

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΑΓΡΟ-ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ
ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**“ Βιοποικιλότητα μακρομυκήτων που σχηματίζουν
εκτομυκόρριζες με φυτά των γενών Pinus και Cistus σε
παραθαλάσσια ενδιαιτήματα”**

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Χ. ΔΑΣΚΑΛΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2017

Επιβλέπων Καθηγητής: Γ. Ι. Ζερβάκης

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ και ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

**“ Βιοποικιλότητα μακροκυκήτων που σχηματίζουν εκτομυκόρριζες
με φυτά των γενών *Pinus* και *Cistus* σε παραθαλάσσια
ενδιαιτήματα”**

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Χ. ΔΑΣΚΑΛΟΠΟΥΛΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Γ. Ι. Ζερβάκης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΑΓΡΟ-
ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ»

ΑΘΗΝΑ 2017

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΑΓΡΟ-
ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ»

**“ Βιοποικιλότητα μακροκυκήτων που σχηματίζουν εκτομυκόρριζες
με φυτά των γενών *Pinus* και *Cistus* σε παραθαλάσσια
ενδιαιτήματα”**

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Χ. ΔΑΣΚΑΛΟΠΟΥΛΟΣ

ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΙΣΗΓΗΤΙΚΗΣ - ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ι. ΖΕΡΒΑΚΗΣ Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΑΤΙΝΑΚΗΣ, Καθηγητής ΓΠΑ

ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ, Αναπληρωτής καθηγητής ΓΠΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με τίτλο « Αγροβιοτεχνολογία φυτών και μικροοργανισμών γεωργικής σημασίας» του τμήματος Επιστήμης Φυτικής παραγωγής. Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της, συνεργάστηκα με διάφορους ανθρώπους τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω για την βοήθεια και την στήριξη που μου παρείχαν. Δικαιωματικά η αναφορά μου θα ξεκινήσει από τα μέλη του Εργαστηρίου της Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και αυτό όχι γιατί έκαναν απλώς την δουλειά τους στα πλαίσια του ακαδημαϊκού τους έργου αλλά γιατί είχαμε μια πολύ καλή επικοινωνία και συνεργασία. Πρώτους απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ζερβάκη Γεώργιο, τον πρόεδρο του ΠΜΣ και Διευθυντή του εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας, κ. Κατινάκη Παναγιώτη και τον συνάδελφο μεταδιδακτορικό ερευνητή του Εργαστηρίου κ. Ηλία Πολέμη. Εκτός από την καθεαυτή συνεργασία και βοήθεια που μου παρείχαν για να εκπληρώσω τις μεταπτυχιακές σπουδές μου, τους ευχαριστώ γιατί με αντιμετώπισαν σαν άνθρωπο πρώτα και ύστερα σαν μεταπτυχιακό φοιτητή. Κατά την διάρκεια αυτών των δύο ετών υπήρξαν και στιγμές που χρειάστηκα στήριξη για θέματα εκτός ακαδημαϊκής φύσης και η στήριξη που μου παρείχαν ήταν σημαντική για εμένα. Στην καθεαυτή ακαδημαϊκή συνεργασία στα πλαίσια του ΠΜΣ με στήριξαν επίσης με ποικίλους τρόπους από γραφειοκρατικά ζητήματα μέχρι επιστημονικής φύσεως θέματα. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας στο πρακτικό κομμάτι, αδιάλειπτος συνεργάτης μου υπήρξε ο Ηλίας Πολέμης, ένας άνθρωπος που εκτιμώ πολύ και που ουσιαστικά οφείλω σε αυτόν εν μέρει την μέχρι τώρα πορεία μου. Μετά τον κόσμο των μανιταριών στην προπτυχιακή μου ζωή με μύησε και στον κόσμο των εκτομυκορριζών. Είχε προηγηθεί η δουλειά του στο γνωστικό αντικείμενο των εκτομυκορριζών και ουσιαστικά η δική μου εργασία ήταν μία συνέχεια της δικής του προσπάθειας. Για την συνεργασία μας θα μπορούσα να πω πολλά σχετικά αλλά δεν θα ήταν πιο σημαντικά από το γεγονός πως πέρα από συνεργάτες είμαστε φίλοι. Μαζί με τον κ. Ζερβάκη αλλά και τα υπόλοιπα μέλη του Εργαστηρίου ήταν οι βασικοί λόγοι που με οδήγησαν πάλι στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο καθώς η σύνθεση και η ποιότητα των ανθρώπων του εργαστηρίου ήταν ο πιο σταθερός μου οδηγός ώστε να πάρω αυτή την απόφαση. Με τους περισσότερους είχα συνεργαστεί ξανά και στην προπτυχιακή μου ζωή και τους ήξερα. Με τον κ. Κατινάκη δεν είχα συνεργαστεί ξανά ωστόσο τον εκτίμησα αρκετά σαν άνθρωπο και μου έκανε πραγματικά πολύ θετική εντύπωση η στάση του σε συγκεκριμένα προβλήματα που αντιμετώπισα και όχι μόνο. Εκτίμησα επίσης και την βοήθεια που παρείχε σε όλους τους συμφοιτητές μου στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος. Εκτός των προαναφερθέντων θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αναπληρωτή καθηγητή μου κ. Γεωργακόπουλο Δημήτρη με τον οποίο επίσης είχα και έχω μια πολύ καλή συνεργασία.

Από τους συνεργάτες μου στο ερευνητικό κομμάτι θα ήθελα να ευχαριστήσω ξεχωριστά την υποψήφια διδάκτορα Βίκυ Φρυσούλη η οποία εκτός των άλλων συντέλεσε ουσιαστικά στην εκπόνηση αυτής της μελέτης, βοηθώντας με στο κομμάτι των μοριακών ταυτοποιήσεων, τον καθηγητή και υπεύθυνο Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας του Γ.Π.Α. κ. Φασσέα Κωνσταντίνο, για την βοήθειά του με τις τομές του κρυοτόμου που χρειάστηκαν να γίνουν και τον Λίνο Κόττη, ιδρυτικό μέλος του Συλλόγου των Μανιταρόφιλων Ελλάδος, για την φιλοξενία και την βοήθεια του σχετικά με την συλλογή των δειγμάτων από την περιοχή της Πάρου. Κατά την διάρκεια αυτών των δύο ετών επίσης δέχτηκα σημαντική βοήθεια και στήριξη και από διάφορους άλλους ανθρώπους. Θέλω να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που απαρτίζουν το δυναμικό του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας, τους συμφοιτητές μου και όλους όσους ακόμα συνεργάστηκα από τον χώρο του πανεπιστημίου, κυρίως την γραμματέα του ΠΜΣ κ. Λύτρα Ιωάννα η οποία σε όλα τα γραφειοκρατικά θέματα ήταν πολύ εξυπηρετική. Πέρα από τον πανεπιστημιακό χώρο θέλω να αναφερθώ στην αμέριστη βοήθεια που μου παρείχαν οι άνθρωποι από την πρώην εργασία μου, οι οποίοι στήριξαν από την πρώτη στιγμή την απόφασή μου να κάνω μεταπτυχιακές σπουδές. Χωρίς την ανοχή τους δεν θα μπορούσα να ξεκινήσω καν την προσπάθειά μου. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς την σύντροφό μου που με ανέχεται και με στηρίζει, την οικογένειά μου και τους φίλους μου γιατί είναι πάντα δίπλα μου στις χαρές και στις δυσκολίες.

Περίληψη

Η εκτομυκορριζική συμβίωση αποτελεί μια εξειδικευμένη στρατηγική συνέργειας μεταξύ φυτών και μυκήτων, απαραίτητη για την ανάπτυξη και την ευρωστία τους. Εμφανίζεται πάνω από 80 αυτόνομες φορές στην εξελικτική ιστορία κάτι που υποδεικνύει τη σημαντικότητα και την επιτυχία της. Πιθανολογείται πως ήταν μια εξέλιξη της ήδη επιτυχημένης ενδομυκορριζικής συμβίωσης και επικράτησε λόγω της αυξημένης ικανότητας προσαρμογής των εκτομυκορριζικών (ECM) μυκήτων στο εδαφικό περιβάλλον. Παρουσιάζεται εκτεταμένα στο Βόρειο Ημισφαίριο, στο οποίο τα μεσογειακά οικοσυστήματα αποτελούν ένα σημαντικό βιότοπο προτεραιότητας. Η Μεσόγειος θεωρείται ως περιοχή με αυξημένα ποσοστά βιοποικιλότητας αλλά με αυξημένο κίνδυνο απώλειας ενδιαιτημάτων λόγω της κλιματικής αλλαγής και άλλων ανθρωπογενών παραγόντων. Τα παραθαλάσσια αμμοθινικά οικοσυστήματα αποτελούν περιοχή υψηλού κινδύνου καθώς οι περιβαλλοντικές συνθήκες φτάνουν σε οριακά σημεία. Έτσι η εκτομυκορριζική στρατηγική συμβίωσης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση συγκεκριμένων ειδών φυτών. Η μελέτη των υπόγειων κατασκευών των φυτών με τους ECM μύκητες παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες και δεν είναι τυχαίο πως είναι σχετικά παραμελημένος τομέας της μυκητολογίας. Στην Ελλάδα, η παρούσα εργασία μόλις η δεύτερη που εστιάζει στα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά των ECM μυκήτων, παρόλο που ως χώρα παρουσιάζει ιδιαιτερότητες και πλούσια βιοποικιλότητα.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η βιοποικιλότητα των εκτομυκορριζικών μυκήτων που εμφανίζονται σε συγκεκριμένα παραθαλάσσια αμμοθινικά οικοσυστήματα της Ελλάδας. Επιλέχθηκαν δύο νησιωτικές και δύο ηπειρωτικές περιοχές, όπου στις μεν ηπειρωτικές επικρατούν τα είδη θερμόφιλης πεύκης ενώ στις δε νησιωτικές επικρατούν κυρίως φρύγανα της μακκίας βλάστησης με ισχυρή παρουσία του εκτομυκορριζικού γένους *Cistus*. Πραγματοποιήθηκαν 12 δειγματοληψίες σε διάστημα 1,5 έτους και απέδωσαν μεγάλο αριθμό εκτομυκορριζικών μορφότυπων μαζί με μικρό αριθμό καρποσωμάτων μυκήτων. Από αυτά επιλέχθηκε να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στο γένος *Inocybe* γιατί αποτελούσε το πολυπληθέστερο σε αριθμό ευρημάτων γένος όπως προέκυψε από προγενέστερες μελέτες στα συγκεκριμένα ενδιαιτήματα. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ομαδοποίηση των εκτομυκορριζικών μορφότυπων με βάση μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά ενώ στη συνέχεια παραλήφθηκε DNA από επιλεγμένους αντιπροσωπευτικούς μορφότυπους, το οποίο αλληλουχήθηκε (περιοχή ITS-5,8S rDNA). Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν, περιγράφηκαν αναλυτικά όλοι οι μορφότυποι που αντιστοιχούσαν σε είδη του γένους *Inocybe* καθώς και είδη άλλων γενών που είχαν ταυτοποιηθεί μαζί με εξέταση καρποσωμάτων, κατά τη διάρκεια της παρούσας εργασίας είτε προγενέστερων σχετικών εργασιών του Εργαστηρίου στις εν λόγω περιοχές. Η παρούσα εργασία απέδωσε 12 περιγραφές εκτομυκορριζών, από τις οποίες μόνο οι 3 προυπήρχαν στη διεθνή

βιβλιογραφία. Εννέα (9) από αυτές αποτελούν νέες περιγραφές εκτομυκορριζών για την επιστήμη, 6 εκ των οποίων έφτασαν μέχρι το επίπεδο του είδους και 3 εκ των οποίων αφορούν εκτομυκόρριζες *Inocybe* sp. οι οποίες είναι πολύ πιθανό στο μέλλον να συσχετιστούν μοριακά με αταυτοποίητα βασιδιώματα. Από τα αποτελέσματα αυτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι εκτομυκόρριζες του *Inocybe arenaria* (το οποίο πρόσφατα ταυτοποιήθηκε ως καινούργιο είδος) σε φυτά *Pinus* και *Cistus*, η εκτομυκόρριζα του *Inocybe rufuloides* σε φυτά *Cistus* (καθώς αποδεικνύει την σχέση του συγκεκριμένου μύκητα με πλατύφυλλα), η εκτομυκόρριζα του *I. pseudodesrticta*, που παρουσιάζει στοιχεία ψευδοπαρεγγυματικής δομής μανδύα και εισάγει νέα στοιχεία για τα χαρακτηριστικά του γένους *Inocybe* και τέλος οι διαφοροποιήσεις των περιγραφών μας για το *Lactarius tesquorum* + *Cistus* spp. και 2 εκτομυκορριζών *Inocybe* sp. σε σχέση με τα γενικά χαρακτηριστικά των γενών τους. Επιπλέον έγινε μια εις βάθος διερεύνηση των μορφοανατομικών δομών των εκτομυκορριζών, η οποία είναι πολύτιμη για την κατανόηση της οικολογίας της εκτομυκορριζικής συμβίωσης εν γένει.

Επιστημονικό πεδίο: Μυκητολογία

Λέξεις κλειδιά: Εκτομυκόρριζες, αμμοθίνες, μύκητες, πέυκα, λαδανιές.

Abstract

Ectomycorrhizal (ECM) symbiosis is a diversified survival strategy between several plants and fungi, necessary for their establishment and robustness. It appears more than 80 different times in evolutionary history which points out its importance and success. It is probable that ECM lifestyle was a transformation of the already successive endomycorrhizal symbiosis and finally prevailed because of the higher ability of ECM fungi to exploit soil environments. It appears extensively in Northern Hemisphere, in which the Mediterranean ecosystems constitute an important priority habitat. The Mediterranean region is considered as a region of high biodiversity but also with an increased risk of habitat loss due to climate change. Littoral sand dunes habitats are among high-risk habitats because the environmental conditions reach marginal values, and ECM lifestyle is one of the important factors that supporting life of numerous plants. Studying the underground structures of plants with ECM fungi presents several difficulties and it is not irrelevant that it is a relatively neglected research area. This work is only the second pertinent conducted in Greece, despite the fact that this is a country with high biodiversity.

In present work the diversity of ECM fungi is examined in selected littoral sand dune habitats of Greece. Two island and two continental areas were selected. Island areas were dominated by *Cistus* plants and continental areas were dominated by Mediterranean thermophilous pines. Twelve samples were obtained during a period of 1.5 years and yielded many ECM morphotypes together with several fruitbodies. Special emphasis was given to the fungal genus *Inocybe* because of its known predominance in these habitats. At an initial phase, ectomycorrhizal root tips were grouped to morphotypes thorough examination of their morphoanatomical characters, and then the most interesting findings (root-tips and basidiomes) were processed for DNA extraction, amplification (region ITS – 5,8S rDNA) and sequencing. Twelve ectomycorrhizal root-tips descriptions were completed, nine of which were performed for the first time, i.e. they constitute novel descriptions to science; identification at species level was possible for six of of them, while other three were identified to genus level (*Inocybe*). Of particular interest were the ectomycorrhiza of the recently described species *Inocybe arenaria* with *Pinus* and *Cistus* plants, the *Inocybe rufuloides* x *Cistus* spp. ectomycorrhiza (which evidences *I.rufuloides* symbiosis with angiosperms), the *Inocybe pseudodestructa* x *Pinus* spp. which features almost pseudoparenchymatous mantle structure and insert new and introduces new data on the characteristics of the genus *Inocybe* and the differentiated descriptions (in relation to already existing pertinent information) between *Lactarius tesquorum* and *Cistus* spp. and of two *Inocybe* sp. associated with *Pinus* and *Cistus* plants. In addition, a detailed investigation of ectomycorrhizal morphanatomic features was conducted on several other specimens obtained from these particular habitats, which is valuable for understanding the ecology of the ECM lifestyle.

Scientific field: Mycology, Microbiology

Keywords: Ectomycorrhiza, sand dunes, fungi, Pinus, Cistus.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1. Γενικά περί μυκορριζών.....	13
1.1.1. Η συμβίωση φυτών – μυκήτων διαμορφώνει τον πλανήτη.....	14
1.1.2. Εκτομυκορριζική στρατηγική συμβίωσης.....	15
1.1.3. Ρόλος και λειτουργία εκτομυκορριζών στα οικοσυστήματα	16
1.2. Βασικά στοιχεία μορφολογίας και ανατομίας εκτομυκορριζών.....	19
1.2.1 Εισαγωγή.....	19
1.2.2 Βασικά ταξινομικά χαρακτηριστικά.....	23
1.2.3 Άλλα σημαντικά μορφολογικά διαγνωστικά στοιχεία.	34
1.2.4. Άλλα ανατομικά διαγνωστικά χαρακτηριστικά.	41
1.2.5. Χημικές αντιδράσεις	49
1.2.6. Μορφολογική ομαδοποίηση των βασικών εκτομυκορριζικών χαρακτηριστικών.....	50
1.3. Βιοποικιλότητα και οριακά περιβάλλοντα.	51
1.3.1. Παραλιακά αμμοθινικά οικοσυστήματα	52
1.3.2. Περιγραφή μορφοανατομικών χαρακτηριστικών των κύριων γενών που απαντώνται σε αμμοθινικά οικοσυστήματα	54
1.4. Τα φυτά των γενών <i>Pinus</i> και <i>Cistus</i> ως συμβιωτές εκτομυκορριζικών μυκήτων.....	55
1.5. Υφιστάμενη γνώση στην Ελλάδα σχετικά με τους ECM μύκητες και τις συμβιωτικές τους κατασκευές.	56
1.6. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας.	57
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	59
2.1. Περιοχές μελέτης.....	59
2.2. Βιολογικό υλικό.	60
2.3. Δειγματοληψίες και εργασίες πεδίου	69
2.3.1. Χειρισμός δειγμάτων μανιταριών	69
2.3.2. Χειρισμός δειγμάτων εδάφους και φυτικών ιστών.....	69
2.4. Μικροσκοπία	70
2.5. Παραλαβή DNA από επιλεγμένα δείγματα ακροριζιδίων, ενίσχυση, αλληλούχηση και φυλογενετική ανάλυση της περιοχής ITS-5.8S rDNA	70
3. Αποτελέσματα - Συζήτηση.....	73
3.1. Περιγραφές ειδών	81
<i>Inocybe arenaria</i> (Bon) E. Ludw (2017).....	83
<i>Inocybe arenaria</i> x <i>Cistus</i> spp.....	85
<i>Inocybe arenaria</i> x <i>Pinus</i> spp.....	89
<i>Inocybe rufuloides</i> Bon. (1984).....	96

<i>Inocybe rufuloides</i> x <i>Cistus</i> spp.....	98
<i>Inocybe rufuloides</i> x <i>Pinus</i> spp.....	102
<i>Inocybe pseudodestructa</i> Stangl & J. Veselský (1973).....	110
<i>Inocybe pseudodestructa</i> x <i>Pinus</i> spp.....	112
<i>Inocybe</i> sp.6 x <i>Cistus</i> spp.....	117
<i>Inocybe</i> sp.7 x <i>Cistus</i> spp.	121
<i>Inocybe</i> sp. 8 x <i>Pinus</i> spp.	126
<i>Hebeloma cavipes</i> Huijsman. (1961).....	131
<i>Hebeloma cavipes</i> x <i>Cistus</i> spp.....	133
<i>Lactarius tesquorum</i> Malençon, (1979)	138
<i>Lactarius tesquorum</i> x <i>Cistus</i> spp.....	140
<i>Rhizopogon roseolus</i> (Corda) Th. Fr. (1909).....	146
<i>Rhizopogon roseolus</i> x <i>Pinus</i> spp.	148
<i>Suillus mediterraneensis</i> (Jacquet & J. Blum) Redeuilh	154
<i>Suillus mediterraneensis</i> x <i>Pinus</i> spp.....	156
3.2. Δεδομένα από την αλληλούχηση του τμήματος ITS-5,8SrDNA επιλεγμένων εκτομυκορριζών.	162
4. Συμπεράσματα- Συζήτηση.	165
Βιβλιογραφία	171

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

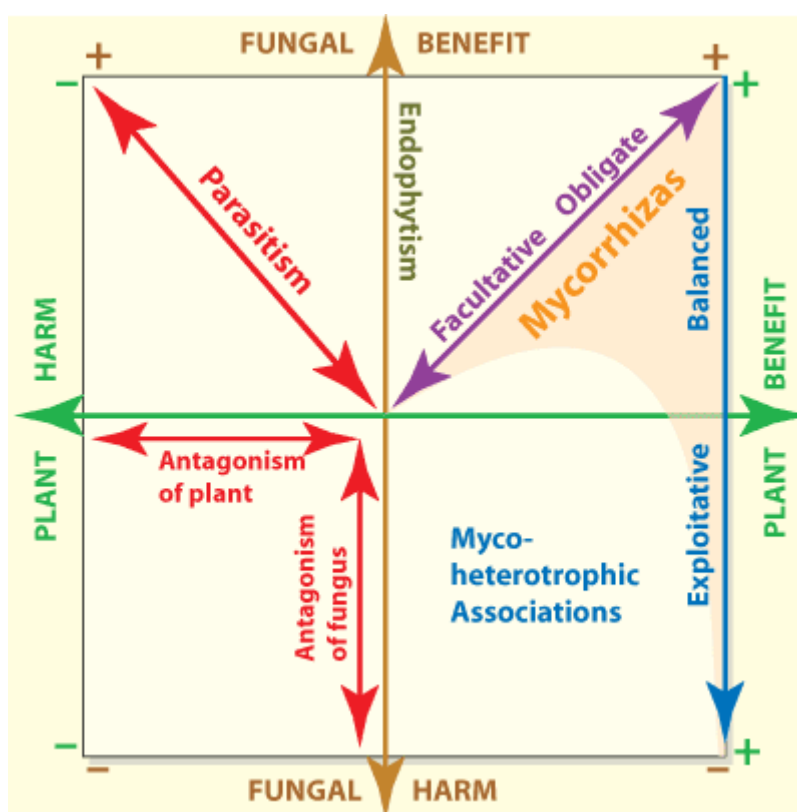
1.1. Γενικά περί μυκορριζών

Η μυκορριζική συμβίωση είναι μια επιτυχημένη στρατηγική συνέργειας μεταξύ φυτών και μυκήτων, η οποία συνδιαμορφώθηκε στο πέρασμα του εξελικτικού χρόνου (Selosse et al. 2015). Οι μυκορριζες είναι συμβιωτικές δομές απαραίτητες για τον έναν ή και τους δύο εταίρους, μεταξύ των μυκήτων και ριζών ή άλλων υπόγειων εξειδικευμένων οργάνων των ζωντανών φυτών, με κύριο ρόλο την μεταφορά θρεπτικών στοιχείων μεταξύ τους (Brundrett 2004). Περιγράφηκαν πρώτη φορά το 1885 από τον Frank (1885) ως κοινές, συμβιωτικές κατασκευές μεταξύ φυτικών ριζών και μυκήτων με σκοπό το αμοιβαίο όφελος (Trappe 2005). Διακρίνονται σε δύο κυρίαρχους τύπους ενώσεων τις Ενδομυκορριζες ή Θυσανώδεις Μυκορριζες (arbuscular mycorrhizae - AM ή vesicular-arbuscular mycorrhizae - VAM) και τις Εκτομυκορριζες (ectomycorrhizae, ECM), ωστόσο στην Φύση απαντώνται και σε διάφορες άλλες υποκατηγορίες ή μορφότυπους (Brundrett 2004). Οι εκτομυκορριζικοί μύκητες ονομάστηκαν έτσι γιατί σχηματίζουν ένα συγκεκριμένο μοτίβο συμβίωσης με τα φυτά ξενιστές τους, στο οποίο ο μύκητας με τις υφές του δημιουργεί έναν μανδύα του καλύπτει εξωτερικά το ακροριζίδιο (Tedersoo et al. 2010). Στο εσωτερικό της ρίζας οι υφές των εκτομυκορριζικών μυκήτων αποκτούν μια χαρακτηριστική δικτυωτή μορφή (δίκτυο Hartig) καθώς αναπτύσσονται ως επί το πλείστον στους μεσοκυττάριους χώρους, σε αντιδιαστολή με τους ενδομυκορριζικούς μύκητες, των οποίων οι υφές σχηματίζουν θυσανώδεις ή κυστοειδείς προεκβολές μέσα στα κύτταρα της ρίζας (Brundrett 2004, 2008).

Οι ενδομυκορριζικοί μύκητες εκτιμάται πως σχηματίζουν μυκορριζικές σχέσεις με το 80-90% των ανώτερων φυτών (Mosse 1973, Mosse et al. 1981). Θεωρούνται πως προϋπήρχαν των φυτών στην στεριά (Bonfante & Selosse, 2010) και πως η επιτυχημένη μετάβαση των φυτών από τη θάλασσα στην στεριά ίσως οφείλεται στην συμβιωτική σχέση που ανέπτυξαν μαζί τους, καθώς απέκτησαν πρόσβαση στα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους και κυρίως στον δυσεπίκτητο φώσφορο (Lapeyrie et al. 1991, Hoffland et al. 2004). Η εμφάνιση των πρώτων φυτών στην στεριά μάλλον προήλθε από τη συμβίωση φυκών με φωτοσυνθετικές ικανότητες, ανίκανων όμως να προσλάβουν νερό και θρεπτικά από το έδαφος και ετερότροφων μυκήτων, οι οποίοι είχαν την ικανότητα να εκμεταλλεύονται το έδαφος (Selosse and LeTacon 1998, Selosse & Strullu-Derrien, 2015). Η επιτυχία αυτής της ένωσης διαμόρφωσε τον πλανήτη Γη και το κλίμα του στην μορφή που το βιώνουμε σήμερα (Selosse et al. 2015).

Η συμβίωση δύο ή περισσότερων οργανισμών μπορεί έχει θετικό, ουδέτερο ή και αρνητικό πρόσημο και να παρουσιάζει διάφορες εντάσεις και ανισορροπίες στα οφέλη που προσδίδει στους εταίρους (Brundrett 2008). Η κατάσταση που και οι δύο εταίροι οφελούνται ονομάζεται αμοιβαιότητα (mutualism). Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1) κόστους - κέρδους,

οι μυκόρριζες εμπεριέχουν ένα εύρος καταστάσεων συμβίωσης όπου το φυτό πάντα έχει μεγαλύτερο ή μικρότερο όφελος ενώ οι μύκητες μπορεί και να φτάσουν και σε σημεία που το κόστος της συμβίωσης να υπερβαίνει το όφελος. Μια τυπική, ισορροπημένη μυκορριζική σχέση είναι εξαρτημένη, οι εταίροι επενδύουν αρκετά στην σχέση και τα οφέλη τους είναι αμοιβαία. Σε προαιρετικές σχέσεις η επένδυση και τα οφέλη είναι σχετικά μικρότερα ωστόσο το πρόσημο παραμένει θετικό (<https://mycorrhizas.info>). Οι περιπτώσεις που οι μύκητες έχουν σημαντικό κόστος αναφέρονται στις λεγόμενες μυκοετεροτροφικές σχέσεις, κατά τις οποίες τα φυτά αντί να παράγουν οργανικό άνθρακα (C) τον προσλαμβάνουν από τους συμβιωτικούς μύκητες, όπως συμβαίνει στις ορχιδέες (Trudell et al. 2003, Bidartondo et al. 2004).



Εικόνα 1. Διάγραμμα οφέλους - κόστους των συμβιωτικών σχέσεων μεταξύ φυτών και μυκήτων (Brundrett 2004).

1.1.1. Η συμβίωση φυτών – μυκήτων διαμορφώνει τον πλανήτη.

Οι πρώτες εξελιγμένες φυτοκοινωνίες, με μεγάλη συσσώρευση βιομάζας εμφανίστηκαν πριν από περίπου 400 εκ. κατά τη Δεβόνια περίοδο, εν μέρει χάρις τη συμβίωση των φυτών με μύκητες που είχαν αυξημένες ικανότητες πρόσληψης θρεπτικών από το έδαφος. (Stein et al. 2012). Η συμβίωση είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση στη διάβρωση των πυριτικών αλάτων μαγνησίου και ασβεστίου των εδαφών και την απελευθέρωση του απαραίτητου για την ανάπτυξη Φωσφόρου (P)

από τα ορυκτά. Τα στοιχεία αυτά κατέληγαν στην θάλασσα με συνέπεια την μείωση του ατμοσφαιρικού CO₂ πιθανόν μέχρι και 80% λόγω της αύξησης της ικανότητας δέσμευσης CO₂ από τους ωκεανούς, την επακόλουθη μείωση της θερμοκρασίας του πλανήτη και την έλευση των παγετώνων (Selosse et al. 2015). Επίσης η αύξηση των οργανικών υπολειμμάτων στα εδάφη οδήγησε στην αύξηση του ατμοσφαιρικού O₂ με διάφορες συνέπειες, όπως οι πυρκαγιές (Lenton 2001, Scott et al. 2014). Η συμβίωση φυτών και μυκήτων φαίνεται πως οδήγησε στην σταθεροποίηση της χημείας της ατμόσφαιρας (Selosse et al. 2015).

Οι εκτομυκορριζικές συμβιωτικές σχέσεις φαίνεται πως επικράτησαν εξελικτικά λόγω της μεγαλύτερης ικανότητας των εκτομυκορριζικών μυκήτων στη διάβρωση των ορυκτών και στην πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με τους ενδομυκορριζικούς μύκητες (Taylor et al. 2011, Qiu et al. 2012, 2014) και πιθανότατα αντικατέστησαν τις ενδομυκορριζικές στις περιοχές αυτές όπου υπήρχε συσσώρευση οργανικής ύλης (Courty et al 2010). Τα πρώτα απολιθώματα από εκτομυκορριζικές ρίζες προέρχονται πριν από περίπου 50εκ. χρόνια (LePage et al. 1997) ωστόσο τα πρώτα απολιθώματα φυτών που φιλοξενούν εκτομυκορριζικούς μύκητες προέρχονται από την Κρητιδική περίοδο, γύρω στα 120εκ. χρόνια πριν (Taylor et al. 2011). Κλιματικά μοντέλα δείχνουν πως η εμφάνιση της ECM συμβίωσης μπορεί να οδήγησε στην πτώση των επιπέδων του CO₂ που παρατηρείται από την Κρητιδική περίοδο και εκτοτε. (Taylor et al. 2011). Στα εδάφη των εύκρατων περιοχών, οι κλιματικές συνθήκες περιορίζουν τη φυσική και μικροβιακή αποσάθρωση και ανοργανοποίηση και έτσι τα φυτά τα οποία υιοθέτησαν την ECM συμβίωση απέκτησαν πλεονέκτημα, προσαρμόστηκαν και πλέον επικρατούν σε αυτές τις περιοχές (Read 1991, Selosse and LeTacon 1998).

1.1.2. Εκτομυκορριζική στρατηγική συμβίωσης

Η εκτομυκορριζική συμβίωση αναπτύχθηκε αυτόνομα περίπου 80 ανεξάρτητες φορές κατά την διάρκεια της εξελικτικής ιστορίας (Tedersoo & Smith. 2013) και από ότι φαίνεται απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία της είναι η απώλεια των υπευθύνων γονιδίων για λιγνινόλυση από τους μύκητες (Selosse et al. 2015). Οι ECM μύκητες προήλθαν από σαπροτροφικούς μύκητες εδάφους μέσω επαναλαμβανόμενης απώλειας λιγνινολυτικών γονιδίων, χάνοντας δηλαδή την ικανότητά τους για ελεύθερη, μη εξαρτώμενη επιβίωση (Hibbett et al. 2000, Tedersoo et al. 2010, Plett & Martin 2011, Floudas et al. 2012, van der Heijden et al. 2015, Kohler et al. 2015) Ωστόσο φαίνεται πως μερικά γένη διατηρούν ιδιότητες λύσης φυτικών κυττάρων τις οποίες όμως χρησιμοποιούν μόνο για την πρόσληψη του οργανικού N και P (Rineau et al. 2013) και η συμβίωση παραμένει η αποκλειστική πηγή τους για οργανικό C (Selosse et al. 2015). Η ECM συμβίωση χαρακτηρίζεται επίσης από την έκφραση διαφόρων γονιδίων κάποια από τα οποία αφορούν

εξειδικευμένες πρωτεΐνες-αναστολείς των αμυντικών μηχανισμών των φυτών, παρόμοιων με αυτών που βρίσκονται στους παθογόνους μύκητες (Plett et al. 2014, Schmidt & Panstruga 2011, Kuhn and Panstruga 2014)

Η εκτομυκορριζική συμβίωση έχει αποδειχθεί για περίπου 250 γένη μυκήτων (Tedersoo & Smith 2013,) ενώ 6000-7000 είδη φυτών που ανήκουν σε 250-300 περίπου γένη θεωρείται πως μπορούν να σχηματίσουν αληθινή εκτομυκορριζική συμβίωση αν και υπάρχουν ενδείξεις για ακόμη περισσότερα (Tedersoo & Brundrett 2017). Οι περιοχές εξάπλωσης των φυτών που αναπτύσσουν εκτομυκορριζικές σχέσεις βρίσκονται κυρίως στις Εύκρατες, Υποαλπικές και Μεσογειακές κλιματικές ζώνες και έως σήμερα εντοπίζονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στο Βόρειο Ημισφαίριο (Courty et al. 2010, Tedersoo 2017). Στα φυτά η εκτομυκορριζική συμβίωση έχει αναπτυχθεί τουλάχιστον 30 ανεξάρτητες φορές στην εξελικτική ιστορία (Tedersoo & Brundrett 2017). Τα εκτομυκορριζικά φυτά αν και από πλευράς αριθμού αφορούν ίσως μόνο το 2% του συνολικού αριθμού των υπάρχοντων ειδών (Brundrett 2009) σχηματίζουν εκτεταμένα δάση και καλύπτουν μεγάλο ποσοστό της επιφάνειας της Γής. Στην πλειονότητά τους τα εκτομυκορριζικά φυτά είναι δέντρα και θάμνοι ωστόσο υπάρχουν και άλλοι τύποι φυτών όπως βούρλα (*Kobresia* spp.), ποώδη φυτά (*Polygonum* spp.), ορχιδέες κ.α. (Tedersoo & Brundrett 2017).

Από την πλευρά των μυκήτων, εκτομυκορριζες σχηματίζουν οι λεγόμενοι «ανώτεροι μύκητες» οι υφές των οποίων χωρίζονται με εγκάρσια διαφράγματα και ανήκουν κυρίως στα φύλα των Βασιδιομυκήτων και των Ασκομυκήτων, όπως επίσης και κάποιοι Ζυγομύκητες της οικ. *Endogonaceae* (Brundrett 2008). Η μεγάλη πλειονότητα των εκτομυκορριζικών μυκήτων είναι Βασιδιομύκητες (95%) ενώ οι Ασκομύκητες απαντώνται σε μικρότερο ποσοστό, περίπου 4,8% (Molina et al. 1992). Υπάρχει μεγάλη διακύμανση και πλαστικότητα σε σχέση με την οικολογική τους εξειδίκευση και ενώ κάποια γένη θεωρείται πως είναι αποκλειστικά εκτομυκορριζικά για άλλα οι διατροφικές τους συνήθειες δεν έχουν ακόμα διαλευκανθεί (Rinaldi et al. 2008, Tedersoo & Smith. 2013). Οι εκτομυκορριζικοί μύκητες από ότι φαίνεται προϋπήρχαν της εμφάνισης των φυτών ξενιστών τους και η εκτομυκορριζική συμβίωση εξελίχθηκε από διάφορα αυτόνομα παρακλάδια και όχι από ένα κοινό πρόγονο (Bruns and Shefferson 2004, Hibbett 2009, Martin et al. 2010, Tedersoo et al. 2010).

1.1.3. Ρόλος και λειτουργία εκτομυκορριζών στα οικοσυστήματα

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι εκτομυκορριζες αναπτύχθηκαν αυτόνομα από κάποιες κατηγορίες φυτών κατά την εξελικτική διαδικασία. Κομβικό ρόλο στην επιτυχημένη προσαρμογή όλων των τύπων μυκορριζας, φαίνεται να έχει η ικανότητά των μυκοβιωτών να αποσπούν θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος και άρα να δίνουν συγκριτικό πλεονέκτημα στα φυτά

ξενιστές τους σε περιβάλλοντα με περιορισμένη διαθεσιμότητα στα θρεπτικά αυτά (Jentschke et al. 2001). Ο Courty (2010) παρομοιάζει εύστοχα τις μυκορριζικές συμβιώσεις ως μια συνεργασία μεταξύ οργανισμών, οι οποίοι είναι προσαρμοσμένοι να επιβιώνουν και να «εκμεταλλεύονται» το έδαφος (μύκητες –μυκοβιωτές) με οργανισμούς, οι οποίοι είναι προικισμένοι με αντίστοιχες ικανότητες «εκμετάλλευσης» του αέρα και την φωτεινή ακτινοβολία (φυτά – φωτοβιωτές). Στην φύση τα πράγματα όμως δεν είναι τόσο απλά. Οι εκτομυκόρριζες αφορούν ένα εύρος περιπτώσεων αλληλεπίδρασης με διαφορετικές εντάσεις εμφάνισης των φαινομένων (Brundrett 2004, 2008).

1.1.3.1. Άμεσες επιδράσεις

Οι εκτομυκορριζικοί μύκητες είναι απαραίτητοι για την υγεία και την ανάπτυξη των δασικών φυτικών ειδών, τα οποία ωφελούν με διάφορους τρόπους. Η σημαντικότερη συμβολή τους είναι η διευκόλυνση της πρόσληψης των ανόργανων θρεπτικών από το έδαφος, ιδιαίτερα αυτών που εμφανίζουν μειωμένη κινητικότητα, όπως ο P και διάφορα ιχνοστοιχεία (Smith and Read 2008), αλλά και του N (Martin 1985, Chalot and Bran 1998). Τα φυτά ανταποδίδουν και προσφέρουν στους μύκητες οργανικές ενώσεις από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης (Brundrett 2008) Αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τους διάφορους άμεσους ή έμμεσους τρόπους που η εκτομυκορριζική συμβίωση ευνοεί την λειτουργία των οικοσυστημάτων. Οι van der Heijden and Horton (2009) θεωρούν πως μετά την διευκόλυνση της πρόσληψης των θρεπτικών ακολουθεί σε σημαντικότητα η διευκόλυνση της εγκατάστασης των νεαρών δενδρυλλίων. Θεωρείται δεδομένο πως οι ECM μύκητες επεκτείνουν την ριζόσφαιρα του φυτού πέρα από τα ακρότατα σημεία που φτάνουν οι ρίζες τους λόγω της αλληλεπίδρασης με τις υφές τους, σχηματίζοντας έτσι την εκτομυκοριζόσφαιρα (Marschner 1995, Agerer et al. 2012, Brundrett & Cairney 2002, van der Heijden και Horton 2009). Έτσι αυξάνουν την πρόσβασή τους στον χώρο και άρα στα ανόργανα θρεπτικά και στο νερό (Brownlee et al. 1983, Brundrett 1991, Wartinger et al. 1994, Marschner 1995, Unestam and Sun 1995, Smith and Read 2008). Πολύτιμο μέσο των μυκήτων για την πρόσληψη των δεσμευμένων ανόργανων θρεπτικών του εδάφους είναι η ικανότητά τους να αποσαθρώνουν τα ορυκτά και τα πετρώματα (weathering) μετατρέποντας σε διαθέσιμα τα συστατικά τους (Paris et al. 1996, Mahmood et al. 2001). Παράλληλα οι ECM μύκητες είναι ικανοί να προσφέρουν στα φυτά πρόσβαση και στα θρεπτικά στοιχεία που προκύπτουν από την αποσύνθεση της οργανικής ύλης του εδάφους, τα οποία δεν είναι άμεσα διαθέσιμα στα φυτά. Έτσι αποτρέπουν την έκπλυση τους, ιδιαίτερα τις περιόδους που η δραστηριότητα των φυτών είναι μειωμένη και συμβάλλουν στην ανακύκλωση των θρεπτικών του οικοσυστήματος. (Turnbull et al. 1995, Chalot and Brun 1998, Näsholm et al. 1998, Lussenhop and Fogel 1999) Πράγματι αρκετοί εκτομυκορριζικοί μύκητες είναι ικανοί να παράγουν διάφορα υδρολυτικά και οξειδωτικά ένζυμα τα οποία αποδομούν τις πολύπλοκες οργανικές ενώσεις που περιέχουν N και P, σε μικρότερες τις

οποίες μετέπειτα μεταφέρουν στα φυτά (Leake and Read 1990, Hodge et al. 1996, Gramms et al. 1998, Tibbett et al. 1999, Plassard et al. 2000, Burke and Cairney 2002, Leake et al. 2002, Taylor et al. 2004, Courty et al. 2010). Σημαντική, επίσης είναι η συνεισφορά των ECM μυκήτων στην υγεία και ευρωστία των φυτών, ή λόγω ανταγωνισμού με παρασιτικούς οργανισμούς (Marx 1969, Bhat et al. 1997, Morin et al 1999, Sen, 2001) είτε λόγω διαφόρων αλλαγών που επιφέρουν στα επίπεδα του δυναμικού του νερού, των φυτικών ορμονών, της αφομοίωσης του C και της παραγωγής δευτερογενών μεταβολιτών (Slankis 1973, Brownlee et al. 1983, Brundrett 1991, Gay et al. 1994, Wartinger et al. 1994, Unestam and Sun 1995, Beyeler and Heyser 1997, Simard et al. 1997, Karabaghli-Degron et al. 1998, Barker and Tagu 2000, Smith and Read 2008).

1.1.3.2. Έμμεσες επιδράσεις

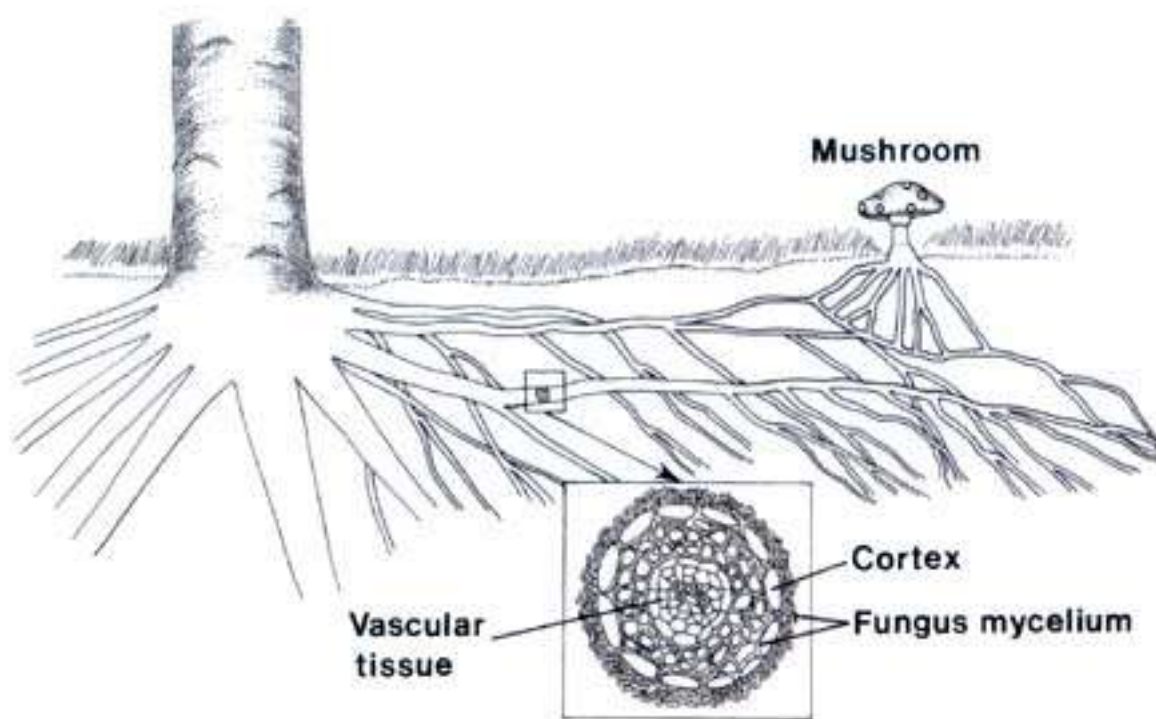
Εκτός από τις άμεσες επιδράσεις που επιφέρουν οι εκτομυκορριζικοί μύκητες στην λειτουργία των φυτών υπάρχουν και διάφορες έμμεσες επιπτώσεις στην λειτουργία των οικοσυστημάτων. Για παράδειγμα τα καρποσώματα και οι υφές τους αποτελούν σημαντική τροφή και για τα μικρά ασπόνδυλα (Ingham and Massicotte 1994, Lawrence and Milner 1996) αλλά και για μεγαλύτερα ζώα (Claridge *et al.* 1992, McIlwee and Johnson 1998), για συγκεκριμένα είδη ECM μυκήτων δε, έχει βρεθεί πως ανακυκλώνουν τα θρεπτικά από τα περιττώματα ορισμένων υπόγεια διαβιούντων τρωκτικών (Sagara 1995, Yamanaka 1999). Έχουν την ικανότητα να αποδομούν και να αποτοξικοποιούν αλληλοπαθητικές και άλλες χημικές ενώσεις στο έδαφος, συμβάλλοντας στην απορρύπανση των επιβαρυμένων εδαφών (Hanson and Dixon 1987). Μέσω των υφών τους, που σχηματίζουν ένα πολυδαίδαλο μυκηλιακό δίκτυο και μέσω των εξωκυτταρικών τους εκκρίσεων, είναι από τους κύριους παράγοντες που συντελούν στη δημιουργία της δομής, της χημικής σύστασης και της μικροβιακής κοινότητας του εδάφους (Griffiths et al. 1991, Rilling and Mummey 2006). Οι υφές αυτές αποτελούν επιπλέον τις οδούς μέσω των οποίων επεκτείνονται και εγκαθίστανται στο χώρο διάφορα ωφέλιμα βακτήρια του εδάφους (Perotto & Bonfante 1997, Kohlmeier et al. 2005). Τέλος, συμβάλλουν στην μεταβολή, διατήρηση και μεταφορά των αποθεμάτων C του οικοσυστήματος χάρις το εκτεταμένο μυκηλιακό δίκτυο που σχηματίζουν οι υφές τους (Rygielwicz and Andersen 1994; Setälä *et al.* 1999). Η μεταφορά του C φαίνεται να γίνεται με ενεργητικό τρόπο και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υποβοήθηση διαφόρων φυτών που είναι συνδεδεμένα με το μυκηλιακό δίκτυο, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις των νεαρών δενδρυλλίων στον υποόροφο πυκνών δασών, εκεί όπου το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας δεν φτάνει για την παραγωγή ικανοποιητικών ποσοτήτων οργανικών ουσιών μέσω της φωτοσύνθεσης (Simard et al. 2012, Booth and Hoeksema 2010)

1.2. Βασικά στοιχεία μορφολογίας και ανατομίας εκτομυκορριζών.

1.2.1 Εισαγωγή.

1.2.1.1. Σύνοψη ιστορία της ταξινομικής των εκτομυκορριζών.

Στη σύγχρονη εποχή πλέον οι μοριακές μέθοδοι ταυτοποίησης έχουν κυριαρχήσει στην επιστήμη της ταξινομικής ωστόσο η κλασική ταξινομική έχει ακόμα παρόν και μέλλον όπως είχε και αξιόλογο παρελθόν. Ο Frank (1885) ήταν ο πρώτος που περιέγραψε τον όρο μυκόρριζα ωστόσο αναφορές των υπόγειων συνεργιστικών κατασκευών των μυκήτων με τις ρίζες των φυτών είχαν περιγραφεί και παλαιότερα (Vittadini 1831, Tulasne & Tulasne 1841, Vittadini 1842, Boudier 1876, Reess 1880, Gibelli 1882). Από τότε έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για να προτυποποιηθεί ένας κανόνας για την περιγραφή των εκτομυκορριζών. Εργασίες ορόσημα θεωρούνται η διαφοροποίηση των ριζομόρφων από τον Melin (1923), το διαγνωστικό σύστημα του Dominik (1959) που βασιζόταν στην διάκριση της δομής του μανδύα σε εγκάρσια τομή και η αντίθετη πρόταση από τους Chilvers & Pryor (1965) που βασιζόταν στην διάκριση της δομής του μανδύα σε κάτοψη, όπως είχε δηλαδή αρχικά προταθεί από τους Gibelli (1882) και Frank (1885). Σημαντική εργασία ήταν αυτή των Ingelby et al. (1990) οι οποίοι βασιζόμενοι στην δουλειά των Chilvers & Pryor συνδύασαν όλα τα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά και έκαναν τις πρώτες ολοκληρωμένες περιγραφές εκτομυκορριζών. Αναμφισβήτητα όμως η επιστήμη της ταξινομικής των εκτομυκορριζών προόδευσε σημαντικά χάρις τις εργασίες της ομάδας του Reinhard Agerer (Πανεπιστήμιο του Μονάχου) που πρώτη δημοσίευσε σχετικό «έγχρωμο άτλαντα» (“Color Atlas of Ectomycorrhizae”, Agerer et al. 1987-2002) συγκεντρώνοντας όλα τα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά των εκτομυκορριζών. Παράλληλα με την δουλειά της ομάδας του Agerer και του Ingelby στα τέλη της δεκαετίας του 90’ έγινε προσπάθεια και από ερευνητές από τον Καναδά (British Columbia Ectomycorrhiza Research Network-BCERIN) να συνοψίσουν σε ένα οδηγό τις κατευθυντήριες γραμμές για την ταξινομική των εκτομυκορριζών μαζί με έγχρωμες περιγραφές και φωτογραφίες (Goodman et al. 1996-2000). Δυστυχώς οι ομάδες από τον Καναδά ακολουθούν την ορολογία και τις κατευθυντήριες γραμμές των Chilvers & Pryor (1965) και Ingelby et al. (1990) οι οποίες διαφέρουν σε σχέση με αυτές του Agerer. Και οι δύο ομάδες έχουν αναρτήσει λεπτομερείς βάσεις δεδομένων στο διαδίκτυο (Agerer & Rambold 2004–2017, Goodman et al. 1996-2000-ιστοσελίδα 3) οι οποίες είναι αρκετά κατατοπιστικές. Άλλη σύγχρονη προσπάθεια είναι η ιταλική βάση δεδομένων για τα μεσογειακά εκτομυκορριζικά είδη eMyCo . (<http://umi.unibo.it/emyc/>) η οποία περιέχει πολύ λίγα είδη ακόμα. Από τις προαναφερθείσες εργασίες και βάσεις δεδομένων η παρούσα μελέτη υιοθέτησε αυτές των Agerer et al. (1987-2002, 2001, 2002, 2006, 2004-2017) οι οποίες περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο αριθμό ειδών παγκοσμίως, είναι αρκετά πιο λεπτομερείς όσον αφορά την μεθοδολογία και αφορούν ως επί το πλείστον ευρωπαϊκά είδη.



Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση εκτομυκορριζικής συμβίωσης. (Πηγή: <https://www.apsnet.org/edcenter/illglossary/Article%20Images/ectomycorrhiza.JPG>)

1.2.1.2. Παραδοσιακοί και σύγχρονοι τρόποι προσδιορισμού-ταυτοποίησης εκτομυκορριζών

Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί 7 διαφορετικοί τρόποι για την ταυτοποίηση του μυκητιακού είδους των εκτομυκορριζών όπως συνοψίζονται στον οδηγό των Goodman et al. (1996-2000).

1. Σύγκριση της άγνωστης εκτομυκορριζας με επιλεγμένες εκτομυκορριζες γνωστών μυκήτων ανεπτυγμένες *in vitro*. Έχει παρατηρηθεί ωστόσο πως οι εκτομυκορριζες που αναπτύσσονται στο εργαστήριο δεν έχουν όλα τα χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στη Φύση (Godbout and Fortin 1985).
2. Σύγκριση καθαρής καλλιέργειας των υπό εξέταση εκτομυκορριζών με καθαρές καλλιέργειες γνωστών μυκήτων. Είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται απομονώσεις από καρποσώματα κοντινά στις περιοχές δειγματοληψίας των εκτομυκορριζών παρά απομονώσεις από συλλογές καθαρών καλλιεργειών ή ερμπάρια. Υπάρχει δημοσιευμένη κλείδα από τον Hutchison (1991) η οποία διαχωρίζει 95 εκτομυκορριζικά είδη σε καθαρή καλλιέργεια με βάση διάφορα μορφολογικά και καλλιεργητικά χαρακτηριστικά. Όπως αναφέρει ο Agerer (1986) εκτός από την δυσκολία απομόνωσης των εκτομυκορριζικών μυκήτων προβλήματα ανακύπτουν και με τις διαδοχικές ανακαλλιέργειες καθώς τα μυκήλια εκφυλλίζονται και χάνουν – τουλάχιστον εν μέρει – τα αρχικά τους χαρακτηριστικά.

