δώσει περισσότερες πληροφορίες για την χρωσωμική σύσταση των νανωδών φυτών και της "Σκούπας". Τέλος θα πρέπει να απορριφτεί ή περίπτωση γενωμικής μεταλλάξεως, δηλαδή μεταβολής του χρωσωμικού αριθμού του ανώμαλου τμήματος του φυτού κατά ολόκληρα γενώματα, για τους εξής λόγους: Αν ή "Σκούπα" είναι τριπλοειδής τότε θα πρέπει να παρουσιάζει σχεδόν ολοκληρωτική στειρότητα, ενώ αν είναι τετραπλοειδής θα πρέπει οι απόγονοι να είναι όμοιομορφοι.

Η μορφολογική και ανατομική έρευνα των δύο τύπων φυτών έδειξε, ότι η εμφάνισή τους είναι αποτέλεσμα διαφορών τους σε ένα αριθμό χαρακτήρων. Τέτοιοι είναι ή έλλειψη επικόρυφου στα νανώδη, τό μήκος των πλαγίων κλαδιών, τά μεσογονάτια διαστήματα, ή πυκνότητα και τό μήκος των βελονών (Πίνακας ΙΙ). Ακόμα διαφέρουν, οι δύο τύποι σημαντικά σε χαρακτήρες όπως ο αριθμός δοντιών στο μέσο έκαστό της βελόνας και στο μήκος του κολεού. Παρουσιάζεται δηλαδή μία περίπτωση μετάλλαξης με π λ ε ι ο τ ρ ο π ι κ ή έκφραση αφού μεταβάλλει ένα μεγάλο αριθμό χαρακτήρων μορφολογικών και ανατομικών. Ακόμη φαίνεται ότι έχει επίδραση στο φύλο, αφού δεν παρατηρήθηκαν αρσενικοί κώνισκοι στη "Σκούπα" αλλά ούτε στα νανώδη φυτά μέχρι την ηλικία αυτή.

Η μετάλλαξη παρουσιάζει επιστημονικό ενδιαφέρον σαν σπάνιο φαινόμενο στα δασικά μας δέντρα και ιδιαίτερα στην Ελλάδα που για πρώτη φορά διαπιστώνεται στο γένος Pinus. Τα νανώδη φυτά, όπως φαίνεται και στις εικόνες 5 και 6, είναι μορφές ιδιαίτερα έλκυστικές για καλλωπιστικούς σκοπούς.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάπτυξη ιδιομόρφων σχηματισμών με σφαιρική μορφή και πυκνή διάταξη κλαδιών και βελονών, πάνω στον κορμό ή τά χοντρά πλάγια κλαδιά δασικών δέντρων, έχει γενικά αποδοθεί σε παθολογικά αίτια. Οι ακανόνιστες αυτές μορφές αύξησεως, περιγράφονται με τον γενικό όρο "Σκούπα της μάγισσας".

Αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάπτυξη απογόνων έλεύθερης επικονιάσεως, από σπόρους "Σκούπας" δέντρου χαλεπίου πεύκης, έδειξαν με σαφήνεια ότι ή δημιουργία της οφείλεται σε μία σωματική μετάλλαξη. Η μετάλλαξη αυτή είναι κυρίαρχη και προκαλεί νανισμό στα δέντρα που είναι φορείς. Ακόμα έχει επίδραση σε ένα αριθμό άλλων χαρακτήρων, μορφολογικών και ανατομικών, που δείχνει ότι παρουσιάζει πλειοτροπική έκφραση.

SUMMARY*

The development of abnormal growth, with more or less spherical scheme and dense arrangement of branches and needles, on the stem or the main branches of forest trees, has been considered as caused by insects, fungi, other plant pathogens or from no apparent reasons. All these kinds of abnormal growth are described with the general term "Witches brooms".

Results obtained from growing open-pollinated progenies from a broom, substituting the leader of an Aleppo pine tree (*Pinus halepensis*), showed conclusively that the brooming is due to a somatic mutation. This mutant is dominant for dwarfism and moreover has pleiotropic effect on a number of morphological and anatomical characters.

*University of Thessaloniki
School of Forestry
Laboratory of Forest Genetics
and Plant Breeding
Thessaloniki, Greece

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- D u f f i e l d, J.W., and J.E. W h e a t. 1963. Dwarf seedlings from Broomed Douglas-Fir. *Silvae Genetica*, 12:129 - 133.
- F r a n k l i n, C.C., R.E. A d a m s, and A. M i l l e r. 1971. Multiple witches broom. A new type of abnormality in scotch pine (*Pinus sylvestris*). 17th N.E. Forest tree Impr. Conference, 12-14.
- G a r b e r, E.D. 1972. *Cytogenetics*. Mc Gram Hill Book Co. London.
- G r a s s o, V. 1957. Le formazioni a scopazzi su alcune specie di pini. *Accad. Ital. Scienze Forestali*, 6:294-298.
- G r a s s o, V. 1969. Piante nane da scopazzi di Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill). *Ital. Forest e Montana* 24(5): 241-245.
- Κ α τ λ ὀ η ς, Δ.Σ. 1975. *Δασική Παθολογία*. Θεσ/νίκη.
- S w a n s o n, C.P. 1960. *Cytology and Cytogenetics*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. U.S.A.