3. Σύγκριση του μυκηλίου και των υφών από τις άγνωστες εκτομυκόρριζες με τα αντίστοιχα που ενώνονται με παρακείμενα καρποσώματα. Χρησιμοποιήθηκε από τον Zak (1973) ωστόσο ο Agerer (1986) επισημαίνει πως είναι αρκετά δύσχρηστη μέθοδος μέσα σε ένα μεγάλο πλήθος απομανιτάρια διαφορετικών ειδών.
4. Ιχνηλάτηση στο πεδίο των ανιχνευτικών κατασκευών των άγνωστων εκτομυκοριζών μέχρι τη φυσική τους σύνδεση με παρακείμενο καρπόσωμα. Όπως αναφέρουν οι Chilvers (1968) και Agerer (1986) είναι επίσης μια δύσχρηστη και αμφιλεγόμενη μέθοδος. Ωστόσο έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα, ιδιαίτερα παλαιότερα και θεωρείται από τις πιο αξιόπιστες μεθόδους αν εφαρμοστεί σωστά (Agerer 1986). Βασικό μειονέκτημα αποτελούν η αδυναμία ιχνηλάτησης των σχεδόν εφαιπτόμενων ανιχνευτικών τύπων και η μυκοπαρασιτική διαβίωση κάποιων μυκήτων (βλ. παρακάτω).
5. Σύγκριση της άγνωστης εκτομυκόρριζας με δημοσιευμένες περιγραφές, με τη βοήθεια σχετικών κλειδών. Είναι μία μέθοδος που γίνεται ολοένα και πιο αξιόπιστη όσο αυξάνουν τα δημοσιευμένα δεδομένα.
6. Σύγκριση αλληλουχιών DNA των υπό εξέταση εκτομυκορριζών με τα αντίστοιχα δεδομένα από κατατεθειμένες αλληλουχίες σε ανοιχτές βάσεις δεδομένων ή από παρακείμενα καρποσώματα.
7. Τέλος, τα διαδοχικά ευρήματα συγκεκριμένων μορφοτύπων σε περιοχές που υπάρχουν συχνές καρποφορίες συγκεκριμένων μυκήτων αποτελούν ένδειξη πως μπορεί να πρόκειται για τα ίδια είδη. Οι επαναλαμβανόμενες δειγματοληψίες σε έναν τόπο ισχυροποιούν τα ευρήματα όλων των παραπάνω μεθόδων.

1.2.1.3. Περίληψη των βασικών διαγνωστικών χαρακτηριστικών κατά Agerer και Agerer et al.

Όλες οι παρατηρήσεις της παρούσας εργασίας ακολουθούν τις γενικές κατευθύνσεις των Agerer (2002) και Agerer et al. (1987-2002, 2001, 2002, 2006, 2004-2017). Σύμφωνα με τον Agerer (2002) επειδή αρκετές φορές η περιγραφή των εκτομυκορριζών συναντά περιορισμούς και δεν μπορεί να συμπεριλάβει όλο τον πιθανό όγκο γνωρισμάτων που τις χαρακτηρίζουν, είναι σημαντικό να περιγράφονται τουλάχιστον τα πιο ουσιαστικά από τα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά, ώστε να μπορούν να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα με βάση αυτά. Τα βασικά ταξινομικά χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τον οικολογικό τύπο μιας εκτομυκόρριζας, με σειρά σημαντικότητας είναι τα εξής: α) Τύπος ριζόμορφων β) Υδροφοβικότητα μανδύα γ) Τύπος μανδύα δ) Τύπος κυστιδίων ε) Παρουσία γαλακτοφόρων αδένων στ) Τύπος αναστομώνσεων ζ) Επιφάνεια υφών η) Παρουσία κρίκων θ) Χρώματα μανδύα ι) Γένος φυτού συμβιωτή.

Η βασικότερη κατηγοριοποίηση των εκτομυκορριζών γίνεται με βάση τον ανιχνευτικό τους τύπο (Agerer 2001) ο οποίος ουσιαστικά προσδιορίζει τον τρόπο αλληλεπίδρασης του μύκητα με το γύρω περιβάλλον. Αφορά τα εξερχόμενα από την μυκόρριζα στοιχεία τα οποία μπορεί να είναι απλές ή εξειδικευμένες συσσωματωμένες υφές που καλούνται ριζόμορφα, εξερχόμενες υφές διαφόρων μεγεθών ή κυστίδια. Τα ριζόμορφα και η εξειδίκευση τους θεωρούνται ως τα σημαντικότερα ταξινομικά στοιχεία. Η εσωτερική δομή των ριζόμορφων αντανακλά την ικανότητά τους να μεταφέρουν νερό και θρεπτικά στοιχεία (Duddridge et al. 1980, Kammerbauer et al. 1989). Η υδρόφοφικότητα του μανδύα συγκαταλέγεται επίσης -ως ένα βαθμό- στην στρατηγική επαφής με το περιβάλλον καθώς οι υδρόφιλοι μανδύες απορροφούν οι ίδιοι νερό και θρεπτικά από το γύρω περιβάλλον τους, ενώ οι υδρόφοβοι μανδύες βασίζονται στις υδρόφιλες ανιχνευτικές τους κατασκευές οι οποίες συχνά φτάνουν αρκετά πιο μακριά από την περιοχή της μυκόρριζας (Raidl 1997). Η δομή του μανδύα πιθανόν αντανακλά και αυτή κάποιον οικολογικό ρόλο καθώς πιστεύεται πως παχείς και πυκνοί μανδύες προστατεύουν καλύτερα τις ρίζες από εχθρούς και παθογόνα σε σχέση με αυτούς με την αραιά δομή, οι ισχυρά ζελατινώδεις τύποι μανδύα είναι ικανότεροι στην συγκράτηση του νερού κο.κ. Τα κυστίδια και οι γαλακτοφόροι πιθανόν να σχετίζονται με την προστασία από εχθρούς (Brand 1991) Ο τύπος των αναστομώνσεων συγκαταλέγεται γιατί θεωρείται πως όταν διαρραγεί μια υφή οι κλειστές αναστομώσεις προστατεύουν με τα όρια τους την διάρρηξη να προχωρήσει και άρα έχουν αμυντικό-περιοριστικό ρόλο, ενώ η επιφάνεια των υφών επηρεάζει την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Τέλος η παρουσία ή μη κρίκων στα διαφράγματα, τα χρώματα και το είδος του συμβιωτή συγκαταλέγονται στα ελάσσονος σημαντικότητας βασικά ταξινομικά γνωρίσματα.

Παρακάτω παραθέτονται αρχικά αναλυτικές πληροφορίες για το καθένα από τα βασικά διαγνωστικά χαρακτηριστικά και μετέπειτα παραθέτονται πληροφορίες άλλων διαγνωστικών χαρακτηριστικών που θεωρήθηκαν επίσης σημαντικά. Τα στοιχεία του κεφαλαίου 1.2.2. ακολουθούν την σειρά φθίνουσας σημαντικότητας των βασικών διαγνωστικών χαρακτηριστικών κατά Agerer (2002) ενώ τα στοιχεία των κεφαλαίων 1.2.3., 1.2.4. και 1.2.5. ακολουθούν την σειρά παρουσίασης κατά Agerer & Rambold (2004–2017). Οι πληροφορίες που παραθέτονται στο κεφάλαιο 1.2.3. αφορούν άλλα μορφολογικά χαρακτηριστικά που είναι επίσης σημαντικά για να κατανοήσει ο αναγνώστης τις εκτομυκόρριζες, οι πληροφορίες που παραθέτονται στο κεφάλαιο 1.2.4. αφορούν αντίστοιχα ανατομικά χαρακτηριστικά και τέλος παρουσιάζονται κάποια βασικά χημικά χαρακτηριστικά των εκτομυκορριζών (1.2.5.).

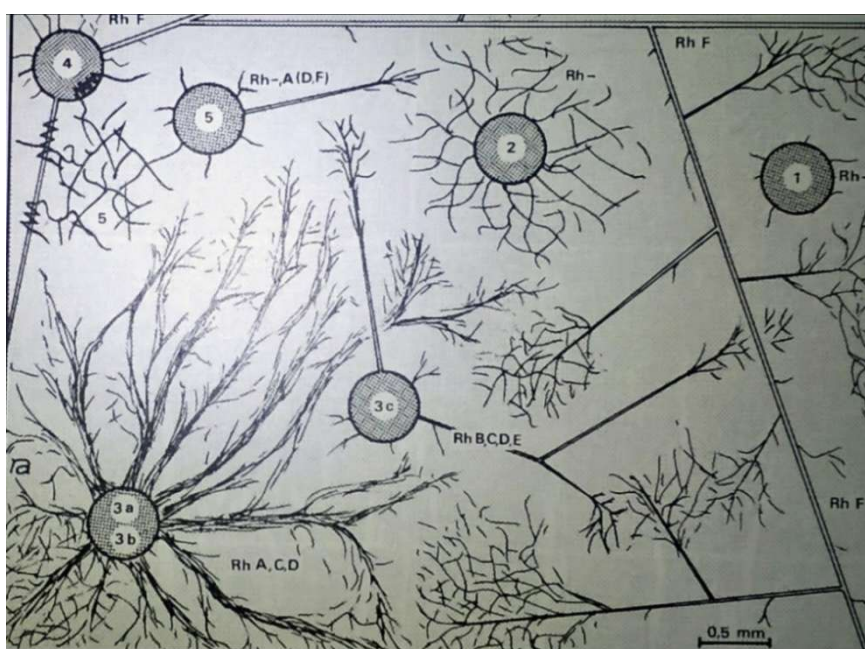
1.2.2 Βασικά ταξινομικά χαρακτηριστικά

1.2.2.1. Ανιχνευτικοί τύποι μυκόρριζας

Ως ανιχνευτικοί τύποι ορίζονται όλες οι κατασκευές των εκτομυκοριζικών μυκήτων που επεκτείνονται στο έδαφος πέριξ της μυκόρριζας και περιλαμβάνουν και τις εξερχόμενες υφές και τα ριζόμορφα. Ο ανιχνευτικός τύπος αντανακλά ουσιαστικά τη στρατηγική των μυκήτων σε σχέση με την εκμετάλλευση του γύρω περιβάλλοντος και επηρεάζει άμεσα την έκταση της μυκοριζόσφαιρας του υπερκείμενου φυτού.

α) Σχεδόν εφαπτόμενοι (1): Αντιπροσωπεύει μυκόρριζες με σχεδόν λεία επιφάνεια μανδύα και ελάχιστες εξερχόμενες υφές. Αφορά κυρίως μυκόρριζες οι οποίες βρίσκονται σε στενή επαφή με το γύρω υπόστρωμα και με εξερχόμενες υφές που, αν υπάρχουν, βρίσκονται σε στενή επαφή με τα νεκρά φύλλα ή την νεκρή οργανική ύλη. Τέτοιους ανιχνευτικούς τύπους δημιουργούν είδη από τα γένη *Balsamia*, *Chroogomphus*, *Lactarius*, *Leucangium*, *Russula*, *Tomentella* και κάποια *Tuber* spp. με κοντά κυστίδια.

β) Κοντινής απόστασης (2): Αφορά κυρίως μυκόρριζες οι οποίες είναι καλυμμένες από πυκνές εξερχόμενες υφές χωρίς ριζόμορφα. Ο πιο χαρακτηριστικός εκπρόσωπος αυτού του ανιχνευτικού τύπου είναι το γένος *Cenococcum*, ενώ εδώ κατατάσσονται και η πλειονότητα των γενών των Ασκομυκήτων: *Elaphomyces*, *Genea*, *Humaria*, *Sphaerosporela*, *Sphaerozone*, *Tricharina*, είδη *Tuber* sp. με μακριά κυστίδια ενώ από τους Βασιδιομύκητες τα γένη: *Byssocorticium*, *Descolea*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Rozites*, *Tomentella* και *Tylospora*.



Εικόνα 3. Ανιχνευτικοί τύποι εκτομυκορριζών (Agerer 2001).

γ) Μεσαίας απόστασης: Αφορά μυκόρριζες που σχηματίζουν ριζόμορφα όπου μπορούν να διακριθούν τρεις υποπεριπτώσεις:

Κροσσωτού τύπου (3a,3b): Πρόκειται για ριζόμορφα και συσσωματώματα υφών που διακλαδίζονται και ενώνονται επανειλημμένα. Συχνά η επιφάνεια των ριζόμορφων είναι τριχωτή από εξερχόμενες υφές σχεδόν εφαπτόμενες στο γύρω υπόστρωμα. Τα ριζόμορφα αυτά είναι κυρίως τύπου A (κατά Agerer, uniform-loose) και δευτερευόντως τύπου C, D (κατά Agerer: thelephoroid, ramarioid, phlegmacioid). Εμφανίζεται στα γένη *Amphinema*, *Dermocybe*, *Cortinarius*, *Entoloma*, *Laccaria*, *Lyophyllum*, *Piloderma* και *Tricholoma*.

Τύπου μυκηλιακών συσσωματωμάτων (3a,3b): Τέτοιες μυκόρριζες είναι σχετικά περιορισμένου εύρους ανάπτυξης και τα ριζόμορφα τους είναι κυρίως αδιαφοροποίητα ή ελαφρώς διαφοροποιημένα, τύπου A, C και σπανίως D. Εμφανίζεται στα γένη *Bankera*, *Boletopsis*, *Gautieria*, *Gaeastrum*, *Gomphus*, *Hydnellum*, *Hysterangium*, *Phellodon*, *Piloderma*, *Ramaria* και *Sarcodon*.

Λείου τύπου (3c): Οι μανδύες των μυκοριζών είναι κυρίως λείοι με ελάχιστες ή καθόλου εξερχόμενες υφές και τα ριζόμορφα είναι αδιαφοροποίητα, ελαφρώς διαφοροποιημένα ή πολύ σπάνια με έναν κεντρικό πυρήνα από παχύτερες υφές. Σύμφωνα με τον Agerer είναι κυρίως τύπου B (uniform-compact), C και D. Σπάνια σχηματίζονται ριζόμορφα τύπου E (russuloid). Εμφανίζεται στα γένη *Albatrellus*, *Amanita*, *Gomphidius*, *Lactarius*, *Polyporoletus*, *Thaxterogaster*, *Thelephora*, *Tomentella*, και *Tricholoma*.

δ) Μακρινής απόστασης (4): Αφορά μυκόρριζες κυρίως με λεία επιφάνεια με λίγα αλλά ιδιαιτέρως διαφοροποιημένα ριζόμορφα τύπου F (κατά Agerer, boletoid). Τέτοιου τύπου ριζόμορφα εμφανίζουν την μεγαλύτερη ανιχνευτική ικανότητα καθώς μπορεί να εκτείνονται κάποιες δεκάδες εκατοστά μακριά από την μυκόρριζα. Εμφανίζεται στα γένη *Boletinus*, *Boletus s.l.*, *Chamonixia*, *Gyrodon*, *Gyroporus*, *Leccinum*, *Paxillus*, *Pisolithus*, *Rhizopogon*, *Scleroderma*, *Suillus*, *Tricholoma*, *Tylopilus* και *Xerocomus*.

ε) Παρασιτικού-Επιμυκητιακού τύπου (5): Απαντά κυρίως στην οικ. Gomphidiaceae (ιδίως τα γένη *Gomphidius* και *Chroogomphus*). Πρόκειται για μύκητες που παρόλο που έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν μυκόρριζες και ριζόμορφα έχουν την συνήθεια να αναπτύσσονται μέσα σε ριζόμορφα και μανδύες άλλων ειδών (κυρίως από τα γένη *Suillus* και *Rhizopogon* όπως και κάποια άλλα είδη της οικ. Boletaceae). Εναλλακτικά, έχουν την ικανότητα να σχηματίσουν εκτομυκόρριζες του σχεδόν εφαπτόμενου τύπου ή του μεσαίας απόστασης -λείου τύπου. Όταν ακολουθούν την στρατηγική του παρασιτισμού-επιμυκητισμού έχουν επίσης την ικανότητα να σχηματίζουν προεκβολές (haustoria) μέσα στα κύτταρα του φυτού ξενιστή δημιουργώντας έτσι εκτενδομυκόρριζες.

1.2.2.2. Ριζόμορφα

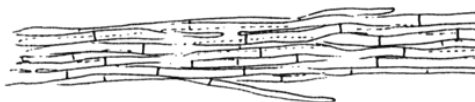
Ως ριζόμορφα ορίζουμε γενικά κατασκευές από μυκητιακές υφές, ενωμένες μεταξύ τους με διάφορους τρόπους, οι οποίες αναπτύσσονται σε γενικές γραμμές παράλληλα και σχετικά συγκεντρωμένες μεταξύ τους για αρκετό διάστημα. Κατά συνέπεια ως ριζόμορφα θεωρούνται όλες οι γραμμικά συσσωματωμένες μυκηλιακές κατασκευές (π.χ. κορδόνια ή άλλες πλέξεις υφών) ανεξάρτητα αν οι υφές διαφοροποιούνται ή όχι σε κάποιο βαθμό.

Τα ριζόμορφα πρέπει να έχουν διακριτό σημείο ένωσης με τον μανδύα ούτως ώστε να είναι ξεκάθαρο ότι ανήκουν στην υπό εξέταση εκτομυκόρριζα. Συχνά ριζόμορφα άλλων ειδών, άχρωμα ή έγχρωμα, μπορεί να αναπτύσσονται πάνω ή μεταξύ των υπό εξέταση ριζόμορφων. Ορισμένες φορές, οι σημαντικές χρωματικές διαφορές και μια διακριτή δευτερογενής επικάλυψη στις υπό εξέταση μυκόρριζες είναι ένδειξη της ετερογένειας του ριζόμορφου με την μυκόριζα ωστόσο για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων είναι απαραίτητη η μικροσκοπική παρατήρηση.

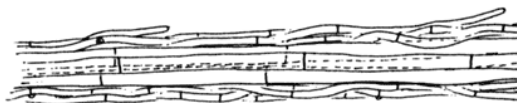
Τύποι ριζομορφων:



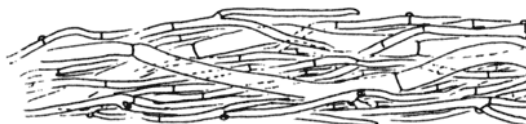
Τύπος Α : Αδιαφοροποίητα ριζόμορφα από ομοιόμορφες υφές, σχετικά αραιά πλεγμένες μεταξύ τους.



Τύπος Β: Αδιαφοροποίητα ριζόμορφα, κυρίως λεία, με ομοιόμορφες υφές, σχετικά πυκνά πλεγμένες μεταξύ τους).



Τύπος C: Ελαφρώς διαφοροποιημένα ριζόμορφα, η κεντρική υφή είναι κάπως διογκωμένη σε σχέση με τις περιφερειακές).



Τύπος D: Διαφοροποιημένα ριζόμορφα, κάποιες υφές είναι αρκετά παχιές σε σχέση με τις υπόλοιπες, τυχαία κατανεμημένες και ο πόρος των διαφραγμάτων είναι μερικές φορές διογκωμένος).



Τύπος Ε: Διαφοροποιημένα ριζόμορφα, οι παχιές υφές είναι κατανεμημένες κεντρικά στον πυρήνα του ριζόμορφου, με πλήρη διαφράγματα και μερικές φορές διογκωμένο πόρο).



Τύπος F: Διαφοροποιημένα ριζόμορφα, οι παχιές υφές είναι κυρίως κατανεμημένες κεντρικά στον πυρήνα του ριζόμορφου, με διαφράγματα συχνά πλήρως ή μερικώς διαλυμένα).

Τύπος G : Απουσία ριζόμορφων, παρουσία μόνο εξερχόμενων υφών.

1.2.2.3. Υδροφοβικότητα μανδύα

Μικρές σταγόνες απιονισμένου νερού πρέπει να τοποθετούνται σε διαφορετικά σημεία του μανδύα χωρίς να έρχονται σε επαφή με το περιβάλλον χώμα. Εξετάζονται στην μεγαλύτερη μεγέθυνση. Αν η σταγόνα παραμένει άθικτη για πάνω από πέντε λεπτά η μυκόρριζα θεωρείται υδροφοβική. Οι υδρόφιλες μυκόρριζες συνήθως απορροφούν την σταγόνα σε λιγότερο από 15 δευτερόλεπτα. Πιο γρήγορα το τεστ υδροφοβικότητας εξετάζεται αν εμβαπτίσουμε την μυκόρριζα μέσα στο νερό. Στην περίπτωση που η μυκόρριζα φαίνεται να ασημίζει, σημαίνει πως παραμένει αέρας ανάμεσα στις υφές του μανδύα και η μυκόρριζα θεωρείται υδρόφοβη. Αν υπάρξει άμεση επαφή μεταξύ του νερού και της μυκόρριζας, τότε θεωρείται υδρόφιλη.

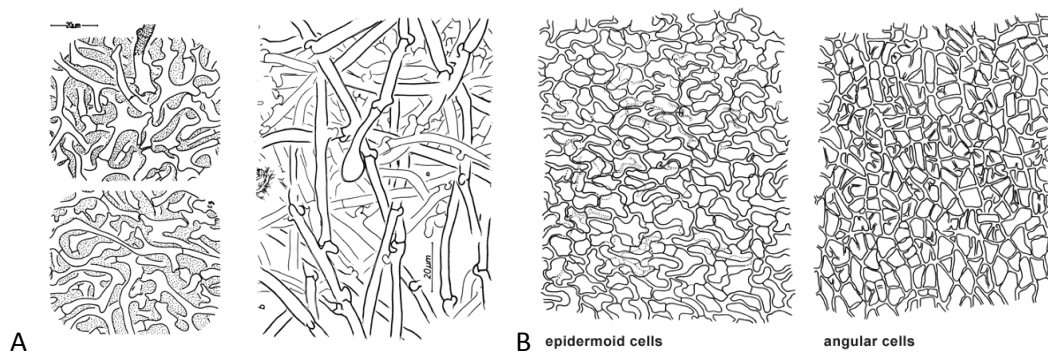
Υδρόφιλη



Υδρόφοβη:



1.2.2.4. Δομή – τύπος μανδύα



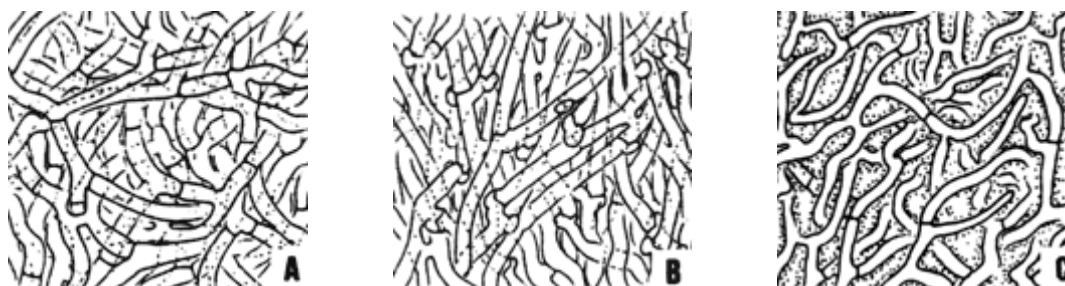
Πλεκτεγχυματικός: Ορίζεται έτσι όταν είναι σχετικά διακριτή η κάθε υφή ξεχωριστά μέσα στο πλέγμα των υφών που δημιουργείται στον μανδύα (σχ. Α δεξιά)

Πλεκτεγχυματικός με διακριτό πλέγμα υφών: Σε αυτή την περίπτωση τα εσωτερικά στρώματα του μανδύα είναι περισσότερο πυκνά διατεταγμένα και μπορεί να μην διακρίνονται ξεχωριστά οι υφές, ενώ στα εξωτερικά το πλέγμα των υφών είναι διακριτό (σχ. Α αριστερά).

Ψευδοπαρεγχυματικός: Ορίζεται έτσι όταν οι υφές που σχηματίζουν τον μανδύα δεν διακρίνονται μεταξύ τους γιατί έχουν διογκωθεί. Η διάταξη τους προσομοιάζει με τη διάταξη παρεγχυματικών κυττάρων ενός φυτού (σχ. Β)

Πιο αναλυτικά, οι τύποι μανδύα παραθέτονται παρακάτω και καθορίζονται πάντα με βάση μικροσκοπικές παρατηρήσεις που έχουν γίνει σε κάτοψη μανδύα και όχι σε τομή.

Πλεκτεγχυματικοί τύποι μανδύα:



Τύπος Α: Πλεκτεγχυματικές δέσμες υφών με δαχτυλιόμορφη διευθέτηση στον χώρο, σχηματίζοντας κατασκευές που μοιάζουν με δίκτυο. Τύπος Β: Πλεκτεγχυματικές δέσμες υφών με μάλλον τυχαία διευθέτηση, χωρίς να διακρίνεται κάποιο συγκεκριμένο μοτίβο. Τύπος C: Πλεκτεγχυματικές δέσμες υφών με ζελατινώδη ουσία ανάμεσά τους.



Τύπος D: Πλεκτεγχυματικές δέσμες υφών με διχτυόμορφη διευθέτηση στον χώρο και διακριτά κυστίδια στην εξωτερική στρώση του μανδύα. Τύπος E: Πλεκτεγχυματικές δέσμες υφών με διχτυόμορφη διευθέτηση στον χώρο και σχετικά κοντές, επαναλαμβανόμενες, γωνιώδεις και κάπως τραχιές διακλαδώσεις. Τύπος F: Πλεκτεγχυματικές δέσμες υφών χωρίς ιδιαίτερο μοτίβο διευθέτησης, οι οποίες κατά σημεία εμφανίζουν στρογγυλεμένα και διογκωμένα στοιχεία.



Τύπος G: Πλεκτεγχυματικές δέσμες υφών, οι οποίες εμφανίζουν αστερόμορφα σχήματα και χαρακτηριστικό τους είναι πως είναι ισχυρά προσκολλημένες μεταξύ τους χωρίς κενό ανάμεσα στις υφές. Δημιουργούνται από τα είδη του γένους *Cenococcum*. Τύπος H: Πλεκτεγχυματικές δέσμες διογκωμένων υφών με ακανόνιστη μορφή, που ωστόσο είναι διακριτά ακόμη τα διάκενα μεταξύ των υφών. Βρίσκεται στο ενδιάμεσο μεταξύ των πλεκτεγχυματικών τύπων και των ψευδοπαρεγχυματικών αλλά κατατάσσεται στους πλεκτεγχυματικούς γιατί λόγω των διάκενων οριοθετούνται και διακρίνονται οι υφές μεταξύ τους. Τύπος I: Πλεκτεγχυματικός τύπος μανδύα, κάθετα διατεταγμένες στον μανδύα, υμενιόμορφες, κοντές, σχετικά κυρτές-ροπαλοειδείς απολήξεις υφών, οι οποίες δημιουργούν μια βελούδινη όψη στον μανδύα. Τα στοιχεία αυτά είναι γεμάτα από ελαιώδεις σταγόνες που χρωματίζονται με σουλφοβανιλίνη και ως εκ τούτου μπορούν να θεωρηθούν και ως κυστίδια.

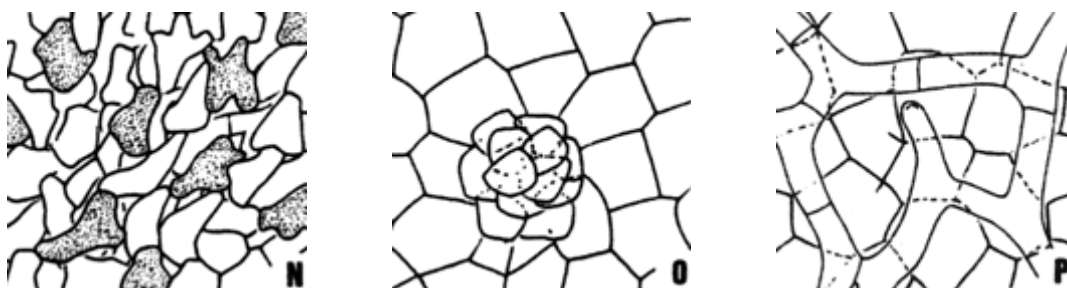
Ψευδοπαρεγχυματικοί τύποι μανδύα:

Οι ψευδοπαρεγχυματικοί τύποι μανδύα μπορούν να χωριστούν γενικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Σε αυτούς που σχηματίζουν γωνιώδη προς στρογγυλεμένα κύτταρα (τύπου K, L, O, P) και σε αυτούς που σχηματίζουν κύτταρα που θυμίζουν φυτική επιδερμίδα (τύπου M, Q). Γενικά οι περισσότεροι ψευδοπαρεγχυματικοί τύποι μανδύα φέρουν στην επιφάνειά τους είτε δίκτυο

διακριτών υφών είτε επιμηκυμένα, διογκωμένα ή στρογγυλά στοιχεία, αραιά διατεταγμένα ή συγκεντρωμένα σε συσσωματώσεις. Καθαρά ψευδοπαρεγχυματικοί μανδύες, γυμνοί από τέτοια στοιχεία είναι σχετικά σπάνιοι (τύπου L, M).



Τύπος K: Ψευδοπαρεγχυματικός τύπος μανδύα με γωνιώδη δομή υφών, πάνω στα οποία κατά σημεία φέρονται συσσωματώματα στρογγυλεμένων υφών. Τύπος L: Ψευδοπαρεγχυματικός τύπος μανδύα με γωνιώδη δομή υφών. Τύπος M: Ψευδοπαρεγχυματικός τύπος μανδύα με δομή υφών που θυμίζει κύτταρα επιδερμίδας.



Τύπος N: Ψευδοπαρεγχυματικός τύπος μανδύα με ακανόνιστες υφές που περιέχουν ελαιώδεις σταγόνες που χρωματίζονται με σουλφοβανιλίνη. Πιθανόν, τέτοιου τύπου μανδύες σε άλλα σημεία του μανδύα να προσομοιάζουν περισσότερο με μανδύες τύπου O, P και Q. Τύπος O: Ψευδοπαρεγχυματικός τύπος μανδύα με γωνιώδη δομή υφών, πάνω στα οποία κατά σημεία φέρονται συσσωματώματα επιμηκυμένων υφών. Τύπος P: Ψευδοπαρεγχυματικός τύπος μανδύα με γωνιώδη δομή υφών, στην επιφάνειά οποίων φέρεται δίκτυο διακριτών υφών.



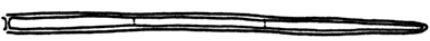
Τύπος Q: Ψευδοπαρεγχυματικός τύπος μανδύα με επιδερμοειδή δομή υφών, στην επιφάνειά των οποίων φέρεται δίκτυο διακριτών υφών. Διακρίνεται επίσης και μια υποκατηγορία αυτού του τύπου όπου πάνω στα επιδερμοειδή κύτταρα φέρονται συσσωματώματα κυττάρων και όχι διακριτό δίκτυο υφών.

1.2.2.5. Κυστιδία

Τα κυστιδία είναι ειδικά διαμορφωμένες υφές, συνήθως κοντές με σαφές τελείωμα στο άκρο, εμφανίζονται με χαρακτηριστικά και ξεχωριστά σχήματα και βρίσκονται στην εξωτερική επιφάνεια του μανδύα και στα ριζόμορφα.

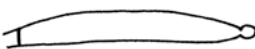
Στην περίπτωση που παρατηρούνται παραπάνω του ενός τύποι κυστιδίων, ο πιο χαρακτηριστικός και συχνός τύπος ορίζεται ως τύπος 1. Όταν υπάρχουν γλοιοκυστίδια με ακραίο εξόγκωμα (Τύπος Η) θεωρούνται πάντα ως τύπος 1. (Ο υπολειπόμενος τύπος θεωρείται ως τύπος 2. Όλες οι απαραίτητες παρατηρήσεις καταγράφονται και για τους δύο τύπους, εάν υπάρχουν.)

Τύποι κυστιδίων:

Τύπος Α:  (σχήμα σουβλιού ή τρίχας)

Τύπος Β:  (σχήμα φιάλης με ευθύ λαιμό)

Τύπος Γ:  (σχήμα φιάλης με κυρτό λαιμό)

Τύπος Δ:  (σχήμα φιάλης με ακραίο εξόγκωμα)

Τύπος Ε:  (διακλαδιζόμενο σχήμα)

Τύπος F:  (ατρακτοειδές)

Ροπαλοειδές.

Τύπος G:  (στρογγυλό)

Τύπος H:  (γλοιοκυστίδιο, τριχοειδές με ακραία εξογκώματα)

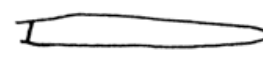
Τύπος I:  (σχήμα φιάλης με δακτυλόμορφες προεξοχές)

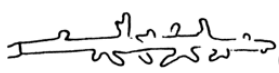
Τύπος K:  (σχήμα δρεπανιού, κυρτό ή λυγισμένο με παχιά τοιχώματα,)

Τύπος L:  (κανονική υφή με στρεβλό, ελικοειδές σχήμα)

Τύπος M:  (με πλευρική λεπτυνόμενη προεκβολή και κεφαλόμορφο άκρο)

Τύπος N:  (κανονική υφή με σφαιρικό σχηματισμό στο άκρο)

Τύπος O:  (ομοιάζων με κανονική υφή, λεπτότοιχη και ελαφρώς λεπτυνόμενη στο άκρο, που όμως προέρχεται ως επί τω πλείστον από ψευδοπαρεγχυματικούς μανδύες)

Τύπος P:  (σαν ακανθοκυστίδιο)

1.2.2.6. Γαλακτοφόρα στοιχεία

Οι γαλακτοφόρες υφές διακρίνονται ή από το μεγαλύτερο πλάτος τους και τον διαφορετικό τρόπο διακλάδωσής τους, είτε από τις γαλακτώδεις σταγόνες στο εσωτερικό τους, ενώ μπορεί να συμβαίνουν και τα δύο ταυτόχρονα. Αναλόγως του είδους των *Lactarius* η τοποθεσία των γαλακτοφόρων υφών στον μανδύα μπορεί να ποικίλει. Ως εκ τούτου χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην παρατήρηση του μανδύα από τις εξωτερικές προς τις εσωτερικές στρώσεις. Παρακάτω

παραθέτονται χαρακτηριστικές εικόνες που αφορούν στη διακριτότητα των γαλακτοφόρων στοιχείων.



Διακριτοί.



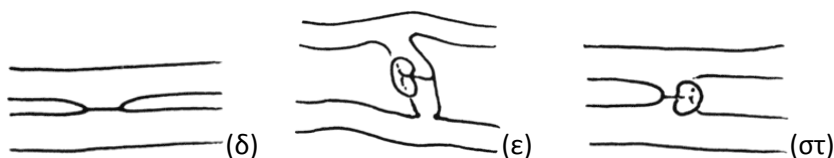
Μη διακριτοί.

1.2.2.7. Τύποι αναστόμωσης

Οι τύποι αναστόμωσης μπορεί να είναι οι ακόλουθοι:



(α) Ανοιχτή αναστόμωση με μακριά γεφύρωση. (β) Ανοιχτή αναστόμωση με κοντή γεφύρωση. (γ) Κλειστή αναστόμωση με απλό διάφραγμα και μακριά γεφύρωση.



(δ) Κλειστή αναστόμωση με απλό διάφραγμα και κοντή, σχεδόν χωρίς γεφύρωση (υφές σε επαφή). (ε) Κλειστή αναστόμωση με διάφραγμα με κρίκο και μακριά γεφύρωση. (στ) Κλειστή αναστόμωση με απλό διάφραγμα και κοντή, σχεδόν χωρίς γεφύρωση (υφές σε επαφή).

1.2.2.8. Επιφάνεια τοιχωμάτων υφών

Οι επιφάνειες τοιχωμάτων υφών που παρατηρούνται είναι οι ακόλουθες:

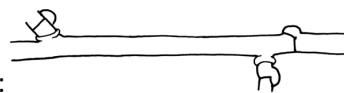
Λεία :

Τραχιά από μικρά εξογκώματα (προερχόμενα από τα τοιχώματα) :

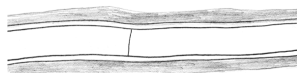


Με κρυστάλλους (άλλης δομής από τα τοιχώματα): 

Με δαχτυλιδόμορφες παχύνσεις στην βάση των διακλαδώσεων :



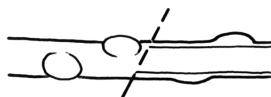
Με ζελατινώδες περίβλημα :



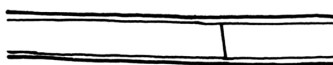
Χωρίς κυκλικές εναποθέσεις :



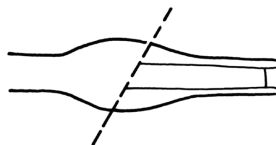
Με κυκλικές εναποθέσεις:



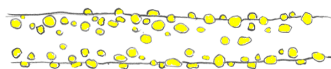
Χωρίς ατρακτοειδείς εναποθέσεις :



Με ατρακτοειδείς εναποθέσεις :



Με χρωματισμένους κόκκους :



(πρόκειται κυρίως για μικρά, σφαιρικά στοιχεία με διαφορετικό χρώμα από τα τοιχώματα. Συχνά διαλύονται εύκολα στο νερό ή την αιθανόλη).

Με στοιχεία εδάφους :



1.2.2.9. Διαφράγματα / Παρουσία κρίκων:

Το περίγραμμα των κρίκων μπορεί να έχει τις ακόλουθες μορφές (πλευρική όψη):



(α) Ημικυκλικό. (β) Περισσότερο από ημικυκλικό. (γ) Λιγότερο από ημικυκλικό. (δ) Χωρίς σύσφιξη στο σημείο επαφής με την υποκείμενη υφή. (ε) Με σύσφιξη στο σημείο επαφής με την υποκείμενη υφή.

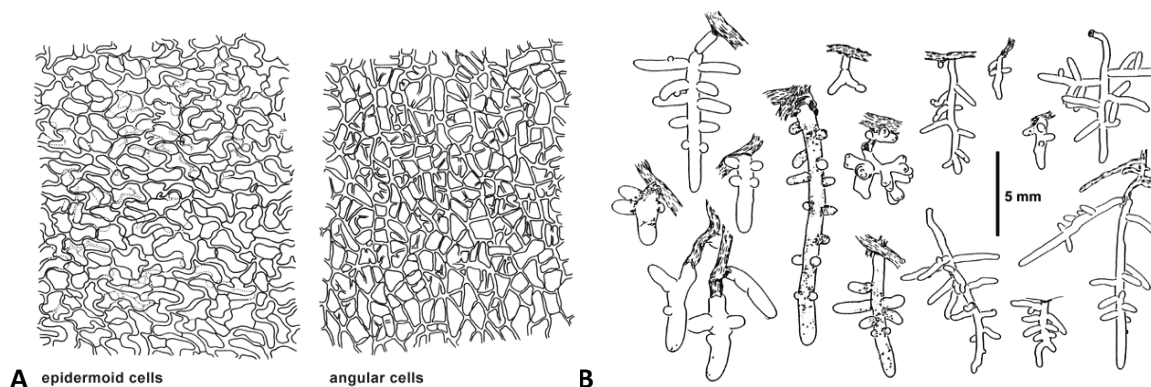
Επιπλέον, ο πόρος που εμφανίζεται στον κρίκο (διακριτός στην πλευρική όψη μόνο) μπορεί να εμφανίζεται ή μη ως ακολούθως:

Απουσία :  , Παρουσία :  , Σχήμα σαν μετάλλιο. 

1.2.3 Άλλα σημαντικά μορφολογικά διαγνωστικά στοιχεία.

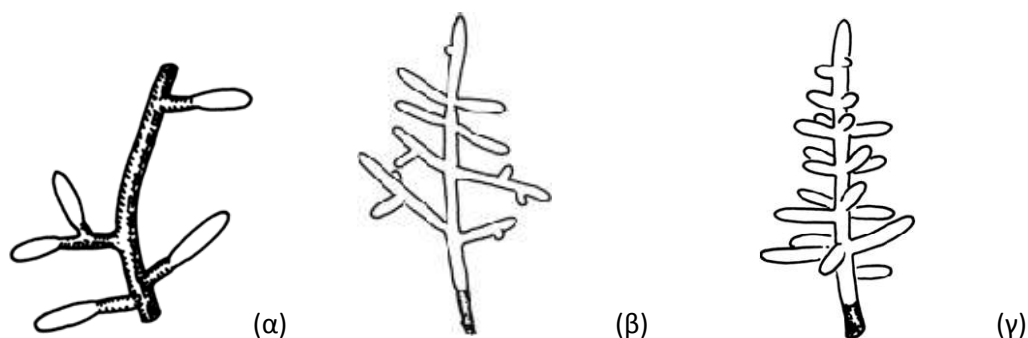
Η αναλυτική περιγραφή μίας εκτομυκόρριζας θα πρέπει να περιλαμβάνει όλο το πλήθος των χαρακτηριστικών και όταν περιγράφονται εκτομυκόρριζες από διαφορετικούς ξενιστές, κάθε συνδυασμός μύκητα – ξενιστή θεωρείται ως ξεχωριστή εκτομυκόρριζα. Αυτό συμβαίνει γιατί κάποια είδη που σήμερα θεωρούνται ως ίδια είναι πιθανό να διαχωριστούν στο μέλλον με βάση νέα γενετικά και φυλλογενετικά δεδομένα. Ένα παράδειγμα αφορά το *Paxillus involutus* το οποίο πλέον είναι ευρέως αποδεκτό πως περιλαμβάνει περισσότερα του ενός είδη, τα οποία διαχωρίζονται με βάση την προτίμηση σε ξενιστή και τα αποτελέσματα διασταυρώσεων μεταξύ ομοκάρυων στελεχών. Επίσης το *Pisolithus tinctorius* φαίνεται να διαχωρίζεται σε τρία βιολογικά είδη, τα οποία υποστηρίζονται και από τη μορφολογία των σπορίων τους. Η διαφορετική προτίμηση ξενιστή υποδηλώνει επίσης την παρουσία ξεχωριστών ειδών μέσα στο ίδιο είδος (Agerer & Rambold 2004–2017).

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά εξετάζονται σε όσο το δυνατόν πιο φρέσκο δείγμα, καθαρισμένο με προσοχή από τα υπολείμματα του εδάφους χωρίς να έχουν αφαιρεθεί σημαντικά χαρακτηριστικά. Για ευκρίνεια στις παρατηρήσεις των χρωμάτων θα πρέπει να υπάρχει φως ημέρας ενώ βοηθάει επίσης το μαύρο φόντο και η κατάλληλη ένταση τεχνητού φωτισμού. Τα δείγματα θα πρέπει να εμβαπτιστούν σε νερό πλήρως, ώστε να καθαριστούν από εδαφικά στοιχεία, να φουσκώσουν, να τεντωθούν τα εξερχόμενα στοιχεία τους και να διευθετηθούν όσο πιο φυσικά γίνεται.

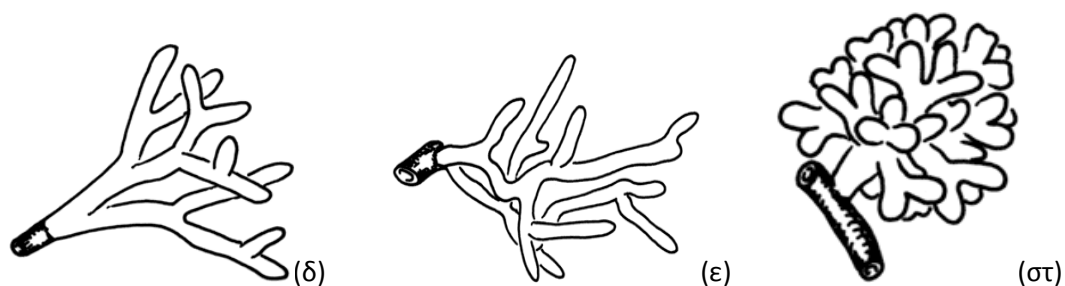


Παρόλο που το φυτικό γένος φαίνεται να είναι ο κυρίαρχος παράγοντας διαμόρφωσης της μορφολογίας μιας εκτομυκόρριζας, ο συνδυασμός αυτού με το είδος του μύκητα μπορεί επίσης να συμβάλει εν μέρει στην τελική διαμόρφωση μιας εκτομυκόρριζας. Στην εικόνα Α της προηγούμενης σελίδας παρουσιάζονται μανδύες εκτομυκορριζών από διαφορετικούς μύκητες σε *Fagus sylvatica* και στην εικόνα Β παρουσιάζονται διαφορετικοί τύποι εκτομυκορριζών *Russula ochroleuca* σε διάφορους ξενιστές.

1.2.3.1. Τυπος διακλαδωσης ακρορριζιδίων:



(α) Αδριακλάδιστα: Συστήματα με ακρορριζίδια τα οποία από το σημείο που αρχίζει να σχηματίζεται μανδύας δεν διακλαδίζονται. (β) Μονοπόδια πτεροειδής: Συστήματα με ακρορριζίδια τα οποία έχουν ένα άξονα ανάπτυξης, από όπου ξεκινούν πλευρικές διακλαδώσεις που αναπτύσσονται μόνο σε ένα επίπεδο σαν πτέρη. (γ) Μονοπόδια πυραμιδοειδής: Συστήματα με ακρορριζίδια τα οποία έχουν ένα άξονα ανάπτυξης, από όπου ξεκινούν πλευρικές διακλαδώσεις που αναπτύσσονται και στις τρεις διαστάσεις. Καθώς οι πρωιμότερες διακλαδώσεις έχουν μεγαλύτερο μήκος παίρνει κωνικό σχήμα σαν πυραμίδα.



(δ) Διχοτομική: Συστήματα με ακρορριζίδια που όπως αναπτύσσονται διαιρούνται πάντα διχοτομικά με το κάθε σκέλος να είναι περίπου το ίδιο μήκος με το αντίστοιχό του. (ε) Ακανόνιστα πτεροειδής – διχοτομικού τύπου: Συστήματα που αναπτύσσονται κάθε διακλάδωση αποκτά διαφορετικό μήκος με συνέπεια να εμφανίζει ακανόνιστο σχήμα. Μπορεί να έχει διχοτομική ανάπτυξη ή και μονοπόδια. (στ) Κοραλλιομόρφο – μπουκέτο: Συστήματα που αναπτύσσονται πυκνά

προς όλες τις κατευθύνσεις (διχοτομικά ή μονοπόδια) τα οποία δημιουργούν συνήθως κοντά ακροριζίδια και εμφανίζουν την μορφή μπουκέτου ή κοραλλιού.



Φυματιόμορφα: Συστήματα που αναπτύσσονται πάρα πολύ πυκνά και είναι πακτωμένα από παχύ μυκήλιο τα οποία παίρνουν την μορφή φυματίου ή όγκου. Για να αποκαλυφθεί η μυκόριζα συχνά πρέπει να γίνει τομή.



Πλεξιδόμορφο: Συστήματα που εκπύσσουν πολλά πλευρικά ακροριζίδια τα οποία αναπτύσσονται γύρω από έναν κεντρικό άξονα συνήθως ελικοειδώς, εμφανίζοντας έτσι την μορφή πλεξίδας.

1.2.3.2. Σχήμα ακροριζιδίων:



(α)



(β)



(γ)

(α) Ευθυτενές: Σχηματίζονται ευθυτενή άκρα. (β) Κυρτό: Εμφανίζει κυρτώσεις κυρίως σε ένα επίπεδο (γ) Κυρτό – κυματοειδές: Εμφανίζει κυρτώσεις με κυματιστή μορφή.



(δ)



(ε)



(στ)

(δ) Ακανόνιστο-Ελικοειδές: Εμφανίζει διάφορες κυρτώσεις και στις τρεις διαστάσεις με ακανόνιστη μορφή. (ε) Με διαδοχικές διογκώσεις: Προκαλείται πιθανόν από περιοδικά κύματα

ανάπτυξης και εμφανίζει διαδοχικούς διογκωμένους δακτυλίους. (στ) Με στένωση στο άκρο: Δημιουργείται στένωση μεταξύ των παλαιών και των νεώτερων σταδίων ανάπτυξης στην περιοχή του ακραίου τμήματος που ακολουθείται από στρογγυλεμένο άκρο.

1.2.3.3.α Επιφάνεια ακροριζιδίου (μακροσκοπική όψη):



α) Λαμπερή: Επιφάνεια που είναι τόσο λεία ώστε σε μεγάλα κομμάτια του μανδύα να αντανακλάται το φώς του στερεοσκοπίου.



β) Ασημίζουσα-θαμπή: Επιφάνεια που επειδή είναι υγρόφοβη εγκλωβίζει τον αέρα ανάμεσα στα στοιχεία του μανδύα και παίρνει μια θαμπή, ασημίζουσα όψη.



γ) Λεία: Λεία θεωρείται κάθε επιφάνεια που δεν έχει μακριά κυστίδια , άφθονες εξερχόμενες υφές ή άλλου τύπου εξογκώσεις.



δ) Καλυμμένη με συσσωματώματα του εδάφους: Επιφάνεια που παραμένει καλυμμένη με στοιχεία του εδάφους λόγω κολλοειδών εκκρίσεων του μανδύα.

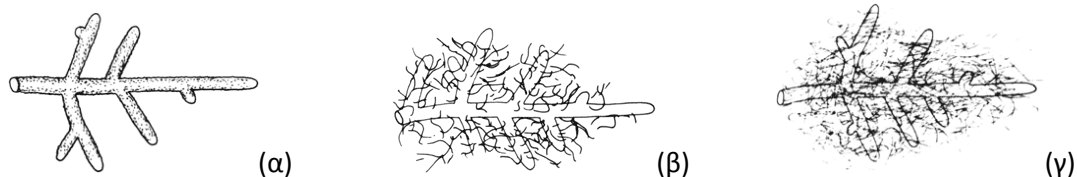


ε) Μη λεία – Τραχιά: Επιφάνειες με μακριά κυστίδια , άφθονες εξερχόμενες υφές ή άλλου τύπου εξογκώσεις.

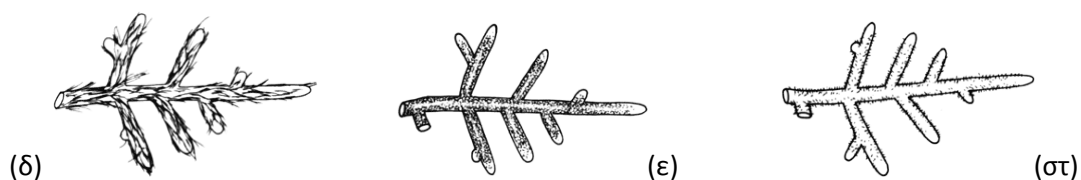


στ) Στιλπνή: Επιφάνεια που αντανακλά το φως του στερεοσκοπίου συμπυκνωμένα και όχι διάχυτα, από πολλές μικρά σημεία πάνω στον μανδύα.

1.2.3.3.β Επιφάνεια ακροριζιδίου (υφή):



(α) Κοκκώδης (πυκνά ή αραιά): Επιφάνεια καλυμμένη από μικρά εξογκώματα σαν γυαλόχαρτο. (β) Μαλλιαρή (πυκνά ή αραιά): Επιφάνεια καλυμμένη από χοντρές και στριφογυριστές εξερχόμενες υφές που θυμίζουν μαλλί. (γ) Βαμβακώδης (πυκνά ή αραιά): Επιφάνεια καλυμμένη από λεπτές εξερχόμενες υφές και είναι σχετικά δύσκολο η διάκριση ξεχωριστών υφών.



(δ) Ινώδης (έντονα ή ισχνά): Επιφάνεια με εξερχόμενες υφές που ενώνονται σε δέσμες, οι οποίες μπορούν να διακλαδίζονται ή να ενώνονται και με άλλες σχηματίζοντας μεγαλύτερα συσσωματώματα. (ε) Δικτυωτή: Επιφάνεια με εξερχόμενες υφές που ενώνονται σε δέσμες, οι οποίες διακλαδίζονται έντονα και ενώνονται ξανά άμεσα με άλλες σχηματίζοντας δαχτυλιδόμορφα συσσωματώματα που θυμίζουν δίχτυ. (στ) Ακανθώδης (μακριά ή κοντά / πυκνά ή αραιά): Επιφάνεια με ανασηκωμένες, κοντές και σκληρές υφές ή κυστίδια. Οι κοντές ακανθώδεις έχουν μήκος μικρότερο από το $\frac{1}{4}$ της διαμέτρου του ακροριζιδίου και οι μακριές ακανθώδεις έχουν μήκος μεγαλύτερο.

1.2.3.4. Τύπος ένωσης ριζόμορφου – μανδύα



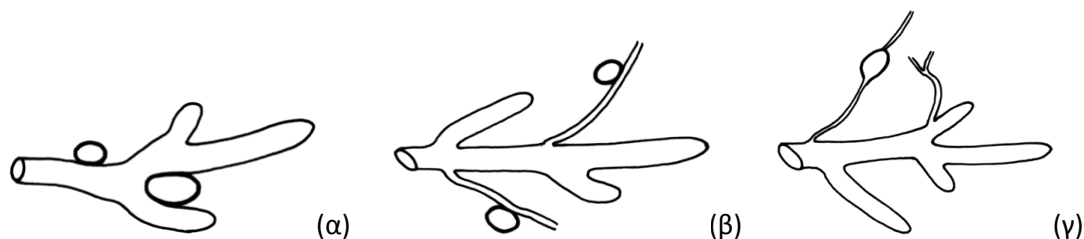
(α) Σαφής: Συνήθως πρόκειται για συμπαγή ριζόμορφα όπου ο τρόπος και το σημείο στο οποίο ενώνονται με τον μανδύα είναι αρκετά σαφή. Μερικές φορές μπορεί στο σημείο ένωσης να

δημιουργείται μια μικρή διόγκωση στο ριζόμορφο σαν δέλτα. (β) Πλάγιος: Αφορά ριζόμορφα που είναι κυρίως αραιά μαλλιαρά ή που στο σημείο ένωσης είναι πολύ μαλλιαρά, τα οποία συνήθως εκπτύσσονται υπό γωνία από σχετικά εκτεταμένο κομμάτι του μανδύα. (γ) Σαν Βεντάλια: Αφορά ριζόμορφα που εκπτύσσονται από εκτεταμένο κομμάτι του μανδύα και ενώνονται μερικώς σαν βεντάλια ή μπορεί να συγκεντρώνονται μακρύτερα από την μυκόριζα σε πιο συμπαγείς ριζόμορφες κατασκευές (το τελευταίο μπορεί να παρατηρηθεί στα ριζόμορφα του γένους *Hebeloma* όσο διατηρείται η φυσική τους μορφή ή όταν αναπτύσσονται in vitro).

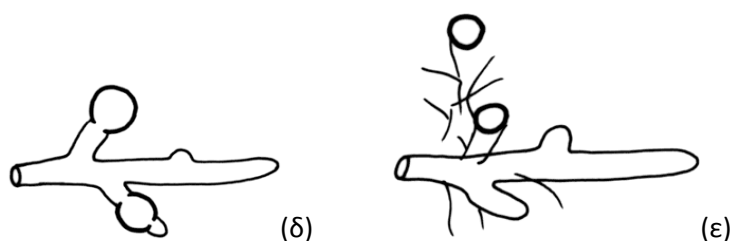
1.2.3.5. Μορφολογία σκληρωτίων.

Η απόδειξη της απουσίας σκληρωτίων είναι σχεδόν αδύνατη, ενώ η απόδειξη της προέλευσης ενός σκληρωτίου από τον εξεταζόμενο μορφότυπο δεν είναι πάντα εύκολη. Χρειάζονται σύγκριση μικροσκοπικών χαρακτηριστικών μεταξύ μανδύα-ριζόμορφων και σκληρωτίων για την εξαγωγή σχετικά ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Σκληρώτια μπορεί να εμφανίζονται:



α) σε επαφή με τον μανδύα, β) σε πλευρική επαφή με τα ριζόμορφα, γ) ως εμβόλιμη κατασκευή των ριζόμορφων.



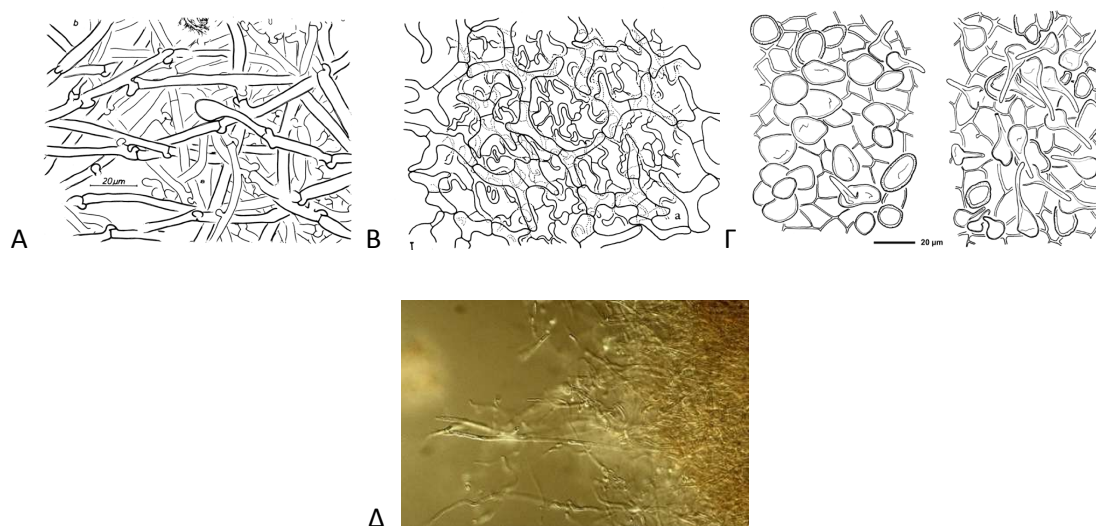
δ) ως κατασκευή γύρω από την μυκόριζα, ε) ή στο γύρω έδαφος, ξεχωριστά από τον μανδύα ή από άλλες κατασκευές του μύκητα.

1.2.4. Άλλα ανατομικά διαγνωστικά χαρακτηριστικά.

1.2.4.1. Γενικά στοιχεία

Σε μία τομή εκτομυκόρριζας, σκοπός είναι να μπορούν να διακριθούν και να εξεταστούν τα διαφορετικά στρώματα του μανδύα. Ένα κομμάτι του μανδύα θα πρέπει να είναι προσανατολισμένο προς τα πάνω και ένα άλλο κομμάτι προσανατολισμένο προς τα κάτω. Μόνο οι πολύ σκούροι μανδύες ή όσοι είναι ισχυρά καλυμμένοι από κρυστάλλους ή εδαφικά στοιχεία, θα πρέπει να διαχωρίζονται με την βοήθεια κρυστόμου για να εξεταστούν. Χρειάζεται σχετική εμπειρία για να διαχωριστούν η εξωτερική και η εσωτερική στοιβάδα του μανδύα ωστόσο υπάρχουν κάποιες ιδιαιτερότητες που μπορεί να χαρακτηρίζουν το επίπεδο της στοιβάδας.

Η εξωτερική στοιβάδα του μανδύα μπορεί να χαρακτηρίζεται με κάποια από τα παρακάτω χαρακτηριστικά ή με συνδυασμό τους: τις κυρτές πλευρές, την ψευδοπαρεγχυματική δομή, τα στοιχεία του εδάφους, τους κρυστάλλους, τα εξερχόμενα στοιχεία ή τα σκουρόχρωμα κυτταρικά τοιχώματα. Η εσωτερική στοιβάδα του μανδύα μπορεί να χαρακτηρίζεται με κάποια από τα παρακάτω χαρακτηριστικά ή με συνδυασμό τους: τις κοίλες πλευρές, την πλεκτηγχυματική δομή ή διάφορα υπολείμματα από φυτικά κυτταρικά τοιχώματα.

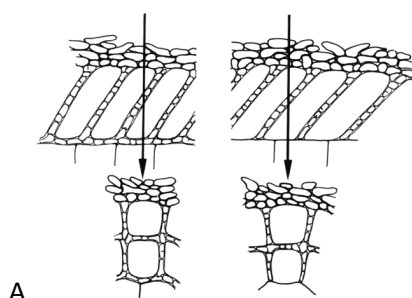


Η δομή της εξωτερικής στοιβάδας του μανδύα (ή αλλιώς της επιφάνειας του μανδύα) είναι ίσως το πιο κατατοπιστικό χαρακτηριστικό του μανδύα. Αρκετές φορές ωστόσο είναι δύσκολο να διακριθεί η επιφάνεια του μανδύα, ιδιαίτερα αν οι υφές είναι χαλαρά συνυφασμένες (Α) ή όταν ένας ευδιάκριτος μανδύας καλύπτεται από υφές που μπορούν να χαρακτηριστούν διφορούμενα, είτε ως τμήμα του μανδύα είτε ως τμήμα των εξερχόμενων στοιχείων (Β, Γ). Γενική κατεύθυνση είναι πως εφόσον το δίκτυο των υφών ή διάφορα άλλα στοιχεία, είναι στενά συνδεδεμένα με το

τμήμα του ευδιάκριτου μανδύα, θεωρούνται και αυτά ως τμήμα της επιφάνειας του μανδύα. Σε χαλαρά συνυφασμένους, πλεκτεγχυματικούς μανδύες η επιφάνεια του μανδύα θεωρείται όλο το κομμάτι, όπως διακρίνεται στην τομή, συμπεριλαμβανομένου δηλαδή και του εγγυούς τμήματος των εξερχόμενων υφών που είναι ακόμα συνδεδεμένο με τον μανδύα καθώς τα μακρύτερα τμήματα συχνά είναι διασκορπισμένα στην περιφέρεια της τομής (Δ).

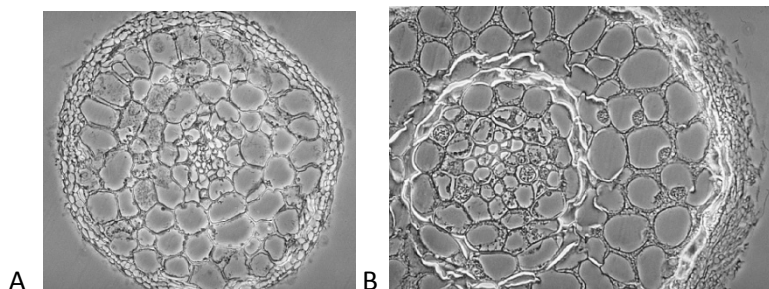
1.2.4.2. Επιμήκης και εγκάρσια τομή εκτομυκόρριζας

Οι επιμήκεις τομές των ακροριζιδίων είναι γενικά περισσότερο κατατοπιστικές από τις εγκάρσιες τομές καθώς τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά είναι συνήθως ευκρινέστερα και πρέπει να επιλέγονται στην περίπτωση που υπάρχει η δυνατότητα για μόνο μια τομή. Αυτό είναι χαρακτηριστικό στο βάθος ανάπτυξης του δικτύου Hartig στο εσωτερικό της ρίζας, ειδικά αν τα κύτταρα του φλοιού της ρίζας που περικλείονται έχουν λοξό προσανατολισμό (Α). Στις εγκάρσιες τομές αντίθετα, μπορεί να διακρίνονται διαδοχικές στρώσεις από το δίκτυο Hartig παρόλο που μπορεί να περικλείεται μόνο μια μεμονωμένη σειρά κυττάρων. Στο αριστερό κομμάτι του σχήματος Α διακρίνεται πάνω μια επιμήκης τομή ρίζας με περιεπιδερμικό δίκτυο Hartig που περικλείει μία σειρά από λοξά προσανατολισμένα κύτταρα, στην εγκάρσια τομή της οποίας (από κάτω) φαίνεται να περικλείονται δύο σειρές κυττάρων, ενώ αντίστοιχα στο δεξί κομμάτι του σχήματος Α διακρίνεται πάνω μια επιμήκης τομή με παραεπιδερμικό δίκτυο Hartig που περικλείει ελλειπώς μια σειρά κυττάρων, στην εγκάρσια τομή της οποίας φαίνεται να περικλείονται μία και μισή σειρά κυττάρων. Ως επιμήκεις τομές συμπεριλαμβάνονται μόνο όσες διακρίνεται ο κεντρικός κύλινδρος με τα στοιχεία του ξύλου.



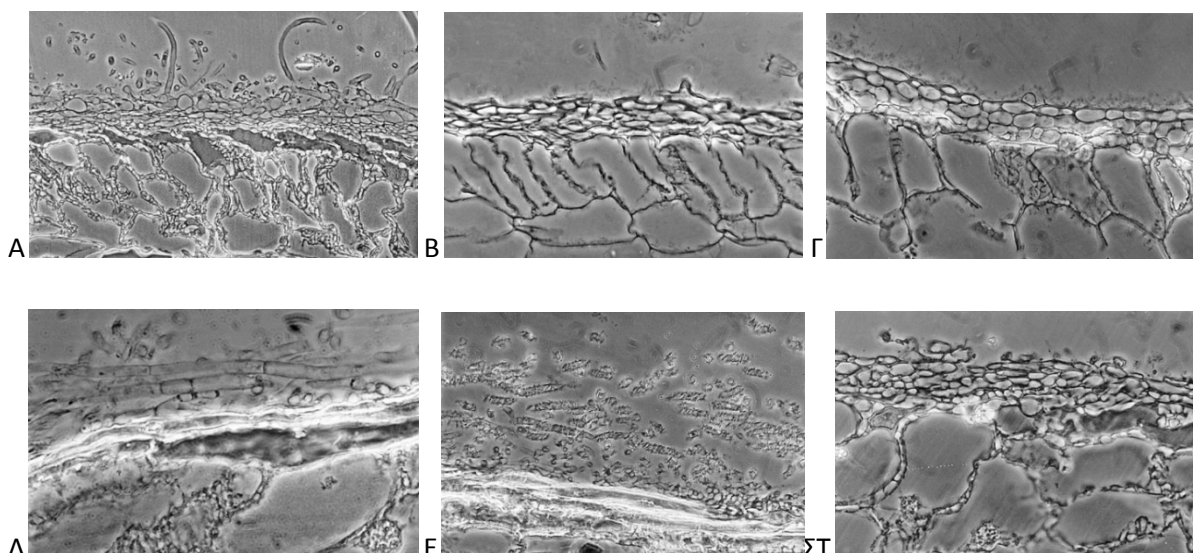
Οι διαστάσεις των κυττάρων με τανίνη, ποικίλουν αρκετά ανάλογα με την απόσταση από άκρο του ριζιδίου, είτε αυτά σχηματίζονται στην εξωτερική σειρά των φυτικών κυττάρων είτε στην αμέσως κατώτερη, ενώ εξαρτάται επίσης και από το φυτικό είδος. Μέχρι σήμερα λίγα είναι γνωστά σε σχέση με την επίδραση των μυκοβιοτών στο σχήμα των κυττάρων με τανίνη. Αντίθετα, η ποικιλία

των διαστάσεων των κυττάρων του φλοιού της ρίζας είναι λιγότερο ευρεία, ωστόσο διαφαίνεται πως το σχήμα των κυττάρων του φλοιού σε επιμήκη τομή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν διαγνωστικό χαρακτηριστικό για κάποια φυτικά γένη. Δεδομένου πως η μέτρηση των διαστάσεων των κυττάρων είναι μια χρονοβόρα διαδικασία όπως επίσης και από το γεγονός πως έχουν ουσιαστικά μικρή πρακτική αξία για την διάκριση διαφορετικών ειδών μυκήτων στον ίδιο ξενιστή, οι μετρήσεις αυτές ουσιαστικά παραλείπονται. Παρ' όλα αυτά σε μία λεπτομερή περιγραφή μίας εκτομυκόριζας, υπάρχει η τάση να συμπεριληφθούν και οι διαστάσεις των κυττάρων του φλοιού καθώς στο μέλλον μπορεί να αποδειχθούν χρήσιμες.



Ως εγκάρσιες τομές συμπεριλαμβάνονται μόνο όσες διακρίνεται ο κεντρικός κύλινδρος με τα στοιχεία του ξύλου(A,B).

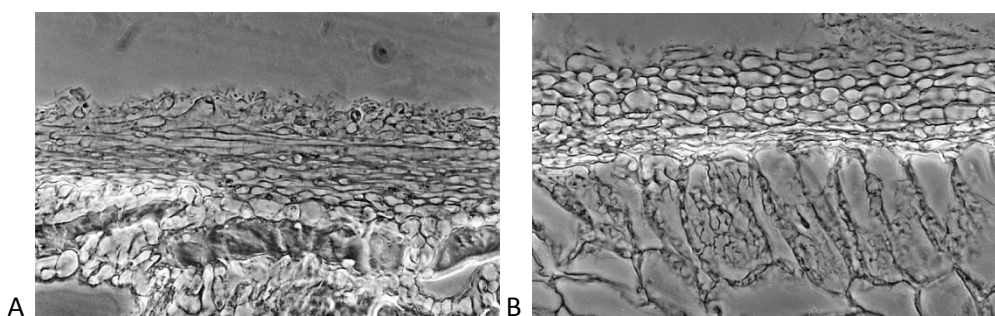
1.2.4.3. Πάχος μανδύα



Το εσωτερικό όριο μεταξύ του μανδύα και της ρίζας υποδεικνύεται ή από τα κύτταρα με την τανίνη, αν υπάρχουν (A) είτε από μη ενισχυμένα κύτταρα του φλοιού της ρίζας (B). Κάποιες φορές

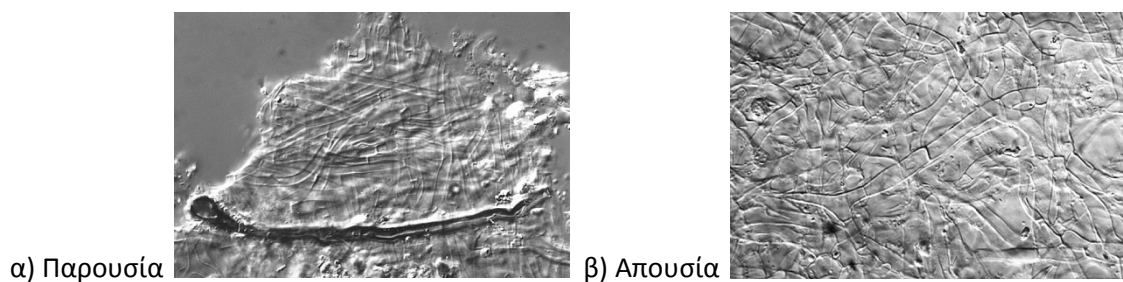
κύτταρα της καλύπτρας μπορεί να παρεμβάλλονται μεταξύ των στοιχείων της εσωτερικής στοιβάδας του μανδύα ή μπορεί να βρίσκονται σε άμεση επαφή με τις αρχικές υφές του δικτύου Hartig που περικλείουν τα εξώτατα κύτταρα του φλοιού(Γ). Υπολείμματα της καλύπτρας και κύτταρα με τανίνη μπορεί να συνυπάρχουν μαζί (Δ). Αντιθέτως τα εξωτερικά όρια του μανδύα είναι δυσκολότερο να διακριθούν, ιδιαίτερα στους αραιά συνυφασμένους πλεκτεγχυματικούς μανδύες (Ε) ή άλλες φορές είναι ευδιάκριτα (ΣΤ). Στους ευδιάκριτους μανδύες είναι εύκολο να ληφθούν μετρήσεις ενώ στους δυσδιάκριτους χρειάζεται σχετική εμπειρία για να εκτιμηθεί το σωστό πάχος. Συνεπώς παίρνονται μετρήσεις των κατώτερων και ανώτερων τιμών και παρουσιάζονται οι μέσες αντιπροσωπευτικές τιμές [π.χ. (11)15-16(20)μm]. Το πάχος του μανδύα μετριέται ξεχωριστά στο άκρο και στο κυρίως σώμα του ακρορριζιδίου.

1.2.4.4. Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα



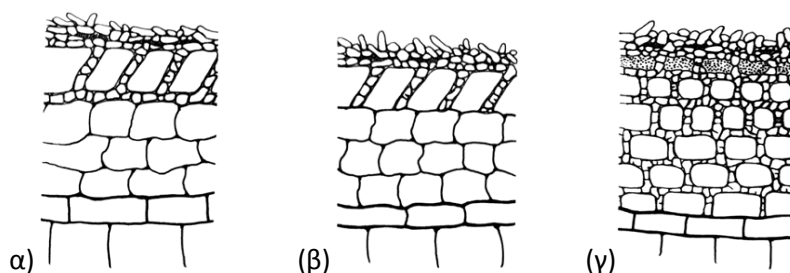
Οι μανδύες σε επιμήκη τομή μπορούν να διακριθούν σε ξεχωριστές στοιβάδες (Β: π.χ. να υπάρχουν εξωτερικά αραιά διευθετημένες υφές, στην μέση διακρίνονται μεγαλύτερης διαμέτρου κύτταρα και προς το εσωτερικό μικρότερα) ή να διακρίνεται μόνο το περίγραμμά τους (Α). Γενικά οι εσωτερικές υφές, που γειτνιάζουν με τα κύτταρα της ρίζας είναι συνήθως διαφορετικές από τις υπόλοιπες υφές.

1.2.4.5. Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα

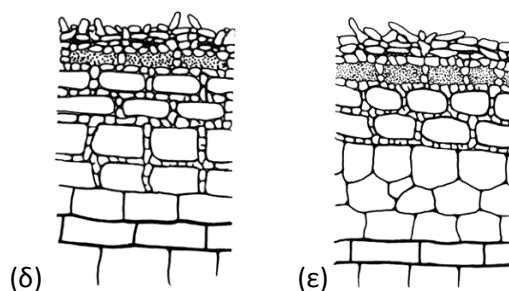


Ορισμένες φορές ανάμεσα στις υφές του μανδύα παρεμβάλλεται μια ζελατινώδης ουσία (α). Δημιουργείται μάλλον από εκκρίματα των υφών. Ιδιαίτερα στις υδρόφιλες μυκόριζες βοηθάει για να συγκρατείται το έδαφος και άλλοι ωφέλιμοι μικροοργανισμοί. Αν δεν υπάρχει (β) διακρίνονται ο αέρας και το νερό ανάμεσα στις υφές.

1.2.4.6.α Τύπος δικτύου Hartig σε επιμήκη τομή



α) Περιεπιδερμικός: Το δίκτυο Hartig περικλείει την πρώτη σειρά από τα κύτταρα της επιδερμίδας. (β) Παραεπιδερμικός: Το δίκτυο Hartig περικλείει την πρώτη σειρά από τα κύτταρα της επιδερμίδας μόνο πλευρικά χωρίς να εισέρχεται προς το σημείο που ενώνεται η πρώτη με την δεύτερη σειρά. (γ) Περιενδοδερμικός: Το δίκτυο Hartig εισχωρεί προς κατώτερα κύτταρα της ρίζας μέχρι και την ενδοδερμίδα.

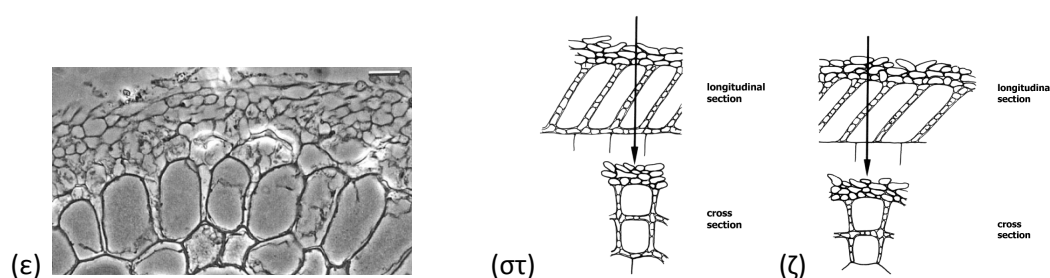


δ) Παραενδοδερμικός: Το δίκτυο Hartig εισχωρεί στα κύτταρα του φλοιού της ρίζας κατά μία σειρά κυττάρων και στην από κάτω μόνο πλευρικά χωρίς να εισέρχεται προς το σημείο που ενώνεται με την επόμενη, μέχρι την ενδοδερμίδα χωρίς όμως να την περικλείει. (ε) Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε δύο σειρές κυττάρων: Το δίκτυο Hartig περικλείει τις δύο πρώτες σειρές από τα κύτταρα της επιδερμίδας, χωρίς να εισχωρεί στην ενδοδερμίδα. (στ) Εκτεινόμενο κατά σημεία δημιουργώντας φωλιές.

1.2.4.6.β Τύπος δικτύου Hartig σε εγκάρσια τομή

Αναλόγως με την επιμήκη τομή το δίκτυο Hartig χαρακτηρίζεται από τις παρακάτω μορφές.

(α) Περιεπιδερμικό, (β) Παραεπιδερμικό, (γ) Παραενδοδερμικό, (δ) Περιενδοδερμικό



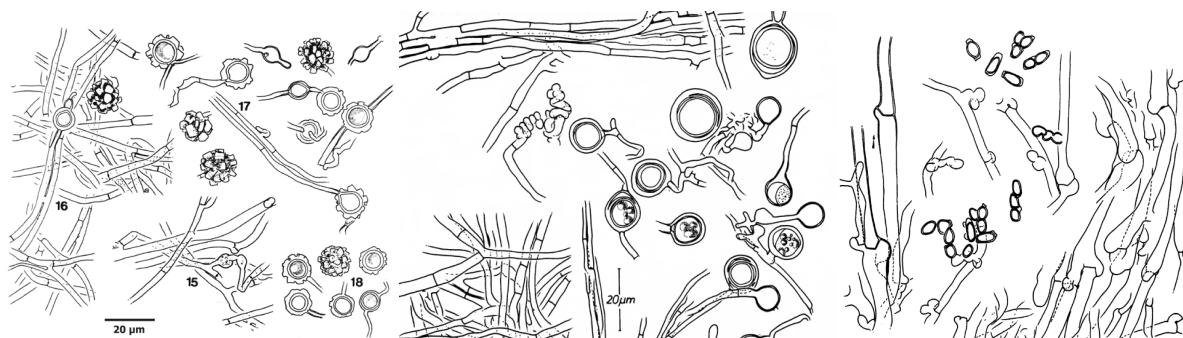
(ε) Εκτεινόμενο κατά σημεία δημιουργώντας φωλιές, (στ) Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε δύο σειρές κυττάρων (Το δίκτυο Hartig περικλείει τις δύο πρώτες σειρές από τα κύτταρα της επιδερμίδας, χωρίς να εισχωρεί στην ενδοδερμίδα), (ζ) Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε μιάμιση σειρά κυττάρων της επιδερμίδας (Το δίκτυο Hartig περικλείει την δεύτερη σειρά από τα κύτταρα της επιδερμίδας μόνο πλευρικά χωρίς να εισέρχεται προς το σημείο που ενώνεται η με την τρίτη σειρά).

1.2.4.7. Χλαμυδοσπόρια

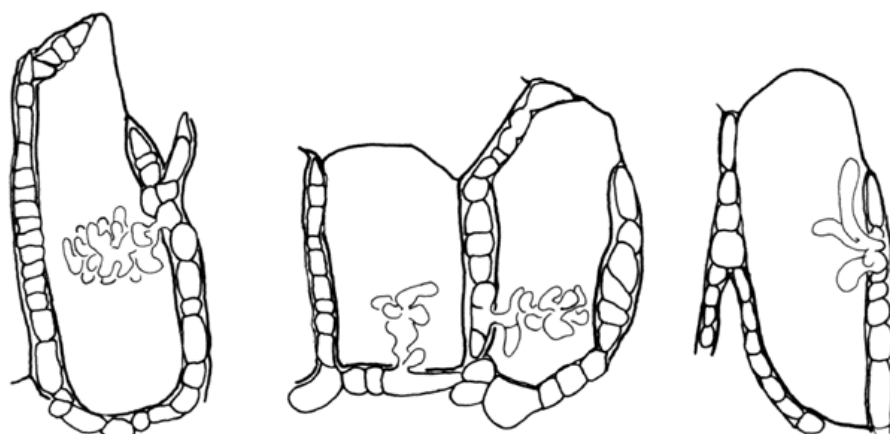
Ως χλαμυδοσπόρια χαρακτηρίζονται όλα τα στρογγυλά, ωσειδή ή ελλειπτικά κυτταρικά στοιχεία ανεξάρτητα αν έχουν ή όχι εξογκώματα ή εξειδικευμένα τοιχώματα. Έχουν παχιά τοιχώματα που μπορεί να είναι χρωματισμένα. Δεν είναι εύκολο να καθοριστεί αν τα χλαμυδοσπόρια είναι πραγματικά χλαμυδοσπόρια ή όχι, αν δηλαδή περιέχονται σε ξεχωριστό περίβλημα διαφορετικού κυτταρικού τοιχώματος. Η βλαστικότητα τους είναι δύσκολο να εξεταστεί.

Επίσης είναι δύσκολο να αποφασιστεί αν τα χλαμυδοσπόρια που εμφανίζονται πάνω στον μανδύα ή το ριζόμορφο, ανήκουν στην υπό εξέταση μυκόρριζα ή σε άλλο μύκητα. Πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά η παρουσία διακριτών και ξεχωριστών ενώσεων των χλαμυδοσπορίων με τις

υφές της μυκόρριζας. Αν δεν εμφανίζονται τέτοιες ενώσεις, η προέλευση των χλαμυδοσπορίων παραμένει αμφιλεγόμενη.



1.2.4.8. Μυζητήρες



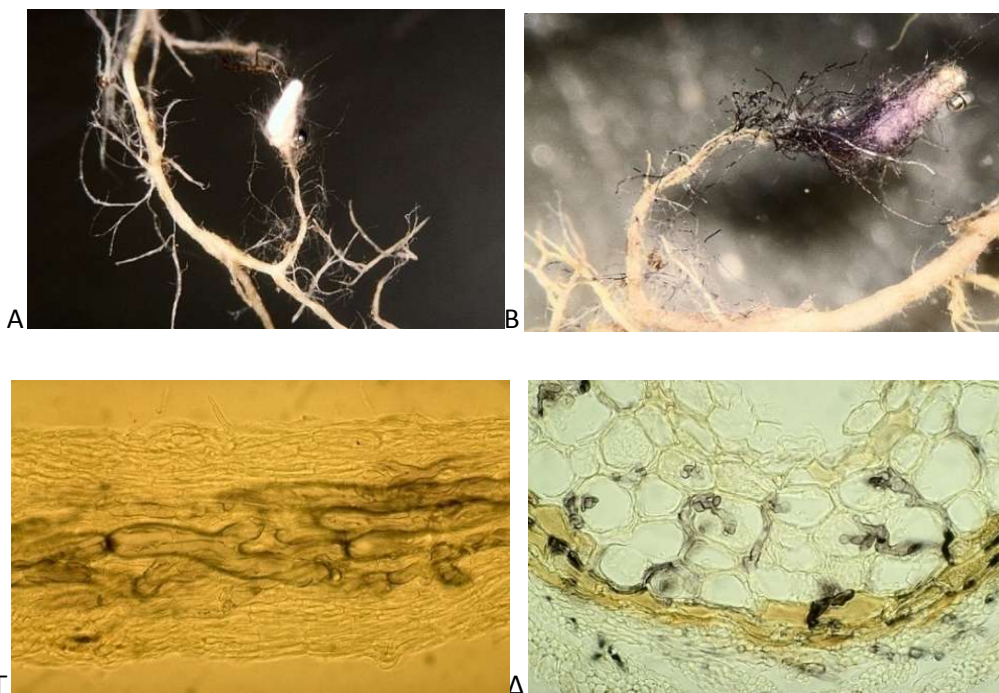
Ως μυζητήρες (Haustoria) χαρακτηρίζουμε όλες τις κατασκευές των υφών οι οποίες φαίνεται να εισχωρούν μέσα στα κύτταρα των υφών και προέρχονται από το δίκτυο Hartig ή αναπτύσσονται έξω από περιοχή που εκτείνεται το δίκτυο Hartig, ανεξάρτητα από το σχήμα τους. Πρέπει να φαίνονται και κυτοπλασματικά στοιχεία ώστε να είναι υποδεικνύεται πως πρόκειται για ζωντανό κύτταρο. Συχνά τα νεκρά κύτταρα μπορεί να αποικίζονται από σαπροτροφικά από υφές. Μερικές φορές, υφές διαφόρων μυκήτων προσπαθούν να εισχωρήσουν και στα κύτταρα τανίνης ωστόσο αυτές οι προσεκβολές δεν χαρακτηρίζονται ως μυζητήρες.

Συχνά είναι αδύνατον να διακριθεί αν οι μυζητήρες είναι από παρείσακτο μύκητα ή από τον υπό εξέταση μύκητα. Κάποιοι μυζητήρες προέρχονται από το δίκτυο Hartig χωρίς ωστόσο κάποια ένδειξη ότι το δίκτυο Hartig έχει σχηματιστεί από δύο διαφορετικούς μύκητες. Σε αυτή την

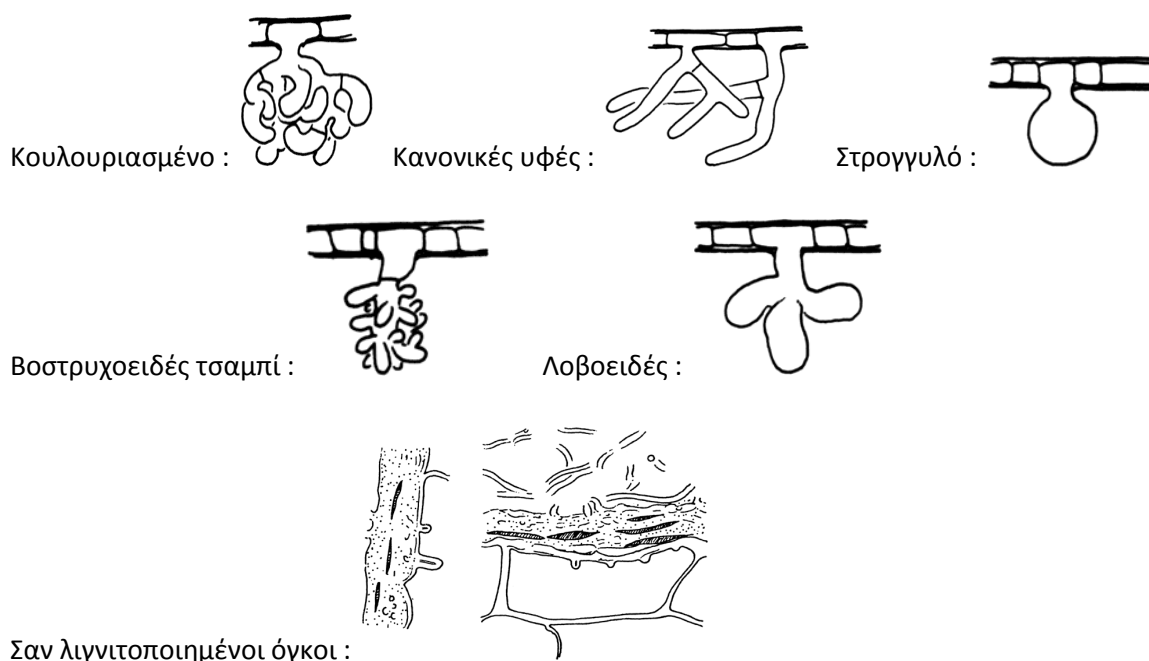
περίπτωση οι μυζητήρες θεωρούνται ότι ανήκουν στον υπό εξέταση μύκητα. Άλλες φορές οι μυζητήρες προέρχονται από διαφορετικού τύπου δίκτυο Hartig ή οι μυζητήρες χρωματίζονται διαφορετικά, στοιχεία ενδεικτικά πως προέρχονται από διαφορετικό απον εξεταζόμενο μύκητα.

Η απουσία παρείσακτων μυζητήρων σε υπό εξέταση εκτομυκόριζες είναι σχεδόν αδύνατο να αποδειχθεί, ωστόσο τις περισσότερες φορές οι εκτομυκόριζες δεν έχουν παρείσακτους μυζητήρες. Εάν αποδειχθεί πως οι μυζητήρες που εξετάζονται δεν ανήκουν στον υπό εξέταση μύκητα θεωρούνται παρείσακτοι. Αυτό είναι εφικτό αν διαπιστωθεί διαφορετική αντίδραση στις χρωστικές, αν διακριθεί πως οι μυζητήρες ενώνονται με υφές σίγουρα διαφορετικού τύπου από τον υπό εξέταση μύκητα ή από την ύπαρξη χαρακτηριστικών Βασιδιομυκήτων σε εκτομυκόριζες από Ασκομύκητες και το αντίθετο.

Κάποιες εκτομυκόριζες σχετίζονται συχνά με παρείσακτους μύκητες και είναι πολύ δύσκολο να διευκρινιστεί σε ποιον ανήκουν οι μυζητήρες. Επίσης κάποιες φορές είναι πιθανό να παρατηρηθούν καταβολές ή ακόμα και καρποσώματα παρείσακτων μυκήτων πάνω σε ριζόμορφα άλλων μυκήτων. Στις περιπτώσεις Α,Β καταβολές ειδών του γένους *Chroogomphus* φαίνονται πάνω σε ριζόμορφα *Rhizorogon*. Στις περιπτώσεις Γ και Δ φαίνονται αντίστοιχα αμυλώδεις αντιδράσεις του ίδιου μύκητα μέσα σε ριζόμορφα (Γ) ή αμυλώδεις αντιδράσεις σε μυζητήρες του μέσα σε άλλη εκτομυκόριζα (Δ).



Τα σχήματα που μπορεί να έχουν οι μυζητήρες εμφανίζονται παρακάτω:



1.2.5. Χημικές αντιδράσεις

Από τα 17, συχνά εφαρμόσιμα χημικά αντιδραστήρια, δεν είναι όλα της ίδιας σημασίας στη χρώση των αποικισμένων από τους μύκητες φυτικών ιστών και μπορούν να κατανεμηθούν σε δύο ομάδες με βάση την συχνότητα και την διακριτότητα των αποτελεσμάτων τους. Σε κάθε θετική αντίδραση θα πρέπει να σημειώνεται και το χρώμα. Χρωματικές διαφορές στις εκτομυκόρριζες προκαλούνται και από τις ρίζες

Η πρώτη ομάδα αντιδραστηρίων χρησιμοποιείται ευρέως καθώς παρέχουν σημαντικές πληροφορίες και προκαλούν συχνά ευδιάκριτες αλλαγές όπου εφαρμόζονται. Αναφέρονται με σειρά προτεραιότητας τα ακόλουθα: Αντιδραστήριο Melzer's, Σουλφοβανιλίνη, KOH 10%, Guaiac, FeSO₄, Γαλακτικό οξύ, brilliant-cresyl-blue. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει λιγότερο σημαντικά αντιδραστήρια, τα οποία χρησιμοποιούνται λιγότερο συχνά και προκαλούν -γενικά- λιγότερο ευδιάκριτες αντιδράσεις. Αναφέρονται με σειρά προτεραιότητας τα ακόλουθα: Toluidin blue, φορμόλη 40%, cotton-blue με γαλακτικό οξύ, sudanIII, αιθανόλη 70%, φαινόλη - ανιλίνη.

1.2.6. Μορφολογική ομαδοποίηση των βασικών εκτομυκορριζικών χαρακτηριστικών

Η πρώτη εργασία που πραγματοποιείται κατά τη μελέτη ενός περιβαλλοντικού δείγματος είναι η ομαδοποίηση των διαφορετικών εκτομυκορριζικών μορφότυπων. Αυτή καθορίζεται αρχικά από τα βασικά μορφολογικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 1), τα σημαντικότερα των οποίων είναι ο ανιχνευτικός τύπος των εκτομυκορριζών και η υδροφοβικότητα του μανδύα συνδυαζόμενη με το χρώμα της επιφάνειας του μανδύα και τον τύπο της διακλάδωσης. Συμπληρωματικά εξετάζονται και κάποια από τα βασικά ανατομικά χαρακτηριστικά (βλ. 1.2.2.) εφόσον κριθεί απαραίτητο. Ωστόσο η εξέταση των ανατομικών χαρακτηριστικών είναι μια εργασία δυσχρήστη για κάθε πιθανό μορφότυπο γιατί είναι αρκετά χρονοβόρα.

Πίνακας 1. Ομαδοποίηση των βασικών μορφολογικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών.

Ανιχνευτικοί τύποι	Ριζόμορφα.	Εξερχόμενες υφές	Υδροφοβικότη τα μανδύα	Κυστιδία.	Μορφολογικ ή ομάδα
Σχεδόν εφαπτόμενοι	Απουσία	Απουσία	Υδρόφιλος	Παρουσία	1
				Απουσία	2
			Υδρόφοβος	Παρουσία	3
				Απουσία	4
Κοντινής απόστασης	Απουσία	Παρουσία	Υδρόφιλος	Παρουσία	5
	»	»	»	Απουσία	6
	»	»	Υδρόφοβος	Παρουσία	7
	»	»	»	Απουσία	8
Μεσαίας απόστασης	Παρουσία	Παρουσία	Υδρόφιλος	Παρουσία	9
	»	»	»	Απουσία	10
	»	»	Υδρόφοβος	Παρουσία	11
	»	»	»	Απουσία	12
	»	Απουσία	Υδρόφιλος	Παρουσία	13
	»	»	»	Απουσία	14
	»	»	Υδρόφοβος	Παρουσία	15
	»	»	»	Απουσία	16
Μακρινής απόστασης.	Παρουσία	Παρουσία	Υδρόφιλος	Παρουσία	17
	»	»	»	Απουσία	18
	»	»	Υδρόφοβος	Παρουσία	19

»	»	»	Απουσία	20
»	Απουσία	Υδροφίλος	Παρουσία	21
»	»	»	Απουσία	22
»	»	Υδροφόβος	Παρουσία	23
»	»	»	Απουσία	24

Στον Πίνακα 1 αποτυπώνονται 24 διαφορετικοί τύποι μορφολογίας (μορφότυποι) εκτομυκορριζών με βάση τον ανιχνευτικό τους τύπο και την υδροφοβικότητα του μανδύα, οι οποίοι δημιουργήθηκαν μέσω της μεθοδολογίας που υιοθετήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Ο παραπάνω Πίνακας περιλαμβάνει μόνο τα χαρακτηριστικά αυτά τα οποία είναι δυνατόν να παρατηρηθούν κατά την πρώτη επαφή με ένα περιβαλλοντικό δείγμα και τον διαχωρισμό των μορφοτύπων. Η παρουσία ή μη κυστιδίων αφορά παρατηρήσεις με χρήση στερεοσκοπίου. Άλλα χαρακτηριστικά που διακρίνουν περαιτέρω τους μορφότυπους είναι η ένταση των παραπάνω χαρακτηριστικών, ο τύπος της διακλάδωσης των ακροριζιδίων, το χρώμα της επιφάνειας του μανδύα, ή ύπαρξη γάλακτώδους εκκρίματος κ.α.

1.3. Βιοποικιλότητα και οριακά περιβάλλοντα.

Σύμφωνα με τον ορισμό του FAO (CGIAR 2000) ως οριακά περιβάλλοντα αναφέρονται οι περιοχές αυτές στις οποίες οι δυνατότητες για την χρήση της Γης είναι περιορισμένες λόγω διαφόρων μειονεκτικών παραγόντων. Σε σχέση με το έδαφος και το περιβάλλον, οι μειονεκτικοί παράγοντες είναι κυρίως η υψηλή αλατότητα των εδαφών, η χαμηλή γονιμότητα, η κακή αποστράγγιση, τα ρηχά εδάφη, τα εδάφη με μεγάλη κλίση και οι περιοχές με δυσμενείς κλιματικές συνθήκες.

Η συσχέτιση ανάμεσα στην βιοποικιλότητα των ειδών και τη σταθερότητα του οικοσυστήματος αποτελεί θέμα συζήτησης στην επιστημονική κοινότητα (Aerts and Honnay 2011). Η σταθερότητα των οικοσυστημάτων εκτιμάται με βάση τη διάρκεια στον χρόνο, την αντοχή και την προσαρμοστικότητα τους ενάντια στις πάσης φύσεως διαταραχές (Griffin et al. 2009, Thomson et al. 2009) και είναι αδιαμφισβήτητο πως τα εκτεταμένα δάση του βόρειου ημισφαιρίου είναι και αρχαία και σταθερά οικοσυστήματα (<https://earthobservatory.nasa.gov/Features/BorealMigration>, http://www.borealforest.org/world/world_overview.htm). Στα οικοσυστήματα που επικρατούν τα εκτομυκορριζικά φυτά έχει διαπιστωθεί από πολλούς ερευνητές υψηλή ποικιλότητα των μυκήτων που σχηματίζουν εκτομυκορριζες (Buée et al. 2005, Izzo et al. 2005) και πιθανόν να οφείλεται εν μέρει στην ποικιλομορφία της δομής του εδάφους σε συνάρτηση με την ποικιλότητα των φυτών ξενιστών (Courty et al. 2010). Η ποικιλομορφία του περιβάλλοντος μαζί με την εξελικτική πίεση στο

πέρασμα των χρόνων έχει δημιουργήσει διαφοροποιήσεις σε διατροφικές ανάγκες και σε άλλους τομείς που σχετίζονται με την οικολογική προσαρμογή μέσα στην εκτομυκορριζική κοινότητα και έχει συμβάλλει στην αυξημένη βιοποικιλότητά της (Bruns 1995). Όπως και να έχει η επιτυχημένη παρουσία αρκετών διαφορετικών ειδών εκτομυκορριζικών μυκήτων σε διάφορα περιβάλλοντα δείχνει την ικανότητά τους να αποικίζουν σχεδόν κάθε βιότοπο και να προσδίδουν τα πλεονεκτήματά τους στα φυτά ξενιστές τους (Brundrett 2008). Στα Μεσογειακά οικοσυστήματα όπως αυτά που απαντώνται στην Ελλάδα, που θεωρούνται “hotspots” όσον αφορά στη βιοποικιλότητα και ορισμένα από τα οποία εμφανίζουν οριακά χαρακτηριστικά, η ποικιλότητα των φυτών και των εκτομυκορριζικών μυκήτων είναι υψηλή (Brookset al. 2002, Zervakiset al. 2004).

1.3.1. Παραλιακά αμμοθινικά οικοσυστήματα

Τα παραθαλάσσια αμμοθινικά οικοσυστήματα, ή αλλιώς αμμοθίνες, αποτελούν σημαντικά μεσογειακά οικοσυστήματα στα οποία εμφανίζεται υψηλή περιβαλλοντική ετερογένεια και ποικιλία διαφορετικών ειδών (Van der Maarel 2003, Martinez et al. 2004). Χαρακτηρίζονται από σύνθετες οικολογικές βαθμίδες από την ακτή προς τη στεριά, στις οποίες παρατηρείται συνύπαρξη διαφορετικών ειδών σε σχετικά μικρή έκταση (Ranwell 1972, Doing 1985, Psuty 2004, Wiedemann and Pickart 2004, Frederiksen et al. 2006). Εμφανίζουν αυξημένη οικολογική ποικιλομορφία σε σχέση με τη σύσταση των φυτικών κοινοτήτων, την σπανιότητα των ειδών και τον ενδημισμό τους (van der Maarel and van der Maarel-Versluys 1996, van der Maarel 2003, Martínez et al. 2004, Ciccarelli et al. 2014). Το 1/3 των φυτικών ειδών των μεσογειακών αμμοθινών είναι ενδημικά της Μεσογείου και πολλά είδη είναι πρώιμα είδη στην οικολογικής διαδοχής (http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/platform/knowledge_base/135_mediterranean_region_en.html). Οι αμμοθίνες θεωρούνται από τα πιο ευάλωτα περιβάλλοντα της Ευρώπης, απειλούμενα από ρύπανση, διάβρωση, την υπερθέρμανση του πλανήτη, τον τουρισμό, την επέκταση του αστικού περιβάλλοντος, αγρο-γεωργικές πρακτικές κ.α. (Cori 1999, Brown and McLachlan 2002, Van der Maarel 2003, Coombes et al. 2008, Carboni et al. 2009, Gornish and Miller 2010, Miller et al. 2010, Ciccarelli et al. 2012, Ciccarelli 2014, Ciccarelli and Bacaro 2016). Η μείωση των μεσογειακών αμμοθινικών οικοσυστημάτων από το 1900 μέχρι σήμερα υπολογίζεται στο 70% (pdf 1, Ιστοσελίδα 2)

Οι μεσογειακές αμμοθίνες ακολουθούν τη βαθμιαία κατάταξη των ευρωπαϊκών αμμοθινικών οικοσυστημάτων και χωρίζονται στις λευκές, στις γκρίζες και στις δασωμένες ή καφέ θίνες (http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/platform/knowledge_base/135_mediterranean_region_en.html). Ο διαχωρισμός είναι βασισμένος στις αποχρώσεις της άμμου που διαφοροποιούνται ανάλογα με τη φυτοκοινωνία που επικρατεί και διαμορφώνει τις

φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, ιδίως το pH (Isermann 2005). Σύμφωνα με την ηλεκτρονική έκδοση του Κ.Ε.Ε. (Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας) για τα παραθαλάσσια οικοσυστήματα της Ελλάδας (http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher3_2.html) οι εμβρυώδεις θίνες είναι ανυψωμένοι αμμόδεις σχηματισμοί που δημιουργούνται στη ζώνη που φτάνει το κύμα και δρουν ως κυματοθραύστες. Τα πρώτα φυτά, που εγκαθίστανται στις θίνες είναι αγρωστώδη φυτά, λειχήνες και βρύα. Πίσω από τις εμβρυώδεις θίνες δημιουργούνται οι λευκές θίνες που έχουν ύψος πάνω από ένα μέτρο. Οι λευκές θίνες σχηματίζονται χάρη στην παρουσία των φυτών «σταθεροποιητών» που έχουν εκτεταμένο ριζικό σύστημα και έρποντα στελέχη για να συγκρατούν την άμμο και να αντιστέκονται στην πίεση από τα κύματα και τον άνεμο (π.χ. *Ammophila arrenaria*). Οι γκρίζες θίνες σχηματίζονται πίσω από τις λευκές και πριν από τις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Στις γκρίζες θίνες η άμμος είναι ανακατεμένη με χώμα και ευνοείται η ανάπτυξη νιτρόφιλων ποωδών φυτών μαζί με πολυετή αγρωστώδη φυτά και τάπητες από λειχήνες και βρύα. Σε γενικές γραμμές, τα φυτά των θινών χαρακτηρίζονται από παχιά και χνουδωτά φύλλα, για να αντέχουν στην ξηρασία. Στην Ελλάδα συναντάμε επίσης τα παράκτια δάση κωνοφόρων (*Pinus halepensis*, *Pinus brutia*, *Pinus pinea*, *Juniperus phoenicea* και *Juniperus macrocarpa*), τους θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων ή μακκία βλάστηση (*Olea europea* var. *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Arbutus unedo*, *Pistacia* spp., *Quercus coccifera*, *Myrtus communis*) και σπανιότερα τα δάση φυλλοβόλων πλατύφυλλων. Τα φρύγανα είναι επίσης χαρακτηριστικός τύπος θαμνώδους παράκτιας βλάστησης που αποτελείται από διάσπαρτους αγκαθωτούς θάμνους (*Sarcopoterium spinosum*, *Cistus* spp., *Centaurea spinosa*, *Calicotome villosa* κ.α.). Οι καφέ αμμοθίνες χαρακτηρίζονται από το υψηλό ποσοστό οργανικής ουσίας του εδάφους, το χαμηλό pH και χρωματίζονται από τη βιομάζα που αποδομείται (Isermann 2005).

Τα μεσογειακά είδη θερμόφιλης πεύκης περιλαμβάνουν τα είδη *P. pinea*, *P. halepensis* και *P. pinaster* (Davies et al. 2004) και κατατάσσονται με τον κωδικό B1.74 στον κατάλογο με τους απειλούμενους ευρωπαϊκούς βιοτόπους (Davies et al. 2004, Janssen et al. 2016) και με τον κωδικό 2770 της 92/43 οδηγίας της Ε.Ε. για τους βιότοπους προτεραιότητας (Davies et al. 2004, Bonari et al., 2016). Στους μεσογειακούς αμμοθινικούς βιότοπους που απειλούνται περιλαμβάνονται και οι σκληρόφυλλοι θάμνοι των αμμοθινών με κωδικό B1.64 (Davies et al. 2004) στους οποίους απαντώνται οι φυτοκοινωνίες των *Cisto-Lavanduletea* και *Cisto-Micromerietea* που αποτελούνται σε μεγάλο ποσοστό από φυτά του γένους *Cistus* (λαδανιές) (Davies et al. 2004).

1.3.2. Περιγραφή μορφοανατομικών χαρακτηριστικών των κύριων γενών που απαντώνται σε αμμοθινικά οικοσυστήματα

Όπως προαναφέρθηκε στις περιοχές με παραθαλάσσια αμμοθινικά οικοσυστήματα, όπου επικρατούν φυτοκοινωνίες με είδη *Pinus* και *Cistus*, αναμένεται να απαντούν και συγκεκριμένα είδη εκτομυκορριζικών μυκήτων. Αυτά με βάση με την διεθνή βιβλιογραφία άλλα και τα ευρήματα που υπάρχουν από την Ελλάδα (Milne 2002, Polemis 2015a,b) προέρχονται κυρίως από τα γένη *Inocybe*, *Hebeloma*, *Lactarius*, *Russula*, *Rhizopogon*, *Suillus*, *Chroogomphus*, *Pisolithus*, *Scleroderma*, *Tomentella*, *Geopora* και *Cenococcum*. Σύμφωνα με τα βασικά χαρακτηριστικά των εκτομυκορριζικών γενών που προκύπτουν από τη σύνοψη του Agerer (2006), τη διεθνή βάση δεδομένων για τις εκτομυκόρριζες (Agerer & Rambold 2004-2017) και από παλαιότερα εκτομυκορριζικά ευρήματα στις περιοχές μελέτης (Polemis 2015a,b), η περιγραφή των βασικών μορφοανατομικών χαρακτηριστικών του κάθε γένους συνοψίζεται στον παρακάτω Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Περιγραφή των βασικών μορφοανατομικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών στα γένη μυκήτων που απαντώνται συχνότερα σε αμμοθινικά οικοσυστήματα.

Γένος Μύκητα	Περιγραφή μορφοανατομικών χαρακτηριστικών εκτομυκόρριζας.
<i>Inocybe</i>	Συστήματα με αραιές ή πυκνές εξερχόμενες υφές, ευμεγέθεις ημικυκλικούς κρίκους με πόρο, παρουσία ή μη δευτερογενών διαφραγμάτων και με υδρόφιλους, πλεκτεγχυματικούς μανδύες, απουσία ριζόμορφων και κυστιδίων. (Ομάδα 6)
<i>Hebeloma</i>	Συστήματα με σχετικά αραιές εξερχόμενες υφές, ευδιάκριτους, μέτριους κρίκους, πλεκτεγχυματικούς μανδύες με υδρόφοβα κομμάτια. Πιθανή παρουσία ριζόμορφων και κυστιδίων. (Ομάδες 6, 8)
<i>Lactarius</i>	Συστήματα λεία, χωρίς κρίκους, με έκκριση γαλακτώδους υγρούόταν κοπούν και πιθανή παρουσία γαλακτοφόρων αδένων που διατρέχουν την επιφάνεια του μανδύα πιθανή παρουσία διαφοροποιημένων ριζόμορφων. (Ομάδες 2, 14)
<i>Russula</i>	Συστήματα λεία, χωρίς κρίκους, με πλεκτεγχυματικό μανδύα και κυστίδια τύπου D ή με ψευδοπαρεγχυματικό μανδύα πιθανή παρουσία διαφοροποιημένων ριζόμορφων και ελαιώδους περιεχομένου (Ομάδες 2, 14)
<i>Rhizopogon</i>	Συστήματα κυρίως συμπαγή, κοραλλιομορφα ή φυματιόμορφα, με ευμεγέθη, διαφοροποιημένα ριζόμορφα, με κρεμ-ροζ χρωματισμούς (Ομάδες 18, 20)
<i>Suillus</i>	Συστήματα κυρίως συμπαγή, κοραλλιομορφα ή φυματιόμορφα, με ευμεγέθη, διαφοροποιημένα ριζόμορφα. Υδρόφοβη όψη και λευκωπούς χρωματισμούς (Ομάδες 18, 20)
<i>Chroogomphus</i>	Συστήματα λεία, υδρόφιλα με πλεκτεγχυματικούς μανδύες (Ομάδα 2)
<i>Pisolithus</i>	Συστήματα υδρόφοβα, με ευμεγέθη διαφοροποιημένα ριζόμορφα και

	πλεκτεγχυματικούς μανδύες (Ομάδες 20, 24)
<i>Scleroderma</i>	Συστήματα υδρόφοβα, με ευμεγέθη διαφοροποιημένα ριζόμορφα και πλεκτεγχυματικούς μανδύες (Ομάδες 20, 24)
<i>Tomentella</i>	Συστήματα σκούρο καφέ, με ευμεγέθεις, καφετί, σκληρές εξερχόμενες υφές. Συνήθως με κρίκους και ψευδοπαρεγχυματικούς μανδύες ή και κυστίδια (Ομάδες 5, 6)
<i>Geopora</i>	Συστήματα χωρίς κρίκους, λεία ή με εξερχόμενες υφές και ψευδοπαρεγχυματικούς μανδύες (Ομάδες 2, 4, 6, 8)
<i>Cenococcum</i>	Συστήματα μαύρου χρώματος, με ανασηκωμένες μαύρες, συμπαγείς εξερχόμενες υφές και πιθανή παρουσία σκληρωτίων (Ομάδα 6)

* Η αρίθμηση των Ομάδων έγινε με βάση το περιεχόμενο του Πίνακα 1.

1.4. Τα φυτά των γενών *Pinus* και *Cistus* ως συμβιωτές εκτομυκορριζικών μυκήτων.

Όλα τα είδη της οικογένειας *Pinaceae* είναι εκτομυκορριζικά και απαντώνται κυρίως στο Β. Ημισφαίριο εκτός από κάποιες περιπτώσεις που η μεταφορά και η εγκατάστασή τους έγινε από τον άνθρωπο (Tedersoo 2017). Θεωρείται η παλαιότερη υπάρχουσα εκτομυκορριζική οικογένεια φυτών ενώ εκτομυκορριζες των γενών *Pinus* και *Picea* ήταν οι πρώτες που περιγράφηκαν ποτέ από τον Frank (1885 – στην εργασία των Tedersoo & Brundrett 2017). Οι κοντές δευτερογενείς ρίζες των *Pinaceae*, σχεδόν σε όλα τα γένη μέσα στην οικογένεια, είναι καθ' ολοκληρία μεταμορφωμένες εμφανίζοντας χαρακτηριστική μορφολογία, ενώ σε σχέση με άλλα ECM γένη τα ακορριζία των *Pinus* sp. έχουν την χαρακτηριστική διχοτομική διακλάδωση. Παρόλο που γενικά παρουσιάζουν ευρύ φάσμα συμβιωτικών μυκήτων, η βιοποικιλότητα στα πευκοδάση τείνει να είναι χαμηλότερη από αυτή των αντίστοιχων φυλλοβόλων δασών πιθανόν λόγω της οξίνισης των εδαφών από τις βελόνες τους (Tedersoo et al. 2012, 2014). Αρκετές μικρές και πρόσφατα εξελιγμένες εκτομυκορριζικές γενεαλογικές γραμμές σχετίζονται εξ ολοκλήρου με φυτά της οικ. *Pinaceae*, ωστόσο αυτό πιθανόν να συμβαίνει λόγω της προτίμησης τους σε όξινα εδάφη (Tedersoo and Smith 2013). Είναι αξιοσημείωτο πως φυτά της οικογένειας *Pinaceae* αποτέλεσαν -σχετικά πρόσφατα κατά τη διάρκεια της εξελικτικής πορείας- συμβιωτές παλαιών γενεαλογικών γραμμών εκτομυκορριζικών μυκήτων, υποδεικνύοντας πως οι αρχαίες εκτομυκορριζικές σχέσεις φυτών-μυκήτων ήταν φυλογενετικά περιορισμένες (Tedersoo&Brundrett 2017).

Τα είδη του γένους *Cistus* αφορούν πολυετείς θάμνους και ανήκουν στον εκτομυκορριζικό κλάδο *Dipterocarpaceae-Cistaceae* (Tedersoo & Brundrett 2017). Τα φυτά της οικ. *Cistaceae* προέρχονται από την περιοχή της Μεσογείου, είναι απόλυτα προσαρμοσμένα στις μεσογειακές κλιματολογικές συνθήκες και είναι πιθανόν τα πιο ανθεκτικά στην ξηρασία εκτομυκορριζικά φυτά (Tedersoo 2017). Σύμφωνα με τους Tedersoo & Brundrett (2017), η εκτομυκορριζική σχέση στα *Cistaceae* χαρακτηρίζεται από ασθενή διακλάδωση και μικρό ποσοστό αποικισμού (Massicotte et

al. 2010) και τουλάχιστον στις εκτομυκόρριζες των *Pezizales* που έχουν μελετηθεί σε φυτά μεσογειακών *Cistus* παρατηρείται μειωμένη ανάπτυξη του μανδύα και του δικτύου Hartig. Δεδομένα από αλληλουχίες DNA υποδεικνύουν πως τα *Cistaceae* σχετίζονται με συγκεκριμένα μινγκρούπ μέσα στα ECM γένη αλλά σχετικά λίγα σε ποικιλία και εξειδικευμένα στην συμβίωση τους με τα *Cistaceae* (Tedersoo & Brundrett 2017). Οι μεσογειακές εκτάσεις με μακκία βλάστηση και φυτά *Cistus* είναι σχετικά παραμελημένες από μυκητολογικής άποψης (Commandini et al. 2006) και λίγα πράγματα είναι γνωστά για την βιοποικιλότητα των ECM κοινοτήτων σε αυτές (Tedersoo & Brundrett 2017). Σύμφωνα με τους Commandini et al. (2006) έχουν καταγραφεί πάνω από 200 είδη μυκήτων σχετιζόμενα με φυτά *Cistus*, τα οποία ανήκουν σε 40 γένη, από τα οποία 35 είδη θεωρούνται εξειδικευμένοι συμβιωτές των *Cistus*. Τα πολυπληθέστερα γένη που εντοπίζονται σε συστάδες με *Cistus* είναι τα *Cortinarius* sp. (29 είδη), *Lactarius* sp. (28 είδη) και *Inocybe* sp. (23 είδη).

1.5. Υφιστάμενη γνώση στην Ελλάδα σχετικά με τους ECM μύκητες και τις συμβιωτικές τους κατασκευές.

Η πρώτη δημοσιευμένη έρευνα μέχρι σήμερα που αφορούσε τις εκτομυκόρριζες στον ελλαδικό χώρο στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής και μελετούσε τον αποικισμό φυτών του γένους *Cistus* από εκτομυκορριζικούς μύκητες μετά από φωτιά, σε περιοχές που πριν προϋπήρχε χαλέπιος πεύκη (Milner 2002). Η μεθοδολογία της συγκεκριμένης μελέτης περιελάμβανε μεταξύ άλλων και την μορφοανατομική περιγραφή και ταυτοποίηση των εκτομυκορριζών στα φυτά *Cistus*. Ακολούθησαν μελέτες δημιουργίας συμβίωσης εκτομυκορριζικών μυκήτων με φυτά *in vitro* (Pavlidis et al. 2006, Μπάρμπας 2007, Barbas & Tziertziidou 2008, Ντούσα και Μπάρμπας 2009, Μπάρμπας et al. 2011). Επιπλέον στα πλαίσια ερευνητικού έργου (THALIS, SALTIMYC) καταγράφηκε η βιοποικιλότητα των εκτομυκορριζών σε αμμοθινικά οικοσυστήματα της Πελοποννήσου (Polemis et al. 2015a). Στην συγκεκριμένη περίπτωση ξεχώρισαν διάφοροι μορφότυποι μυκορριζών από εδαφικά δείγματα κοντά σε φυτά *Cistus* και *Quercus* των οποίων αλληλουχήθηκε το DNA χωρίς όμως να μελετηθούν λεπτομερώς μορφοανατομικά χαρακτηριστικά τους. Η παρούσα εργασία αποτελεί συνέχεια της προαναφερθείσας μελέτης με στόχο τη περαιτέρω διερεύνηση των εκτομυκορριζών που απαντώνται σε οριακά οικοσυστήματα της Ελλάδας.

Η συστηματική καταγραφή της ποικιλότητας των μυκήτων στην Ελλάδα έχει ουσιαστικά αρχίσει από τη μελέτη των Maire & Politis (1940), τον κατάλογο μυκήτων και ξενιστών της Ελλάδας (Pantidou, 1973) και τους καταλόγους βασιδιομυκήτων και ασκομυκήτων που σχηματίζουν μανιτάρια (Zervakis et al. 1998, Zervakis et al. 1999), συνεχίζοντας μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1990 με αρκετές δημοσιεύσεις που αφορούν καταγραφή μακρομυκήτων σε συγκεκριμένες περιοχές ή/και ενδιαίτηματα της Ελλάδας (ενδεικτικά: Pantidou 1980, Διαμαντής & Minter 1981,

Διαμαντής & Minter 1983, Pantidou & Gonou 1984, Minter et al. 1987, Zervakis & Balis 1991, Zervakis et al. 1992, Ζερβάκης 1992, Kotlaba & Klan 1994, Διαμαντής & Περγλέρου 1997, Τσόπελας 1997, Αθανασίου & Θεοχάρη 1999, Tsopelas 1999). Από τις αρχές του 2000 η γνώση της ποικιλότητας των μακρομυκήτων της Ελλάδας αυξάνεται σημαντικά, όπως πιστοποιούν οι πολυάριθμες σχετικές δημοσιευμένες εργασίες (ενδεικτικά: Athanassiou & Theochari 2001, Diamandis & Perlerou 2001, Dimou et al. 2002, Zervakis et al. 2002a, Zervakis et al. 2002b, Gonou-Zagou & Delivorias 2005, Polemis & Noordeloos 2007, Delivorias & Gonou-Zagou 2008, Dimou et al. 2008, Noordeloos & Polemis 2008, Richardson 2008, Delivorias & Gonou-Zagou 2010, Delivorias et al. 2010, Gonou-Zagou & Delivorias 2011, Gonou-Zagou et al. 2011, Delivorias et al. 2011, Polemis et al. 2011, Polemis et al. 2012a, Polemis et al. 2012b, Dimou et al. 2016), μεταπτυχιακές εργασίες (Τριανταφύλλου 2012) διδακτορικές διατριβές (Γκόνου-Ζάγκου 2003, Πολέμης 2010, Δεληβοριάς 2014, Σεργεντάνη 2017), όπως και αρκετές αξιολογές δημοσιεύσεις με συμμετοχή μελών των Συλλόγων Μανιταρόφιλων Ελλάδος.

1.6. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Η παρούσα μελέτη έχει σαν σκοπό την καταγραφή της ποικιλότητας εκτομυκορριζικών μυκήτων σε επιλεγμένους αμμοθινικούς βιοτόπους της Ελλάδας και τη μελέτη των μορφοανατομικών χαρακτηριστικών τους. Όπως φαίνεται και από το κεφάλαιο 1.5, η συστηματική καταγραφή τους στον ελλαδικό χώρο είναι πολύ περιορισμένη, παρόλο που πρόκειται για οργανισμούς με σημαντικό οικολογικό ρόλο, ενώ και τα συγκεκριμένα ενδιαφέροντα είναι υψηλού ενδιαφέροντος. Οι εκτομυκόρριζες παρουσιάζουν ανάλογα το είδος ή το γένος εξειδικευμένα διαγνωστικά χαρακτηριστικά, αντίστοιχα και πολλές φορές παρόμοια με τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά των μανιταριών. Λόγω των πρακτικών δυσκολιών που παρουσιάζει η ταυτοποίηση τους μόνο με χρήση μορφοανατομικών χαρακτηριστικών, η ολοκληρωμένη μελέτη της βιοποικιλότητας τους απαιτεί πλέον και πληροφορίες από μοριακές μεθόδους ταυτοποίησης του βιολογικού υλικού (χωρίς όμως να αγνοούνται βασικοί μορφολογικοί χαρακτήρες που συνθέτουν την εκτομυκορριζική συμβίωση και πιθανόν να αντανάκλουν οικολογικούς ρόλους).

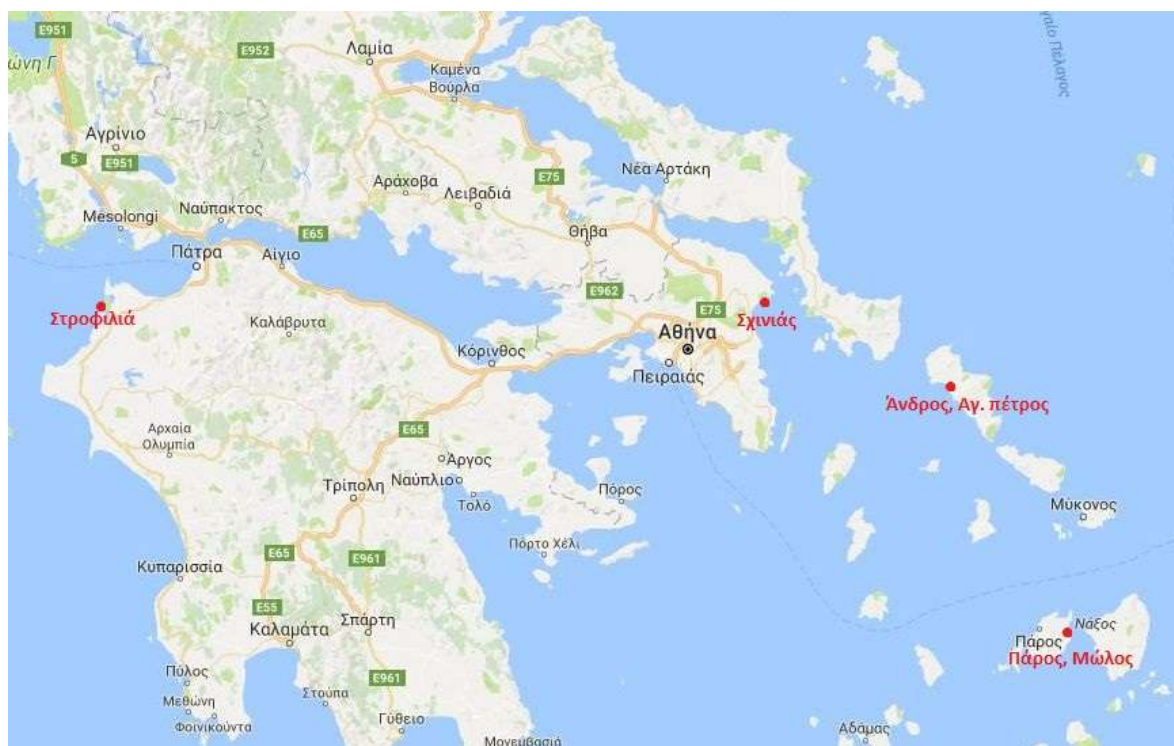
Τα αμμοθινικά μεσογειακά οικοσυστήματα θεωρούνται απειλούμενοι βιότοποι προτεραιότητας και η εκτομυκορριζική συμβίωση αποτελεί δομικό πυλώνα σε συγκεκριμένες φυτοκοινωνίες, όπως αυτές των μεσογειακών θερμόφιλων πεύκων και των φρυγάνων με την παρουσία φυτών *Cistus*. Η μελέτη των συμβιωτικών σχέσεων που επικρατούν στα συγκεκριμένα οικοσυστήματα είναι κομβική για την κατανόηση των φυσικών νόμων που διέπουν τη λειτουργία τους και απαραίτητη για τη διατήρησή τους. Καθώς είχε προηγηθεί έρευνα και συλλογή εκτομυκορριζικών μορφοτύπων σε παρόμοια οικοσυστήματα με βασική εστίαση στην καταγραφή της βιοποικιλότητας (Polemiset al. 2015a), η παρούσα μελέτη επέλεξε να εστιάσει κυρίως στα

μορφοανατομικά χαρακτηριστικά των κυρίαρχων εκτομυκορριζικών μυκήτων παράλληλα με την καταγραφή της ποικιλότητας όλων των συλλεγόμενων εκτομυκορριζικών μορφότυπων.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Περιοχές μελέτης.

Στην παρούσα εργασία διενεργήθηκαν 12 δειγματοληψίες σε διάρκεια 1,5 ετών σε επιλεγμένα παραθαλάσσια αμμοθινικά οικοσυστήματα της Ελλάδας. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν 4 δειγματοληψίες στην Άνδρο (Καλοκαίρι, Άνοιξη, Χειμώνα, Φθινόπωρο), 2 δειγματοληψίες στην Πάρο (Χειμώνα), 4 δειγματοληψίες στον Σχινιά (Χειμώνα, Άνοιξη, Φθινόπωρο) 2 δειγματοληψίες στην Στροφιλιά (Άνοιξη, Χειμώνα).



Εικόνα 4. Περιοχές δειγματοληψιών.

Οι περιοχές μελέτης παρουσιάζουν τα παρακάτω βοτανολογικά χαρακτηριστικά: α) Νήσος Πάρος, παραλία Μώλος, παραθαλάσσια περιοχή με αμμοθίνες και βλάστηση στην οποία κυριαρχούν φυτά των ειδών *Juniperus macrocarpa*, *Cistus creticus*, *Thymbra capitata*, *Helichrysum* sp. κ.α. β) Άνδρος, παραλία Αγίου Πέτρου, θαμνότοποι με φυτά των ειδών *Cistus creticus*, *Lavandula stoechas*, *Corydorthymus capitatus*, *Calycotome vilosa*, *Sarcopoterium spinosum* & *Genista acanthoclada*. γ) Σχινιάς Αττικής, παραθαλάσσιο δάσος κωνοφόρων με *Pinus pinea* και *Pinus halepensis*. δ) Εθνικός Δρυμός Κοτυχίου – Στροφιλιάς (ΒΔ Πελοπόννησος). Παραθαλάσσιο δάσος κωνοφόρων με *Pinus pinea*, *Pinus halepensis* και *Pinus maritima*.

Οι προαναφερθείσες περιοχές αυτές επιλέχθηκαν με βάση τις φυτοκοινωνίες τους και την ευκολία πρόσβασης. Ο Σχινιάς και η Στροφιλιά είναι δύο από τους σπουδαιότερους εθνικούς δρυμούς με παραθαλάσσια μεσογειακά πεύκα, ενώ η Άνδρος και η Πάρος διαθέτουν παραθαλάσσιες περιοχές με είδη λαδανιάς (*Cistus* spp.).

2.2. Βιολογικό υλικό.

Από τη διαδικασία της δειγματοληψίας παραλήφθηκαν 276 δείγματα διαφόρων τύπων για περαιτέρω μελέτη, τα οποία περιελάμβαναν καρποσώματα μανιταριών, ριζόμορφα, ακροριζίδια, ρίζες, διάφορες μυκηλιακές κατασκευές κ.α. Στον Πίνακα 3 παρατίθεται το σύνολο του βιολογικού υλικού που προέκυψε από τις δειγματοληψίες.

Πίνακας 3. Σύνολο βιολογικού υλικού που συλλέχθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας και σχετικά στοιχεία.

A/A	Κωδικός δείγματος	Γένος φυτού	Περιοχή συλλογής	Ημερομηνία συλλογής	Τύπος δείγματος και πληροφορίες συλλογής
1	2014-112	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	5/12/2014	Βασιδίσωμα <i>Suillus mediterraneensis</i>
2	A1289	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/12/2014	Βασιδίσωμα <i>Lactarius tesquorum</i>
3	AC561	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
4	AC5610	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
5	AC5611	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
6	AC5612	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
7	AC561b	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
8	AC562	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
9	AC563	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
10	AC565b	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
11	AC568	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
12	AC569	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
13	AC569b	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
14	AC56h	<i>Cistus</i>	Άνδρος	5/6/2015	Ακροριζίδιο
15	SX1	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	10/1/2016	Ακροριζίδιο από νεαρό φυτάριο <i>Pinus</i>
16	10016	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	10/1/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe pseudodestructa</i> .
17	10017	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	10/1/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe pseudodestructa</i> .
18	17011	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/1/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe rufuloides</i> .
19	17013	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/1/2016	Βασιδίσωμα <i>Rhizopogon roseolus</i>
20	170115	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/1/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe rufuloides</i> .
21	17016	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/1/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe rufuloides</i> .
22	12022	<i>Cistus</i>	Πάρος	12/2/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe arenaria</i> .
23	12023	<i>Cistus</i>	Πάρος	12/2/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe rufuloides</i> .
24	140226	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe rufuloides</i> .
25	140227	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Βασιδίσωμα <i>Inocybe rufuloides</i> .
26	PAC11	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
27	PAC12	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
28	PAC21	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο

29	PAC22	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
30	PAC23	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
31	PAC41	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
32	PAC42	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
33	PAC5	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
34	PAC6	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
35	PAC7	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
36	PAC8	<i>Cistus</i>	Πάρος	14/2/2016	Ακροριζίδιο
37	A1330	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Βασιδίωμα <i>Hebeloma cavipes</i>
38	AC28211	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από βασιδίωμα <i>H. cavipes</i>
39	AC28212	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από βασιδίωμα <i>H. cavipes</i>
40	AC28213	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από βασιδίωμα <i>H. cavipes</i>
41	AC28214	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από βασιδίωμα <i>H. cavipes</i>
42	AC28221	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο
43	AC28222	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο
44	AC28231	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο
45	AC28241	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο
46	AC28242	<i>Cistus</i>	Άνδρος	28/2/2016	Ακροριζίδιο
47	AC6411	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
48	AC6412	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
49	AC6413	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
50	AC6413	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
51	AC6414	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
52	AC6415	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
53	AC6416	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
54	AC6417	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
55	AC6418	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
56	AC6421	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
57	AC6422	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
58	AC6423	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
59	AC6424	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
60	AC6431	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
61	AC6432	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
62	AC6433	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
63	AC6434	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
64	AC6435	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
65	AC6441	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο

66	AC6441c	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
67	AC6442	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
68	AC6442b	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
69	AC6443	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
70	AC6444	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
71	AC6444b	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
72	AC6445	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
73	AC6445c	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
74	AC6446	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
75	AC6447	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
76	AC6448	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
77	AC6448a	<i>Cistus</i>	Άνδρος	6/4/2016	Ακροριζίδιο
78	SXP18411A	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
79	SXP18411B	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
80	SXP18412	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
81	SXP18412b	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
82	SXP18413	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
83	SXP18414	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Εξερχόμενες υφές, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
84	SXP18415	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
85	SXP18416	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
86	SXP18416b	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
87	SXP18416c	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
88	SXP18417	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
89	SXP18418	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
90	SXP18418a	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
91	SXP18418b	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
92	SXP18419	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
93	SXP184110	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
94	SXP184111	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
95	SXP184112	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
96	SXP184113	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
97	SXP 1842A	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
98	SXP 1842B	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
99	SXP18421	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
100	SXP18422	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
101	SXP18423	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
102	SXP18424	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
103	SXP18425	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
104	SXP18426	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
105	SXP18427	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾

106	SXP18428	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
107	SXP18429	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
108	SXP18431	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
109	SXP18432	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
110	SXP18433	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Εξερχόμενες υφές, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
111	SXP18434	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
112	SXP18441	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>Pinus</i> sp.
113	SXP18442	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>Pinus</i> sp.
114	SXP18443	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	18/4/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>Pinus</i> sp.
115	SXP17512	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
116	SXP17513	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
117	SXP17514	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
118	SXP17515	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
119	SXP17516	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
120	SXP17517	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
121	SXP17518	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
122	SXP17519	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
123	SXP175110	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
124	SXP175111	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
125	SXP17521	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
126	SXP17522	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
127	SXP17523	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
128	SXP17524	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
129	SXP17525	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
130	SXP17526	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
131	SXP17527	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
132	SXP17531	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, 25 μ. από το σημείο Γ ⁽¹⁾
133	SXP17532	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, 25 μ. από το σημείο Γ ⁽¹⁾
134	SXP17533	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, 25 μ. από το σημείο Γ ⁽¹⁾
135	SXP17534	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, 25 μ. από το σημείο Γ ⁽¹⁾
136	SXP17535	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, 25 μ. από το σημείο Γ ⁽¹⁾
137	SXP17536	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, 25 μ. από το σημείο Γ ⁽¹⁾
138	SXP17541	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
139	SXP17542	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
140	SXP17543	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
141	SXP17544	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
142	SXP17545	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
143	SXP17546	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
144	SXP17547	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
145	SXP17551	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .

146	SXP17561	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
147	SXP17562	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
148	SXP17563	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	17/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
149	STP24511	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. halepensis</i>
150	STP24512	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. halepensis</i>
151	STP24513	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. halepensis</i>
152	STP24514	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. halepensis</i>
153	STP24515	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. halepensis</i>
154	STP24516	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. halepensis</i>
155	STP24521	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. pinea</i>
156	STP24522	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. pinea</i>
157	STP24524	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. pinea</i>
158	STP24531	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από φυτό <i>Helianthemum</i> sp.
159	STP24541	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
160	STP24542	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
161	STP24543	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
162	STP24544	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
163	STP24545	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. halepensis</i>
164	STP24551	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
165	STP24552	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
166	STP24553	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
167	STP24554	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/5/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
168	SXP141011	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ριζόμορφο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
169	SXP141012	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ριζόμορφο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
170	SXP141013	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
171	SXP141014	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
172	SXP141015	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο A ⁽¹⁾
173	SXP141021	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
174	SXP141022	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
175	SXP141022(b)	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
176	SXP141023	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
177	SXP141024	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
178	SXP141025	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
179	SXP141026	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
180	SXP141026(b)	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
181	SXP141027	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο B ⁽¹⁾
182	SXP141031	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
183	SXP141032	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
184	SXP141033	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
185	SXP141034	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾

186	SXP141035	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
187	SXP141036	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ριζόμορφο, κάτω απο <i>P. pinea</i> , σημείο Γ ⁽¹⁾
188	SXP141041	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
189	SXP141042	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ριζόμορφο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
190	SXP141043	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
191	SXP141044	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
192	SXP141045	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
193	SXP141046	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
194	SXP141047	<i>Pinus</i>	Σχινιάς	14/10/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο <i>P. pinea</i> .
195	AC171011	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
196	AC171021	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
197	AC171022	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
198	AC171023	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
199	AC171024	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
200	AC171025	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
201	AC171026	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Εξερχόμενες υφές
202	AC171027	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
203	AC171028	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
204	AC171029	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
205	AC171031	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
206	AC171032	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
207	AC171033	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
208	AC171034	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
209	AC171041	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
210	AC171042	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
211	AC171043	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
212	AC171043b	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
213	AC171044	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
214	AC171045	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
215	AC171046	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ακροριζίδιο
216	AC171047	<i>Cistus</i>	Άνδρος	17/10/2016	Ριζόμορφο
217	STP 241211	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. pinea</i>
218	STP 241212	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. pinea</i>
219	STP 241213	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από νεαρό <i>P. pinea</i>
220	STP 241221	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο σχετικά μικρά σε ηλικία <i>P. pinea</i>
221	STP 241222	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο σχετικά μικρά σε ηλικία <i>P. pinea</i>
222	STP 241223	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω απο σχετικά μικρά σε ηλικία <i>P. pinea</i>
223	STP 24124 A	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ξεραμμένα βασιδιώματα <i>Inocybe</i> sp.

224	STP 24124 B	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ξεραμένα βασιδιώματα <i>Inocybe</i> sp.
225	STP 241241	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδια και μυκηλιακά συσσωματώματα, κάτω από <i>P.pinea</i> , πλησίον ξεραμένων βασιδιωμάτων <i>Inocybe</i> sp.
226	STP 241242	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P.pinea</i> , πλησίον ξεραμένων βασιδιωμάτων <i>Inocybe</i> sp.
227	STP 241243	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P.pinea</i> , πλησίον ξεραμένων βασιδιωμάτων <i>Inocybe</i> sp.
228	STP 241244	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P.pinea</i> , πλησίον ξεραμένων βασιδιωμάτων <i>Inocybe</i> sp.
229	STP 241245	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P.pinea</i> , πλησίον ξεραμένων βασιδιωμάτων <i>Inocybe</i> sp.
230	STP 241246	<i>Pinus</i>	Στροφιλιά	24/12/2016	Ακροριζίδιο, κάτω από <i>P.pinea</i> , πλησίον ξεραμένων βασιδιωμάτων <i>Inocybe</i> sp.
231	P/A/1	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Άσκωμα <i>Geopora</i> sp.
232	P/B/1	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Βασιδίωμα <i>I. arenaria</i>
233	PAC 151	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, σε σημείο που καταγράφηκε <i>Peziza hellenica</i>
234	PAC 152	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, σε σημείο που καταγράφηκε <i>Peziza hellenica</i>
235	PAC 153	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, σε σημείο που καταγράφηκε <i>Peziza hellenica</i>
236	PAC 154	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο, σε σημείο που καταγράφηκε <i>Peziza hellenica</i>
237	PAC 155	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, σε σημείο που καταγράφηκε <i>Peziza hellenica</i>
238	PAC 161	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από ασκώματα <i>Geopora</i> sp.
239	PAC 162	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από ασκώματα <i>Geopora</i> sp.
240	PAC 163	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από ασκώματα <i>Geopora</i> sp.
241	PAC 164	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από ασκώματα <i>Geopora</i> sp.
242	PAC 165	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από ασκώματα <i>Geopora</i> sp.
243	PAC 166	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από ασκώματα <i>Geopora</i> sp.
244	PAC 167	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ασκώματα <i>Geopora</i> sp.
245	PAC 168	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από ασκώματα <i>Geopora</i>

					sp.
246	PAC 1710	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
247	PAC 1711	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
248	PAC 1712	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
249	PAC 1713	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
250	PAC 171	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
251	PAC 172	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Υπερώριμο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
252	PAC 173	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Υπερώριμο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
253	PAC 174	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
254	PAC 175	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
255	PAC 176	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
256	PAC 177	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
257	PAC 178	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
258	PAC 179	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από υπερώριμα <i>Inocybe</i> sp.
259	PAC 181	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από μεγάλο, σάπιο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
260	PAC182 (α+β)	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από μεγάλο, σάπιο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
261	PAC 183	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο, κάτω από μεγάλο, σάπιο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
262	PAC 184	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από μεγάλο, σάπιο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
263	PAC 185	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο, κάτω από μεγάλο, σάπιο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
264	PAC 186	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, κάτω από μεγάλο, σάπιο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
265	PAC 187	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Μεγάλο, σάπιο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
266	PAC188 (α+β)	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο, κάτω από μεγάλο, σάπιο βασιδίσωμα <i>Inocybe</i> sp.
267	PAC 189	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο, κάτω από μεγάλο, σάπιο

					βασιδίωμα <i>Inocybe</i> sp.
268	PAC 191	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο
269	PAC 192	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο
270	PAC 193	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο
271	PAC 194	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφο
272	PAC 195	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Βασιδίωμα <i>Inocybe</i> sp.
273	PAC 196	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφα από βασιδίωμα <i>Inocybe</i> sp.
274	PAC 197	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Βασιδίωμα <i>Inocybe</i> sp.
275	PAC 198	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ριζόμορφα από βασιδίωμα <i>Inocybe</i> sp.
276	PAC 19mix	<i>Cistus</i>	Πάρος	9/2/2017	Ακροριζίδιο, απο ανοιχτή περιοχή

⁽¹⁾ Στην περιοχή του Σχινιά Αττικής τα σημεία Α,Β,Γ αφορούν συγκεκριμένα δέντρα κάτω από τα οποία έγινε συλλογή εδαφικού δείγματος σε όλες τις δειγματοληψίες.

2.3. Δειγματοληψίες και εργασίες πεδίου

Όλες οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με αυτοσχέδιο κυλινδρικό συλλέκτη εδάφους μήκους περίπου 30cm και διαμέτρου περίπου 5cm. Τα δείγματα εδάφους λαμβάνονταν από θέσεις που γειτνιάζαν με εμφανείς ρίζες από *Pinus spp.* ή κάτω από την περιφέρεια των φυτών *Cistus* ή κάτω από καρποσώματα τα οποία βρίσκονταν στην περιφέρεια των εν μελέτη φυτών. Στη συνέχεια και αφού σημειωνόταν ο κωδικός του δείγματος και άλλα στοιχεία συλλογής, τα δείγματα εδάφους τοποθετούνταν σε πλαστικά σακουλάκια και διατηρούνταν σε φορητό ψυγείο μέχρι την μεταφορά τους στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας του Γ.Π.Α. Τα καρποσώματα αντίστοιχα φωτογραφίζονταν στη θέση συλλογής, σημειώνονταν τα απαραίτητα στοιχεία και τοποθετούνταν σε χάρτινο σακουλάκι μέχρι την μεταφορά τους στο Εργαστήριο.

2.3.1. Χειρισμός δειγμάτων μανιταριών

Τα δείγματα των μανιταριών (βασιδιώματα ή ασκώματα) αποξηράνθηκαν σε φούρνο στους 50 C⁰ και ακολούθως καταψύχθηκαν στους -80 C⁰ για 24 ώρες, ώστε να εξοντωθούν αυγά έντομων που πιθανώς περιείχαν. Ακολούθησε μικροσκοπική παρατήρηση-μελέτη επιλεγμένων χαρακτηριστικών τους. Όλα τα δείγματα φυλάσσονται στη συλλογή αποξηραμένων μυκητιακών δειγμάτων του Εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας, Γ.Π.Α. (μυκητοθήκη ACAM).

2.3.2. Χειρισμός δειγμάτων εδάφους και φυτικών ιστών

Τα δείγματα εδάφους αρχικά τοποθετήθηκαν στο ψυγείο (4 C⁰) και στη συνέχεια υιοθετήθηκε η ακόλουθη διαδικασία: κάθε δείγμα εδάφους πέρασε διαδοχικά από 3 κόσκινα (διαμέτρου 5 mm, 1 mm, 0,5 mm) και ακολούθως οι ρίζες, τα ακροριζίδια και διάφορα φυτικά-μυκητιακά συσσωματώματα βυθίζονταν σε αποσταγμένο νερό για ένα βράδυ ώστε να υγρανθούν και να αποκτήσουν όσο το δυνατόν πιο φυσική-αντιπροσωπευτική μορφή τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά των εκτομυκορριζών.

Στη συνέχεια το κάθε δείγμα εξετάζονταν με τη βοήθεια στερεοσκοπίου (Εργαστήριο Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας Γ.Π.Α., Zeiss Stemi 2000-c) αφού είχε προηγουμένως τοποθετηθεί σε τρυβλία με αποσταγμένο νερό ώστε να διευκολυνθεί η παρατήρηση. Αρχικά διαχωρίστηκαν επιλεγμένοι-διαφορετικοί μορφότυποι αποικισμένων από μύκητες ακροριζιδίων σε νέα μικρότερα τρυβλία και ακολουθούσε νέος έλεγχος για να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές μεταξύ των μορφοτύπων που απομονώθηκαν. Ακολούθως δινόταν κωδικός σε κάθε μορφότυπο, καταγράφονταν τα χαρακτηριστικά του και φωτογραφιζόταν (Canon Powershot G6). Εφόσον κρινόταν απαραίτητο κατά τη διάρκεια της προαναφερθείσας διαδικασίας παραγματοποιήθηκαν και ορισμένες αρχικές μικροσκοπικές παρατηρήσεις ώστε να διαπιστωθούν κάποια απαραίτητα διαγνωστικά χαρακτηριστικά. Στη συνέχεια κάθε δείγμα διατηρείτο εντός αποσταγμένου νερού σε

erppendorf 2ml στο ψυγείο μέχρι να ολοκληρωθούν οι μικροσκοπικές παρατηρήσεις και ακολούθως σε erppendorf 2ml με FAA (3%) προς φύλαξη.

2.4. Μικροσκοπία

Οι μικροσκοπικές παρατηρήσεις έγιναν μετά από τομή με το χέρι ή μετά από τομή με τη χρήση κρυοτόμου (Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Γ.Π.Α., Leica CM 1850). Κατά την διαδικασία χρήσης του κρυοτόμου, τα ακροριζίδια ψύχονταν προηγουμένως μέσα σε ειδικό παχύρευστο υγρό μέσο (Jung, tissue freezing medium) και ακολούθως πραγματοποιούνταν τομές στα 15-20 μm . Από κάθε μορφότυπο ακροριζιδίου παραλαμβάνονταν προς εξέταση περί τις 20-70 τομές.

Ανεξαρτήτως από τον τρόπο παραλαβής των τομών (με το χέρι ή με κρυοτόμο), από κάθε μορφότυπο ετοιμάζονταν παρασκευάσματα σε απεσταγμένο νερό, KOH 10%, διάλυμα Meltzer's και με χρήση χρωστική cotton blue. Το KOH 10% και το διάλυμα Meltzer's είναι δύο από τα βασικότερα και πιο χρήσιμα διαλύματα στη μικροσκοπική παρατήρηση των εκτομυκορριζών, ενώ το cotton blue είναι χρωστική που βάφει τα κυτταρικά τοιχώματα των μυκήτων και κάνει περισσότερο διακριτές τις διαφανείς-άχρωμες κατασκευές των εκτομυκορριζών. Εφόσον κρινόταν απαραίτητο σε κάποιες τομές εφαρμόστηκε και σουλφοβανιλίνη (*Lactarius tesquorum* x *Cistus* sp.). Όλες οι φωτογραφίες έγιναν με χρήση μεγέθυνσης μικροσκοπίου 1000x και 400x, σπανίως και 160x ή 63x (Εργαστήριο Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας Γ.Π.Α., οπτικό μικροσκόπιο Zeiss). Σε κάθε μορφότυπο που περιγράφηκε καταγράφηκαν λεπτομερώς όλα τα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά κατά Agerer και Agerer et al. (1987-2002, 2001, 2002, 2006, 2004-2017) και λήφθηκαν φωτογραφίες οπωσδήποτε του μανδύα, των εξερχόμενων στοιχείων και του δικτύου Hartig και δευτερευόντως άλλων χρήσιμων μορφοανατομικών χαρακτηριστικών.

Οι μικροσκοπικές παρατηρήσεις των καρποσωμάτων έγιναν μετά από τομές με το χέρι με τα ίδια εργαλεία και μεθοδολογίες που προαναφέρθηκαν στην περίπτωση των φυτικών τμημάτων (εκτομυκορριζών). Συνήθως τα δείγματα εμβαπτίζονταν προηγουμένως σε αποσταγμένο νερό ή σε διάλυμα KOH 3% για απλή παρατήρηση, ή σε χρωστική Congo Red για τις περιπτώσεις εκείνες που έπρεπε να γίνουν πιο ευδιάκριτα συγκεκριμένα διαγνωστικά χαρακτηριστικά.

2.5. Παραλαβή DNA από επιλεγμένα δείγματα ακροριζιδίων, ενίσχυση, αλληλούχηση και φυλογενετική ανάλυση της περιοχής ITS-5.8S rDNA

Για τις περιπτώσεις εκείνες που χρειάστηκε να αναλυθούν δείγματα μέσω της DNA αλληλουχίας τους, διαχωριζόταν από τον σχετικό μορφότυπο κατάλληλο-αντιπροσωπευτικό τμήμα, το οποίο καθαριζόταν και τοποθετούνταν σε erppendorf 1,5 ml προς φύλαξη στους $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ένα υποσύνολο του συνολικού αριθμού των μορφοτύπων που απομονώθηκαν, επιλέχθηκαν για μοριακή ταυτοποίηση ώστε να προσδιοριστεί σε επίπεδο γένους ή είδους ο εκτομυκορριζικός μύκητας που είχε αποικίσει τα δείγματα ακροριζιδίων. Η μοριακή ανάλυση βασίστηκε στη σύγκριση των αλληλουχιών της περιοχής ITS 1,2 - 5.8S rDNA. Για το κάθε επιλεγμένο δείγμα πραγματοποιήθηκε απομόνωση ολικού DNA μέσω της χρήσης του CTAB πρωτοκόλλου και σχετικού kit (Nucleospin Plant II, Macherey Nagel) Ακολούθησε ενίσχυση της ITS 1,2 - 5.8S περιοχής μέσω αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR) με τη χρήση Taq πολυμεράσης (Recombinant Standard Taq, Invitrogen) και των καθολικών μυκητιακών εκκινητών ITS1 και ITS4 (White et al., 1990) στις ακόλουθες συνθήκες PCR: θερμοκρασία αποδιάταξης 95 C⁰ για 30 sec, θερμοκρασία υβριδισμού 52 C⁰ για 30 sec, χρόνος επιμήκυνσης 1min, αριθμός κύκλων 35. Το προϊόν της αντίδρασης οπτικοποιήθηκε με χρήση βρωμιούχου αιθιδίου υπό την επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας και το επιθυμητό τμήμα επιλέχθηκε-αναγνωρίστηκε με βάση το μέγεθος (αναμενόμενο μέγεθος ζώνης ITS 1,2 - 5.8S: 600-700 bp) σε σύγκριση με μάρτυρα γνωστού μεγέθους τμημάτων DNA (1 kb Ladder, Takara). Στη συνέχεια, τα μόρια DNA καθαρίστηκαν με τη χρήση ειδικών στηλών silica (Purelink, Invitrogen), η συγκέντρωση καθώς και τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά προσδιορίστηκαν φασματοφωτομετρικά (Nanodrop 2000, Thermo Fisher Scientific) και αλληλουχήθηκαν με τη μέθοδο Sanger (CEMIAS.A.).

Οι αλληλουχίες που προέκυψαν ελέγχθηκαν μέσω BlastN (Altschul 1990) και τα ποσοστά ομοιότητας που προσδιορίστηκαν για κάθε δείγμα αναφέρονται στον Πίνακα 5. Οι αλληλουχίες που αντιστοιχούν στα τρία είδη του γένους *Inocybe* και στα τέσσερα δείγματα *Inocybesp.*, αναλύθηκαν περαιτέρω μέσω Maximum Parsimony με χρήση του λογισμικού MEGA ver.7 (Kumar 2016). Ως εξωτερική ομάδα (outgroup) στη φυλογενετική ανάλυση επιλέχθηκαν αλληλουχίες του είδους *Pellidiscus pallidus*. Στο φυλογενετικό δέντρο (most parsimonious) που παραλήφθηκε (Εικόνα 5) αναφέρεται η στατιστική υποστήριξη (bootstrap support) για τις τιμές εκείνες που υπερβαίνουν το 70%.

3. Αποτελέσματα - Συζήτηση.

Με βάση τα όσα αναφέρονται στον Πίνακα 2 έγινε μια αρχική ομαδοποίηση των δειγμάτων με χρήση βασικών μορφολογικών χαρακτηριστικών. Οι εκτομυκόρριζες με άφθονες εξερχόμενες υφές χωρίς ριζόμορφα, οι οποίες έχουν ανοιχτά χρώματα, εντάχθηκαν στα γένη *Inocybe* και *Hebeloma* ανάλογα την υδροφοβικότητα του μανδύα, όσες είχαν σκούρα χρώματα ομαδοποιήθηκαν στο γένος *Tomentella* και όσες είχαν χαρακτηριστικό μαύρο χρώμα στο γένος *Cenococcum*. Οι λείες εκτομυκόρριζες εντάχθηκαν στα γένη *Russula* και *Lactarius*, με εξαίρεση όσες επιπλέον έφεραν γαλακτοφόρο αδένα (ή εμφάνιζαν γαλακατώδες υγρό) που ομαδοποιήθηκαν αποκλειστικά στο γένος *Lactarius*. Οι κοραλλιόμορφες εκτομυκόρριζες με τα ευμεγέθη ριζόμορφα εντάχθηκαν στα γένη *Rhizopogon*, *Suillus* και *Chroogomphus*, ενώ οι υπόλοιποι μορφότυποι δεν κατατάχθηκαν σε συγκεκριμένη ταξινομική κατηγορία.

Ο βασικός στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να χαρακτηριστούν οι εκτομυκόρριζες με βάση τα μορφοανατομικά τους χαρακτηριστικά και να ταυτοποιηθούν-ομαδοποιηθούν οι αντίστοιχοι εκτομυκορριζικοί μύκητες μέχρι το επίπεδο του γένους. Η συγκεκριμένη διαδικασία είχε τους ακόλουθους βασικούς περιορισμούς: α) Ορισμένες μορφοανατομικές ομάδες είχαν πολλά κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ τους β) Κάποια δείγματα δεν έφεραν όλα τα τυπικά χαρακτηριστικά ενός γένους γ) Αναλόγως της περιοχής, των κλιματικών συνθηκών και της ηλικίας της εκτομυκόρριζας, η τελευταία μπορεί να εμφανίζει παραλλακτικότητα από δείγμα σε δείγμα δ) Ο χαρακτηρισμός των εκτομυκορριζών συχνά δεν επαρκεί (δεν υπάρχουν επαρκείς κλείδες) για την ταυτοποίηση των δειγμάτων σε επίπεδο γένους.

Συνεπώς, από τα αρχικά δείγματα επιλέχθηκαν 157 εκτομυκορριζικοί μορφότυποι (Πίνακας 4) οι οποίοι κρίθηκαν αντιπροσωπευτικοί της μορφοανατομικής παραλλακτικότητας του συνολικού υλικού που συλλέχθηκε και μελετήθηκαν και με βάση τις αλληλουχίες του τμήματος ITS-5,8S rDNA. Κατά αυτό τον τρόπο έγινε εφικτή η αντιστοίχιση 17 μορφοτύπων εκτομυκορριζών σε είδη εκτομυκορριζικών μυκήτων και 32 μορφοτύπων εκτομυκορριζών σε γένη εκτομυκορριζικών μυκήτων. Στη συνέχεια επιλέχθηκε να περιγραφτούν εκτενώς όσοι από αυτούς ανήκουν στο γένος *Inocybe*, καθώς και όσοι ανήκουν σε άλλα είδη στα οποία όμως είχε παράλληλα βρεθεί και το βασιδίδωμα τους ή στα πλαίσια της παρούσας μελέτης είτε σε παλαιότερες δειγματοληψίες του Εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γ.Π.Α.

Πίνακας 4. Επιλεγμένοι εκτομυκορριζικοί μορφότυποι όπως διαμορφώθηκαν στην παρούσα εργασία.

A/A	Κωδικός δείγματος ⁽¹⁾	Γένος φυτού.	Χρώμα ακροριζιδίου	Μορφολογικό Γκρούπ.	Αποδεκτή ταξινόμική κατάσταση	Ποσοστά ομοιότητας ITS (BlastN)
1	AC561	<i>Cistus</i>	Μαύρη.	6	<i>Inocybe</i> sp.1	<i>Inocybe</i> sp.94%/ <i>I. cryptocystis</i> 89%
2	AC562	<i>Cistus</i>	Λευκωπό-μπεζ.	2	<i>Inocybe</i> sp.1	<i>Inocybe</i> sp.94%/ <i>I. cryptocystis</i> 89%
3	AC568	<i>Cistus</i>	Καφέ ανοιχτό-μελί.	5/6	<i>Tomentella ramosissima</i>	<i>T. ramosissima</i> 99%
4	AC569	<i>Cistus</i>	Καφέ ανοιχτό-μελί.	5/6	<i>Tomentella ramosissima</i> ²	Unclt. Thelephoraceae 99%
5	SX1	<i>Pinus</i>	Καστανό-κόκκινο.	6	<i>Inocybe pseudodestructa</i>	<i>I. pseudodestructa</i> 99%
6	PAC21	<i>Cistus</i>	Λευκωπό-μπεζ.	6	<i>Inocybe arenaria</i>	<i>Inocybe arenaria</i> 98%
7	PAC22	<i>Cistus</i>	Σκούρο-καφέ μαύρο.	6	<i>Tomentella</i> sp.5 ³	<i>T. lilacinogrisea</i> 98%
8	PAC5	<i>Cistus</i>	Λευκωπό.	6	<i>Inocybe rufuloides</i>	<i>I. rufuloides</i> 99%
9	PAC6	<i>Cistus</i>	Λευκωπό.	6	<i>Inocybe rufuloides</i>	<i>I. rufuloides</i> 99%
10	PAC7	<i>Cistus</i>	Λευκωπό.	6	<i>Inocybe</i> sp.2	<i>Inocybe</i> sp .94% / <i>I. tjallingiorum</i> 86%
11	PAC8	<i>Cistus</i>	Λευκωπό - μελί.	2 /6	<i>Tomentella</i> sp.2	Unclt. <i>Tomentella</i> 99%
12	AC28211	<i>Cistus</i>	Λευκωπό - μελί.	4/8	<i>Cortinarius assiduus</i>	<i>C. assiduus</i> 100%
13	AC28214	<i>Cistus</i>	Μπεζ-λευκωπό.	8	<i>Hebeloma cavipes</i>	<i>H. cavipes</i> 100%
14	AC28221	<i>Cistus</i>	Λευκωπό - μπεζ.	6	<i>Tomentella</i> sp.11	Unclt. <i>Thelephora</i> 97%
15	AC28231	<i>Cistus</i>	Λευκό.	2/6	Basidiomycota	Unclt. <i>Inocybe</i> 78%/ <i>I. mendica</i> 77%
16	AC28241	<i>Cistus</i>	Λευκωπό - μπεζ.	2/14	<i>Lactarius tesquorum</i>	<i>L. pubescens</i> / <i>L. tesquorum</i> 99%
17	AC28242 (-)	<i>Cistus</i>	Μαύρο.	6		
18	AC6411	<i>Cistus</i>	Μπεζ-λευκό με ασημίζοντα σημεία.	12	<i>Scleroderma</i> sp.	<i>S. meridionale</i> 88%
19	AC6412	<i>Cistus</i>	Ανοιχτό καφέ-καστανό με ελάχιστα ασημίζοντα σημεία.	6/8/10/ 12	<i>Tomentella</i> sp.10	Unclt. <i>Tomentella</i> 95%

20	AC6413	<i>Cistus</i>	Πορτοκαλί με θαμπά σημεία.	4/8	<i>Russula praetervisa</i>	<i>R. praetervisa</i> 99%
21	AC6414	<i>Cistus</i>	Μαύρο με ελάχιστο λευκό επίχρισμα.	6/8	<i>Tomentella atramentaria</i>	<i>T. atramentaria</i> 99%
22	AC6416	<i>Cistus</i>	Σκούρο καφέ - μαύρο.	5/6	<i>Tomentella atramentaria</i>	<i>T. atramentaria</i> 99%
23	AC6417	<i>Cistus</i>	Λευκωπό - μπεζ.	6	<i>Inocybe sp.6</i>	<i>I. splendens</i> 94%
24	AC6422	<i>Cistus</i>	Πορτοκαλί - καφέ.	2/6	<i>Ceratobasidium sp.1</i>	Unclt. <i>Ceratobasidium</i> 92%
25	AC6431	<i>Cistus</i>	Μπεζ-πορτοκαλί.	2	<i>Lactarius tesquorum</i>	<i>L. tesquorum</i> 99%
26	AC6432 (-)	<i>Cistus</i>	Σκούρο καφέ - μαύρο.	6		
27	AC6434 (-)	<i>Cistus</i>	Λαδί-καφέ.	1/5		
28	AC6435 (-)	<i>Cistus</i>	Σκούρο καφέ.	1/5		
29	AC6441c	<i>Cistus</i>	Λευκωπό - μπεζ.	2	<i>Inocybe sp.7³</i>	<i>I. pusio</i> 99%
30	AC6442 (-)	<i>Cistus</i>				
31	AC6442b	<i>Cistus</i>	Λευκωπό με ασημίζοντα σημεία.	8	<i>Cortinarius assiduus</i>	<i>C. assiduus</i> 100%
32	AC6443 (-)	<i>Cistus</i>	Μπεζ -καφέ ανοιχτό.	6		
33	AC6445c	<i>Cistus</i>	Μαυρο-σκούρο καφέ.	6	<i>Tomentella sp.14</i>	<i>Tomentella cf. ramosissima</i> 98%
34	AC6446	<i>Cistus</i>	Καφέ-λαδί.	14	<i>Tomentella sp.9</i>	Unclt. <i>Tomentella</i> 97%
35	SXP18412	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με κοκκινωπό άκρο.	6	<i>Sebacina epigea</i>	<i>S. epigea</i> 99%
36	SXP18415 (-)	<i>Pinus</i>	Μπεζ με ρόδινοους τόνους.	6		
37	SXP18416	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με κοκκινωπό άκρο.	6		
38	SXP18416b	<i>Pinus</i>	Δερματί-ροζ	4/8		
39	SXP18417 (-)	<i>Pinus</i>	Σκούρο γκρι.	8		
40	SXP18418	<i>Pinus</i>	Μαύρο-σκούρο καφέ.	8		
41	SXP184111 (-)	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ.	2		
42	SXP184112 (-)	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ.	4		
43	SXP18421 (-)	<i>Pinus</i>	Καφέ - μελί.	1		

44	SXP18424	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με κοκκινωπό άκρο.	6		
45	SXP18425 (-)	<i>Pinus</i>	Καστανό-καφέ.	6		
46	SXP18426 (-)	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με δερματί άκρο.	6		
47	SXP18427 (-)	<i>Pinus</i>	Καστανό-κόκκινο	6		
48	SXP18428 (-)	<i>Pinus</i>	Λευκό-ροζ.	18/20		
49	SXP18429 (-)	<i>Pinus</i>	Λευκό-ροζ.	18/21		
50	SXP18431	<i>Pinus</i>	Πορτοκαλί-κοκκινωπά	1	<i>Amphinema sp.1</i>	<i>Amphinema sp.99%</i>
51	SXP18434 (-)	<i>Pinus</i>	Κόκκινο-κεραμιδί	6		
52	SXP18441	<i>Pinus</i>	Κόκκινο-κεραμιδί	1	<i>Inocybe sp.8</i>	<i>I. pruinosa 97%</i>
53	SXP18442	<i>Pinus</i>	Κόκκινο-δερματί	6	<i>Inocybe rufuloides</i>	<i>I. rufuloides 99%</i>
54	SXP17512	<i>Pinus</i>	Κρεμ-μπεζ.	6	<i>Inocybe pseudodestructa</i>	<i>I. pseudodestructa 99%</i>
55	SXP17513 (-)	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με μελί άκρο.	5		
56	SXP17514 (-)	<i>Pinus</i>	Καφέ μολυβί.	6/8		
57	SXP17515 (-)	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	6		
58	SXP17517	<i>Pinus</i>	Καφέ- καστανό.	4/8	<i>Sebacina epigea</i>	<i>S. epigea 99%</i>
59	SXP17518 (-)	<i>Pinus</i>	Καφέτί.	6/8		
60	SXP17519 (-)	<i>Pinus</i>	Λευκό -καφέ.	12/20		
61	SXP175110 (-)	<i>Pinus</i>	Ροζ-λευκό.	18/20		
62	SXP175111	<i>Pinus</i>	Ροζ-λευκό.	18/20	<i>Rhizopogon roseolus</i>	<i>R. roseolus 99%</i>
63	SXP17521	<i>Pinus</i>	Κρεμ-μπεζ.	6	<i>Inocybe pseudodestructa</i>	<i>I. pseudodestructa 99%</i>
64	SXP17522	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	5/ 6	<i>Tomentella sp.1</i>	<i>Unclt.Tomentella 100%</i>
65	SXP17525	<i>Pinus</i>	Καστανό-πορτοκαλί.	3		
66	SXP17526	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με πορτοκαλί άκρο.	12		
67	SXP17527	<i>Pinus</i>	Λευκό-ροζ.	18	<i>Chroogomphus confusus</i>	<i>C.confusus 99%</i>

68	SXP17531	<i>Pinus</i>	Κρέμ-ροζ.	6		
69	SXP17532	<i>Pinus</i>	Κρεμ-μπεζ.	6	<i>Inocybe pseudodestructa</i>	<i>I. pseudodestructa</i> 99%
70	SXP17533 (-)	<i>Pinus</i>	Κρεμ-ροζ.	8		
71	SXP17535	<i>Pinus</i>	Καφέ-κεραμιδί.	6		
72	SXP17536	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	5	<i>Tomentella sp.12</i>	Unclt. <i>Tomentella</i> 99%
73	SXP17541	<i>Pinus</i>	Καφέ-χρυσάφι.	6	<i>Amphinema sp.1</i>	<i>Amphinema sp.</i> 99%
74	SXP17542	<i>Pinus</i>	Καφέ-κεραμιδί.	6	<i>Thelephora sp.2</i>	Unclt. <i>Tomentella</i> 99%
75	SXP17543 (-)	<i>Pinus</i>	Καφέ-κεραμιδί.	6		
76	SXP17544 (-)	<i>Pinus</i>	Μαύρο-σκούρο καφέ.	6		
77	SXP17545 (-)	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	6/8		
78	SXP17546	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	6/8	<i>Tomentella sp.17</i>	Unclt. <i>Thelephoraceae</i> 98%
79	SXP17547 (-)	<i>Pinus</i>	Καφέ-κεραμιδί.	6		
80	SXP17551	<i>Pinus</i>	Πορτοκαλί.	8	<i>Thelephora sp.2</i>	Unclt. <i>Tomentella</i> 99%
81	SXP17562	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	5	<i>Tomentella sp.15</i>	Unclt. <i>Tomentella</i> 99%.
82	SXP17563	<i>Pinus</i>	Καφέ-κόκκινο.	6	<i>Tomentella sp.13</i>	Unc. <i>Tomentella</i> 99%
83	STP24511	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	8	<i>Tomentella sp.2</i>	Unclt. <i>Tomentella</i> 99%
84	STP24512	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ-κόκκινο.	4	<i>Sebacina sp.2</i>	<i>Helvellosebacina sp.</i> 97%
85	STP24513	<i>Pinus</i>	Κεραμιδί-πορτοκαλί.	6	<i>Sebacina sp.2</i>	<i>Helvellosebacina sp.</i> 97%
86	STP24514	<i>Pinus</i>	Κεραμιδί-πορτοκαλί.	10	<i>Amphinema sp.1</i>	<i>Amphinema sp.</i> 99%
87	STP24516 (-)	<i>Pinus</i>	Γκρι	4		
88	STP24521	<i>Pinus</i>	Λευκό-ροζ.	18/20	<i>Rhizopogon roseolus</i>	<i>R.roseolus</i> 99%
89	STP24531	<i>Pinus</i>	Λευκό-ροζ.	18/20	<i>Suillus mediterraneensis</i>	<i>S.mediterraneensis</i> 99%
90	STP24541	<i>Pinus</i>	Καφέ-δερματί.	10	<i>Amphinema sp.1</i>	<i>Amphinema sp.</i> 99%
91	STP24542	<i>Pinus</i>	Κρεμ-δερματί.	6/10		

92	STP24543	<i>Pinus</i>	Καφέ με κοκκινωπό άκρο.	2	<i>Tomentella sp.16</i>	Unclt. <i>Thelephora</i> 95%
93	STP24544	<i>Pinus</i>	Καφέ-γκρι.	8	<i>Amphinema sp.1</i>	<i>Amphinema</i> sp. 99%
94	STP24545	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	2/4	<i>Geopora clausa</i>	<i>G.claus</i> a 99%
95	STP24551	<i>Pinus</i>	Καστανό-κόκκινο.	6		
96	STP24552	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με κοκκινωπό άκρο.	2/4		
97	STP24553	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με κοκκινωπό άκρο.	4/8	<i>Sebacina sp.4</i>	Unclt. <i>Sebacina</i> 97%
98	STP24554	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ με κοκκινωπό άκρο.	2	<i>Sebacina sp.4</i>	Unclt.. <i>Sebacina</i> 97%
99	SXP141013	<i>Pinus</i>	Κρεμ-μπεζ.	6	<i>Thelephora sp.1</i>	Unclt. <i>Tomentella</i> 99%
100	SXP141014	<i>Pinus</i>	Κρεμ-λευκωπό.	12	<i>Suillus collinitus</i>	<i>S.collinitus</i> 99%
101	SXP141015 (-)	<i>Pinus</i>	Μαύρο-γκρι.	4/8		
102	SXP141022	<i>Pinus</i>	Λευκό-πορτοκαλί.	20	<i>Rhizopogon roseolus</i>	<i>R.roseolus</i> 99%
103	SXP141022b	<i>Pinus</i>	Λευκό-πορτοκαλί.	20	<i>Rhizopogon roseolus</i>	<i>R.roseolus</i> 99%
104	SXP141023	<i>Pinus</i>	Λευκό-κρεμ.	18/20	<i>Rhizopogon roseolus</i>	<i>R.roseolus</i> 99%
105	SXP141024 (-)	<i>Pinus</i>	Καφέ με κοκκινωπό άκρο.	8		
106	SXP141025 (-)	<i>Pinus</i>	Μπεζ-δερματί.	8		
107	SXP141026	<i>Pinus</i>	Ροζ-λευκό.	18/20		
108	SXP141026b	<i>Pinus</i>	Ροζ-λευκό.	18/20		
109	SXP141027 (-)	<i>Pinus</i>	Καφέ με κοκκινωπό άκρο.	6		
110	SXP141031	<i>Pinus</i>	Καφέ-λευκό.	7	<i>Thelephora sp.3</i>	<i>Pseudotomentella rhizopunctata</i> 92%
111	SXP141032 (-)	<i>Pinus</i>	Κοκκινωπό-λευκό.	7/8		
112	SXP141033 (-)	<i>Pinus</i>	Κεραμιδί.	6		
113	SXP141035 (-)	<i>Pinus</i>	Σκούρο καφέ.	6		
114	SXP141041	<i>Pinus</i>	Καφέ-κίτρινο.	11/19		
115	SXP141043 (-)	<i>Pinus</i>	Ροζ-λευκό.	18/20		

116	SXP141044	<i>Pinus</i>	Ροζ-λευκό.	18/20	<i>Rhizopogon roseolus</i>	<i>R.roseolus</i> 99%
117	SXP141045 (-)	<i>Pinus</i>	Καφέ με κοκκινωπό άκρο.	6		
118	SXP141046 (-)	<i>Pinus</i>	Κεραμιδί.	5 /6		
119	SXP141047 (-)	<i>Pinus</i>	Ροζ-κεραμιδι.	18/20		
120	AC171011 (-)	<i>Cistus</i>	Λευκό.	2		
121	AC171021	<i>Cistus</i>	Σκούρο καφέ.	5	<i>Tomentella ramosissima</i>	<i>T.ramosissima</i> 98%
122	AC171022 (-)	<i>Cistus</i>	Σκούρο καφέ.	6		
123	AC171023	<i>Cistus</i>	Μπεζ - λευκωπό.	8	<i>Hebeloma limbatum</i>	<i>Hebeloma limbatum</i> 99%
124	AC171025	<i>Cistus</i>	Λευκωπό-μπεζ.	12	<i>Tomentella sp. 19³</i>	<i>Tomentella ramosissima</i> 97%
125	AC171027	<i>Cistus</i>	Μελί-καφέ ανοιχτό.	2	<i>Tomentella sp.9*</i>	Unclt. <i>Thelephora</i> 98%
126	AC171028	<i>Cistus</i>	Καφέ.	5	<i>Tomentella sp. 20</i>	Unclt.. <i>Thelephora</i> 89%
127	AC171029	<i>Cistus</i>	Μπεζ - λευκωπό.	8	<i>Hebeloma limbatum</i>	<i>H.limbatum</i> 99%
128	AC171031	<i>Cistus</i>	Μαύρα.	6	<i>Sebacina sp.3</i>	<i>Helvellosebacina sp.</i> 97%
129	AC171041	<i>Cistus</i>	Μπεζ με λευκό άκρο.	2/6	<i>Inocybe sp.2</i>	Unclt. <i>Inocybe</i> 94%
130	AC171042	<i>Cistus</i>	Μπεζ με λευκό άκρο.	2/6	<i>Inocybe sp.2</i>	Unclt. <i>Inocybe</i> 94%
131	AC171043	<i>Cistus</i>	Λευκό-μπεζ.	5	<i>Tomentella sp.11</i>	Unclt. <i>Thelephora</i> 98%
132	AC171043b (-)	<i>Cistus</i>	Λευκό.	6		
133	AC171044 (-)	<i>Cistus</i>	Καφέ-μπεζ.	6		
134	AC171046 (-)	<i>Cistus</i>	Καφέτί με λευκό άκρο.	6		
135	STP 241211	<i>Pinus</i>	Κρεμ-ροζ.	18/20	<i>Suillus mediterraneensis</i>	<i>S.mediterraneensis</i> 97%
136	STP 241212 (-)	<i>Pinus</i>	Ροζ-λευκό.	18/20		
137	STP 241213	<i>Pinus</i>	Καφέ με κοκκινωπό άκρο.	6		
138	STP 241221	<i>Pinus</i>	Πορτοκαλί.	4/8	<i>Helvellosebacina sp.</i>	<i>Helvellosebacina sp.</i> 97%
139	STP 241222	<i>Pinus</i>	Καστανο-κόκκινο	6	<i>Suillus mediterraneensis</i>	<i>S.mediterraneensis</i> 97%

140	STP 241223 (-)	<i>Pinus</i>	Πορτοκαλί-κοκκινωπά.	8		
141	STP 241242	<i>Pinus</i>	Καφέτι με πορτοκαλί άκρο.	6	<i>Inocybe arenaria</i>	<i>I.arenaria</i> 99%
142	STP 241243	<i>Pinus</i>	Μαύρο.	11	<i>Inocybe arenaria</i>	<i>I.arenaria</i> 99%
143	STP 241244 (-)	<i>Pinus</i>	Καστανό-πορτοκαλί.	1		
144	STP 241245	<i>Pinus</i>	Μαύρο-γκρι.	4	<i>Tomentella</i> sp.	Unclt. <i>Tomentella</i> 99%
145	PAC 151 (-)	<i>Cistus</i>	Λευκό-μπεζ.	6		
146	PAC 152 (-)	<i>Cistus</i>	Καφετί.	6		
147	PAC 153 (-)	<i>Cistus</i>	Μαύρο.	6		
148	PAC 166 (-)	<i>Cistus</i>	Χρυσάφι-καφέ.	12		
149	PAC 1710	<i>Cistus</i>	Καφέ.	6	<i>Geopora clausa</i>	<i>G.claus</i> a 99%
150	PAC 176	<i>Cistus</i>	Μπεζ-πορτοκαλί.	6		
151	PAC 177	<i>Cistus</i>	Μπεζ-πορτοκαλί.	6		
152	PAC 178	<i>Cistus</i>	Καστανό-πορτοκαλί.	6	<i>Inocybe arenaria</i>	<i>I.arenaria</i> 99%
153	PAC 181	<i>Cistus</i>	Μαύρο.	6	<i>Tomentella</i> sp.	Unclt. <i>Tomentella</i> 98%
154	PAC 182	<i>Cistus</i>	Λευκωπή	6		
156	PAC 186	<i>Cistus</i>	Μπεζ-πορτοκαλί.	6	<i>Inocybe arenaria</i>	<i>I.arenaria</i> 99%
157	PAC 192	<i>Cistus</i>	Μπεζ-πορτοκαλί.	6		

¹παράτιθεται το σύμβολο (-) στις περιπτώσεις το δείγμα δεν είχε σταλθεί για DNA ανάλυση.

²έχει ταυτοποιηθεί με βάση αλληλουχία LSUrDNA.

³μικρού μεγέθους αλληλουχία ITS-5,8SrDNA.

3.1. Περιγραφές ειδών

Τελικά καταγράφηκαν και περιγράφηκαν τα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά από 12 εκτομυκόρριζες και 7 καρποσώματα. Αξίζει να αναφερθεί πως από τις 12 εκτομυκόρριζες που περιγράφονται στην παρούσα εργασία, οι περιγραφές μόνο τριών ειδών υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία, δηλ. των *Inocybe rufuloides* x *Pinus pinea* (Iotti et al. 2005), *Lactarius tesquorum* x *Cistus* spp. (Nuytinck et al. 2004) και το *Rhizopogon roseolus* x *Pinus* spp. (Raidl & Agerer 1998). Στον Πίνακα 5 αναφέρονται τα είδη εκτομυκορριζικών μυκήτων που ταυτοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Οι αναλυτικές περιγραφές που ακολουθούν έχουν την ίδια σειρά και δομή με αυτή που υιοθετείται από την ηλεκτρονική βάση δεδομένων DEEMY.DE (www.deemy.de) για τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά των εκτομυκορριζών, δηλ. πρώτα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, μετά τα ανατομικά και τέλος οι χημικές αντιδράσεις που εξετάστηκαν. Για κάθε διαγνωστικό χαρακτηριστικό εξετάζεται αρχικά η παρουσία ή η απουσία του και μετέπειτα ακολουθούν τα επιμέρους μορφοανατομικά στοιχεία. Όλα τα μορφοανατομικά στοιχεία περιγράφονται βάση της ορολογίας του DEEMY. Όταν ένα χαρακτηριστικό εμφανίζει παραπάνω του ενός μορφοανατομικά στοιχεία εξετάζονται ξεχωριστά, διαχωρίζονται με το διαζευκτικό συμβολο (/) και περιγράφεται κάθε διαφορετικό στοιχείο μαζί με τις μετρήσεις του. Όλα τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά είναι τονισμένα έντονα για να διακρίνονται καλύτερα από τον αναγνώστη εκτός από τα επιμέρους στοιχεία κάποιων χαρακτηριστικών τα οποία είναι τονισμένα με υπογράμμιση. Υπογραμμισμένα και τονισμένα έντονα αντίστοιχα είναι τα κύρια χαρακτηριστικά και οι τομές στα οποία ανήκουν οι επόμενες περιγραφές. Ακολουθείται δηλαδή η εξής σειρά: π.χ. **Εξερχόμενα στοιχεία**: **Διαφράγματα**: Περίγραμμα κρίκων (ραχιαία όψη):

Πίνακας 5. Σύνοψη των ολοκληρωμένων περιγραφών εκτομυκορριζών και καρποσωμάτων, που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

Ecm / Mushroom	Place	Nature
<i>Inocybe areneria</i> x <i>Cistus</i> spp.	Πάρος	Ακρορρίζιο
<i>Inocybe areneria</i> x <i>Pinus</i> spp.	Στροφιλιά	Ακρορρίζιο
<i>Inocybe areneria</i>	Πάρος, Στροφιλιά	Βασιδίσωμα
<i>Inocybe pseudodestructa</i> x <i>Pinus</i> spp.	Σχινιάς	Ακρορρίζιο
<i>Inocybe pseudodestructa</i>	Σχινιάς	Βασιδίσωμα
<i>Inocybe rufuloides</i> x <i>Cistus</i> spp.	Πάρος	Ακρορρίζιο
<i>Inocybe rufuloides</i> x <i>Pinus</i> spp.	Σχινιάς	Ακρορρίζιο
<i>Inocybe rufuloides</i>	Πάρος, Σχινιάς	Βασιδίσωμα

<i>Inocybe sp.6 x Cistus spp.</i>	Άνδρος	Ακρορρίζιο
<i>Inocybe sp.7 x Cistus spp.</i>	Άνδρος	Ακρορρίζιο
<i>Inocybe sp.8 x Pinus spp.</i>	Σχινιάς	Ακρορρίζιο
<i>Hebeloma cavipes x Cistus spp.</i>	Άνδρος	Ακρορρίζιο
<i>Hebeloma cavipes</i>	Άνδρος	Βασιδίσωμα
<i>Lactarius tesquorum x Cistus spp.</i>	Άνδρος	Ακρορρίζιο
<i>Lactarius tesquorum</i>	Άνδρος	Βασιδίσωμα
<i>Rhizopogon roseolus x Pinus spp.</i>	Σχινιάς	Ακρορρίζιο
<i>Rhizopogon roseolus</i>	Σχινιάς	Βασιδίσωμα
<i>Suillus mediterraneensis x Pinus spp.</i>	Στροφιλιά	Ακρορρίζιο
<i>Suillus mediterraneensis</i>	Στροφιλιά	Βασιδίσωμα

Inocybe arenaria (Bon) E. Ludw (2017).

Συνώνυμα: *Inocybe agardhii* var. *arenaria* Bon (1983). *Inocybe agardhii* (N. Lund) P.D. Orton(1960)



Εικόνα 5. Βασιδιώματα *Inocybe arenaria* από την περιοχή της Πάρου.

Κωδικός Συλλογής: Πάρος 12022 - Στροφιλιά STP 24124B

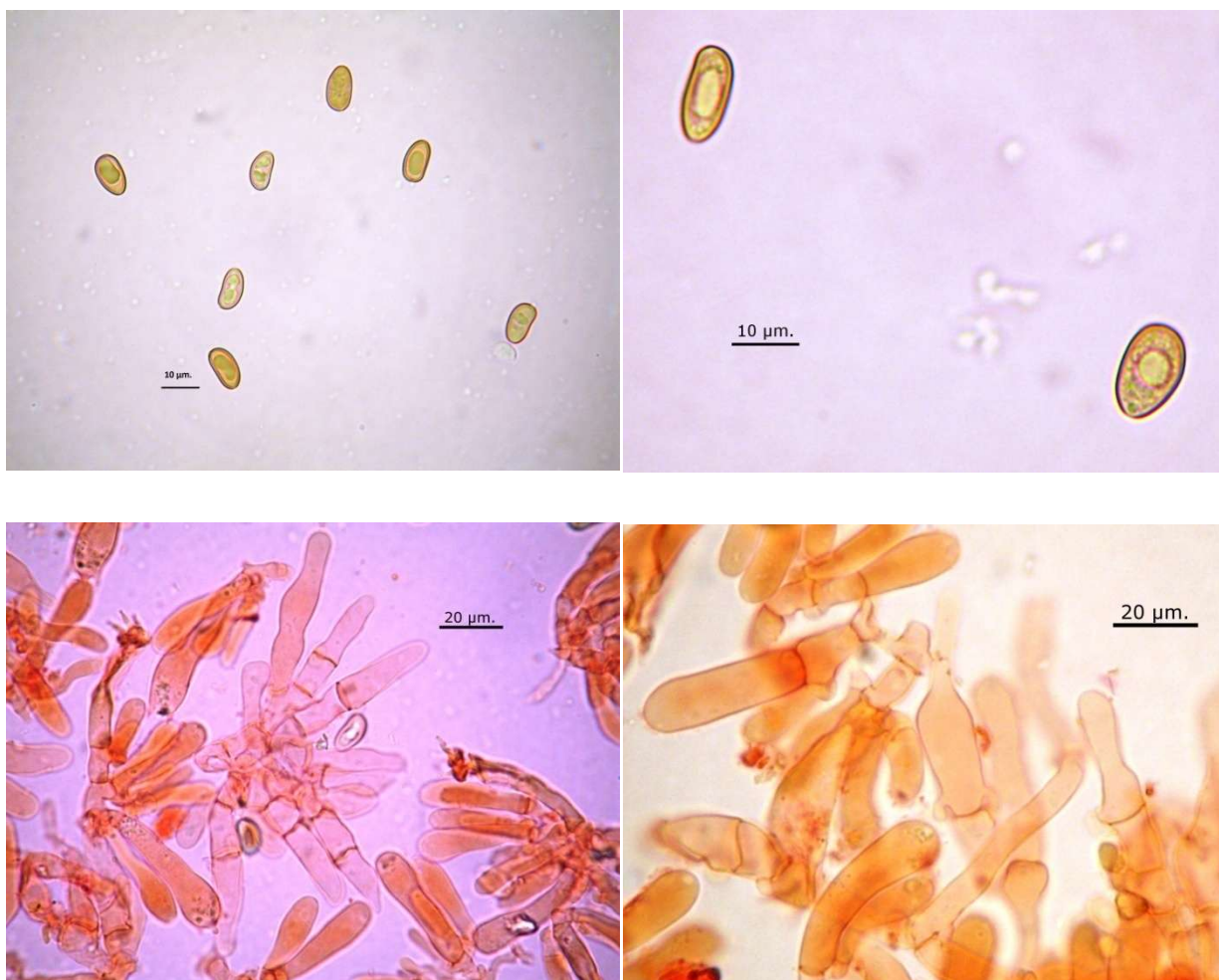
Περιοχή συλλογής: Νήσος Πάρος, παραλία Μώλος, παραθαλάσσια περιοχή με αμμοθίνες και βλάστηση που κυριαρχείται από *Juniperus macrocarpa*, *Cistus creticus*, *Thymbra capitata*, *Helichrysum* sp., κ.α. Εθνικός δρυμός Κοτυχίου – Στροφιλιάς. Παραθαλάσσιο δάσος κωνοφόρων με *Pinus pinea*, *Pinus halepensis* και *Pinus maritima*.

Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Πίλος με διάμετρο 2-4,5 cm, σχήμα σχεδόν ημισφαιρικό κυρτό με συνεστραμμένη περιφέρεια έως επίπεδο και τελικά βυθισμένο. Χρώμα από ανοιχτό μπεζ - καφέ ανοιχτό έως καστανό καφέ, μερικές φορές πιο σκούρο στο κέντρο και πιο ανοικτό το υπόλοιπο. Περιφέρεια στην ωριμότητα επίπεδη, χωρίς σκισίματα. Επιφάνεια έντονα ινώδης, ελαφρώς μαλλιαρή έως λεπιώδης, με ακτινωτά σχιζόμενες ίνες, λίγο ανασηκωμένες αρχικά και αργότερα επίπεδες. Δεν παρατηρήθηκαν υπολείμματα κορτίνας. Ελάσματα μέτρια αραιά, προσφυή προς ελαφρώς κατερχόμενα όταν ο πίλος είναι ανασηκωμένος στην ωριμότητα, από λαδί μπεζ έως λαδί καφέ. Στύπος αδρακτοειδής με οξύληκτη βάση, διαστάσεις 2,5 -3,5 x 0,5 -1 cm. Σχέση πύλου-στύπου IS= 3,2. Χρώμα παρόμοιο με τον πίλο έως πιο σκούρο καφέ στην ωριμότητα. Επιφάνεια έντονα μαλλιαρή σε όλο το μήκος με ευδιάκριτη ζώνη κορτίνας προς την κορυφή. Σάρκα συμπαγής ωχρογκρίζα με λαδί χροιά. Οσμή χορταριού, κάπως γλυκιά. Γεύση δεν εξετάστηκε.

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Σπόρια κιτρινωπά –λαδί, λεία, λεπτότοιχα με μία ελαιώδη σταγόνα. Σχήμα από σχετικά επίμηκες φασεολόμορφο έως ελλειψοειδές προς αμυγδαλόμορφο ή ατρακτοειδές. Διαστάσεις: (8)9-10(11) x 4,5-5(5,5) πλάγια όψη x (5)5,5-6(6,5) μm σε κατοψη, [M.O.= 9,4 x 4,9 x 5,8 μm], και $Q=1,78-2,11$ [Qαν= 1,92] σε πλάγια όψη και. $Q=1,42-1,73$ [Qαν.= 1,58] σε κάτοψη. Βασίδια τετράσπορα (25)29-34 x (6)7-9(10) μm . Χειλοκυστίδια κυρίως πολυκυτταρικά χωρισμένα με διαδοχικά διαφράγματα, με το ακραίο τμήμα να έχει σχήματα από φαρδύ κυλινδρικό ροπαλοειδή έως στρογγυλό, συχνά με λέπτυνση στην κορυφή και διαστάσεις (14)17-38(45) x (6)8-12(14) μm [M.O.= 25,63 x 9,31 μm]. Πλευροκυστίδια και καυλοκυστίδια δεν παρατηρήθηκαν.



Εικόνα 6. Πάνω αριστερά και πάνω δεξιά: Βασιδιοπόρια, διακρίνεται η διακύμανση στο πλάτος τους. Κάτω αριστερά: Χειλοκυστίδια πολυκυτταρικά με διαδοχικά διαφράγματα. Κάτω δεξιά: Κρίκοι σε διαφράγματα χειλοκυστιδίων.

***Inocybe arenaria* x *Cistus* spp.**

Εικόνα 7. Εκτομυκόρριζα *Inocybe arenaria* x *Cistus* spp. από την περιοχή της Πάρου.

Κωδικός Συλλογής: Πάρος Pac 21, Pac 178, Pac 186

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων μονόποδες πτεροειδείς, δίποδες πτεροειδείς, μονόποδες πυραμιδοειδείς, αδιακλάδιστες ή με διακλαδώσεις 1^{ης} τάξης **Διαστάσεις** (0,8)1,2 – 2,5 (3,2) x (0,15) 0,3 – 1,1 (2,2) mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Άφθονα **Μανδύας:** Υδρόφιλος **Ακρορρίζιο:** Με διαδοχικές διογκώσεις κατά μήκος και κυλινδρικό προς λεπυνόμενο άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος (0,8) 1,2-2,5 (3,2) mm, Πλάτος: (0,15) 0,2 -0,3 (0,5) mm **Χρώμα:** Λευκωπό – μπεζ με πορτοκαλί τόνους προς καφέ-πορτοκαλί στην ωριμότητα, ομοιόχρωμο προς το άκρο **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Μη ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Μη διαπερατό **Έκκριση γαλακτώδους χυμού:** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού:** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Κοκκινωπά, λευκωπά **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια:** Αραιά προς πυκνά βαμβακώδης από άφθονες εξερχόμενες υφές κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιού **Ανιχνευτικοί τύποι:** Κοντινής απόστασης **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, άφθονες, κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιδίου **Ριζόμορφα:** Απουσία **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

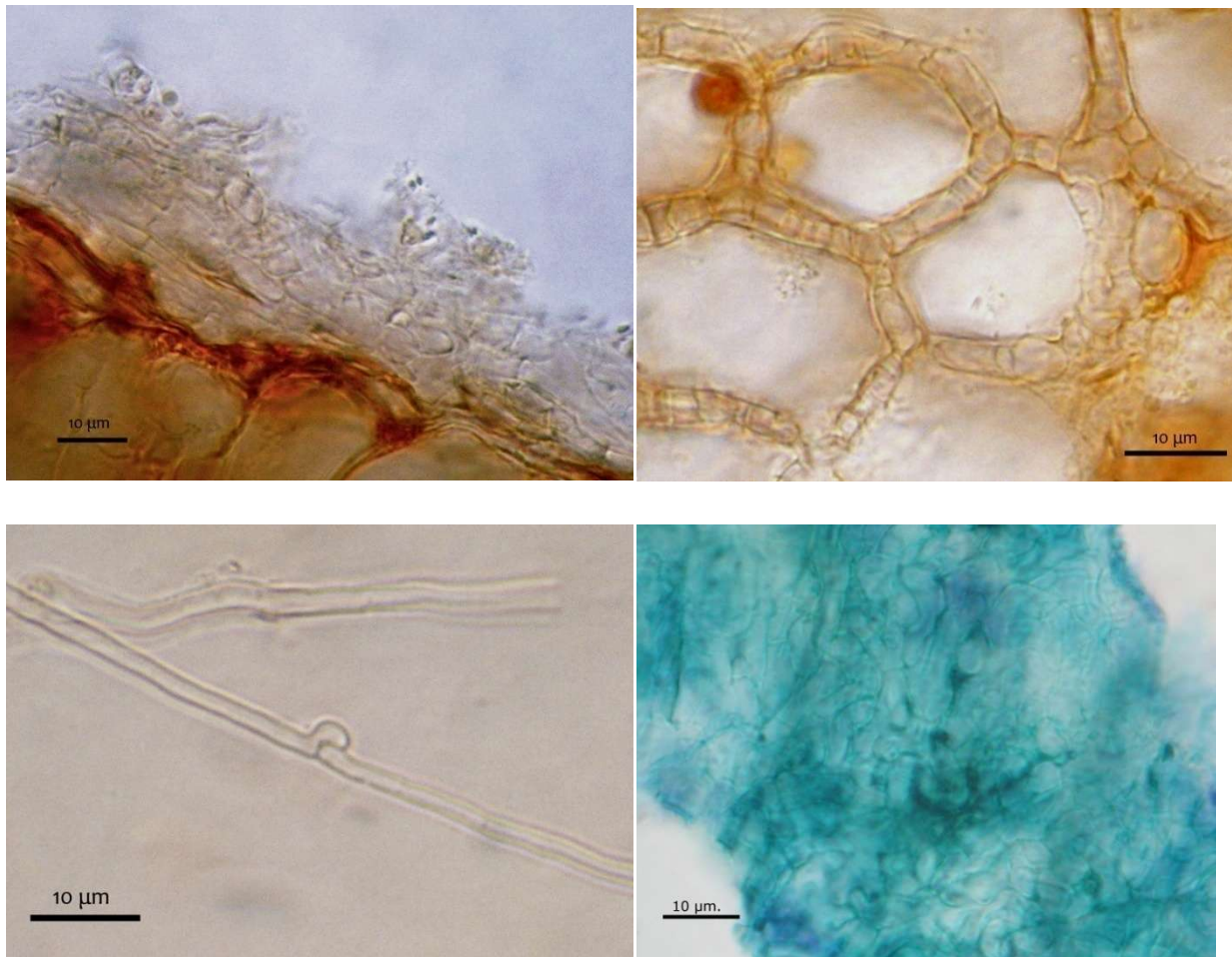
Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες Υφές **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μπλε κόκκοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία **Τοποθεσία:** Επιφάνεια μανδύα / Εξωτερική στοιβάδα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με μη ζελατινώδες πλέγμα στην εξωτερική στοιβάδα και την

μεσαία στοιβάδα **Διαστάσεις**: Συνολικό πάχος μανδύα (5) 10-25 (35) μm εκτός άκρου και 5-10 μm περίπου στο σημείο του άκρου **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματική τύπου H, F και B, με αδιαφοροποίητη δομή υφών **Τύπος πλέγματος**: Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα υφών**: Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα**: Απουσία **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών**: Παρουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης**: Μέχρι 45° **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων**: Παρόμοιο πάχος **Κρίκοι υφών μανδύα**: Παρουσία **Αφθονία κρίκων υφών του μανδύα**: Περιστασιακά **Σχήμα υφών του μανδύα**: Κυλινδρικό χωρίς σύσφιξη στα διαφράγματα **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, υαλώδη χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, 2-3(4) μm διάμετρος **Διαφράγματα**: με κρίκους και χωρίς **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο, πλεκτεγχυματική με μεμονωμένα, διογκωμένα κύτταρα **Τύπος πλέγματος**: Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα**: Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, 2-3 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα**: Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο, με αρκετά διογκωμένα κύτταρα **Τύπος πλέγματος**: Απουσία **Αγγειόμορφες υφές**: Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι**: Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, 3-4 μm διάμετρος **Διαφράγματα εξωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (στο άκρο της μυκόρριζας): Παρόμοια με τα άλλα κομμάτια του μανδύα με μη ζελατινώδες πλέγμα και διάμετρο υφών 2-3 μm **Ανατομία σε επιμήκη τομή**: Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): (5) 10-25 (35) μm **Πάχος μανδύα** (στο άκρο): 5-10 μm **Υπολείμματα καλύπτρας**: Δεν παρατηρήθηκαν **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: 5 – 10 (15) μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα**: (5) 10 -15 (20) μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα**: 5- 8 (10) μm **Κύτταρα με τανίνη**: Απουσία **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας**: Κυκλικά / Ωοειδή προς ελλειπτικά, ακτινωτά διευθετημένα ή ελαφρώς λοξά με εφαπτόμενη διευθέτηση **Διαστάσεις**: (10)11-17(20) x (20) 21 – 27 μm **Δίκτυο Hartig**: Παραενδοδερμικό **Σχήμα κυττάρων**: κυρίως κυκλικό προς ελαφρώς κυλινδρικό **Διαστάσεις κυττάρων**: (3)3,5-4,5(6) μm διάμετρο **Σχήμα σε κάτοψη**: τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 2-4 μm **Διαφράγματα λοβών**: δεν παρατηρήθηκαν **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων**: (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία **Ανατομία σε εγκάρσια τομή**: **Υπολείμματα καλύπτρας**: Δεν παρατηρήθηκαν **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: 5-7 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας**

μανδύα: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** (7)9-12(15) μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 3,5 - 6 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Απουσία **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας:** Κυκλικά **Διαστάσεις:** 19-22 μm **Δίκτυο Hartig:** Παραενδοδερμικό **Σχήμα κυττάρων:** κυκλικό **Διαστάσεις:** (3) 3,5-4,5 (6) μm **διάμετρο** **Σχήμα σε κάτοψη:** τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 2-4 μm **Διαφράγματα λοβών:** δεν παρατηρήθηκαν **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων:** (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία **Εξερχόμενα στοιχεία:** **Ενδοφυτικές υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς:** Δεν παρατηρήθηκαν **Τύποι αναστομώνσεων:** Δεν παρατηρήθηκαν **Εξερχόμενες υφές:** Σχήμα ευθυτενές ή αραιά κυματιστό **Χρωστική:** Απουσία **Περιεχόμενα υφών:** Απουσία **Διακλαδώσεις:** Οξείας γωνίας προς 90°, μόνο προς την μία πλευρά, ισοπαχές διακλαδιζόμενες υφές με την μητρική και σε απόσταση από τα διαφράγματα μεγαλύτερη ή ίση από την διάμετρο των υφών επί δύο **Διαφράγματα:** Με κρίκους, ημικυκλικούς ή λιγότερο από ημικυκλικούς χωρίς σύσφιξη με κεντρικό πόρο, ισοπαχείς με τις υφές **Περίγραμμα κρίκων** (ραχιαία όψη): Οβάλ, **Πλάτος κρίκων** (σε σχέση με την υφή σε πλευρική όψη): Λιγότερο φαρδύ **Δευτερογενή διαφράγματα:** Παρουσία, κατ' εξαίρεση **Κύτταρα υφών:** Ευθυτενή ή ελαφρώς συσφιγμένα στα σημεία των διαφραγμάτων και απλό προς ελάχιστα διογκωμένο σχήμα στο άκρο **Διάμετρος:** 3-4 μm , επιφάνεια λεία **Πάχος τοιχωμάτων:** μικρότερο των 0,2 μm , ισοπαχές καθ' όλο το μήκος προς ελαφρώς παχύτερο στο άκρο **Χλαμυδοσπόρια:** Απουσία **Μυζητήρες:** Παρουσία Σχήμα στρογγυλό με διάμετρο 4-6 μm περίπου.

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's:** Δεν παρατηρήθηκε **KOH10%:** Δεν παρατηρήθηκε.



Εικόνα 8. Πάνω αριστερά: Επιμήκης τομή μανδύα, διακρίνεται η πλεκτεγχυματική δομή. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig και στο πάνω αριστερά τμήμα διακρίνεται πιθανόν στρογγυλός μυζητήρας. Κάτω αριστερά: Ημικυκλικός κρίκος εξερχόμενης υφής με υποψία κεντρικού πόρου. Κάτω δεξιά: Τμήμα μανδύα σε κάτοψη, πιθανόν από την μεσαία – εσωτερική στοιβάδα.

***Inocybe arenaria* x *Pinus* spp.**



Εικόνα 9. Εκτομυκορριζα *Inocybe arenaria* x *Pinus* spp. από την περιοχή της Στροφιλιάς.

Κωδικός Συλλογής: Στροφιλιά STP 241241, STP 241242, STP 241243

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκορριζα: Τύπος διακλαδώσεων διχοτομικός, με διακλαδώσεις 1-2^{ης} τάξης **Διαστάσεις** (1)1,5-2,5(3,5) x (0,8) 1 -3 mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Ισχνή πυκνότητα / σχετικά αραιά **Μανδύας:** Υδρόφιλος **Ακρορριζίο:** Σχήμα κυρτό - κυματοειδές με διαδοχικές διογκώσεις με κυλινδρικό προς εκλεπτυσμένο άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος (0,5) 1-1,5(2) mm, Πλάτος: 2-3 mm **Χρώμα:** Κόκκινο – πορτοκαλί με σκούρο καφέ (σχηματίζει σχεδόν διχρωμία, από την μέση και πάνω κοκκινο-πορτοκαλί -εκτός από το σημείο της καλύπτρας που λευκαίνει στο άκρο, σκουραίνει απότομα από την μέση και κάτω) **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Πλήρως διαφανής **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια:** Πυκνά βαμβακώδης από άφθονες εξερχόμενες υφές **Ανιχνευτικοί τύποι:** Κοντινής απόστασης **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, άφθονες, κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιδίου **Ριζόμορφα:** Απουσία **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

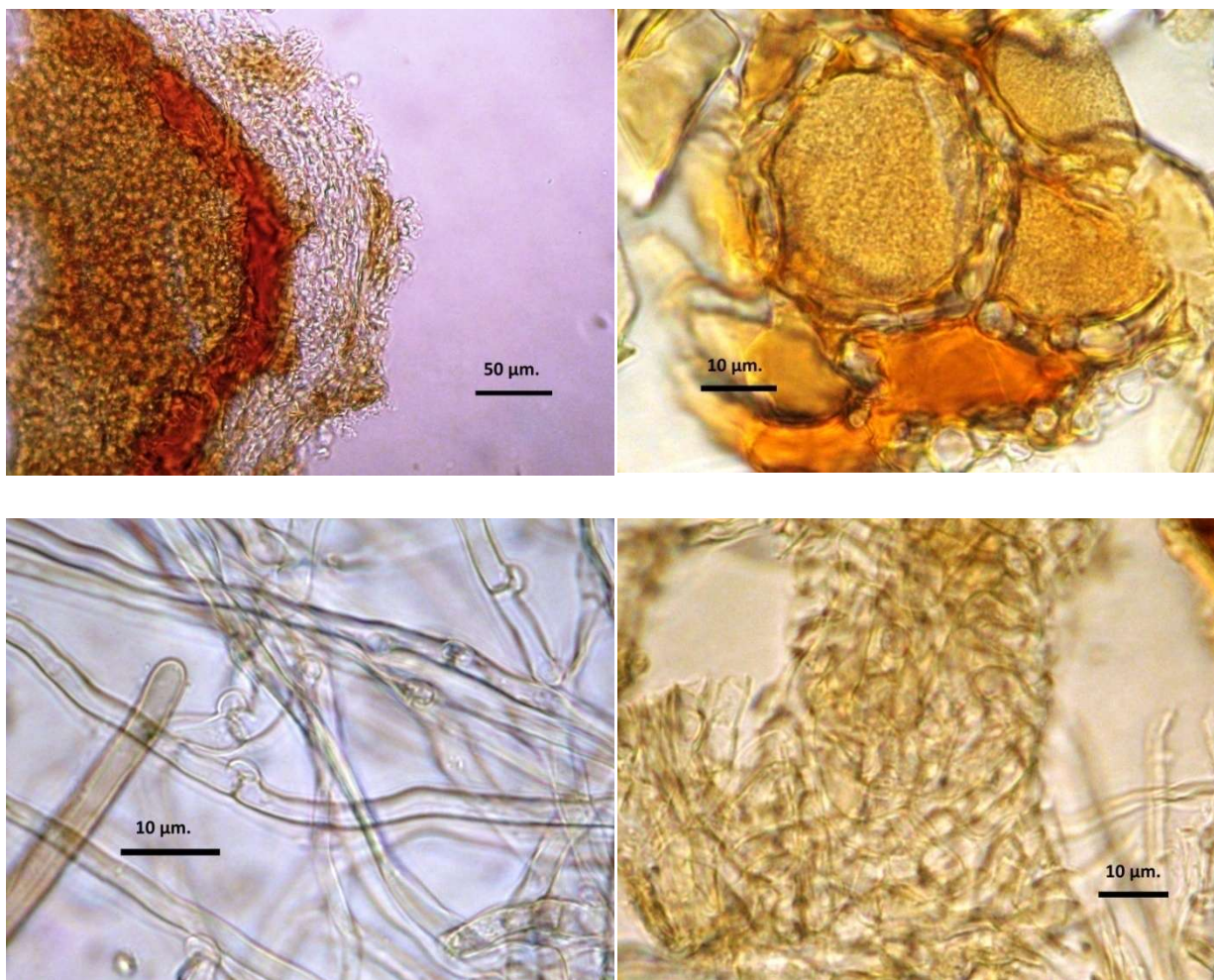
Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες Υφές **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μπλε κοκκοί:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία **Τοποθεσία:** Καθ' όλο το μήκος (υπάρχει μία πιο κίτρινη στρώση μεταξύ των υφών της εσωτερικής στρώσης του μανδύα,

πιθανόν από μη ζελατινώδες να γίνεται ζελατινώδες) **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με μη ζελατινώδες πλέγμα ανάμεσα στις υφές τους εκτός από την εσωτερική που το πλέγμα εμφανίζει πιο ζελατινώδη δομή **Διαστάσεις:** Συνολικό πάχος μανδύα (15)30-55(65) μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (εκτός του άκρου):** Πλεκτεγχυματική, με υφές αδιαφοροποιήτες, τύπου B, C, H **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα υφών:** Δεν παρατηρήθηκαν **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα:** Παρουσία **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών:** Παρουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης:** 45° / περίπου 90° **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων:** Ισοπαχές / Παχύτερο των υφών **Κρίκοι υφών μανδύα:** Παρουσία **Αφθονία κρίκων υφών του μανδύα:** Άφθονοι **Σχήμα υφών του μανδύα:** Κυλινδρικό με σύσφιξη στα διαφράγματα **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστικές, επιφάνεια λεία, 2-3 μm διάμετρος **Διαφράγματα:** Με κρίκους **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστικές, επιφάνεια λεία, 2-4 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα:** Πλεκτεγχυματική / Πλεκτεγχυματική με συσσωματώματα ψευδοπαρεγχυματικών κυττάρων, με υφές χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο και με πιο διογκωμένα κύτταρα **Τύπος πλέγματος:** Περισσότερο ζελατινώδη όψη από των άλλων στρωμάτων **Αγγειόμορφες υφές:** Πιθανόν, υπάρχουν υφές διαμέτρου 4-5 (6) μm και πάχους κυτταρικών τοιχωμάτων 0,2-0,4 μm **Κρίκοι:** Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστικές, 2-4 μm διάμετρος **Διαφράγματα εσωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (στο άκρο της μυκόρριζας):** Πλεκτεγχυματική, παρόμοια με τα άλλα κομμάτια του μανδύα **Ανατομία σε επιμήκη τομή:** Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): (15)30-55(65) μm **Πάχος μανδύα (στο άκρο):** 10-25 μm **Υπολείμματα καλύπτρας:** Παρουσία, μέσα στον μανδύα, σε μονή διπλή ή πολλαπλές σειρές **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 5-15 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματικός **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** (5)10-20(30) μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματικός με πιο διογκωμένα κύτταρα **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** (5) 8-15 (20) μm **Ενιαίος μανδύας:** Παρουσία κατ' εκτίμηση σε σημεία **Δομή ενιαίου μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις ενιαίου μανδύα:** 5-15 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Παρουσία σε μία με τρεις σειρές **Σχήμα** Οβάλ, ελλειπτικά ή κυλινδρικά, λοξά με εφαπτόμενη διευθέτηση **Διαστάσεις:** (20) 25-30 (35) x 10-15 μm **Δίκτυο Hartig:** Μάλλον παραενδοδερμικό **Σχήμα δικτύου Hartig:** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Κυκλικό ακανόνιστο /

χαντρόμορφο Πάχος κυττάρων (γύρω από κύτταρα τανίνης): (2) 3-4 (5) μm Σχήμα σε κάτοψη τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 2-3 μm Διαφράγματα λοβών: παρουσία Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων: (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία Ανατομία σε εγκάρσια τομή: Υπολείμματα καλύπτρας: Παρουσία μέσα στον μανδύα, σε διαδοχικές σειρές Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα: Διακριτές Εξωτερική στοιβάδα μανδύα: Παρουσία Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα: Πλεκτεγχυματική Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα: (5)10-15(20) μm Μεσαία στοιβάδα μανδύα: Παρουσία Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα: Πλεκτεγχυματική Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα: (5)10-20(30) μm Εσωτερική στοιβάδα μανδύα: Παρουσία Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα: Πλεκτεγχυματική Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα: (5)10-20(40) μm Ενιαίος μανδύας: Παρουσία κατ' εκτίμηση σε σημεία Δομή ενιαίου μανδύα: Πλεκτεγχυματική Διαστάσεις ενιαίου μανδύα: (30)40-60(80) μm Κύτταρα με τανίνη: Παρουσία, σε μία με τρεις σειρές Σχήμα Ορθογώνια παραλληλόγραμμα ή Ωσειδή προς ελλειπτικά, παράλληλα διευθετημένα προς την ρίζα Διαστάσεις: (30) 35-55 (70) μm Δίκτυο Hartig: Παραενδοδερμικό / Περιενδοδερμικό Σχήμα δικτύου Hartig: (γύρω από κύτταρα τανίνης): Χαντρόμορφο / Στρογγυλό ακανόνιστο Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig: (γύρω από κύτταρα τανίνης): (2) 3-4 (5) μm Σχήμα σε κάτοψη: τύπου παλμέτας, πάχος λοβών 2-3 μm Διαφράγματα λοβών: παρουσία Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig: (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία Εξερχόμενα στοιχεία: Ενδουφικές υφές: Δεν παρατηρήθηκαν Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς: Δεν παρατηρήθηκαν Τύποι αναστομώνσεων: Κλειστή αναστόμωση με απλό διάφραγμα και μακριά γεφύρωση Πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων αναστόμωσης: Ισοπαχές των υφών Πάχος αναστόμωσης: Ισοπαχής / Ελαφρώς λεπτότερο Τοποθεσία αναστόμωσης: Πιθανόν κοντά στα άκρα των υφών Εξερχόμενες υφές: Σχήμα ευθυτενές, αραιά κυματιστό Χρωστική: Απουσία ή ενδομεμβρανικά κιτρινωπή, ομοιόμορφα κατανεμημένη Περιεχόμενα υφών: Απουσία Διακλαδώσεις: Οξείας γωνίας / 90° , μόνο προς την μία πλευρά, ισόπαχες με την μητρική υφή, σε απόσταση 2 φορές την διάμετρο της υφής ή και περισσότερο Διαφράγματα: Με κρίκους, ημικυκλικούς χωρίς σύσφιξη, με κεντρικό πόρο, ισοπαχείς με τις υφές Περίγραμμα κρίκων (ραχιαία όψη): Οβάλ, Πλάτος κρίκων (σε σχέση με την υφή σε πλευρική όψη): Ομοίως φαρδύ προς ελαφρώς λεπτότερο Δευτερογενή διαφράγματα: Παρουσία, κατ' εξαίρεση Κύτταρα υφών: Ευθυτενή, ομοιόμορφα ή ελαφρώς συσφιγμένα στο σημείο των διαφραγμάτων και με απλό σχήμα στο άκρο, Διάμετρος: (1,5) 2-2,5 (3) μm , Επιφάνεια: κυρίως λεία Πάχος τοιχωμάτων: 0,1-0,2 μm , ομοιοπαχές καθ' όλο το μήκος Κυστίδια: Δεν παρατηρήθηκαν Χλαμυδοσπόρια: Πιθανή παρουσία, στρογγυλά 2-4 μm , Μυζητήρες: Παρουσία, λοβοειδείς / στρογγυλοί, διάμετρος 3-5 μm .

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's**: Δεν παρατηρήθηκε **KOH10%**: Ελαφρό γκριζάρισμα των καφέ αποχρώσεων των φυτικών κυττάρων.



Εικόνα 10. Πάνω αριστερά: Εγκάρσια τομή μανδύα. Φαίνεται η πλεκτεγχυματική δομή και τα κύτταρα με την τανίνη. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig σε κάτοψη γύρω από κύτταρα τανίνης. Κάτω αριστερά: Εξερχόμενες υφές με ημικυκλικούς κρίκους και κεντρικό πόρο. Κάτω δεξιά: Τμήμα μανδύα σε κάτοψη, ορατή η πλεκτεγχυματική δομή χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο.

Σχόλια:

Το *Inocybe agardhii* var. *arenaria* Bon (1983) μετονομάστηκε κατά την διάρκεια της παρούσας εργασίας σε *Inocybe arenaria* (Bon) E. Ludw. (2017 (Ludwig 2017)). Μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν ως ποικιλία του *Inocybe agardhii* (N. Lund) P.D. Orton (1960). Η εξελικτική-φυλογενετική του απόσταση ωστόσο από το *I. agardhii* είχε διαπιστωθεί από μοριακές αναλύσεις (Ryberg et al. 2010) στις οποίες το *I. arenaria* εξελικτικά ήταν περισσότερο κοντά στο *I. terrigena* (τυπικό είδος του υπογένους) ενώ το *I. agardhii* φαινόταν να διαφέρει αρκετά από αυτόν τον κλάδο. Στην παραπάνω εργασία (Ryberg et al. 2010) συγκρίνονται από εξελικτικής πλευράς τα μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά στην οικ. Inocybaceae και το *I. arenaria* φαίνεται να διαφοροποιείται από το *I. agardhii* όσον αφορά οικολογικά κυρίως χαρακτηριστικά όπως η προτίμηση συμβιωτή, η υγρασία και η θρεπτική κατάσταση του εδάφους. Συγκεκριμένα το *I. arenaria* φαίνεται να σχετίζεται με γυμνόσπερμα και να προτιμάει φτωχά και ξηρά εδάφη. Αντίθετα το *I. agardhii* φαίνεται πως σχετίζεται με αγγειόσπερμα και προτιμά πιο πλούσια και υγρά εδάφη.

Οι παραπάνω πληροφορίες συμφωνούν με τον βióτοπο συλλογής μας αλλά όχι πλήρως και με την προτίμηση συμβιωτή καθώς η δική μας συλλογή αφορούσε δείγμα που σχηματίζει εκτομυκορριζική σχέση με φυτά του γένους *Cistus*. Δεν είναι αποσαφηνισμένο το κατά πόσο η συγκεκριμένη εκτομυκορριζική σχέση αναπτύχθηκε αυτόνομα ή προήλθε πιθανόν από συμβίωση σε παρελθοντικό χρόνο με κάποια μεσογειακά πεύκα. Στην διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές για μεταβολή της συμβιωτικής σχέσης άλλων εκτομυκορριζικών μυκήτων από *Pinus* σε *Cistus* μετά από περιπτώσεις πυρκαγιάς, όταν δηλαδή η εξελικτική πίεση το επέβαλε (Buscardo et al., 2012). Ο Matheny (2009) συνδέει γενικά όλους τους μύκητες του υπογένους *Mallocybe* (στο οποίο ανήκουν τα παραπάνω είδη, Ryberg et al., 2010) με την εκτομυκορριζική σχέση με κωνοφόρα και θεωρεί πως σε πρόσφατο εξελικτικά χρόνο έχει προκύψει συμβίωση και με φυτά των οικ. *Salicaceae* στο Β.Ημισφαίριο και των οικ. *Myrtaceae* και της τάξης *Fagales* στο Ν. Ημισφαίριο. Οι Picón et al. (2007) αναφέρουν καταγραφή βασιδιωμάτων *I. arenaria* σε αμμοθίνες με παρουσία φυτών *Pinus* και *Quercus ilex*.

Σύμφωνα με τις ανατομικές και μορφολογικές παρατηρήσεις του Kuypers (1986), που επιβεβαιώθηκαν από τις μοριακές αναλύσεις των Matheny et al. (2009), το υπογένος *Mallocybe* διαθέτει κάποια βασικά χαρακτηριστικά που το διαχωρίζουν εντός του γένους *Inocybe*. Αυτά είναι κάποιες καφέ κηλίδες χρωστικής που εμφανίζονται στα βασίδια (necropigmented basidia), τα ελαφρώς κατερχόμενα ελάσματα ως προς τον στύπο, ο βραχύς σχετικά στύπος, το μήκος του οποίου συνήθως είναι μικρότερο της διαμέτρου του πύλου (IS) και ο τρόπος ανάπτυξης των χειλοκυστιδίων από τα ακραία στοιχεία των υφών του ελάσματος και όχι από τις εσωτερικές υφές. Οι Ryberg et al. (2010) αναφέρουν επίσης σαν χαρακτηριστικά των ειδών του υπογένους *Mallocybe* τα απλά χειλοκυστίδια και τα φασεολόμορφα σπόρια, ενώ ο Matheny (2009) θεωρεί ως βασικό ταξινομικό χαρακτηριστικό του υπογένους τα κοντά χειλοκυστίδια. Στα συγκεκριμένα δείγματα τα οποία εξετάσαμε παρατηρούνται όλα τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά. Ο λόγος IS (Index of Slenderness = $l^2/d \cdot D$, l = μήκος στύπου, d = διάμετρος στύπου, D = διάμετρος πύλου) αντανακλά την φόρμα του καρποσώματος και είναι πολύ σημαντικό διαγνωστικό χαρακτηριστικό για το γένος *Inocybe* (Kuypers 1986).

Παλαιότερα, σύμφωνα με τους Esteve-Raventós et al. (1997), το *I. agardhii* συγγεόταν με το *I. dulcamara* όπως και με το *I. subdeccurens*, με το οποίο διαφοροποιείται ανατομικά κυρίως από τον διαφορετικό λόγο Q των σπορίων τους και μορφολογικά από την παρουσία ή απουσία αραχνοειδούς δακτυλίου. Συγκεκριμένα το *I. agardhii* εμφανίζει ένα λόγο (Q) 1,9-2,2 ενώ το *I. subdeccurens* εμφανίζει λόγο (Q) 1,6 περίπου. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας παρατηρήθηκε στα βασιδιοσπόρια του δικού μας δείγματος (*I. arenaria*) μια ετερογένεια σχετικά με το πλάτος των σπορίων. Το σχήμα τους θεωρήθηκε ως ατρακτοειδές το οποίο ανάλογα την οπτική γωνία παρατήρησης διαφοροποιείται και φαίνεται απο επίμηκες φασεολόμορφο ως ελλειψοειδές προς αμυγδαλόμορφο. Λόγω αυτού μετρήθηκαν δύο τιμές, δηλ. $Q_{av}=1,92$ στην πλαϊνή-επιμήκη όψη και

Qan=1,58 στη φαρδύτερη όψη. Οι τιμές αυτές συμφωνούν με τις διαφορές που παρατηρήθηκαν από τους Esteve-Raventós et al. (1997) μεταξύ *I. agardhii* και *I. subdeccurens*. Καθώς η *I. subdeccurens* είχε περιγραφτεί πρώτη φορά από την Αμερική το 1889 (Ellis & Everhart, 1889) και δεν έχει αλληλουχηθεί ποτέ μοριακά, είναι πιθανό τα μεν δείγματα *I. agardhii* από ξηρές και άνυδρες περιοχές να ήταν *I. arenaria*, τα δε ευρωπαϊκά δείγματα *I. subdeccurens* να είναι επίσης *I. arenaria* στα οποία μετρήθηκε σε μεγαλύτερο ποσοστό η φαρδιά πλευρά των βασιδιοσπορίων.

Μέχρι σήμερα δεν έχει περιγραφεί μορφοανατομικά καμία εκτομυκόρριζα του *I. arenaria* με κάποιο φυτό. Σύμφωνα με τα ευρήματά μας, τα βασικά ταξινομικά χαρακτηριστικά κατά Agerer (1987-2002) της εκτομυκόρριζας *Inocybe arenaria* (Bon) E. Ludw. x *Cistus* spp. είναι οι ανιχνευτικοί τύποι κοντινής απόστασης με απουσία ριζόμορφων και κυστιδίων, ο υδρόφιλος μανδύας, η πλεκτεγχυματική δομή της εξωτερικής στοιβάδας του μανδύα τύπου H, F ή B, οι λείες εξερχόμενες υφές με ημικυκλικούς ή λιγότερο από ημικυκλικούς κρίκους με κεντρικό πόρο χωρίς σύσφιξη στο σημείο ένωσης με την κεντρική υφή, τα λευκωπά – μπεζ χρώματα του μανδύα με τους πορτοκαλί τόνους που γίνονται καφέ – πορτοκαλί στην ωριμότητα και η άφθονη πυκνότητα των μορφότυπων αυτών πάνω στις ρίζες. Σύμφωνα με την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών κάθε γένους κατά Agerer (2006) η *Inocybe arenaria* x *Cistus* spp. ταιριάζει με τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους εκτός από τους τύπους μανδύα H και F που δεν αναφέρονται στον Agerer (2006), οι καφέ αποχρώσεις του μανδύα που απουσιάζουν, ενώ δεν εξακριβώθηκε ο τύπος της αναστόμωσης.

Αντίστοιχα, τα βασικά ταξινομικά χαρακτηριστικά της εκτομυκόρριζας *Inocybe arenaria* (Bon) E. Ludw. x *Pinus* spp. είναι οι ανιχνευτικοί τύποι κοντινής απόστασης με απουσία ριζόμορφων και κυστιδίων, ο υδρόφιλος μανδύας, η πλεκτεγχυματική δομή της εξωτερικής στοιβάδας του μανδύα τύπου B, C ή H, οι λείες εξερχόμενες υφές με ημικυκλικούς κρίκους με κεντρικό πόρο χωρίς σύσφιξη στο σημείο ένωσης με την κεντρική υφή, τα κόκκινο – πορτοκαλί χρώματα προς το άκρο του μανδύα που γίνονται σκούρα καφέ προς τη βάση και η σχετικά ισχνή πυκνότητα των μορφότυπων αυτών πάνω στις ρίζες. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά θα πρέπει να εξετάζονται μαζί με τα υπόλοιπα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών κάθε γένους κατά Agerer (2006) η *Inocybe arenaria* x *Pinus* spp. ταιριάζει με τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους εκτός από τον τύπο μανδύα H που δεν αναφέρεται στον Agerer (2006) και τον τύπο αναστόμωσης που είναι κλειστή αναστόμωση με απλό διάφραγμα και μακριά γεφύρωση ενώ κατά Agerer (2006) οι εκτομυκόρριζες του γένους *Inocybe* sp. έχουν ανοιχτό τύπο αναστόμωσης. Πρέπει να σημειωθεί πως από ένα σύνολο περίπου 500 ειδών *Inocybe* (Rinaldi et al. 2008) επί τα φυτά συμβιωτές που έχει το κάθε ένα, έχουν περιγραφτεί μόλις 12 εκτομυκόρριζες που σχηματίζονται από μύκητες του συγκεκριμένου γένους (Agerer & Rambold 2004-2017).

Επίσης έχει αξία να αναφερθεί, ένα χαρακτηριστικό των βασιδιωμάτων της *I. arenaria* στα δείγματά μας από την Πάρο, το οποίο αν και δεν περιγράφεται στα ταξινομικά χαρακτηριστικά ήταν έντονα εμφανές. Αφορά την παρουσία δεσμών από υφές με άμμο σαν ριζοειδή ή πυκνών μυκηλιακών συσσωματωμάτων μαζί με άμμο, οι οποίες ή ξεκινούσαν από την βάση του στύπου και εισχωρούσαν στο αμμώδες έδαφος είτε αποτελούσαν το μεγαλύτερο ποσοστό υποστρώματος στο εδαφικό δείγμα. Οι δέσμες-πλάκες αυτές παρατηρήθηκε μικροσκοπικά πως εμπεριείχαν υφές με παρόμοιο κρίκο με τις εξερχόμενες υφές των εκτομυκορριζών *Inocybe arenaria* (Bon) E. Ludw. + *Cistus* spp. μαζί άλλες υφές διαφορετικού τύπου, ενώ και η μοριακή αλληλούχηση που έγινε σε κάποιες από αυτές επιβεβαίωσε την παρουσία του συγκεκριμένου μυκητιακού είδους. Η συγκεκριμένη στρατηγική μπορεί να αφορά μια γενικότερη προσαρμογή του μύκητα στο αμμώδες περιβάλλον καθώς ήταν εμφανές στο πεδίο πως τα συγκεκριμένα σημεία διατηρούσαν υψηλότερη εδαφική υγρασία και είχαν καλύτερη εδαφική δομή. Παρόμοιες μυκηλιακές κατασκευές έχουν παρατηρηθεί σε διάφορες εντάσεις και σε άλλα βασιδιώματα είτε *Inocybe* sp. είτε άλλων γενών, κάποια από τα οποία δεν είναι εκτομυκορριζικά είδη (π.χ. είδη *Coprinus*) Το χαρακτηριστικό όμως των συγκεκριμένων εδαφικών και μυκητιακών δειγμάτων από την περιοχή της Πάρου είναι η αυξημένη παρουσία του φαινομένου αυτού.

Inocybe rufuloides Bon. (1984)

Εικόνα 11. Βασιδύωμα *Inocybe rufuloides* από την περιοχή της Πάρου.

Κωδικός Συλλογής: Πάρος 12023, 14026, 140227– Σχινιάς 17011, 17016, 170115

Περιοχή Συλλογής: Σχινιάς Αττικής, παραθαλάσσιο δάσος κωνοφόρων με *Pinus pinea* και *Pinus halepensis*. Νήσος Πάρος, παραλία Μώλος, παραθαλάσσια περιοχή με αμμοθίνες και βλάστηση που κυριαρχείται από *Juniperus macrocarpa*, *Cistus creticus*, *Thymbra capitata*, *Helichrysum* sp., κ.α.

Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Πίλος με διάμετρο (0,8) 1,0-2,5 cm, σχήμα αρχικά ημισφαιρικό μετέπειτα κυρτό – κωνικό με σχετικά συνεστραμμένη περιφέρεια και στην ωριμότητα σχεδόν επίπεδο, με ή χωρίς μικρό αλλά προεξέχον και κάπως μυτερό ύβο και με ή χωρίς μικρό βαθύλωμα στο κέντρο. Χρώμα από αμμώδεις καφέ – μπεζ έως σκούρο καφέ με καστανοκόκκινους τόνους. Περιφέρεια κυρίως συνεστραμμένη, επίπεδη στην ωριμότητα χωρίς να εμφανίζει σκισίματα. Επιφάνεια από ακτινωτά ινώδης με σχετικά λεία μακροσκοπικά όψη έως αμυδρά λεπιώδης και ελαφρώς μαλλιαρή με μικρά ανασηκωμένα συσσωματώματα, πιο έντονα προς την περιφέρεια, σπανίως και με κάποια υπολείμματα κορτίνας. Ελάσματα μέτρια αραιά, δείχνουν ανερχόμενα ωστόσο είναι προσφυή με μικρή οδόντωση, χρώμα από ανοικτά ωχρόλευκα, ωχρά-μπεζ έως καφέ-μπεζ με καστανορόδινους τόνους και ανοιχτόχρωμη τριχωτή ακμή. Στύπος μακρόστενος, κυλινδρικός χωρίς ή με ελάχιστα διευρυμένη βάση, διαστάσεις 0,3 – 0,4 (0,6) x 2,0 – 3,5 (4) cm. Σχέση πύλου-στύπου IS= 10,81. Χρώμα στύπου από λευκωπό-μεταξένιο, μπεζ έως μπεζ καφέ, πιο σκούρο στην ωριμότητα και προς την κορυφή και πιο ανοιχτόχρωμο όταν είναι νεαρό και στα σημεία που βρίσκεται κάτω από το έδαφος. Επιφάνεια στύπου λεία προς μεταξένια ινώδης, παχυνώδης στην κορυφή χωρίς ορατά υπολείμματα κορτίνας. Σάρκα πολύ λεπτή, λευκή στον πύλο, ωχρόλευκη στον στύπο. Οσμή σπέρματος. Γεύση δεν εξετάστηκε.

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Σπόρια ωχροκίτρινα, λεία, σχήμα ατρακτοειδές έως υπο-αμυγδαλόμορφο, λεπτότοιχα προς ελαφρώς παχύτοιχα με μία ελαιώδη σταγόνα. Διαστάσεις $(9)11-13(14,5) \times (5,5)6-6,5(7) \mu\text{m}$ [Μ.Ο. = $11,6 \times 6,27$], $Q=1,5-2,07$ [$Q_{av}=1,85$]. Βασίδια τετράσπορα $(23)27-33(35) \times 9-11(13)$. Πλευροκυστίδια απο παχιά λαγνήμορφα, κορινοειδή έως ατρακτοειδή ή παχιά κυλινδρικά με κρυστάλλους στο άκρο, τοιχώματα με πάχος $1-2.5(-3) \mu\text{m}$, ελαφρώς προς σαφώς κιτρινωπά σε ΚΟΗ, διαστάσεις $(57)60-75(88) \times 14-18(21) \mu\text{m}$ [Μ.Ο.= $67,95 \times 16,4 \mu\text{m}$]. Χειλοκυστίδια παρόμοια με τα πλευροκυστίδια, λαγνήμορφα έως ατρακτοειδή προς στρογγυλά παρακυστιδιοειδή αλλά πάντα παχύτοιχα με ή χωρίς κρυστάλλους στο άκρο και κιτρινωπό περιεχόμενο, διαστάσεις $(31)45-66(90) \times (12)13-19(21) \mu\text{m}$ [Μ.Ο. = $54,6 \times 15,6 \mu\text{m}$]. Παρακυστίδια στρογγυλά, φαρδιά ροπαλοειδή, διαστάσεις $(14)18-27(35) \times (8)10-14(18) \mu\text{m}$. Καυλοκυστίδια παρόντα στο πάνω 1/3 του στύπου, κάποια παρόμοιας μορφής με τα πλευροκυστίδια, τα περισσότερα κυρτά κυλινδρικά ή ροπαλοειδή, με διακλαδιζόμενο άκρο, διαστάσεις $(29)41-70(90) \times 9-14(17) \mu\text{m}$.



Εικόνα 12. Πάνω αριστερά: Σπόρια. Πάνω δεξιά: Πλευροκυστίδια.. Κάτω αριστερά: Χειλοκυστίδια με κιτρινωπό περιεχόμενο. Κάτω δεξιά: Καυλοκυστίδια.

Inocybe rufuloides x Cistus spp.

Εικόνα 13. Εκτομυκόρριζα *Inocybe rufuloides* x *Cistus* spp. από την περιοχή της Πάρου.

Κωδικός Συλλογής: Πάρος Pac 6

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων μονόποδες πτεροειδείς, αδιακλάδιστες ή με ελάχιστες διακλαδώσεις 1^{ης} τάξης. **Διαστάσεις** (0,5)0,8-1,2(1,5) x 0,2-1,0 mm. **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Ισχνή πυκνότητα / σχετικά αραιά. **Μανδύας:** Υδρόφιλος **Ακρορρίζιο:** Με διαδοχικές διογκώσεις κατά μήκος και κυλινδρικό προς εκλεπτυσμένο άκρο. **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος (0,5) 0,8-1,2 (1,5) mm, Πλάτος: 0,2-0,5 mm. **Χρώμα:** Κρεμ με πορτοκαλί τόνους, πιο σκούρο προς την βάση και ανοιχτότερο προς το άκρο. **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Ορατά. **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή. **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Ημιδιάφανο Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο): Δεν παρατηρήθηκε. **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε. **Στίγματα:** Απουσία ή πορτοκαλί – κοκκινωπά. **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε. **Επιφάνεια:** Βαμβακώδης από άφθονες εξερχόμενες υφές κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορρίζιου. **Ανιχνευτικοί τύποι:** Κοντινής απόστασης. **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, άφθονες, κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορρίζιδιου. **Ριζόμορφα:** Απουσία. **Σκληρώτια:** Απουσία

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες Υφές. **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Μπλε κοκκοί:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης. **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία. **Τοποθεσία:** Εξωτερική στοιβάδα μανδύα / Μεσαία στοιβάδα μανδύα / Άκρο. **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός με διακριτό πλέγμα υφών. **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με κολλώδες πλέγμα στην εξωτερική στοιβάδα, στην μεσαία στοιβάδα και στο άκρο. **Διαστάσεις:**

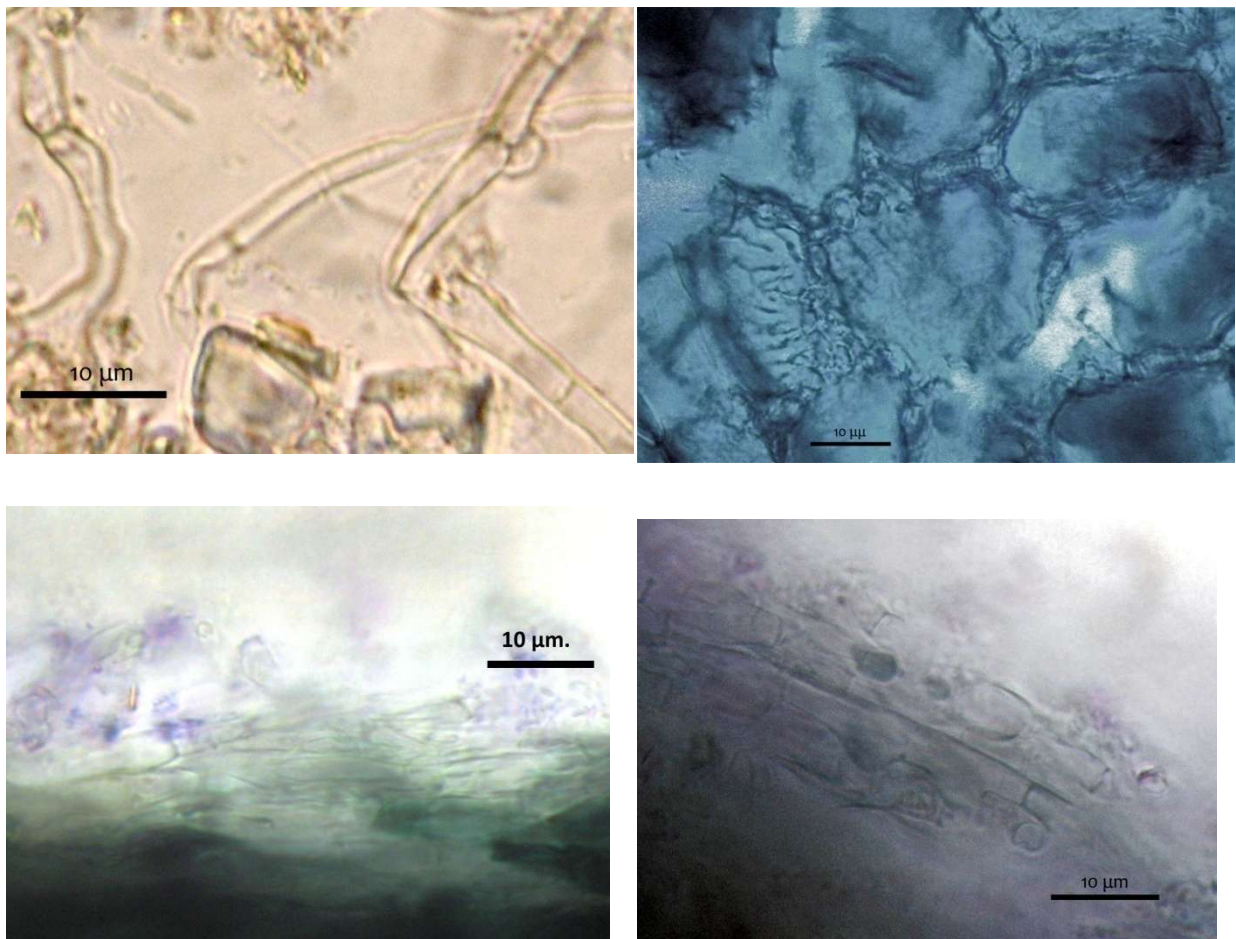
Συνολικό πάχος μανδύα (10)15-20(25) μm εκτός άκρου και 5-10 μm περίπου στο σημείο του άκρου.

Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματική με ευρείες δέσμες παράλληλων υφών, τύπου F και C. **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες. **Ατελή διαφράγματα υφών:** Παρουσία. **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης:** Δεν παρατηρήθηκε. **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων:** Παρόμοιο πάχος. **Κρίκοι υφών μανδύα:** Παρουσία. **Αφθονία κρίκων υφών του μανδύα:** Περιστασιακά / Σπάνια. **Σχήμα υφών του μανδύα:** Κυλινδρικό χωρίς σύσφιξη στα διαφράγματα. **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία ή με λίγα εδαφικά συσσωματώματα, 2,5-3 μm διάμετρος, **Διαφράγματα:** με κρίκους και χωρίς. **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,2 -0,3 μm . **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Πλεκτεγχυματική με ευρείες δέσμες παράλληλων ή ακανόνιστα διευθετημένων υφών. **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες. **Ατελή διαφράγματα:** Παρουσία. **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, 2,5-4 μm διάμετρος. **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,2 -0,3 μm . **Εσωτερική στρώση μανδύα:** Πλεκτεγχυματική με ευρείες δέσμες παράλληλων ή ακανόνιστα διευθετημένων υφών. **Τύπος πλέγματος:** Απουσία. **Αγγειόμορφες υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Κρίκοι:** Απουσία. **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, 2-3 μm διάμετρος. **Διαφράγματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,2 -0,3 μm . **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (στο άκρο της μυκόρριζας):** Πλεκτεγχυματική με μη ζελατινώδες πλέγμα και διάμετρο υφών 2-3 μm . **Ανατομία σε επιμήκη τομή:** Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): 10 -25 μm . Πάχος μανδύα (στο άκρο): 5-10 μm . **Υπολείμματα καλύπτρας:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές. **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία. **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματικός. **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 5-10 μm . **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία. **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική. **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** 5-25 μm . **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία. **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική. **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 3-7 μm . **Κύτταρα με τανίνη:** Απουσία. **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας:** Κυκλικά / ορθογώνια. Διαστάσεις: 20-30 μm . **Δίκτυο Hartig:** Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε δύο σειρές κυττάρων. **Σχήμα κυττάρων** στρογγυλό ακανόνιστο προς χαντρόμορφο. **Διαστάσεις κυττάρων** 2-4 μm διάμετρο. **Σχήμα σε κάτοψη** τύπου παλμέτας προς σπανίως λοβωτά, με πάχος λοβών 2-4 μm . **Διαφράγματα λοβών** δεν παρατηρήθηκαν. **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία-δύο. **Ανατομία σε εγκάρσια τομή:** **Υπολείμματα καλύπτρας:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές. **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία. **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική. **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 5-10 μm . **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία. **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική.

Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα: 5-8 μm . **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία. **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική. **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 2-5 μm . **Κύτταρα με τανίνη:** Απουσία. **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας:** Κυκλικά, Διαστάσεις: 15-20 μm . **Δίκτυο Hartig:** Περιεπιδερμικό. **Σχήμα κυττάρων** στρογγυλό ακανόνιστο προς χαντρόμορφο. **Διαστάσεις κυττάρων** 2-7 μm διάμετρο. **Σχήμα σε κάτοψη** τύπου παλμέτας προς σπανίως λοβωτά, με πάχος λοβών 2-4 μm . **Διαφράγματα λοβών** δεν παρατηρήθηκαν. **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία-δύο. **Εξερχόμενα στοιχεία:** Ενδουφικές υφές: Δεν παρατηρήθηκαν. **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Τύποι αναστομώνσεων:** Δεν παρατηρήθηκαν. **Εξερχόμενες υφές:** Σχήμα ευθυτενές ή κυματιστό. **Χρωστική:** Απουσία. **Περιεχόμενα υφών:** Απουσία. **Διακλαδώσεις:** Οξείας γωνίας, μόνο προς την μία πλευρά, ισόπαχες διακλαδιζόμενες υφές με την μητρική και σε απόσταση από τα διαφράγματα μεγαλύτερη ή ίση από το διπλάσιο της διαμέτρου των υφών. **Διαφράγματα:** Με κρίκους, ημικυκλικούς χωρίς σύσφιξη με κεντρικό πόρο, ισοπαχείς με τις υφές. **Περίγραμμα κρίκων** (ραχιαία όψη): Οβάλ, **Πλάτος κρίκων** (σε σχέση με την υφή σε πλευρική όψη): Ομοίως φαρδύ. **Δευτερογενή διαφράγματα:** Άφθονα, ομοιόμορφα κατανεμημένα στην έκταση των υφών. **Κύτταρα υφών:** Ευθυτενή ή ελαφρώς συσφιγμένα στα σημεία των διαφραγμάτων με ελάχιστες τριγωνικές προεξοχές σαν αγκώνας και απλό σχήμα στο άκρο. **Διάμετρος:** 1,5-3 μm , επιφάνεια λεία. **Πάχος τοιχωμάτων:** μικρότερο των 0,2 μm , ομοιοπαχές καθ'όλο το μήκος. **Χλαμυδοσπόρια:** Στρογγυλά, λεμονόμορφα ή σαν ωίδια, με ελαφρώς διαχωρισμένα τοιχώματα. Χρώμα υποκίτρινο έως διάφανο. Διάμετρος 8-9 μm . **Μυζητήρες:** Παρουσία. Σχήμα λοβοειδές ή κουλουριασμένο.

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία. **Αντιδραστήριο Meltzer's:** Δεν παρατηρήθηκε. **KOH10%:** Δεν παρατηρήθηκε.



Εικόνα 14. Πάνω αριστερά: Ημικυκλικός κρίκος εξερχόμενης υφής με παράλληλη παρουσία ατελών διαφραγμάτων. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig σε τομή και σεκάτοψη. Κάτω αριστερά / δεξιά: Επιμήκης τομή μανδύα. Φαίνεται η πλεκτεγχυματική δομή.

Inocybe rufuloides x Pinus spp.

Εικόνα 15. Εκτομυκόρριζα *Inocybe rufuloides* x *Pinus* spp. από την περιοχή του Σχινιά.

Κωδικός Συλλογής: Σχινιάς SXP 18442

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων αδιακλάδιστος, αραιά διχοτομικός προς κοραλλιόμορφο, 1-2^{ης} τάξης **Διαστάσεις** 1-3 (4) x 0,5 - 5,0 mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Ισχνή πυκνότητα / σχετικά αραιά **Μανδύας:** Υδρόφιλος **Ακρορρίζιο:** Σχήμα κυρτό με κυλινδρικό προς εκλεπτυσμένο άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος 1-3 mm Πλάτος: 0,5-0,6 mm **Χρώμα:** Κοκκινοπορτοκαλί, ανοιχτό καφέ στο άκρο, σκούρο καφέ στην βάση **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Διάφανος έως ημιδιάφανος **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια:** Πυκνά βαμβακώδης από άφθονες εξερχόμενες υφές και λίγα εδαφικά στοιχεία **Ανιχνευτικοί τύποι:** Κοντινής απόστασης **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, άφθονες, κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιδίου **Ριζόμορφα:** Απουσία **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες υφές **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μπλε κοκκοί:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία **Τοποθεσία:** Σε όλες τις στρώσεις του μανδύα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με μη ζελατινώδες πλέγμα ανάμεσα στις υφές τους **Διαστάσεις:** Συνολικό πάχος μανδύα (10)15-30(50) μm περίπου **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα**

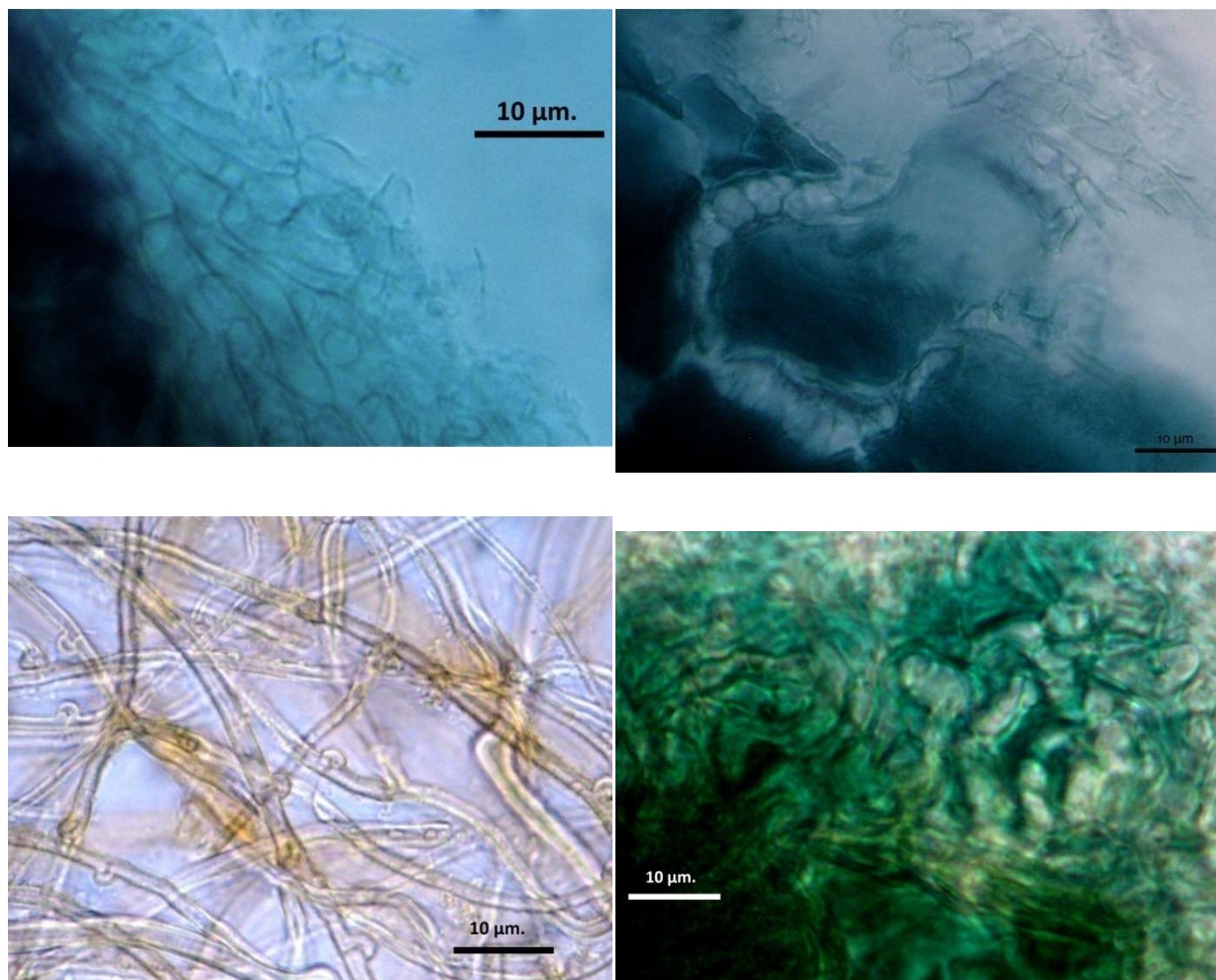
(εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματική, με υφές αδιαφοροποίητες, διχαλωτές-διχοτομικές ή σε ευρείες δέσμες παράλληλων υφών, τύπου Β, C, E **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα υφών:** Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα:** Παρουσία **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών:** Παρουσία (σπάνια) **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης:** 45° / 90° **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων:** Παρόμοιο πάχος **Κρίκοι υφών μανδύα:** Παρουσία **Αφθονία κρίκων υφών του μανδύα:** Μάλλον άφθονα **Σχήμα υφών του μανδύα:** Ελαφρώς διογκωμένα ενδιάμεσα των διαφραγμάτων **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά κιτρινωπές με πορτοκαλί τόνους, επιφάνεια λεία ή με λίγα εδαφικά συσσωματώματα, 3-5 μm διάμετρος **Διαφράγματα:** με κρίκους και χωρίς **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο ή με ευρεία συσσωματώματα παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα:** Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά κιτρινωπό με πορτοκαλί τόνους, επιφάνεια λεία, 3-4 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα:** Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο, με αρκετά διογκωμένα κύτταρα **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Αγγειόμορφες υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι:** Απουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά κιτρινωπά με πορτοκαλί τόνους, 2-3 μm διάμετρος **Διαφράγματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (στο άκρο της μυκόρριζας):** Πλεκτεγχυματική με μη ζελατινώδες πλέγμα και διάμετρο υφών 2-3μm **Ανατομία σε επιμήκη τομή:** Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): (10)15-30(50) μm **Πάχος μανδύα (στο άκρο):** (5)10-20(50) μm **Υπολείμματα καλύπτρας:** Λίγα, σε μονή σειρά **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** (3)5-8(10) μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** (8)10-15(30) μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** (2)4-6(10) μm **Κύτταρα με τανίνη:** Παρουσία σε μία ή δύο σειρές **Σχήμα** οβάλ, ελλειπτικό ή κυλινδρικό, με εφαιπτόμενη διευθέτηση παράλληλη προς την ρίζα **Διαστάσεις:** Κυκλικά (20-27 μm) / Ελλειπτικά (35-50 x 15-20 μm **Δίκτυο Hartig:** Περιενδοδερμικό **Σχήμα δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Κυκλικό **Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): 3-5μm διάμετρο **Σχήμα σε κάτοψη:** τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 2-4μm **Διαφράγματα λοβών:** παρουσία **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig:** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία **Ανατομία σε εγκάρσια τομή:** **Υπολείμματα καλύπτρας:** Λίγα, σε μονή σειρά **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** (3)5-8(10) μm **Μεσαία στοιβάδα**

μανδύα: Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** (5)10-15(20) μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** (2)4-6(10) μm

Κύτταρα με τανίνη: Παρουσία, σε μία με δύο σειρές Σχήμα οβάλ, ελλειπτικό ή κυλινδρικό, με εφαπτόμενη διευθέτηση παράλληλη προς την ρίζα Διαστάσεις: Κυκλικά (20-27 μm) / Ελλειπτικά (35-50 x 15-20 μm) **Δίκτυο Hartig:** Περιενδοδερμικό Σχήμα κυττάρων: κυλινδρικό **Διαστάσεις κυττάρων** 2-5 μm διάμετρο Σχήμα σε κάτοψη: τύπου παλμέτας, πάχος λοβών 2-4 μm Διαφράγματα λοβών: παρουσία Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig: (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία Εξερχόμενα στοιχεία: **Ενδοφυικές υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς:** Δεν παρατηρήθηκαν **Τύποι αναστομώνσεων:** Ανοιχτή αναστόμωση με μακριά γεφύρωση **Πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων αναστόμωσης:** Ισοπαχές των υφών **Πάχος αναστόμωσης:** Ισοπαχής **Τοποθεσία αναστόμωσης:** Σε μη καθορισμένα σημεία Εξερχόμενες υφές: Σχήμα αραιά κυματιστό **Χρωστική:** Ενδομεμβρανικά κιτρινωπή, ομοιόμορφα κατανεμημένη **Περιεχόμενα υφών:** Απουσία **Διακλαδώσεις:** Περίπου 90°, κάποιες 45° +, μόνο προς την μία πλευρά, ισόπαχες με την μητρική υφή ή κάποιες ελάχιστα λεπτότερες Παρατηρήθηκαν όλες οι αποστάσεις από το διάφραγμα (Εφαπτόμενα / 2 φορές την διάμετρο της υφής / μακρύτερα) **Διαφράγματα:** Με κρίκους, ημικυκλικούς χωρίς σύσφιξη με κεντρικό πόρο, ισοπαχείς με τις υφές Περίγραμμα κρίκων (ραχιαία όψη): Οβάλ, Πλάτος κρίκων (σε σχέση με την υφή σε πλευρική όψη): Ομοίως φαρδύ **Επιφάνεια κρίκων:** Όπου οι υφές εμφανίζονταν ελαφρώς τραχείς και οι κρίκοι ήταν τραχείς **Δευτερογενή διαφράγματα:** Σπάνια, τυχαία κατανεμημένα **Κύτταρα υφών:** Ευθυτενή, ομοιόμορφα ή με λίγες τριγωνικές προεξοχές σαν αγκώνες και απλό σχήμα στο άκρο Διάμετρος: (1)1,5-2(2,5) μm , Επιφάνεια: κυρίως λεία, ωστόσο παρατηρήθηκαν κάποιες ελαφρώς τραχείες **Σχήμα επιφανειακών στοιχείων:** Μάλλον κάθετα επιμήκη στοιχεία, μήκος ,4 μm Πάχος τοιχωμάτων 0,5-0,7 μm , ομοιοπαχές καθ'όλο το μήκος, ισοπαχές προς ελαφρώς παχύτερο στο άκρο **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Χλαμυδοσπόρια:** Παρουσία, άγνωστο αν ανήκουν στο υπό εξέταση είδος Σχήμα: Σφαιρικά: (4,6,10)17-22(25) μm / Πολυγωνικά: (10)12-17(20) μm / Συσσωματώματα μικρών σφαιρικών ή οβαλ: μήκος (20) 25-30(35) μm , πλάτος (4)6-10(15) μm Χρώμα: γκριζωπό **Μυζητήρες:** Άφθονοι, άγνωστο ποιοι ανήκουν στο υπό εξέταση είδος Σχήμα: λοβοειδές, κουλουριασμένο, στρογγυλό ή σαν βοστρυχοειδές τσαμπί Διάμετρος: 1-5 (10) μm .

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's:** Παρουσία αμυλώδους αντίδρασης σε μυζητήρες και μέσα σε υφές του μανδύα **KOH10%:** Δεν παρατηρήθηκε.



Εικόνα 16. Πάνω αριστερά: Πλεχτεγχυματική δομή μανδύα. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig σε τομή, σε επαφή με τον μανδύα. Κάτω αριστερά: Εξερχόμενες υφές με ημικυκλικούς κρίκους και κεντρικού πόρο. Κάτω δεξιά: Τμήμα μανδύα σε κάτοψη, διακρίνεται η πλεχτεγχυματική δομή χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο.

Σχόλια:

Το βασιδίδωμα του *Inocybe rufuloides* περιγράφηκε πρώτη φορά από τον Bon (1984) στην εργασία του για τις αμμόφιλες ινοκύβες, ενώ η μοριακή και μορφολογική περιγραφή της εκτομυκόρριζας του σε *Pinus pinea* έχει γίνει από τους Iotti et al. (2005). Μέχρι σήμερα δεν είχε αναφερθεί ή αποδειχθεί ποτέ η εκτομυκορριζική σχέση του με φυτά του γένους *Cistus*. Πρόκειται για ένα κυρίως μεσογειακό είδος που στο φυσικό του περιβάλλον απαντάται σε αμμώδη οικοσυστήματα και συνδέεται με φυτά της θερμόφιλης μεσογειακής πεύκης, *P. pinea* και *P. maritima* (Kuypers 1986, Franchi et al. 2001, Iotti et al. 2005), ενώ έχει αναφερθεί και σε *P. halepensis* από το Μαρόκο (El Akil et al. 2015). Εκτός από την περιοχή της Μεσογείου, εκτείνεται στα ευρωπαϊκά εδάφη μέχρι την περιοχή του Ατλαντικού ωστόσο έχει αναφερθεί και στην Αυστραλία σε *P. radiata* μάλλον ως εισαγόμενο είδος μέσω της μεταφοράς δενδρυλίων (Kuypers 1986, Bougher & Matheny 2011). Στην αρχική του περιγραφή ο Bon (1984) αφήνει να εννοηθεί πως το *I. rufuloides* μπορεί να σχετίζεται και με άλλα γένη δέντρων, όπως π.χ. *Picea* (Bougher & Matheny 2011), ενώ

επίσης έχει περιγραφεί σε αμμώδεις περιοχές με σημύδες (Vesper & Richter 2010). Οι Ryberg et al. (2010) όμως συγκρίνοντας στοιχεία από διάφορες (Kuyper 1986, Stangl 1989, Matheny and Bougher 2006, Jacobsson 2008) κατατάσσουν το *I. rufuloides* στα είδη που μπορούν να αναπτυχθούν συμβιωτικά τόσο με γυμνόσπερμα όσο και με αγγειόσπερμα.

Σύμφωνα με τους Franchi et al. (2001) το *I. rufuloides* φύεται κατά ομάδες στην άμμο, σε ανοιχτές περιοχές ανάμεσα σε νεαρά δέντρα πεύκης και άρκευθου (*Juniperus oxycedrus* var. *macrocarpa*) στην περιοχή της Τοσκάνης, συνεχόμενα από το Φθινόπωρο μέχρι και το τέλος της Άνοιξης εφόσον επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες. Κατάσσεται, κατά Kuyper (1986), στο υπογένος *Inocybe* το οποίο διαφοροποιείται σε σχέση με τα υπόλοιπα υπογένη από την παρουσία πλευροκυστιδίων και στο υπερμήμημα *Cortinatae* το οποίο έχει κορτίνα όταν είναι νεαρό και καυλοκυστίδια στην κορυφή του στύπου πάνω από το σημείο ένωσης της κορτίνας με τον στύπο. Ο Bon (1984), ο οποίος έκανε την πρώτη περιγραφή του είδους, κατατάσσει το *I. rufuloides* στο υπογένος *Inocybium*, το οποίο έχει λεία σπόρια και μετουλοειδή πλευροκυστίδια, στο τμήμα *Tardae*, το οποίο έχει καυλοκυστίδια στην κορυφή του στύπου και στο υπομήμημα *Tardinae*, το οποίο έχει κοκκινωπές αποχρώσεις (Franchi et al. 2001). Οι ίδιοι (Franchi et al. 2001) σημειώνουν μια γενική ταύτιση των παρατηρήσεών τους με αυτών του Bon (1984) στην αρχική περιγραφή, διαφοροποιούνται όμως στο ότι στις δικές τους συλλογές όπως και σε αυτές του Kuyper (1986) τα δείγματα είχαν πιο αχνά υπολείμματα πέπλου στην περιφέρεια του πύλου και ελαφρώς μεγαλύτερα σπόρια. Γενικά το *I. rufuloides* έχει υψηλό λόγο IS επειδή το μήκος του στύπου είναι μακρύτερο από την διάμετρο του πύλου (Kuyper 1986). Οι Vesper & Richter (2010) εξετάζουν τις διαφορές μεταξύ του *I. rufuloides* και του *I. subporospora* και συγκρίνουν οκτώ αντίστοιχες περιγραφές και των δύο ειδών από τις οποίες φαίνεται και η σχετική ποικιλομορφία των χαρακτηριστικών εντός του είδους αλλά και οι ομοιοτήτες μεταξύ τους. Αξίζει να σημειωθεί πως εκτός από τις μικροσκοπικές ομοιότητες όλα τα *I. subporospora* καταγράφηκαν σε αμμώδη εδάφη κάτω από πλατύφυλλα, ενώ όλα τα *I. rufuloides* καταγράφηκαν σε αμμώδη εδάφη κάτω από *Pinus* εκτός από την δικιά τους περιγραφή η οποία καταγράφηκε σε αμμώδη εδάφη κάτω από *Betula*. Οι περισσότεροι συγγραφείς, επίσης σημειώνουν την ελαφριά ή έντονη σπέρματος οσμή του *I. rufuloides* το οποίο θεωρείται όμως γενικό χαρακτηριστικό ή όλου του γένους *Inocybe* (Heim 1931, Kuyper 1986), είτε κυρίως του υπογένους *Inocybe* και του κλάδου *Pseudosperma* (Matheny 2009). Οι Ryberg et al. (2010) συγκρίνοντας τα περιβαλλοντικά και μορφοανατομικά χαρακτηριστικά σε 200 είδη *Inocybe*, συνοψίζουν στα βασικά μορφοανατομικά χαρακτηριστικά του *I. rufuloides* τα αμυγδαλόμορφα σπόρια, την ύπαρξη κορτίνας, το κυλινδρικό σχήμα της βάσης του στύπου και τα κίτρινα metuloid κυστίδια με μέτριο πάχος τοιχωμάτων, ενώ τα βασικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά είναι η συμβίωση με γυμνόσπερμα και με αγγειόσπερμα και η προτίμηση για φτωχά, μη ασβεστούχα εδάφη με μέτρια ποσοστά υγρασίας.

Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα παραπάνω, τα βασικά χαρακτηριστικά του *I. rufuloides* με βαρύνουσα προτεραιότητα είναι ο μεσογειακός βιότοπος με τους αμμοθινικούς πευκώνες ως επι το πλείστον, το μακρόστενο σχήμα του βασιδιώματος, τα αχνά ή εμφανή υπολείμματα πέπλου στην περιφέρεια του πύλου και στην κορυφή του στύπου, τα καυλοκυστίδια στην κορυφή του στύπου, τα καφέ χρώματα με τους καστανοκόκκινους τόνους και η οσμή σπέρματος. Τα δείγματα της συγκεκριμένης εργασίας συμφωνούν με όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά, τα οποία φαίνεται να ξεχωρίζουν το *I. rufuloides*, ενώ προσθέτουν ένα ακόμα στοιχείο αυτό της συμβίωσης με φυτά του γένους *Cistus*.

Η εκτομυκόρριζα του *I. rufuloides* σε *Pinus pinea* έχει περιγραφτεί από τους (Iotti et al. 2005). Στη σύγκριση μεταξύ των παρατηρήσεων της παρούσας εργασίας και της πρώτης περιγραφής της εκτομυκόρριζας (Iotti et al. 2005) εμφανίζεται μία γενική σύγκλιση παρατηρήσεων στα βασικά ταξινομικά χαρακτηριστικά, κατά Agerer (2002). Συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν ομοιότητες στην αραιά, διχοτομική διακλάδωση, στους ανιχνευτικούς τύπους κοντινής απόστασης με απουσία ριζόμορφων και κυστιδίων, στον πλεκτεγχυματικό μανδύα και στις λείες εξερχόμενες υφές με ημικυκλικούς κρίκους με κεντρικό πόρο. Διαφορές υπήρξαν στα χρώματα της εκτομυκόρριζας που στα δικά μας δείγματα ήταν κοκκινοπορτοκαλί, ανοιχτό καφέ στο άκρο και σκούρο καφέ στην βάση ενώ στους Iotti et al. (2005) ήταν λευκωπά προς κρεμ-γκρι με πορτοκαλί - κρεμ βάση όπως και στην σύσφιξη στο σημείο ένωσης του κρίκου με την υφή, όπου στα δικά μας δείγματα θεωρήθηκε πως δεν υπήρχε ενώ στην περιγραφή των Iotti et al. (2005) αναφέρεται χαρακτηριστικά. Αξίζει να σημειωθεί πως η περιγραφή της εκτομυκόρριζας στην εργασία των Iotti et al. (2005) δεν έγινε εξ ολοκλήρου κατά Agerer (Agerer & Rambold 2004-2017) όπως η παρούσα εργασία, δεν συμπεριλαμβάνεται στην διεθνή βάση δεδομένων του Agerer (Agerer & Rambold 2004-2017) και λείπουν αρκετές βασικές παρατηρήσεις όπως ο τύπος του μανδύα, ο τύπος του δικτύου Hartig κ.α. Παρά τις διαφορές όμως στις περιγραφές, τα βασικά χαρακτηριστικά των εκτομυκορριζών υπάρχουν στην εργασία των Iotti et al. (2005) και γενικά συμφωνούν με τις δικές μας παρατηρήσεις. Το χρώμα του μανδύα θεωρείται ούτως ή άλλως ως υπολειπόμενο χαρακτηριστικό σε σχέση με άλλα καθώς αλλάζει με την ηλικία ή και με άλλους παράγοντες, ενώ ανάλογα το στέλεχος του μύκητα και το φυτό μπορεί να διαφοροποιούνται και άλλα χαρακτηριστικά όπως ακόμα και ο τύπος του μανδύα (Agerer 1987-2002, Giomaro et al. 2000, 2002, Sisti et al. 2003, Agerer & Rambold 2004-2017). Τέλος σύμφωνα με την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών κάθε γένους κατά Agerer (2006) η περιγραφή μας του *Inocybe rufuloides* x *Pinus* spp. ταιριάζει με τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους εκτός από τον τύπο μανδύα Ε που δεν αναφέρεται στον Agerer (2006), ενώ δεν εξακριβώθηκε ο τύπος της αναστόμωσης.

Ωστόσο εδώ πρέπει να αναφερθεί πως οι Bougher & Matheny (2011) θεωρούν ως αμφιλεγόμενη την αλληλούχιση των Iotti et al. (2005) και αναφέρουν πως σε BLASTn έρευνα της αλληλουχίας DQ067579 (από βασιδίσμα) των Iotti et al. (2005) έδειξε τελικά 98% ομοιότητα με την αλληλουχία FN550908 του *Inocybe pseudodestructa*. Αντίθετα, οι ίδιοι (Bougher & Matheny 2011) ταυτοποίησαν τα δικά τους δείγματα ως *I. rufuloides* βάση άλλης αλληλουχίας που είχε κατατεθεί από τον Ryberg (2009), ο οποίος είχε χρησιμοποιήσει δείγμα από την Ιταλία, ταυτοποιημένο μορφολογικά ως *I. rufuloides* (J. Vauras -JVe 06-1110). Από τα όλα παραπάνω στοιχεία και με βάση την ομοιότητα των δύο μανιταριών πρέπει να εξεταστεί η πιθανότητα της εσφαλμένης ταυτοποίησης της αλληλουχίας DQ067579 λόγω εσφαλμένης αρχικής ταυτοποίησης του βασιδίσματος, η οποία σημαίνει πως η κατατεθείσα περιγραφή της εκτομυκόρριζας του *I. rufuloides* x *Pinus* spp. μπορεί τελικά να ανήκει στο *I. pseudodestructa* x *Pinus* spp. Έχει ενδιαφέρον πως η σύγκριση των βασικών μορφοανατομικών χαρακτηριστικών των δικών μας περιγραφών της εκτομυκόρριζας *I. pseudodestructa* x *Pinus* spp. με την περιγραφή της *I. rufuloides* x *Pinus* spp. των Iotti et al. (2005) δείχνει ομοιότητα στα χρώματα και στα διαφράγματα, καθώς έχει κρεμ-βιολετί (γκρι) χρώματα μανδύα και σύσφιξη στο σημείο ένωσης του κρίκου με την υφή, δηλαδή στα χαρακτηριστικά που η παρούσα περιγραφή της εκτομυκόρριζας του *I. rufuloides* + *Pinus* spp. διέφερε με την αντίστοιχη των Iotti et al. (2005). Διαφορές μεταξύ των δικών μας περιγραφών της εκτομυκόρριζας *I. pseudodestructa* + *Pinus* spp. με την περιγραφή της *I. rufuloides* + *Pinus* spp. των Iotti et al. (2005) ωστόσο παρατηρούνται στην πυκνότητα των εξερχόμενων υφών και στην διάκριση των στοιβάδων του μανδύα.

Η εκτομυκόρριζα μεταξύ του *I. rufuloides* και φυτών του γένους *Cistus* δεν έχει περιγραφτεί ξανά, ούτε είναι κατατεθειμένη σε κάποια διεθνή βάση δεδομένων. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί πως μέχρι σήμερα οι βάσεις δεδομένων των εκτομυκορριζών περιέχουν ελάχιστα είδη σε σχέση με το πλήθος των εκτομυκορριζικών μυκήτων επί το πλήθος των εκτομυκορριζικών τους συμβιωτών. Συγκεκριμένα στους 554 καταγεγραμμένους εκτομυκορριζικούς συνδυασμούς μύκητα-φυτούπου περιλαμβάνονται στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων DEEMY (Agerer&Rambold 2004-2017) έχουν περιγραφεί μόλις 12 συμβιώσεις με είδη *Inocybe*: *Inocybe appendiculata* Kühn. x *Picea*, *Inocybe avellana* Horak x *Shorea*, *Inocybe fuscomarginata* Kühn. x *Salix*, *Populus*, *Inocybe heimii* Bon x *Fumana*, *Inocybe lacera* (Fr.) Quel. x *Betula*, *Inocybe lacera* (Fr. : Fr.) Kummer x *Populus*, *Inocybe lanuginella* (Schroet.) Konrad & Maublanc x *Betula*, *Inocybe obscurobadia* (J. Favre) Grund & D. E. Stuntz x *Picea*, *Inocybe petiginosa* (Fr. : Fr.) Gillet x *Betula*, *Inocybe petiginosa* (Fr. : Fr.) Gillet x *Picea*, *Inocybe petiginosa* (Fr. : Fr.) Gillet x *Pseudotsuga*, και *Inocybe terrigena* (Fr.) Kuyper x *Pinus*) και μόλις τέσσερις συμβιώσεις περιλαμβάνουν φυτά *Cistus* sp. (*Boletus edulis* Bull. Ex Fr. x *Cistus*, *Boletus rhodoxanthus* Kallenb. x *Cistus*, *Lactarius cistophilus* Bon & Trimbach x *Cistus* και *Lactarius tesquorum* Malen. x *Cistus*). Κανένας από τα παραπάνω εκτομυκορριζικούς συνδυασμούς μύκητα-φυτού δεν συμπεριλαμβάνει συμβίωση *Inocybe* με *Cistus*. Σύμφωνα με τα ευρήματά μας, τα βασικά

ταξινομικά χαρακτηριστικά κατά Agerer (1987-2002) της εκτομυκόρριζας *Inocybe rufuloides* Bon x *Cistus* spp. είναι οι ανιχνευτικοί τύποι κοντινής απόστασης με απουσία ριζόμορφων και κυστιδίων, ο υδρόφιλος μανδύας, η πλεκτεγχυματική δομή της εξωτερικής στοιβάδας του μανδύα τύπου F ή C, οι λείες εξερχόμενες υφές με ημικυκλικούς κρίκους με κεντρικό πόρο χωρίς σύσφιξη στο σημείο ένωσης με την κεντρική υφή και τα ανοιχτά κρεμ χρώματα του μανδύα με τους πορτοκαλί τόνους, ενώ θα πρέπει να αναφερθεί και η σχετικά ισχνή πυκνότητα των μορφότυπων αυτών πάνω στις ρίζες, όπως παρατηρήθηκε στο συγκεκριμένο εδαφικό δείγμα. Σύμφωνα με την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών κάθε γένους κατά Agerer (2006) η εκτομυκόρριζα *Inocybe rufuloides* x *Cistus* spp. που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία ταιριάζει με τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους εκτός από τον τύπο μανδύα F που δεν αναφέρεται στον Agerer (2006), οι καφέ αποχρώσεις του μανδύα που απουσιάζουν ενώ δεν εξακριβώθηκε ο τύπος της αναστόμωσης. Συνεπώς η ταυτοποίηση της θεωρείται ακριβής καθώς έχει επιβεβαιωθεί και από την αλληλουχία ITS-5,8S rDNA του δείγματος.

***Inocybe pseudodestructa* Stangl & J. Veselský (1973)**

Εικόνα 17. Βασιδιώματα *Inocybe pseudodestructa* απο την περιοχή του Σχινιά.

Κωδικός Συλλογής: Σχινιάς 10016, 10017

Περιοχή Συλλογής: Σχινιάς αττικής, παραθαλάσσιο δάσος κωνοφόρων με *Pinus pinea* και *Pinus halepensis*. Το δείγμα βρισκόταν πλησίον νεαρού φυταρίου *Pinus*.

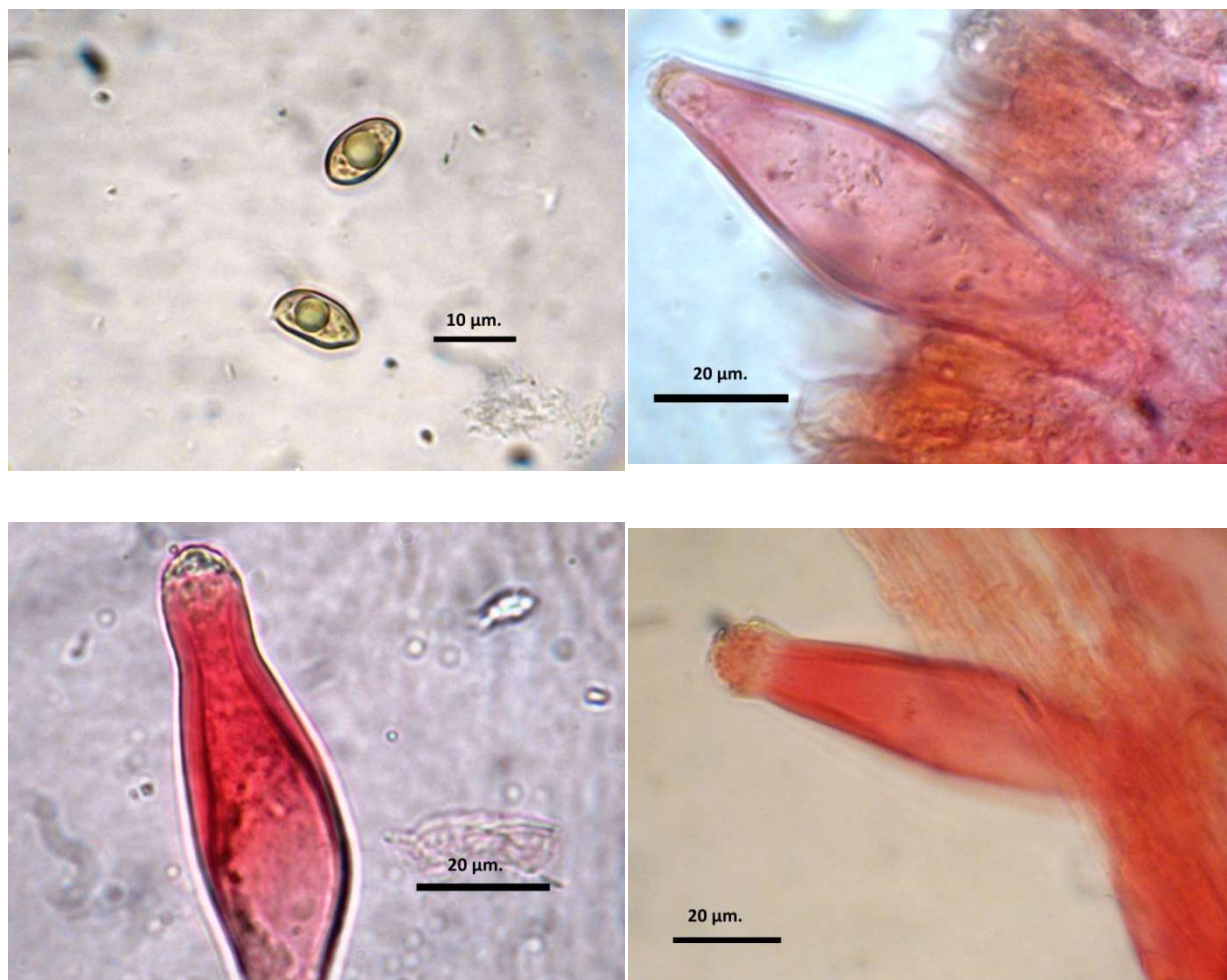
Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Πίλος με διάμετρο 2 – 3,5 cm σχήμα αρχικά κωνικό έως κυρτό- ημισφαιρικό, στην ωριμότητα κυματοειδές επίπεδο με ελαφρώς ανασηκωμένο ύβο στον οποίο υπάρχει κεντρική αβαθής κοιλότητα. Χρώμα σκούρο καφέ ή σκούρο καφέ με καστανούς τόνους. Περιφέρεια ελαφρώς συνεστραμμένη προς επίπεδη, μέτρια προς έντονα σκισμένη. Επιφάνεια λεία στο κέντρο, περιφερειακά ινώδης. Ελάσματα προσφυή με μικρό δόντι, σχετικά πυκνά, ανοιχτό ή σκούρο μπεζ με κανελί-ρόδινους τόνους. Στύπος κυλινδρικός, ροπαλοειδής, λεπταίνει ελαφρώς προς τη βάση και διογκώνεται ελαφρά προς την κορυφή. Διαστάσεις 3 – 4,5 x 0,6 – 1,0 cm. Σχέση πύλου-στύπου IS= 6,4-7,9. Χρώμα μπεζ με ρόδινους τόνους. Επιφάνεια στύπου λεία, ινώδης, με πιθανό υπόλειμμα κορτίνας προς την κορυφή. Οσμή: Από ουδέτερη έως ελαφρώς σπερματώδης. Γεύση: δεν εξετάστηκε.

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Σπόρια κιτρινωπά, λεία, σχήμα ατρακτοειδές - αμυγδαλόμορφο με κωνική άκρη, λεπτότοιχα προς ελαφρώς παχύτοιχα με μία ελαιώδη σταγόνα. Διαστάσεις (5,5)6-6,5(7) x (9)10-12 (13) μm [M.O. = 6,13 x 11,2 μm], Q= 1,5 – 2,28 [M.Q. = 1,83]. Βασίδια τετράσπορα 9-10(12,5) x (20)25-30 μm . Πλευροκυστίδια υαλώδη -υποκίτρινα, από κυλινδρικά, ατρακτοειδή έως κορινοειδή και ληκυθόμορφα, παχύτοιχα με ή χωρίς κρυστάλλους στο άκρο, διαστάσεις (12)18-24(27) x (67)75-90(100) μm [M.O. = 20,1 x 80,0 μm]. Χειλοκυστίδια υαλώδη -υποκίτρινα, σχετικά σπάνια προς

μετρίως άφθονα στο χείλος του ελάσματος, παρόμοια με τα πλευροκυστίδια, ατρακτοειδή-κυλινδρικά, παχύτοιχα με μικρότερη συχνότητα εμφάνισης κρυστάλλων στο άκρο, διαστάσεις (13)17-23(25) x (52)60-75(80) μm [M.O. = 19 x 64,2 μm]. Παρακυστίδια δεν παρατηρήθηκαν. Καυλοκυστίδια επίσης πλευροκυστιδιοειδή, κυλινδρικά-ατρακτοειδή με κρυστάλλους, διαστάσεις 55-68(95) x (14)15-20(23) μm .



Εικόνα 18. Πάνω αριστερά: Βασιδιοσπόρια. Πάνω δεξιά: Πλευροκυστίδια.. Κάτω αριστερά: Χειλοκυστίδια. Κάτω δεξιά: Καυλοκυστίδια.

Inocybe pseudodestructa x Pinus spp.

Εικόνα 19. Εκτομυκόρριζα *Inocybe pseudodestructa* x *Pinus* spp. από την περιοχή του Σχινιά.

Κωδικός Συλλογής: Σχινιάς SX1, STP 17512, STP 17521, STP 17532

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων αδιακλάδιστος, διχοτομικός ή κοραλλιόμορφος, με διακλαδώσεις 1-2^{ης} τάξης **Διαστάσεις** (0,5)1-2(2,5) x (0,3)1-3(3,5) mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Μοναχικά ή με ισχνή πυκνότητα **Μανδύας:** Υδρόφιλος **Ακρορριζίο:** Σχήμα ευθυτενές με κυλινδρικό άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος 0,5 – 1 (1,2) mm, Πλάτος: 0,3 -0,4 (0,5) mm **Χρώμα:** Κρεμ με βιολετί (γκρι), ροζ τόνους καθ'όλο το μήκος **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Ορατά (με δυσκολία) **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Ημιδιάφανος **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια:** Μακροσκοπικά λαμπερή, μη λεία, αραιά κοκκώδης, αραιά βαμβακώδης **Ανιχνευτικοί τύποι:** Κοντινής απόστασης / Σχεδόν εφαιπτόμενοι **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, σπάνια στο πεδίο (άφθονες στο εργαστήριο), κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιδίου **Ριζόμορφα:** Υπήρχαν κάποιες δέσμες εξερχόμενων υφών, οι οποίες θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν και ως ριζόμορφα τύπου Α **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

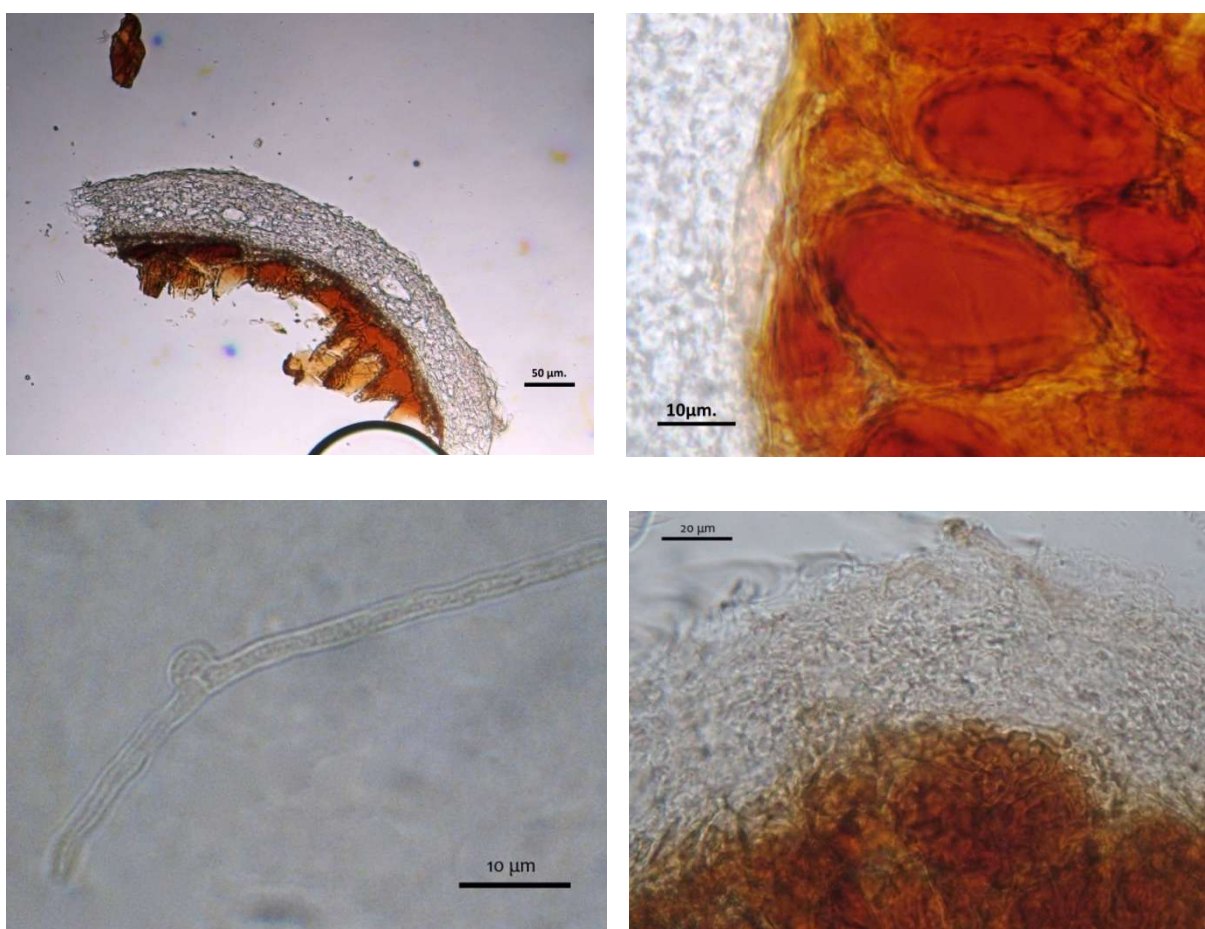
Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες Υφές **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μπλε κοκκοί:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδης – κολλώδης πλέγμα:** Παρουσία (Μη ζελατινώδης) **Τοποθεσία:** Επιφάνεια μανδύα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός (Στα όρια με ψευδοπαρέγχυμα) **Δομή:**

Διακρίνεται ένας ενιαίος μανδύας με μη ζελατινώδες πλέγμα στην επιφάνειά του **Διαστάσεις**: Συνολικό πάχος μανδύα (30) 50-65 (80) μm **Ενιαίος μανδύας** (εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματικός, με υφές αδιαφοροποιήτες ή με κυματοειδή μορφή, τύπου A, B, H /(P) **Τύπος πλέγματος**: Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα υφών**: Δεν παρατηρήθηκαν **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα**: Παρουσία **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών**: Παρουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης**: Διάφορες γωνίες / Μέχρι 120° **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων**: Μάλλον ισοπαχές **Κρίκοι υφών μανδύα**: Δεν παρατηρήθηκαν **Σχήμα υφών του μανδύα**: Ακανόνιστα ή ωσειδώς διογκωμένα κατά σημεία / Εξ ολοκλήρου ακανόνιστο σχήμα / Άνισα στην διάμετρό τους **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστικές, επιφάνεια λεία, 2-4 μm διάμετρος **Διαφράγματα**: Χωρίς κρίκους **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Ενιαίος μανδύας** (στο άκρο της μυκόρριζας): Πλεκτεγχυματική, παρόμοια με τα άλλα κομμάτια του μανδύα σε δομή και διαστάσεις (Στα όρια με γωνιώδες ψευδοπαρέγχυμα με διακριτό δίκτυο υφών) **Ανατομία σε επιμήκη τομή**: **Πάχος μανδύα** (εκτός άκρου): (30) 50-65 (80) μm **Πάχος μανδύα** (στο άκρο): (25)40-60 (70) μm **Υπολείμματα καλύπτρας**: Παρουσία, λίγα **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Μη Διακριτές **Ενιαίος μανδύας**: Παρουσία **Δομή ενιαίου μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις ενιαίου μανδύα**: (30)50-65 (80) μm **Κύτταρα με τανίνη**: Παρουσία σε μία με δύο σειρές **Σχήμα** Οβάλ, ελλειπτικά ή κυλινδρικά, λοξά με εφαιπτόμενη διευθέτηση **Διαστάσεις**: 15 – 20 (25) x (25) 28 -35(40) μm **Δίκτυο Hartig**: Περιενδοδερμικό **Σχήμα δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Κυκλικό / Κυλινδρικό **Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): 2-3 μm **Σχήμα σε κάτοψη**: τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 2-3(4) μm **Διαφράγματα λοβών**: Δεν παρατηρήθηκαν **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία / Δύο **Ανατομία σε εγκάρσια τομή**: **Υπολείμματα καλύπτρας**: Παρουσία, λίγα **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Μη Διακριτές **Ενιαίος μανδύας**: Παρουσία **Δομή ενιαίου μανδύα**: Πλεκτεγχυματική (Στα όρια με γωνιώδες ψευδοπαρέγχυμα με διακριτό δίκτυο υφών) **Διαστάσεις ενιαίου μανδύα**: (30) 50 -65 (80) μm **Κύτταρα με τανίνη**: Παρουσία, σε μία με δύο σειρές **Σχήμα** Κυκλικό / Ωειδή προς ελλειπτικά, ακτινωτά διευθετημένα **Διαστάσεις**: (10) 15-20 (25) x (15) 20-25 (30) μm **Δίκτυο Hartig**: Περιενδοδερμικό **Σχήμα δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Κυκλικό/ Κυλινδρικό **Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): 2-3 μm **Σχήμα σε κάτοψη**: τύπου παλμέτας, πάχος λοβών 2-3μm **Διαφράγματα λοβών**: Δεν παρατηρήθηκαν **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία / Δύο **Εξερχόμενα στοιχεία**: **Ενδουφικές υφές**: Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς**: Δεν παρατηρήθηκαν **Τύποι αναστομώνσεων**: Δεν παρατηρήθηκαν **Εξερχόμενες υφές**: Σχήμα Ευθυτενές / κυματιστό **Χρωστική**: Απουσία **Περιεχόμενα υφών**: Απουσία **Εκκρινόμενες χρωστικές**: Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις**: Οξείας γωνίας / 90°, μόνο προς την μία πλευρά, ισόπαχες με την μητρική υφή, σε μακρινή απόσταση από το διάφραγμα **Διαφράγματα**: Με κρίκους, Περισσότερο

από ημικυκλικούς και με σύσφιξη στο σημείο επαφής, με κεντρικό πόρο, ισοπαχείς με τις υφές Περίγραμμα κρίκων (ραχιαία όψη): Οβάλ, Πλάτος κρίκων (σε σχέση με την υφή σε πλευρική όψη): Φαρδύτερο **Δευτερογενή διαφράγματα**: Δεν παρατηρήθηκαν **Κύτταρα υφών**: Ευθυτενές, ομοιόμορφο Διάμετρος: 1,5-2 (2,5) μm , Επιφάνεια: κυρίως λεία **Πάχος τοιχωμάτων**: 0,1-0,2 μm , ομοιοπαχές καθ'όλο το μήκος **Κυστίδια**: Δεν παρατηρήθηκαν **Ριζόμορφα**: **Τύπος**: Υπήρχαν κάποιες δέσμες εξερχόμενων υφών, οι οποίες θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν και ως πολύ απλά ριζόμορφα τύπου Α **Υφές ριζομόρφων**: Με κρίκους **Χλαμυδοσπόρια**: Παρουσία κάποιων στρογγυλών κυττάρων, Χωρίς παρουσία εξειδικευμένων στοιχείων, στις αποχρώσεις του καφέ, διαμέτρου 2-4 μm **Μυζητήρες**: Παρουσία, σταθερά παρόντες, σχήμα στρογγυλό λοβοειδές Διάμετρος: 3-4 μm .

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's**: Δεν παρατηρήθηκε **KOH10%**: Λιγο παραπάνω κιτρίνισμα των φυτικών κυττάρων. Όχι κατι ιδιαίτερο.



Εικόνα 20. Πάνω αριστερά: Εγκάρσια τομή μανδύα, διακρίνεται η σχεδόν ενιαία δομή του. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig γύρω από κύτταρα με τανίνη. Κάτω αριστερά: Εξερχόμενη υφή με ημικυκλικό κρίκο. Κάτω δεξιά: Τμήμα μανδύα σε εγκάρσια τομή, διακρίνεται ή πυκνή πλεκτεγχυματική δομή που πλησιάζει το ψευδοπαρέγχυμα.

Σχόλια:

Το *Inocybe pseudodestructa* περιγράφηκε πρώτη φορά από τους Stangl & J. Veselský το 1973. Είναι ένα σχετικά σπάνιο μανιτάρι με ευρεία όμως κατανομή σχεδόν σε όλη την Ευρώπη (Kuyper 1986), ενώ έχει αναφερθεί και από την Ιαπωνία σε δάσος με *Larix kaempferi* (Kobayashi 2008). Σύμφωνα με τον Kuyper (1986) και τον Stangl (1989) σχετίζεται με κωνοφόρα και με πλατύφυλλα ωστόσο οι Ryberg et al. (2010) συγκρίνοντας στοιχεία από τέσσερις μεγάλες εργασίες συμπεριλαμβανομένων των προαναφερθέντων (Kuyper 1986, Stangl 1989, Matheny and Bougher 2006, Jacobsson 2008) κατατάσσουν το *I. pseudodestructa* στα είδη με σαφή προτίμηση στη συμβίωση με τα γυμνόσπερμα. Στην συγκεκριμένη εργασία που αφορούσε την σύγκριση μοριακών αλληλουχιών και των περιβαλλοντικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών σε 200 είδη *Inocybe*, τα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά του *I. pseudodestructa* συνοψίζονται στα αμυγδαλόμορφα σπόρια, στην ύπαρξη κορτίνας, στην ροπαλόμορφη βάση του στύπου και τα υποκίτρινα metuloid κυστίδια με μέτριο πάχος τοιχωμάτων. Τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά συνοψίζονται στην προτίμηση συμβίωσης με γυμνόσπερμα και την ανάπτυξη σε φτωχά, μη ασβεστούχα εδάφη με μέτρια ποσοστά υγρασίας. Σύμφωνα με τους Ryberg et al. (2010) το *I. pseudodestructa* με το *I. rufuloides* διαφέρουν μόνο στο ότι το *I. rufuloides* έχει κυλινδρική βάση στύπου αντί για ροπαλοειδή, κίτρινα metuloid κυστίδια αντί για υποκίτρινα και προτίμηση σε συμβίωση με γυμνόσπερμα και με αγγειόσπερμα αντί για την προτίμηση του *I. pseudodestructa* κυρίως για τα γυμνόσπερμα. Στην συλλογή της παρούσας εργασίας το *I. pseudodestructa* βρέθηκε σε παραθαλάσσιο δάσος θερμόφιλων κωνοφόρων (*P. pinea*, *P. halepensis*) χωρίς παρουσία άλλων εκτομυκορριζικών πλατύφυλλων φυτών. Όλες οι παρατηρήσεις της παρούσης εργασίας σχετικά με τις περιγραφές των *I. pseudodestructa* και *I. rufuloides*, συμφωνούν με τα συμπεράσματα των Ryberg et al. (2010).

Η εκτομυκόρριζα του *Inocybe pseudodestructa* x *Pinus* spp. δεν έχει περιγραφτεί ξανά ωστόσο στα σχόλια για το *I. rufuloides* περιγράφεται εκτενώς η πιθανότητα η κατατεθειμένη από τους Iotti et al. (2005) εκτομυκόρριζα του *I. rufuloides* σε *Pinus pinea* τελικά να ανήκει στην *I. pseudodestructa*. Τα τρία ταυτοποιημένα δείγματα και είχαν συλλεχθεί όλα κάτω από *Pinus pinea*. Τα βασικά ταξινομικά χαρακτηριστικά, κατά Agerer (2002) της εκτομυκόρριζας *Inocybe pseudodestructa* x *Pinus* spp. είναι οι ανιχνευτικοί τύποι κοντινής απόστασης – σχεδόν εφαιπτόμενοι με απουσία ριζόμορφων και κυστιδίων, ο υδρόφιλος μανδύας, η πλεκτεγχυματική δομή της εξωτερικής στοιβάδας του μανδύα τύπου A, B ή H (στα όρια με γωνιώδες ψευδοπαρέγχυμα με διακριτό δίκτυο υφών / P), οι λείες εξερχόμενες υφές με ημικυκλικούς κρίκους με σύσφιξη στο σημείο ένωσης με την κεντρική υφή και κεντρικό πόρο και τα κρεμ, γκρι-βιολετί χρώματα του μανδύα με τους ροζ τόνους, ενώ θα πρέπει να αναφερθεί και η σχετικά ισχνή πυκνότητα των μορφότυπων αυτών πάνω στις ρίζες, όπως παρατηρήθηκε στο συγκεκριμένο εδαφικό δείγμα. Σύμφωνα με την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών Agerer (2006) η

Inocybe pseudodestructa + *Pinus* spp. φέρει τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους εκτός από τον πλεκτεγχυματικό τύπο μανδύα H ή τον ψευδοπαρεγχυματικό P (που δεν αναφέρεται από τον Agerer -2006), τα ατελή διαφράγματα που δεν παρατηρήθηκαν και τα καφετιά χρώματα του μανδύα που απουσιάζουν (ενώ δεν εξακριβώθηκε ο τύπος της αναστόμωσης). Συνεπώς η ταυτοποίηση της θεωρείται ακριβής καθώς έχει επιβεβαιωθεί και από την αλληλουχία ITS-5,8SrDNA και των τριών δειγμάτων που εξετάστηκαν. Ωστόσο ο σχεδόν εφαιπτόμενος ανιχνευτικός τύπος και ο συμπαγής σχεδόν ενιαίος μανδύας που παρουσιάζει εσωτερική δομή παραπλήσια σε ψευδοπαρέγχυμα δεν έχουν αναφερθεί ξανά για εκτομυκόρριζες του γένους *Inocybe* και εισάγουν νέα στοιχεία στα γενικά μορφοανατομικά χαρακτηριστικά του γένους.

***Inocybe* sp.6 x *Cistus* spp.**

Εικόνα 21. Εκτομυκόρριζα *Inocybe* sp.6 x *Cistus* spp. από την περιοχή της Άνδρου.

Κωδικός Συλλογής: Άνδρος AC 6417

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων: Αδιακλάδιστα / Μονοπόδια πτεροειδής 1^{ης} τάξης
Διαστάσεις (1) 1,5 -2,5 (3) x 0,3 -0,6 mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Σπάνια **Μανδύας:** Υδρόφιλος **Ακρορρίζιο:** Ευθυτενές / Ελαφρώς κυρτό με κυλινδρικό προς εκλεπτυσμένο άκρο
Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων: Μήκος 0,3-2 mm, Πλάτος: 0,2-0,3 mm **Χρώμα:** Κρεμ - λευκό μεταξένιο / ελαφρώς πορτοκαλί τόνοι στην ωριμότητα, το ακραίο τμήμα είναι λευκό με όψη μεταξιού που σταδιακά σκουραίνει προς την μέση σε μπεζ και το τμήμα προς την βάση είναι πιο σκούρο προς το μπεζ – καφετί **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Μη Ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Μη διαπερατό **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια:** Μη λεία /Αραιά βαμβακώδης από εξερχόμενες υφές **Ανιχνευτικοί τύποι:** Κοντινής απόστασης **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, άφθονες, κατανεμημένες σε όλη την επιφάνεια **Ριζόμορφα:** Απουσία **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

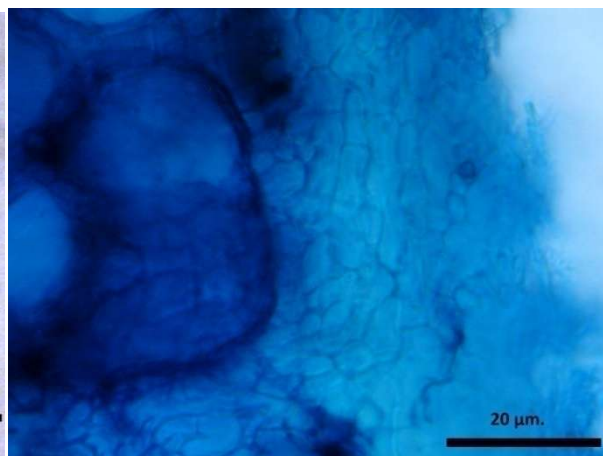
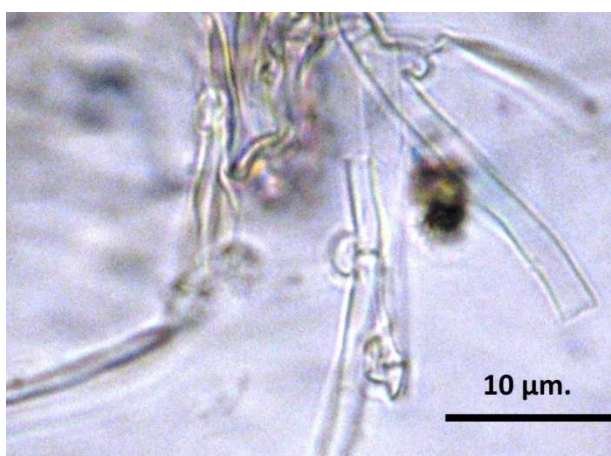
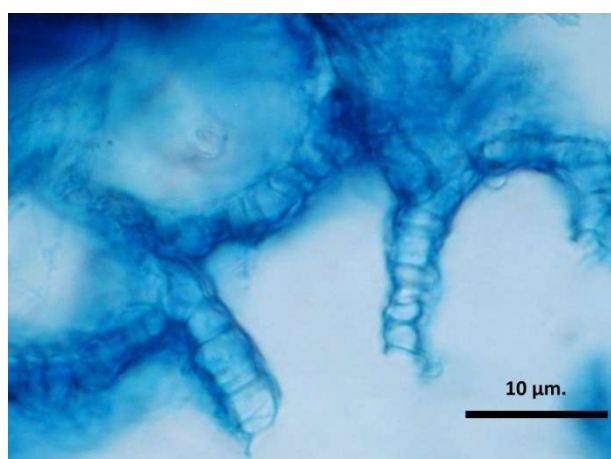
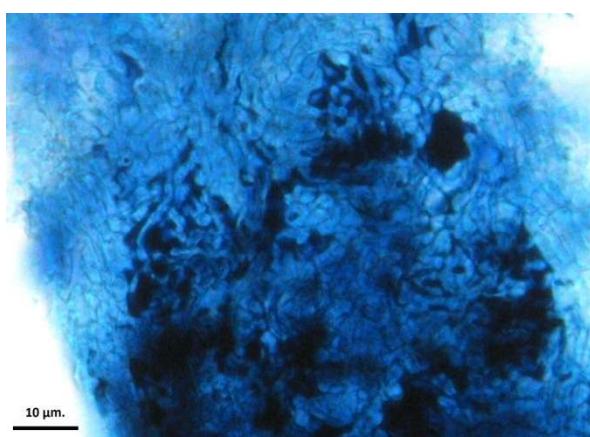
Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες Υφές **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μπλε κόκκοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδης – κολλώδης πλέγμα:** Παρουσία **Τοποθεσία:** Σε όλες τις στρώσεις του μανδύα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με μη ζελατινώδης πλέγμα σε όλες τις στοιβάδες του μανδύα

Διαστάσεις: Συνολικό πάχος μανδύα (15) 20 - 30 (40) μm εκτός άκρου και (12) 15 -25 (35) μm περίπου στο σημείο του άκρου **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματική με αδιαφοροποίητες, οφιοειδείς, κυματοειδείς, τύπου A, B και E **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδης **Ατελή διαφράγματα υφών:** Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα:** Παρουσία **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών:** Απουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης:** $45^\circ / 90^\circ$ **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων:** Παρόμοιο πάχος **Κρίκοι υφών μανδύα:** Παρουσία, Σπάνια **Σχήμα υφών του μανδύα:** Κυλινδρικό χωρίς σύσφιξη στα διαφράγματα / Ακανόνιστα διογκωμένο κατά σημεία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, (2) 2,5 – 3 μm διάμετρος, **Διαφράγματα:** Με ή χωρίς κρίκους **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Πλεκτεγχυματική με κυκλικά-δακτυλιδόμορφα συσσωματώματα **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδης **Ατελή διαφράγματα:** Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, (2) 2,5 -3 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα:** Πλεκτεγχυματική με πιο διογκωμένα κύτταρα / Πλεκτεγχυματικός με κυκλικά-δακτυλιδόμορφα συσσωματώματα **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδης **Αγγειόμορφες υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι:** Πιθανόν (δεν παρατηρήθηκαν καθαρά) **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, 3-4 μm διάμετρος **Διαφράγματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (στο άκρο της μυκόρριζας): Πλεκτεγχυματικός με μη ζελατινώδης πλέγμα και διάμετρο υφών 2-4 μm **Ανατομία σε επιμήκη τομή:** Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): (15) 20 - 30 (40) μm Πάχος μανδύα (στο άκρο): (12) 15 -25 (35) μm **Υπολείμματα καλύπτρας:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 4-10 (20) μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** 5-15 μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 5 -10 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Απουσία **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας:** Ωοειδή προς ελλειπτικά, ακτινωτά διευθετημένα / Οβάλ, ελλειπτικά ή κυλινδρικά, λοξά με εφαπτόμενη διευθέτηση **Διαστάσεις:** 20(25) x 35 – 55 μm **Δίκτυο Hartig:** Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε δύο σειρές κυττάρων **Σχήμα κυττάρων:** Κυλινδρικό / κυκλικό **Διαστάσεις:** κυττάρων 2,5 – 5 μm διάμετρο **Σχήμα σε κάτοψη:** τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 1-3 μm **Διαφράγματα λοβών:** παρουσία **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig:** (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία-δύο **Ανατομία σε εγκάρσια τομή:** Δεν διενεργήθηκε **Εξερχόμενα στοιχεία:** Ενδοφυικές υφές: Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς:** Δεν παρατηρήθηκαν **Τύποι αναστομώνσεων:** Δεν παρατηρήθηκαν **Εξερχόμενες υφές:** Σχήμα Αραιά κυματιστό /Ευθυτενές **Χρωστική:** Απουσία

Περιεχόμενα υφών: Απουσία **Διακλαδώσεις:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διαφράγματα:** Με κρίκους, περισσότερο από ημικυκλικούς, με σύσφιξη στο σημείο επαφής και κεντρικό πόρο, ισοπαχείς με τις υφές Περίγραμμα κρίκων (ραχιαία όψη): Οβάλ προς κυλινδρικό Πλάτος κρίκων (σε σχέση με την υφή σε πλευρική όψη): Φαρδύτερο από την υφή **Δευτερογενή διαφράγματα** παρουσία, κατ' εξαίρεση, τυχαία κατανεμημένα **Κύτταρα υφών:** Ευθυτενές ομοιόμορφο / ελαφρώς συσφιγμένο στο σημείο των διαφραγμάτων και απλό σχήμα στο άκρο Διάμετρος: 1,5-2 μm , Επιφάνεια: λεία Πάχος τοιχωμάτων μικρότερο των 0,2 μm , ομοιοπαχές καθ'όλο το μήκος **Χλαμυδοσπόρια:** Παρουσία Τύπος: Χωρίς εξειδικευμένα στοιχεία / με προεκβολές / με εκβλαστήσεις Χρώμα: Διάφανα, καφετί Διάμετρος: Στρογγυλά $d = 5,5-11 \mu\text{m}$ / Με διαδοχικές εκβλαστήσεις $8-11 \times 6-7 \mu\text{m}$ το κάθε κύτταρο **Μυζητήρες:** Δεν παρατηρήθηκαν.

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's:** Δεν παρατηρήθηκε **KOH10%:** Δεν διενεργήθηκε.



Εικόνα 22. Πάνω αριστερά: Κάτοψη πλεκτεγχυματικού μανδύα με αδιαφοροποίητες υφές. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig. Κάτω αριστερά: Εξερχόμενη υφή με ημικυκλικό κρίκο. Κάτω δεξιά: Τμήμα μανδύα και δικτύου Hartig, διακρίνεται η πλεκτεγχυματική δομή.

Σχόλια:

Ο μορφότυπος του *Inocybe* sp. 6 x *Cistus* spp. παρουσιάζει σχεδόν απόλυτη ομοιότητα με τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους *Inocybe* σύμφωνα με τη σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών κατά Agerer (2006) και τις περιγεγραφέντες εκτομυκόρριζες με είδη *Inocybe*. (Agerer & Rambold 2004-2017). Συγκεκριμένα έχει ανιχνευτικούς τύπους κοντινής απόστασης με απουσία ριζόμορφων ή κυστιδίων και άφθονες εξερχόμενες υφές κατανεμημένες σε όλη την επιφάνεια, υδρόφιλο μανδύα με μη ζελατινώδες πλέγμα, πλεκτεγχυματικό τύπου Α, Β ή Ε, εξερχόμενες υφές λείες με κρίκους περισσότερο από ημικυκλικούς με σύσφιξη στο σημείο επαφής και κεντρικό πόρο, σπάνια και τυχαία κατανεμημένα δευτερογενή-απλά διαφράγματα, λευκωπά-κρεμ χρώματα στον μανδύα που σκουραίνουν στην ωριμότητα, ενώ το δείγμα έφερε και διάφορα τμήματα εδάφους πάνω στις εξερχόμενες υφές. Πρόκειται για έναν από τους πιο συναφείς μορφότυπους με τα τυπικά χαρακτηριστικά του γένους σε σύγκριση τις εξεταζόμενες εκτομυκόρριζες της παρούσας εργασίας καθώς έχει όλα τα θεωρούμενα ως βασικά για το γένος χαρακτηριστικά. Διαφέρει ελάχιστα στα καφετιά χρώματα και στα άφθονα δευτερογενή διαφράγματα που αναφέρονται στον Agerer (2006). Μέχρι σήμερα έχουν περιγραφτεί πλήρως μόλις 12 εκτομυκορριζικοί συνδυασμοί φυτών με μύκητες *Inocybe* (Agerer & Rambold 2004-2017) και είναι ενδιαφέρον πως σε καμία εκτομυκόρριζα δεν έχουν περιγραφτεί όλα τα βασικά χαρακτηριστικά μαζί. Από τα παραπάνω θεωρούμε η συγκεκριμένη εκτομυκόρριζα ανήκει στο γένος *Inocybe* δεδομένου πως κατ τα αποτελέσματά της μοριακής ταυτοποίησης επιβεβαιώνουν το συγκεκριμένο συμπέρασμα.

Inocybe sp.7 x Cistus spp.

Εικόνα 23. Εκτομυκόρριζα *Inocybe* sp.7 x *Cistus* spp. από την περιοχή της Άνδρου.

Κωδικός Συλλογής: Άνδρος AC 6441c

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων: Ακανόνιστα πτεροειδής 1^{ης} -3^{ης} τάξης **Διαστάσεις** (2) 2,5-4 (5) x (0,5) 2-4 (5) mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Άφθονα **Μανδύας:** Υδρόφιλος **Ακρορρίζιο:** Ευθυτενές / με διαδοχικές διογκώσεις και με κυλινδρικό προς εκλεπτυσμένο άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος (05 -1) 1,5-3 (4) mm, Πλάτος: 0,2-0,3 mm **Χρώμα:** Λευκό – μπεζ, ομοιόμορφο καθ'όλο το μήκος **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Μη Ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Μη διαπερατό **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη:** Πιθανόν **Επιφάνεια:** Λεία / Λαμπερή **Ανιχνευτικοί τύποι:** Σχεδόν εφαπτόμενοι / Κοντινής απόστασης **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, συγκεντρωμένες κατά σημεία μέσα σε ζελατινώδες πλέγμα **Ριζόμορφα:** Απουσία **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

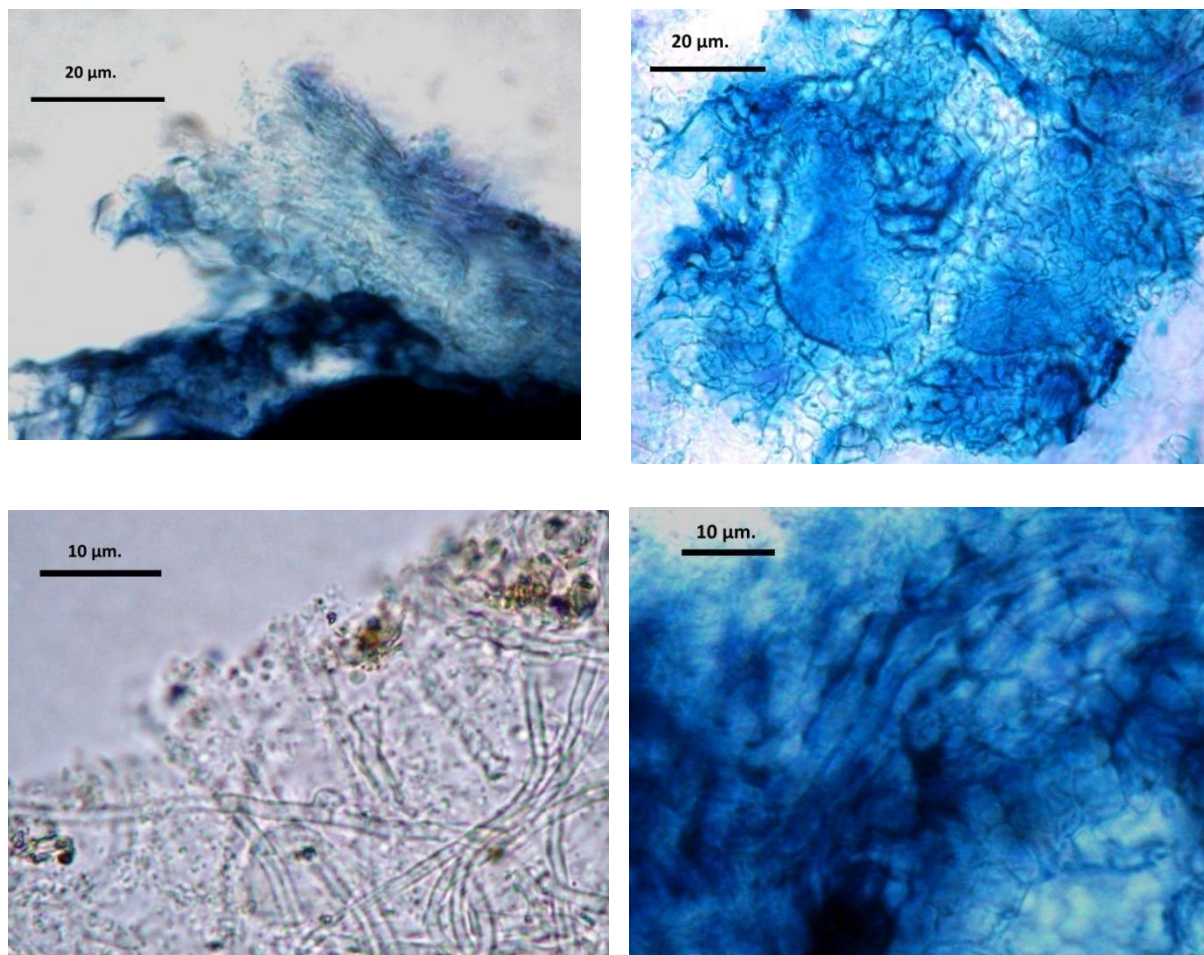
Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες υφές **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μπλε κόκκοι:** Πιθανή παρουσία (στον μανδύα) **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία **Τοποθεσία:** Καθαρή επιφάνεια / Επιφάνεια μανδύα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός / Ψευδοπαρεγχυματικός **Δομή:** Πλεκτεγχυματική με μάλλον ζελατινώδες πλέγμα και διακριτό δίκτυο υφών στην εξωτερική στοιβάδα και σχετικά διογκωμένα ψευδοπαρεγχυματικά, επιδερμικά κύτταρα στην μεσαία και την εσωτερική, με μη ζελατινώδες πλέγμα ανάμεσά τους **Διαστάσεις:** Συνολικό

πάχος μανδύα (10) 15 – 25 (30-50) μm εκτός άκρου και (5) 10-15 (40-50) μm περίπου στο σημείο του άκρου **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματικός / Ψευδοπαρεγχυματικός με διακριτό πλέγμα υφών **Δομή ψευδοπαρεγχυματικών κύτταρων:** Επιδερμικά – παζλόμορφα **Τύπος μανδύα:** Τύπος H, Q **Διακριτό δίκτυο υφών:** (εφόσον ο μανδύας είναι τύπου P ή Q): **Σχήμα:** Κοινό Κυλινδρικό – Μη εξειδικευμένο / Στρογγυλό – λοβοειδές **Διαστάσεις υφών διακριτού δικτύου:** $d = 4-5 \mu\text{m}$, **Κρίκοι:** Απουσία **Κυτταρικό τοίχωμα υφών διακριτού δικτύου:** Λεπτό, δυσδιάκριτο, 0,1-0,2 μm **Τύπος πλέγματος:** Μάλλον ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα υφών:** Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα:** Απουσία **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών:** Παρουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης:** Μέχρι 120° **Παρουσία πόρων μεταξύ κύτταρων ψευδοπαρεγχυματικού μανδύα:** Απουσία **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων:** Παρόμοιο πάχος (διακριτό δίκτυο) **Κρίκοι υφών μανδύα:** Απουσία **Σχήμα υφών του μανδύα:** Ακανόνιστο προς κυλινδρικό με ελαφριά σύσφιξη στα διαφράγματα (υφές διακριτού δικτύου) **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, 3-5 μm διάμετρος **Πυκνότητα κυττάρων εξωτερικής στρώσης μανδύα:** (εφόσον ο μανδύας είναι ψευδοπαρεγχυματικός): 30-40 **Διαφράγματα:** Μάλλον χωρίς κρίκους **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** **Πάχος:** 0,1 -0,2 μm **Προσεκβολές** (εφόσον ο μανδύας είναι ψευδοπαρεγχυματικός): Απουσία **Σταγόνες εκκρινόμενης χρωστικής:** Πιθανόν (παρατηρήθηκαν κυανές σταγόνες στην επιφάνεια των υφών) **Τοποθεσία κυανών κόκκων στα κύτταρα των υφών:** Εξωκυτταρικά (εφόσον θεωρηθούν τα κυανά στίγματα ως κόκκοι και όχι ως σταγόνες εκκρινόμενης χρωστικής) **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Ψευδοπαρεγχυματική με τα κύτταρα μάλλον σε σειρά παρά με τυχαία διεύθυνση / Πλεκτεγχυματική με συσσωματώματα παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος:** Μάλλον μη ζελατινώδες **Σχήμα κυττάρων** (εφόσον είναι ψευδοπαρεγχυματικός): Επιδερμικό **Ατελή διαφράγματα:** Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, **Διαστάσεις κυττάρων:** 3-5 μm **Πυκνότητα κυττάρων** (εφόσον είναι ψευδοπαρεγχυματικός): 30-40 **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα:** Ψευδοπαρεγχυματική / Πλεκτεγχυματική με αρκετά διογκωμένα κύτταρα **Τύπος πλέγματος:** Μάλλον μη ζελατινώδες **Σχήμα κυττάρων ψευδοπαρεγχυματικού μανδύα:** Επιδερμικό **Αγγειόμορφες υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, 3-5 μm διάμετρος **Διαφράγματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Πυκνότητα κυττάρων**(εφόσον είναι ψευδοπαρεγχυματικός): 30-40 **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (στο άκρο της μυκόρριζας): Σε μεταβατικό στάδιο μεταξύ πλεκτεγχυματικού - ψευδοπαρεγχυματικού σταδίου / Ψευδοπαρεγχυματικός, με μη ζελατινώδες πλέγμα, διάμετρο κυττάρων 3-5 μm **Πυκνότητα κυττάρων** (εφόσον είναι ψευδοπαρεγχυματικός): 30-40 **Ανατομία σε επιμήκη τομή:** Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): (10) 15 – 25 (30) μm (Αν συμπεριληφθεί το ζελατινώδες πλέγμα μέχρι 50-60 μm)

Πάχος μανδύα (στο άκρο): (5) 10-15 (40-50) μm **Υπολείμματα καλύπτρας**: Παρουσία, Λίγα **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματικός **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα**: Ψευδοπαρεγχυματική / Πλεκτεγχυματική **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Ψευδοπαρεγχυματική / Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις ενιαίου μανδύα**: 15 – 30 μm **Κύτταρα με τανίνη**: Απουσία **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας**: Οβάλ με εφαπτόμενη διευθέτηση / κυκλικό **Διαστάσεις**: 18-22 x 22-27 μm **Δίκτυο Hartig**: Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε δύο σειρές κυττάρων **Σχήμα κυττάρων**: Κυλινδρικό / Στρογγυλό ακανόνιστο **Διαστάσεις κυττάρων**: (2) 3-3,5(4) μm διάμετρο **Σχήμα σε κάτοψη**: τύπου παλμέτας (Ίσως και λοβωτά κάποιες φορές), με πάχος λοβών 1-2 μm **Διαφράγματα λοβών**: δεν παρατηρήθηκαν **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία-δύο **Ανατομία σε εγκάρσια τομή**: **Υπολείμματα καλύπτρας**: Παρουσία, Λίγα **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Ψευδοπαρεγχυματική / Πλεκτεγχυματική **Κύτταρα με τανίνη**: Απουσία **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας**: Κυκλικά Διάμετρος: 20-27 μm **Δίκτυο Hartig**: Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε μιάμιση σειρά κυττάρων της επιδερμίδας **Σχήμα κυττάρων**: Κυλινδρικό / Στρογγυλό ακανόνιστο **Διαστάσεις κυττάρων**: 2-4 μm διάμετρο **Σχήμα σε κάτοψη**: τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 1-2 μm **Διαφράγματα λοβών**: παρουσία **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία-Δύο **Εξερχόμενα στοιχεία**: **Ενδοφυικές υφές**: Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς**: Δεν παρατηρήθηκαν **Τύποι αναστομώνσεων**: Δεν παρατηρήθηκαν **Εξερχόμενες υφές**: Σχήμα Κυματιστό / ελικοειδές **Χρωστική**: Απουσία **Περιεχόμενα υφών**: Απουσία **Εκκρινόμενες χρωστικές**: Ίσως κυανές **Διακλαδώσεις**: Δεν παρατηρήθηκαν **Διαφράγματα**: Με κρίκους, ημικυκλικούς χωρίς σύσφιξη ή με ελαφριά σύσφιξη και κεντρικό πόρο, ισοπαχείς με τις υφές **Περίγραμμα κρίκων** (ραχιαία όψη): Οβάλ **Πλάτος κρίκων** (σε σχέση με την υφή σε πλευρική όψη): Φαρδύτερο από την υφή **Δευτερογενή διαφράγματα**: Δεν παρατηρήθηκαν **Κύτταρα υφών**: Ευθυτενές ομοιόμορφο / ελαφρώς συσφιγμένο στο σημείο των διαφραγμάτων και απλό σχήμα στο άκρο Διάμετρος 1,5-2 μm, επιφάνεια λεία Πάχος τοιχωμάτων μικρότερο των 0,2 μm, ομοιοπαχές καθ'όλο το μήκος **Χλαμυδοσπόρια**: Παρουσία **Τύπος**: Με διαχωρισμένα τοιχώματα Μπορεί να εμφανίζονται ταυτόχρονα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης χλαμυδοσπορίων **Χρώμα**: Αποχρώσεις του καφέ **Μυζητήρες**: Δεν παρατηρήθηκαν.

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's**: Δεν παρατηρήθηκε **KOH10%**: Δεν παρατηρήθηκε.



Εικόνα 24. Πάνω αριστερά: Τομή μανδύα, διακρίνεται η σχεδόν ψευδοπαρεγχυματική δομή των κάτω στρώσεων του μανδύα.. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig και δομή μανδύα σε κάτοψη, πιθανόν των κατώτερων στρώσεων, διακρίνεται η σχεδόν ψευδοπαρεγχυματική δομή τους.. Κάτω αριστερά: Εξερχόμενη υφή με ημικυκλικό κρίκο μέσα σε ζελατινώδες πλέγμα. Κάτω δεξιά: Τμήμα μανδύα σε εγκάρσια τομή, διακρίνεται ψευδοπαρεγχυματική δομή των κατώτερων στρώσεων, η πλεκτηγχυματική δομή των ανώτερων στρώσεων και το ζελατινώδες πλέγμα στην εξωτερική στρώση του μανδύα.

Σχόλια:

Ο μορφότυπος *Inocybe sp. 7 x Cistus spp.* έχει ομοιότητες και διαφορές με τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους *Inocybe* σύμφωνα με την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών κατά Agerer (2006) και τη διεθνή βάση δεδομένων DEEMY (Agerer & Rambold 2004-2017). Συγκεκριμένα εμφανίζει ανιχνευτικούς τύπους σχεδόν εφαιπτόμενους - κοντινής απόστασης με απουσία ριζόμορφων ή κυστιδίων με ελάχιστες ζελατινώδεις εξερχόμενες υφές συγκεντρωμένες κατά σημεία, υδρόφιλο μανδύα με ζελατινώδες πλέγμα, στο ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ πλεκτηγχυματικού μανδύα και ψευδοπαρεγχυματικού τύπου H ή Q, εξερχόμενες υφές λείες με κρίκους ημικυκλικούς χωρίς σύσφιξη ή με ελαφριά σύσφιξη και κεντρικό πόρο, λευκωπά-μπεζ χρώματα στον μανδύα και επιφάνεια σχεδόν λεία με ελάχιστα εδαφικά συσσωματώματα ενώ δεν παρατηρήθηκαν δευτερογενή-απλά διαφράγματα. Βασική διαφορά του μορφότυπου *Inocybe sp. 7 x Cistus spp.* με τα βασικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν τις εκτομυκορριζές του γένους *Inocybe* είναι

ο μάλλον ψευδοπαρεγχυματικός τύπος του μανδύα και η σχεδόν λεία επιφάνεια με τις ελάχιστες εξερχόμενες υφές. Η δομή του συγκεκριμένου μανδύα χαρακτηρίστηκε ως μανδύας στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ πλεκτεγχυματικού και ψευδοπαρεγχυματικού, με τα εσωτερικά στρώματα του μανδύα να είναι τόσο πυκνά και συμπαγή ώστε να μην διακρίνονται οι υφές μεταξύ τους και να χαρακτηρίζονται ως ψευδοπαρεγχυματικά και οι εξωτερικές στρώσεις του μανδύα να είναι πιο αραιά πλεγμένες και να χαρακτηρίζονται ως πλεκτεγχυματικές με σχετικά παράλληλες υφές με διακριτό δίκτυο υφών. Επίσης παρόλο που η επιφάνεια μακροσκοπικά ήταν λεία, μικροσκοπικά παρατηρήθηκαν αραιές εξερχόμενες υφές κατά σημεία. Δεδομένου του μικρού αριθμού περιγεγραφέντων εκτομυκορριζών του γένους *Inocybe*, είναι πιθανό να πρόκειται ή για μανδύα που να είναι «πλεκτεγχυματικός με διακριτό πλέγμα υφών στην εξωτερική στοιβάδα και πυκνά διογκωμένα κύτταρα στις εσωτερικές» και άρα να συμπεριλαμβάνεται μέσα στα όρια του γένους, είτε να πρόκειται για μη καταγεγραμμένη περίπτωση ή για εσφαλμένη μοριακή ταυτοποίηση. Παρά τις μικρές διαφοροποιήσεις της περιγράφης του *Inocybe* sp. 7 x *Cistus* spp. σε σχέση με τα βασικά χαρακτηριστικά των εκτομυκορριζών *Inocybe*, η ταυτοποίηση της θεωρείται ακριβής καθώς έχει επιβεβαιωθεί και από την αλληλουχία ITS-5,8S rDNA των δειγμάτων που εξετάστηκαν.

Inocybe sp. 8 x Pinus spp.

Εικόνα 25. Εκτομυκόρριζα *Inocybe* sp. 8 x *Pinus* spp. από την περιοχή του Σχινιά.

Κωδικός Συλλογής: Σχινιάς SXP 18441

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων διχοτομικός / κοραλλιόμορφος, με διακλαδώσεις 1^{ης} τάξης **Διαστάσεις** (0,7) 1,2 – 1,8 (2) x 0,8 -2,5 mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Άφθονα **Μανδύας:** Υδρόφιλος **Ακρορρίζιο:** Σχήμα ευθυτενές με κυρτό άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος 0,5 – 0,8 mm, Πλάτος: 0,35 – 0,45 mm **Χρώμα:** Δίχρωμο, κεραμιδί από την μέση και προς το άκρο και σκούρο καφέ προς την βάση **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Ημιδιάφανος **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια:** Κοντή και πυκνά ακανθώδης από κυστίδια **Ανιχνευτικοί τύποι:** Σχεδόν εφαπτόμενοι **Εξερχόμενες υφές:** Απουσία **Ριζόμορφα:** Απουσία **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

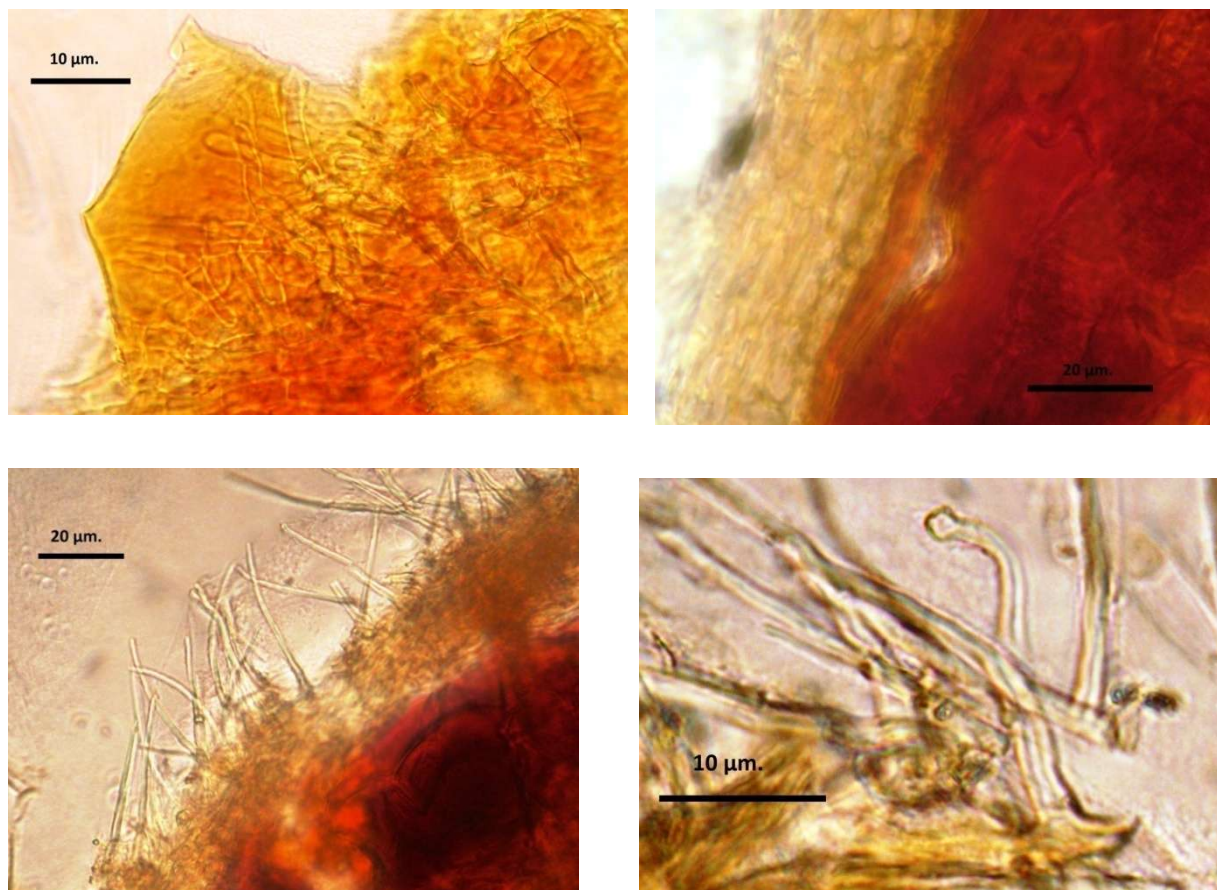
Εξερχόμενα στοιχεία: Κυστίδια **Κυστίδια τοποθεσία:** Στην εξωτερική στρώση του μανδύα **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μπλε κοκκοί:** Παρατηρήθηκαν καφέ κοκκοί στις στοιβάδες του μανδύα **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία, μη ζελατινώδες / σε σημεία σπάει σαν γυαλί **Τοποθεσία:** Σε όλες τις στρώσεις του μανδύα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική με ανασηκωμένα κυστίδια, η μεσαία και η εσωτερική, με μη ζελατινώδες πλέγμα ανάμεσα στις υφές τους **Διαστάσεις:** Συνολικό πάχος μανδύα (12,5) 15-30 (80) μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (εκτός του άκρου):** Πλεκτεγχυματική, με κυστίδια, τύπου D **Τύπος πλέγματος:**

Μη ζελατινώδες / σπάει σαν γυαλί **Ατελή διαφράγματα υφών**: Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών** στις υφές της εξωτερικής στρώσης του **μανδύα**: Δεν παρατηρήθηκαν **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών**: Δεν παρατηρήθηκαν **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης**: περίπου 90° **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων**: Ισοπαχές **Κρίκοι υφών μανδύα**: Δεν παρατηρήθηκαν **Σχήμα υφών του μανδύα**: Κυλινδρικό χωρίς σύσφιξη στα διαφράγματα **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά κιτρινωπά, επιφάνεια λεία, 2-3 μm διάμετρος **Διαφράγματα**: Χωρίς κρίκους **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Σταγόνες εκκρινόμενης χρωστικής**: Πιθανόν **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Πλεκτεγχυματικός με ευρεία συσσωματώματα παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος**: Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα**: Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά κιτρινωπά, επιφάνεια λεία, 2-3 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα**: Πλεκτεγχυματική με αρκετά διογκωμένα κύτταρα **Τύπος πλέγματος**: Περισσότερο ζελατινώδη όψη από των άλλων στρωμάτων **Αγγειόμορφες υφές**: Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι**: Δεν παρατηρήθηκαν **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, Ενδομεμβρανικά κιτρινωπά, 2-3 μm διάμετρος **Διαφράγματα εσωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (στο άκρο της μυκόρριζας)**: Πλεκτεγχυματική, παρόμοια με τα άλλα κομμάτια του μανδύα, με μη ζελατινώδες πλέγμα και διάμετρο υφών 2-3 μm **Ανατομία σε επιμήκη τομή**: Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): (12,5) 15-30 (50) μm **Πάχος μανδύα (στο άκρο)**: 15 – 25 (50) μm **Υπολείμματα καλύπτρας**: Παρουσία, Λίγα / Σε μονή σειρά **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: 15-20 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα**: 10-15 μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα**: 5-10 (15) μm **Κύτταρα με τανίνη**: Παρουσία σε μία με δύο σειρές **Σχήμα** Ορθογώνια παραλληλόγραμμα – Κυλινδρικά παράλληλα διευθετημένα προς την ρίζα **Διαστάσεις**: 10-15 x (20) 15-55 (65) μm **Δίκτυο Hartig**: Περιενδοδερμικό **Σχήμα δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Κυκλικό **Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): 2-4 μm **Σχήμα σε κάτοψη**: τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 2-3 μm **Διαφράγματα λοβών**: Παρουσία **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία **Ανατομία σε εγκάρσια τομή**: **Υπολείμματα καλύπτρας**: Παρουσία, Λίγα **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: 10-20 (30 – 55+) μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα**: 10 – 20 (25) μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα**: 5-10

(15) μm **Κύτταρα με τανίνη:** Παρουσία, σε μία με δύο σειρές Σχήμα Ωοειδή προς ελλειπτικά, παράλληλα διευθετημένα προς την ρίζα Διαστάσεις: 10-15 x 20 -30 (35) μm **Δίκτυο Hartig:** Περιενδοδερμικό Σχήμα δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα τανίνης): Κυκλικό Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα τανίνης): 2-4 μm Σχήμα σε κάτοψη: τύπου παλμέτας, πάχος λοβών 2-3 μm Διαφράγματα λοβών: Παρουσία Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία Εξερχόμενα στοιχεία: **Ενδοφυτικές υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς:** Δεν παρατηρήθηκαν **Τύποι αναστομώνσεων:** Δεν παρατηρήθηκαν Εξερχόμενες υφές: Δεν παρατηρήθηκαν **Κυστίδια:** Παρουσία **Τύπος:** Τύπος A **Πυκνότητα:** 8-15 (20) **Τοποθεσία διακλαδώσεων**(Εφόσον τα κυστίδια είναι τύπου A, E): Απουσία **Τύπος διακλαδώσεων**(Εφόσον τα κυστίδια είναι τύπου A, E): Μονόποδη **Διαφράγματα:** Απουσία **Στηρικτικό κύτταρο βάσης:** Απουσία **Διαστάσεις:** Διάμετρος : 1,5 x 2,5 μm Μήκος: 45 – 55 μm Λόγος Μήκος / Διάμετρος: 50 **Κυτταρικά τοιχώματα** Χρώμα: Απουσία Χρώμα σε σχέση με τον μανδύα: Ομοιόχρωμο Πάχος: 0,1-0,2 μm Πάχος σε σχέση με τον μανδύα: Ισοπαχές Ομοιογένεια πάχυνσης: Ισοπαχές **Επιφάνεια:** Λεία / Κάποια εδαφικά συσσωματώματα **Περιεχόμενα:** Απουσία **Χλαμυδοσπόρια:** Πιθανή παρουσία, χωρίς παρουσία εξειδικευμένων στοιχείων, καφέ, στρογγυλά 3-4 (5) μm , **Μυζητήρες:** Παρουσία, αφθονοί, διαφόρων τύπων (Στρογγυλοί / Λοβοειδείς / Βοστρυχώδες τσαμπί/ Σαν λιγνιτιποιημένοι όγκοι) Διάμετρος 3-10 μm .

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's:** Παρουσία (Αμυλώδη αντίδραση στον μανδύα, στα πρώτα κύτταρα της ρίζας και σε μυζητήρες) **ΚΟΗ10%:** Δεν παρατηρήθηκε.



Εικόνα 26. Πάνω αριστερά: Τομή μανδύα, διακρίνεται η πλεκτηγχυματική δομή και το κολλώδες πλέγμα που σπάει σαν γυαλί. Πάνω δεξιά: Επιμήκης τομή μανδύα και κύτταρα με χιτίνη. Κάτω αριστερά: Τομή μανδύα με κυστίδια, διακρίνεται το βελονοειδές σχήμα τους. Κάτω δεξιά: Λεπτομέρεια κυστιδίου με ελαφρώς κεφαλωτό σχήμα και απουσία κ' ρικου στην βάση του.

Σχόλια:

Ο μορφότυπος *Inocybe* sp. 8 x *Pinus* spp. έχει δομικές διαφορές με τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους *Inocybe* σύμφωνα με την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών κάθε γένους κατά Agerer (2006) και την διεθνή βάση δεδομένων DEEMY (Agerer & Rambold 2004-2017). Συγκεκριμένα έχει ανιχνευτικούς τύπους σχεδόν επαπτόμενους με παρουσία κυστιδίων και απουσία εξερχόμενων υφών και ριζόμορφων, κυστίδια τύπου A, μονόποδα χωρίς διακλαδώσεις και με λεία επιφάνεια, υδρόφιλο μανδύα με μη ζελατινώδες πλέγμα που σε κάποια σημεία φαίνεται να σπάει σαν γυαλί, πλεκτηγχυματικό τύπου D, δίχρωμο, κεραμιδί από την μέση και προς το άκρο και σκούρο καφέ προς τη βάση και επιφάνεια πυκνά ακανθώδης από την παρουσία κυστιδίων. Κύρια διαφορά του μορφότυπου *Inocybe* sp. 8 + *Pinus* spp. με τα βασικά στοιχεία που χαρακτηρίσουν τις εκτομυκορριζες του γένους *Inocybe* είναι η παρουσία κυστιδίων και η απουσία εξερχόμενων υφών. Δηλαδή παρουσιάζουν διαφορετικό ανιχνευτικό τύπο, ο οποίος σύμφωνα με τον Agerer (1987-2002) είναι το πιο βασικό ταξινομικό χαρακτηριστικό. Η παρουσία κυστιδίων δεν έχει αναφερθεί ποτέ για εκτομυκορριζα του γένους *Inocybe*, ωστόσο επειδή ο

αριθμός των περιγραφέντων εκτομυκορριζών *Inocybe* spp. σχετικά με το πλήθος τους είναι μικρός και είναι πιθανό να υπάρχουν χαρακτηριστικά που ακόμα δεν έχουν καταγραφεί ,η ταυτοποίηση της θεωρείται ακριβής καθώς έχει επιβεβαιωθεί από την αλληλουχία ITS-5,8S rDNA των δειγμάτων που εξετάστηκαν

Hebeloma cavipes Huijsman. (1961)Εικόνα 27. Βασιδιώματα *Hebeloma cavipes* από την περιοχή της Άνδρου.

Κωδικός Συλλογής: Άνδρος 28021

Περιοχή Συλλογής: Άνδρος, παραλία Αγίου Πέτρου, θαμνώδη σημεία με *Cistus creticus*, *Lavandula stoechas*, *Corydanthus capitatus*, *Calycotome vilosa*, *Sarcopoterium spinosum* & *Genista acanthoclada*. Συλλογή βασιδιώματος ανάμεσα σε θάμνους *Cistus creticus*.

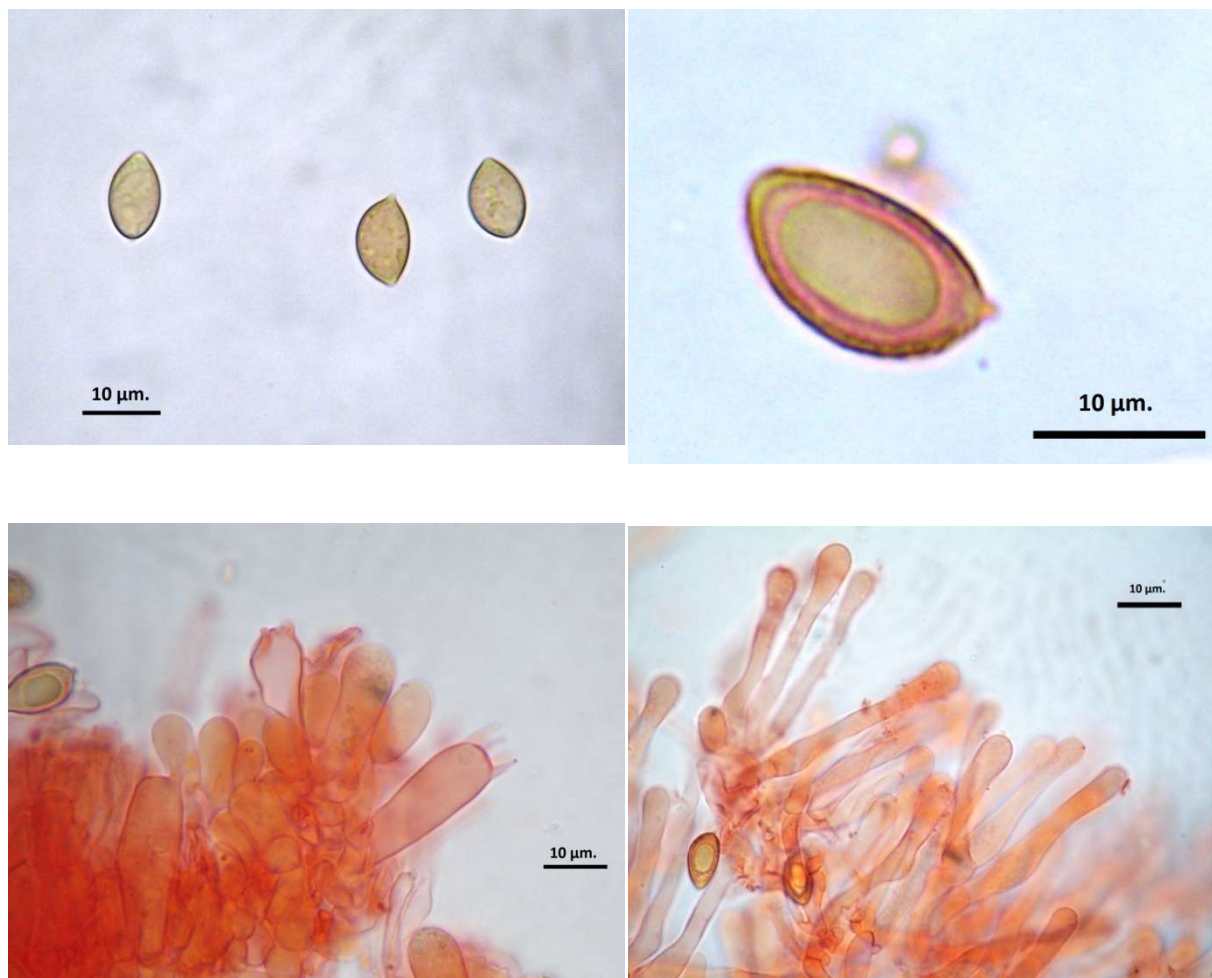
Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Πίλος με διάμετρο 3 cm, σχήμα αρχικά κυρτό- ημισφαιρικό, στην ωριμότητα σχεδόν επίπεδο με ελαφρώς ανασηκωμένο ύβο. Χρώμα λευκό στην περιφέρεια, σταδιακά προς το κέντρο κρεμ έως μπεζ-κρεμ (café au lait). Περιφέρεια ελαφρώς κυματοειδή. Επιφάνεια λεία και μάλλον κολλώδης όταν είναι υγρός. Ελάσματα προσφυή με οδόντωση, μέτρια πυκνά, μπεζ-κρεμ (café au lait) με λευκή κροσσωτή ακμή. Στύπος κυλινδρικός - ροπαλοειδής, λεπταίνει ελαφρώς προς τη βάση. Διαστάσεις 3 x 0,7 cm. Σχέση πύλου-στύπου IS= 4,28. Χρώμα λευκό έως κιτρινωπό προς τη βάση, με λευκό παχυνόδες επίχρυσμα στην κορυφή. Επιφάνεια χωρίς ίχνη υπολείμματος κορτίνας. Σάρκα έως 4 mm πάχος στο κέντρο του πύλου, λευκή. Οσμή ελαφρώς χορτώδης. Γεύση ήπια, απροσδιόριστη.

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Σπόρια (11-)12-13.5(-14) x (5.5-)6-7.5(8) μm (μέχρι και 15,5x10) [M.O.=12,6 x 7,06 μm], Q=(1,50-)1,69-1,92(-2,38), Q_{αν}=1.80. Σχήμα λεμονοειδές - αμυγδαλόμορφο με εμφανή πάντα θηλή στο άκρο. Κιτρινωπά σε KOH, ελαφρώς προς μέτρια τραχιά με τις εξογκώσεις να φαίνονται μόνο με τη προσθήκη ελαίου (O2,O3), ελαφρά άλλα εμφανώς δεξτρινώδη (D2), χωρίς ή ασθενώς χαλαρό περισπόριο (P1). Βασίδια τετράσπορα 23-36x9-12.5μm, κυλινδρικά προς ροπαλοειδή, βαρελόμορφα. Χειλοκυστίδια ελαφρώς διογκωμένα στην βάση και στο άκρο κυρίως, απο υποκυλινδρικά ελαφρώς διογκωμένα στο άκρο προς κεφαλωτά μέχρι πιο σπάνια υπολαγνήνομορφα με διογκωμένη βάση και εκλεπτυσμένο άκρο, συχνά με εμφανή κρίκο στην βάση. Διαστάσεις

χειλοκυστιδίων $30-61 \times 5-9$ (B =πλάτος στην βάση) $\times 5-8(-10)$ (A =πλάτος στο άκρο) $\times 4,5-5,5$ (M =πλάτος στο μέσο) μm [$L_{av}=45,25$, $A_{av}=6,9$, $B_{av}=6,83$, $M_{av}=4,9$ – $A/M=1,41$, $A/B=1,01$, $B/M=1,39$]. Επιφάνεια πύλου με ζελατινώδες στρώμα, περίπου $120 \mu m$ πάχος, υφές διαμέτρου $2-4 \mu m$, τα ακραία κύτταρα κυλινδρικά ή ροπαλοειδή με διόγκωση στο άκρο. Παρουσία κρίκων σχεδόν σε όλες τις υφές.



Εικόνα 28. Πάνω αριστερά: Λεμονοειδή σπόρια. Πάνω δεξιά: Λεπτομέρεια σπορίων, διακρίνονται οι εξογκώσεις και το δεξτρινώδες περίβλημα. Κάτω αριστερά: Τετράσπορα βασίδια. Κάτω δεξιά: Χειλοκυστίδια με στένωση στην μέση του μήκους τους.

***Hebeloma cavipes* x *Cistus* spp.**

Εικόνα 29. Εκτομυκόρριζα *Hebeloma cavipes* x *Cistus* spp. από την περιοχή της Άνδρου.

Κωδικός Συλλογής: Άνδρος AC 28214

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων ακανόνιστα πτεροειδής, με διακλαδώσεις 1^{ης} τάξης
Διαστάσεις 1,7-3,2 x 0,5 -2,8 mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Σπάνια **Μανδύας:** Δείχνει για υδρόφιλος ωστόσο έχει κάποια μεταξένια-ασημίζοντα σημεία **Ακρορρίζιο:** Κυρτό κυματοειδές με εκλεπτυσμένο άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος 0,5 -2 mm, Πλάτος: 0,25 -0,35 mm
Χρώμα: Ανοιχτό μπεζ, με τμήματα μεταξοειδούς όψης κατά σημεία, ομοιόχρωμο προς το άκρο με μερική έλλειψη των προαναφερθέντων τμημάτων **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Μη ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Μη διαπερατό **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια:** Πυκνά βαμβακώδης από άφθονες εξερχόμενες υφές και εδαφικά στοιχεία **Μακροσκοπικά Λαμπερή / Ασημίζουσα θαμπή / Μη λεία** **Ανιχνευτικοί τύποι:** Κοντινής απόστασης **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, άφθονες, κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιδίου **Ριζόμορφα:** Απουσία **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

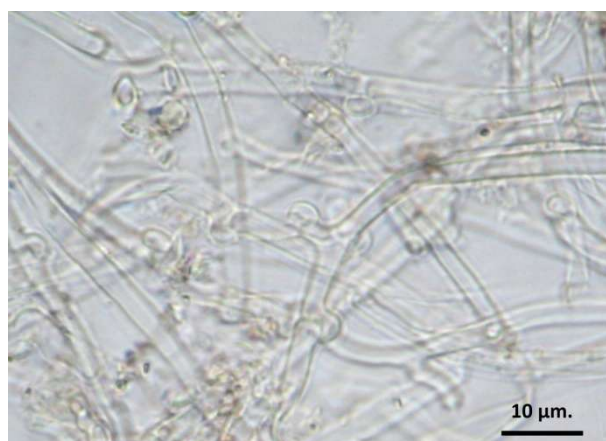
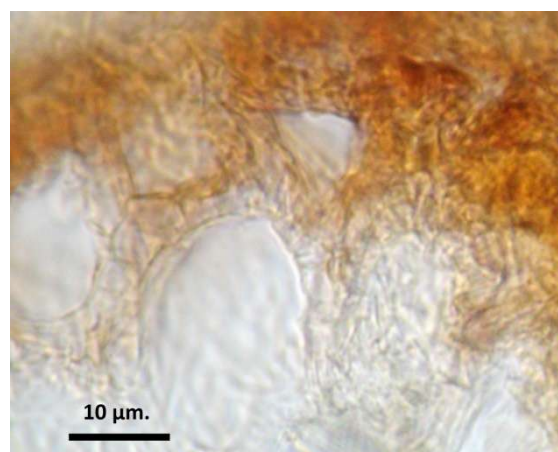
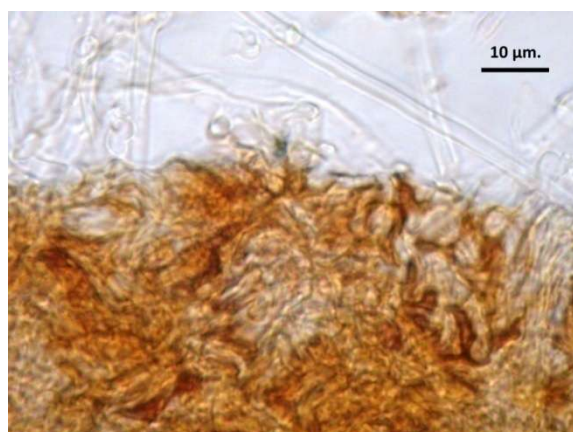
Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες Υφές **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μπλε κόκκοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία, μη ζελατινώδες **Τοποθεσία:** Εσωτερική, μεσαία στοιβάδα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με μη ζελατινώδες πλέγμα στην εσωτερική

στοιβάδα και την μεσαία στοιβάδα **Διαστάσεις:** Συνολικό πάχος μανδύα (10) 14-35 (45) μm εκτός άκρου **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματική τύπου B και C, με αδιαφοροποίητη δομή υφών **Τύπος πλέγματος:** Απουσία **Ατελή διαφράγματα υφών:** Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα:** Παρουσία **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών:** Απουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης:** $45^\circ / 90^\circ$ **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων:** Παχύτερο **Κρίκοι υφών μανδύα:** Παρουσία **Αφθονία κρίκων υφών του μανδύα:** Άφθονα **Σχήμα υφών του μανδύα:** Κυλινδρικό με σύσφιξη στα διαφράγματα **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, υαλώδη χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, 2-3,5 μm διάμετρος **Διαφράγματα:** Με κρίκους **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, 2-3 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα:** Πλεκτεγχυματική με ευρεία συσσωματώματα παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Αγγειόμορφες υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι:** Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, 2-3 μm διάμετρος **Διαφράγματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (στο άκρο της μυκόρριζας): Δεν παρατηρήθηκε **Ανατομία σε επιμήκη τομή:** Δεν παρατηρήθηκε **Ανατομία σε εγκάρσια τομή:** Υπολείμματα καλύπτρας: Λίγα, μέσα στον μανδύα **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** (2) 5 – 20 (30) μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** 5-10 μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 4 – 6 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Απουσία **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας:** Κυκλικά –ορθογώνια / Ελλειπτικά κάθετα **Διαστάσεις:** Κυκλικά 12-15 μm / Ελλειπτικά 11-17 x 17-20 μm **Δίκτυο Hartig:** Περιεπιδερμικό, εκτεινόμενο σε δύο σειρές κυττάρων **Σχήμα κυττάρων:** Κυκλικό / Κυλινδρικό **Διαστάσεις κυττάρων:** 2,5-3 x 3-3,5 μm διάμετρο **Σχήμα σε κάτοψη:** τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 1-2 μm **Διαφράγματα λοβών:** δεν παρατηρήθηκαν **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία **Εξερχόμενα στοιχεία:** **Ενδοφυικές υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς:** Παρατηρήθηκαν ενώσεις υφών, οι οποίες μπορεί να ήταν και αναστομώσεις στα άκρα **Αν έχει, έχει και κρίκους** **Τύποι αναστομώσεων:** Ανοιχτή αναστόμωση με μακριά γεφύρωση **Πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων αναστόμωσης:** Ισοπαχές των υφών **Πάχος αναστόμωσης:** Ισοπαχές των υφών **Τοποθεσία αναστόμωσης:** Μάλλον προς τα άκρα των υφών **Εξερχόμενες υφές:** Σχήμα αραιά κυματιστό μέχρι ελικοειδές **Χρωστική:** Απουσία **Περιεχόμενα υφών:** Απουσία **Διακλαδώσεις:** Γωνίας 90° / Οξείας

γωνίας, μόνο προς την μία πλευρά, ισόπαχες διακλαδιζόμενες υφές με την μητρική, κυρίως σε μεγάλη απόσταση από το διάφραγμα ωστόσο παρατηρήθηκαν και κοντινότερες αποστάσεις **Διαφράγματα**: Με κρίκους, ημικυκλικούς ή περισσότερο από ημικυκλικό με σύσφιξη, με κεντρικό πόρο, ισοπαχείς προς παχύτερα από τις υφές **Περίγραμμα κρίκων** (ραχιαία όψη): Οβάλ, **Πλάτος κρίκων** (σε σχέση με την υφή σε πλευρική όψη): Ελαφρώς φαρδύτερο **Δευτερογενή διαφράγματα**: Παρουσία, σπάνια, τυχαία κατανεμημένα **Κύτταρα υφών**: Ελαφρώς συσφιγμένα στα σημεία των διαφραγμάτων Διάμετρος 2-3,5 μm , επιφάνεια λεία Πάχος τοιχωμάτων μικρότερο των 0,2 μm , ισοπαχές καθ'όλο το μήκος **Χλαμυδοσπόρια**: Δεν παρατηρήθηκαν **Μυζητήρες**: Δεν παρατηρήθηκαν.

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's**: Δεν διενεργήθηκε **KOH10%**: Δεν διενεργήθηκε.



Εικόνα 30. Πάνω αριστερά: Τομή μανδύα σε κάτοψη, διακρίνεται η πλεκτεγχυματική ακανόνιστη δομή και οι εξερχόμενες υφές. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig. Κάτω αριστερά: Εξερχόμενες υφές με ημικυκλικό κρίκο. Κάτω δεξιά: Πλεκτεγχυματική δομή μανδύα με εξερχόμενη υφή με ημικυκλικό κρίκο και δευτερογενή διαφράγματα.

Σχόλια:

Το *Hebeloma cavipes* σύμφωνα με τους Comandini et al. (2006) είναι ένας μύκητας που σχετίζεται ειδικά με φυτά του γένους *Cistus*. Οι Eberhardt et al. (2009) συμφωνούν και κατατάσσουν το *H. cavipes* στα κιστόφιλα μανιτάρια και σημειώνουν πως στις συλλογές τους τα *Cistus* spp. ήταν οι μόνοι συμβιωτές, αναφέρουν όμως πως άλλοι ερευνητές έχουν αναφέρει επίσης ως πιθανούς συμβιωτές φυτά των γενών *Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Quercus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Salix*, *Tilia*, και *Helianthemum*. Στην έρευνά τους για τα κιστόφιλα είδη *Hebeloma* sp. συγκρίνουν μορφοανατομικά και μοριακά διάφορα είδη και καταλήγουν πως το *H. cavipes* πιθανόν είναι συνώνυμο με συλλογές που έχουν ταυτοποιηθεί ως *Hebeloma vejleense* Vesterh. (2005) και ως *Hebeloma album* Peck (1902). Στην πρώτη περίπτωση (*H. vejleense*) στηρίζονται στα μοριακά αποτελέσματα, θεωρούν απολύτως ταυτόσημες τις δύο καταγραφές και τις κατατάσσουν ως *H. cavipes*. Τα βασιδιώματα *H. vejleense* που είχαν εξεταστεί από τον Vesterholt (2005) ήταν όλα συλλογές από την Β.Ευρώπη και σχετίζονταν με φυτά των γενών *Populus*, *Tilia*, *Betula* και *Picea*. Τα αποτελέσματά τους υποστηρίζονται και από μεταγενέστερη έρευνα η οποία κατατάσσει το *H. vejleense* ως συνώνυμο του *H. cavipes* (Eberhardt et al. 2015). Στην δεύτερη περίπτωση (*H. album*), οι Eberhardt et al. (2009) θεωρούν λανθασμένη την ταυτοποίηση του *H. album* από τον Bruchet (1970), η οποία βασίστηκε στα πιο απαλά και ομοιόμορφα χρώματα του καρποσώματος και προτείνουν πως όλα τα ευρωπαϊκά είδη *H. album* που έχουν συλλεχθεί κάτω από φυτά *Cistus* στην πραγματικότητα είναι *H. cavipes*. Ωστόσο παρόλο που εξέτασαν μικροσκοπικά το τυπικό δείγμα του Peck (1902) και παρατηρούν πως μοιάζει αρκετά στο *H. cavipes* δεν προχωρούν στην απόλυτη συνωνύμησή τους, επειδή το *H. album* πρωτοπεριγράφηκε στην Αμερική.

Νεωτέρες έρευνες καταλήγουν πως το *H. cavipes* ανήκει στο τμήμα *Denudata* και θεωρείται το τυπικό είδος του υποτμήματος *Clepsydroidea* (Eberhardt et al. 2015). Οι Eberhardt et al. (2015) συγκέντρωσαν από διάφορες εργασίες τα χαρακτηριστικά του *H. cavipes* και άλλων ειδών του υποτμήματος *Clepsydroidea* και του τμήματος *Denudata*. Σύμφωνα με αυτές το *H. cavipes* σχετίζεται κατά προτίμηση με διάφορα πλατύφυλλα αλλά επίσης μπορεί να σχηματίσει συμβίωση και με κωνοφόρα, ενώ βρίσκεται σε διάφορους τύπους εδαφών. Τις περισσότερες φορές παρουσιάζει διχρωμία και είναι πιο σκούρο καφέ προς το κέντρο και πιο ανοιχτόχρωμο προς την περιφέρεια αλλά συχνά έχει ομοιόμορφους απαλούς χρωματισμούς παντού, ιδιαίτερα όταν σχετίζεται με φυτά του γένους *Cistus*. Μακροσκοπικά έχει μέση διάμετρο καπέλου 1,3-7,4 cm και μέση διάμετρο στύπου 0,3-1,5 cm. Μικροσκοπικά τα σπόρια έχουν πάντα θηλή, είναι από ελαφριά έως μετρίως τραχιά (O2,O3), χωρίς έως μέτριο περισπόριο (P0,P1,P2) και ελαφρώς έως μέτρια δεξτρινώδη (D1,D2,D3) και με μέσες διαστάσεις 13,1-15,4 x 5,4-6,5 μm, Qav=1,85-2,36, ενώ τα χειλοκυστίδια έχουν μέσες διαστάσεις Lav=41-62, Aav=5,4-7,3, Mav=3,3-5, B=5-7,6 και εμφανίζουν μέσους λόγους A/M=1,4-2,07, A/B= 0,89-1,42, B/M=1,28-1,92. Οι μορφολογικές περιγραφές στο γένος *Hebeloma*

γίνονται σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του Vesterholt (2005) και οι διαστάσεις των χελιοκυστιδίων έχουν μεγάλη ταξινομική σημασία μέσα στο γένος. Στην κλείδα που παρατίθεται το υποτμήμα *Clepsydroidea* διαχωρίζεται από τα άλλα υποτμήματα από το σχήμα των χελιοκυστιδίων που μοιάζουν με κλεψύδρα και τις ιδιότητες και την ανατομία των σπόριων του. Μέσα στο υποτμήμα *Clepsydroidea* το *H. canipes* διαχωρίζεται από τα άλλα είδη είτε από τα μη ισχυρά δεξτρινώδη σπόρια, τα χρώματα του πύλου και το μέσο μήκος των σπορίων, είτε όταν εμφανίζει πιο ισχυρή δεξτρινώδη αντίδραση των σπορίων τότε διαχωρίζεται από τις διαστάσεις τους. Οι παρατηρήσεις της παρούσας εργασίας για το *H. canipes* συμφωνούν σχεδόν εξ ολοκλήρου με τις προαναφερθέντα χαρακτηριστικά εκτός από το Qan όπου στην παρούσα εργασία ήταν 1,8 αντί για το κάτω όριο του 1,85 και από το μέσο πλάτος που στην παρούσα εργασία ήταν 7,06 μm αντί για το πάνω όριο του 6,5 μm.

Παρόλο που το *H. canipes* σχετίζεται αρκετά με φυτά *Cistus* sp., δεν υπάρχει μέχρι σήμερα κατατεθειμένη περιγραφή της εκτομυκόρριζας του (Agerer & Rambold 2004–2017). Ο μορφότυπος του *H. canipes* x *Cistus* spp. που περιγράφηκε στην παρούσα εργασία, παρουσιάζει ομοιότητα με τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους *Hebeloma* (Agerer 2006, Agerer & Rambold 2004-2017). Συγκεκριμένα εμφανίζει ανιχνευτικούς τύπους κοντινής απόστασης με άφθονες εξερχόμενες υφές κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιδίου και απουσία ριζόμορφων ή κυστιδίων, μανδύα που δείχνει υδρόφιλος ωστόσο έχει κάποια μεταξένια-ασημίζοντα σημεία που υποδεικνύουν υδροφοβικότητα, πλεκτεγχυματικό τύπου Β ή C, εξερχόμενες υφές με κρίκους ημικυκλικούς ή περισσότερο από ημικυκλικούς με σύσφιξη και κεντρικό πόρο, αναστομώσεις ανοιχτές με μακριά γεφύρωση, σπάνια δευτερογενή-απλά διαφράγματα, χρώμα ανοιχτό μπεζ, με λευκά μεταξένια κομμάτια κατά σημεία και επιφάνεια μακροσκοπικά λαμπερή προς ασημίζουσα θαμπή. Το *H. canipes* x *Cistus* spp. διαφοροποιείται από τα βασικά χαρακτηριστικά του γένους μόνο στην καταγραφή του μανδύα ως πιθανά υδρόφιλου με σαφή υδρόφοβα σημεία. Πρέπει να σημειωθεί πως έχουν περιγραφτεί πλήρως μόλις 8 εκτομυκόρριζες *Hebeloma* (Agerer & Rambold 2004-2017). Η υδροφοβικότητα του μανδύα διακρίνεται από τις ασημί-θαμπές περιοχές του μανδύα όταν βρίσκεται μέσα σε νερό οι οποίες δημιουργούνται από τις φυσαλίδες αέρα που παγιδεύονται ανάμεσα στις υφές. Είναι πιθανό και μόνο η παρουσία κάποιων υδρόφοβων σημείων να αρκεί για να χαρακτηριστεί ο μανδύας ως υδρόφοβος. Από τα παραπάνω, καθώς δεν υπάρχει κάποιο σημαντικό μορφοανατομικό χαρακτηριστικό που να μη συνάδει με τις υπάρχουσες περιγραφές εκτομυκορριζών *Hebeloma* και δεδομένου ότι η μοριακή ταυτοποίηση του δείγματος παραπέμπει στο είδος *H. canipes*, η καταγραφή του *H. canipes* x *Cistus* spp. θεωρείται ως ορθή.

***Lactarius tesquorum* Malençon, (1979)**

Εικόνα 31. Βασιδίσωμα *Lactarius tesquorum* απο την περιοχή της Άνδρου.

Κωδικός Συλλογής: Άνδρος A 1289

Περιοχή Συλλογής: Άνδρος, παραλία Αγίου Πέτρου, θαμνώδη σημεία με *Cistus creticus*, *Lavandula stoechas*, *Corydorthymus capitatus*, *Calycotome vilosa*, *Sarcopoterium spinosum* & *Genista acanthoclada*.

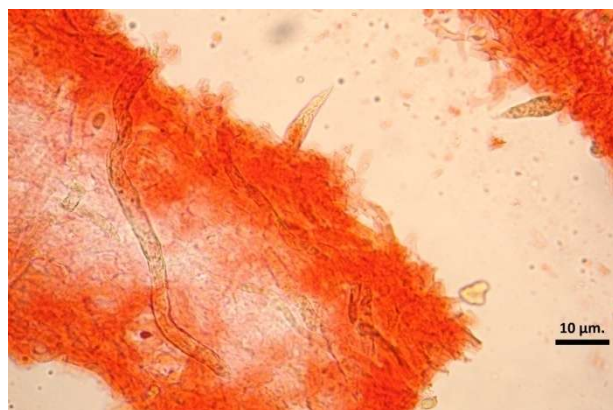
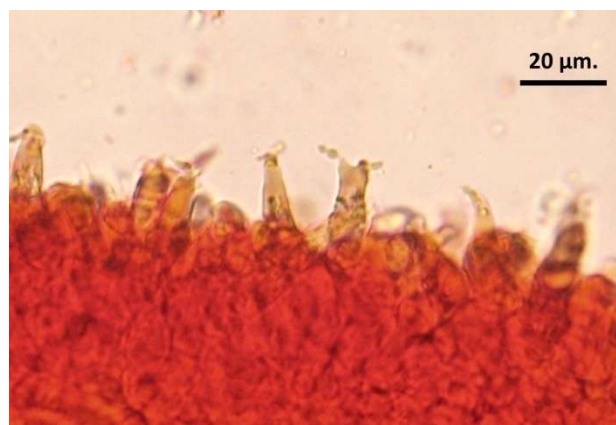
Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Πίλος: 4-8,5 cm, σχήμα εξ αρχής με βυθισμένο κέντρο έως τελικά χωανοειδής. Χρώμα ανοικτό προτοκαλί έως βαθύ κίτρινο. Περιφέρεια αρχικά έντονα συνεστραμμένη και τελικά επίπεδη. Επιφάνεια, κολλώδης, έντονα τριχωτή αρχικά σε όλη την επιφάνεια και αργότερα μόνο προς την περιφέρεια. Ελάσματα προσφυή έως ελάχιστα κατερχόμενα συχνά διχαλωτά ή με αναστομώσεις στην πρόσφυσή τους με το στύπο, λευκά αρχικά έως κρεμ-ωχρά, γαλακτώδες υγρό άφθονο, λευκό μη μεταχρωματιζόμενο, με γεύση καυτερή. Στύπος 3-4,5 x 1,3-1,5 cm, σχεδόν κυλινδρικός λεπταίνει ελαφρώς προς τη βάση, λείος, με χνοώδη επιφάνεια. Χρώμα λευκό-κρεμ. Σχέση πύλου-στύπου IS= 1,61. Σάρκα λευκή έως ωχρόλευκη, με ασθενή οσμή και πολύ καυτερή γεύση.

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Σπόρια: ευρέως ελλειψοειδή έως επιμήκη με ακίδες κατά κανόνα συνδεδεμένες μεταξύ τους, σχηματίζοντας ατελές δικτυωτή διακόσμηση ύψους έως 0,5 μm, έντονα αμυλώδη. Διαστάσεις 7-9 (10,0) x 4,5 - 5,5(6,0) μm [M.O. = 5,18 x 8,15 μm], Q = 1,40-1,67(1,82) Qav. = 1,58. Βασίδια

τετράσπορα, σχεδόν κυλινδρικά έως επιμήκη ροπαλόμορφα, $36-45 \times 8-11 \mu\text{m}$. Υμενιοκυστίδια $8-10 \times 43-55 \mu\text{m}$, Μ.Ο.= $47,67 \times 87,4 \mu\text{m}$. Πλευρομακροκυστίδια ατρακτοειδή, κατά κανόνα με κοντή νηματοειδή απόφυση στο άκρο, κορυφή συχνά με περισφίξεις, σπανιότερα διχαλωτή. Ακμή ελάσματος στείρα ή σχεδόν στείρα. Χειλομακροκυστίδια όπως στις πλευρές των ελασμάτων αλλά όχι σπάνια διχαλωτά, με 2(-3) αποφύσεις στο άκρο τους, αναμέσά τους υπάρχουν κοντά ροπαλοειδή παρακυστίδια και σπανίως κάποια βασίδια. Επιδερμίδα πύλου αποτελούμενη από υφές βυθισμένες σε ζελατινώδη ουσία (Ιxocutis). Επιδερμίδα στύπου με χαρακτηριστική δομή από πολυάριθμα καυλοκυστίδια, $30-80 \times 5-11 \mu\text{m}$, παρόμοια με τα υμενιακά κυστίδια αλλά κατά μέσον όρο πιο στενόμακρα ατρακτοειδή, κατά κανόνα με σουβλερό άκρο, ανάμικτα με κυλινδρικά ή ροπαλοειδή στοιχεία πάχους 4- 10 μm , ενίοτε και καυλοβασίδια. Κρίκοι απόντες απ' όλους τους ψευδοϊστούς.



Εικόνα 32. Πάνω αριστερά: Αμυλώδη σπόρια με διάκοσμο. Πάνω δεξιά: Άκρο ελάσματος. Χειλομακροκυστίδια με 2-3 αποφύσεις στο άκρο τους. Κάτω αριστερά: Τομή στύπου, όπου διακρίνεται καυλοκυστίδιο και πιθανον γαλακτοφόρος υφή. Κάτω δεξιά: Καυλοκυστίδια με σουβλερό άκρο.

***Lactarius tesquorum* x *Cistus* spp.**

Εικόνα 33. Εκτομυκόρριζα *Lactarius tesquorum* x *Cistus* spp. από την περιοχή της Άνδρου.

Κωδικός Συλλογής: Άνδρος AC 28241, AC 6431

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων μονοπόδια πτεροειδής / Μονοπόδια πυραμιδεοειδής / Ακανόνιστα πτεροειδής, αδιακλάδιστες ή με διακλαδώσεις 1^{ης} τάξης **Πυκνότητα ακρορριζίων ανά 10mm (εφόσον η διακλάδωση είναι μονοπόδια):** 7-9/5mm **Δείκτης διακλάδωσης:** Περίπου 1,5-2 **Διαστάσεις** 2-5 x 0,5 -2 mm **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Άφθονα **Μανδύας:** Μάλλον υδρόφιλος **Ακρορριζίο:** Ευθυτενές / Κυρτό, με κυλινδρικό προς λεπυνόμενο άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος: 1-2,5 mm, Πλάτος: 0,2-0,35 mm **Χρώμα:** Λευκό κρέμ έως μπεζ, ομοιόχρωμο σε όλο το μήκος **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας:** Μη ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα:** Μη διαπερατό **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Χρώμα γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Ανοιχτό πορτοκαλί **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια:** Λεία, αραιά κοκκώδης **Ανιχνευτικοί τύποι:** Μεσαίας απόστασης - λείου τύπου **Εξερχόμενες υφές:** Απουσία **Ριζόμορφα:** Παρουσία, Πάντα παρόντα άλλα αραιά **Διαστάσεις:** d = 0,05-0,1 mm **Σχήμα:** Στρογγυλό – κυλινδρικό **Χρώμα:** Λευκό – μπεζ **Είδος διακλαδώσεων / συχνότητα:** Αραιές σε διακριτά σημεία **Σημείο ένωσης με το ακρορριζίο:** Στην βάση **Τρόπος ένωσης ριζόμορφου – μανδύα:** Σαφής **Σχέση με το εδαφικό περιβάλλον:** Μερική ανάπτυξη παράλληλα με τις ρίζες **Περιφέρεια ριζόμορφου:** Λεία **Διμορφισμός:** Δεν παρατηρήθηκε **Σκληρώτια:** Απουσία.

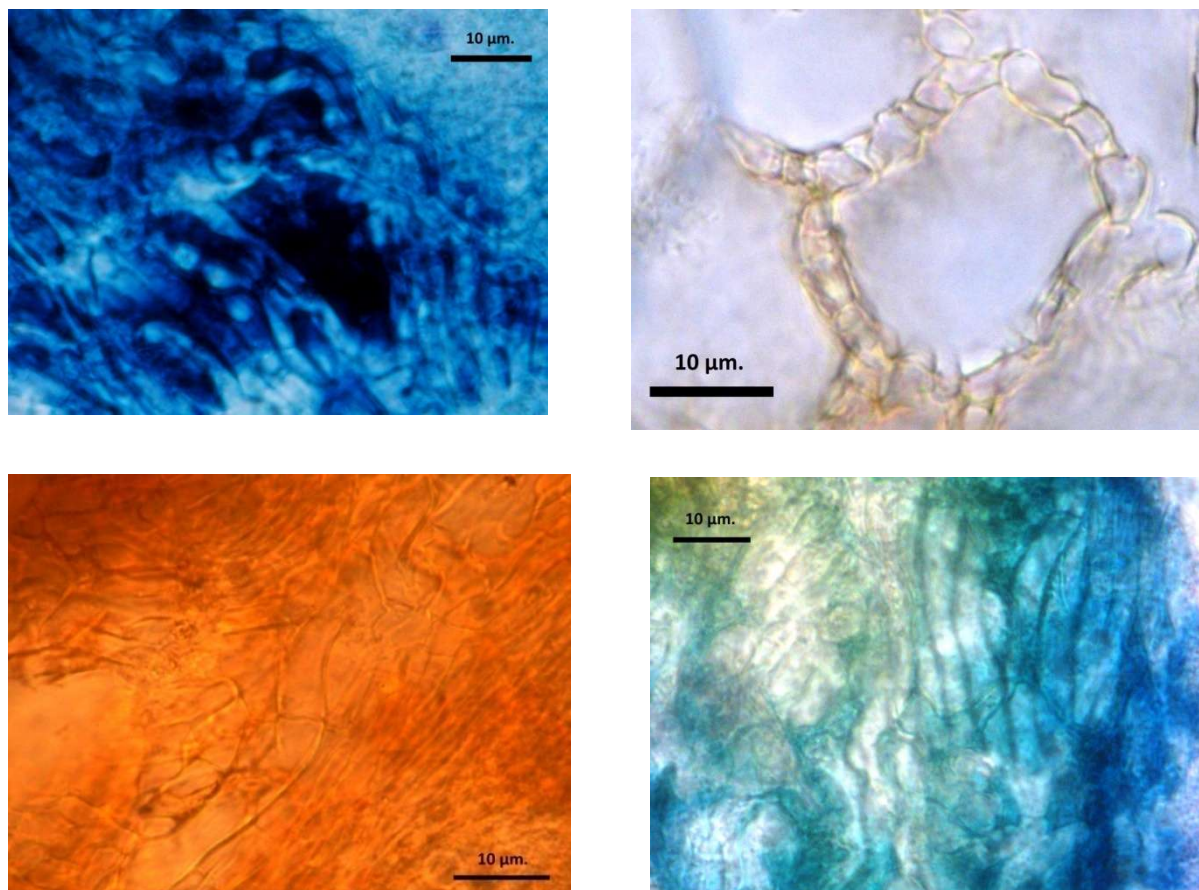
Ανατομικά χαρακτηριστικά:

Εξερχόμενα στοιχεία: Ριζόμορφα **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Παρουσία, στην εξωτερική στοιβάδα του μανδύα **Μπλε κόκκοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία **Τοποθεσία:** Επιφάνεια μανδύα / Εξωτερική στοιβάδα / Μεσαία στοιβάδα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με μη ζελατινώδες πλέγμα στην εξωτερική στοιβάδα, τη μεσαία στοιβάδα και την ελεύθερη επιφάνεια του μανδύα **Διαστάσεις:** Συνολικό πάχος μανδύα (10)15-25 μm εκτός άκρου και 7-15 (20) μm στο σημείο του άκρου **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (εκτός του άκρου):** Πλεκτεγχυματική τύπου Β, με αδιαφοροποίητη ή κατά σημεία παράλληλη δομή υφών **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα υφών:** Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών:** Απουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης:** Μέχρι 120° **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων:** Λεπτότερο από το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων **Κρίκοι υφών μανδύα:** Απουσία **Σχήμα υφών του μανδύα:** Κυλινδρικό χωρίς σύσφιξη στα διαφράγματα **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, υαλώδη χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, 3-5 μm διάμετρος **Διαφράγματα:** χωρίς κρίκους **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο / με ευρεία συσσωματώματα παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος:** Μη ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα:** Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, επιφάνεια λεία, 3-5 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα:** Πλεκτεγχυματική με ευρεία συσσωματώματα παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος:** Απουσία **Αγγειόμορφες υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι:** Απουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, χωρίς χρωστική, 3-5 μm διάμετρος **Διαφράγματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα (στο άκρο της μυκόρριζας):** Πλεκτεγχυματική με μη ζελατινώδες πλέγμα και διάμετρο υφών 3-5 μm **Ανατομία σε επιμήκη τομή:** Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): (10)15-25 μm Πάχος μανδύα (στο άκρο): 7-15 (20) μm **Υπολείμματα καλύπτρας:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Σχετικά διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 3-10 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** 3-7 μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 3-5 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Απουσία **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας:** Ορθογώνιο / Κυκλικό / Οβάλ με κάθετη διεύθυνση **Διαστάσεις:** d = 12-20 μm **Δίκτυο Hartig:** Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε δύο σειρές κυττάρων **Σχήμα κυττάρων:** κυλινδρικό **Διαστάσεις κυττάρων:** 3-4 x 4-5 μm διάμετρο **Σχήμα**

σε κάτοψη: τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 1-3 μm Διαφράγματα λοβών: δεν παρατηρήθηκαν Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία Ανατομία σε εγκάρσια τομή: Υπολείμματα καλύπτρας: Δεν παρατηρήθηκαν Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα: Σχετικά διακριτές Εξωτερική στοιβάδα μανδύα: Παρουσία Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα: Πλεκτεγχυματική Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα: 3-12 μm Μεσαία στοιβάδα μανδύα: Παρουσία Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα: Πλεκτεγχυματική Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα: 3-7 μm Εσωτερική στοιβάδα μανδύα: Παρουσία Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα: Πλεκτεγχυματική Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα: 3-5 μm Κύτταρα με τανίνη: Απουσία Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας: Οβάλ με κάθετη διευθέτηση Διαστάσεις: 8-15 x 18-30 (35) μm Δίκτυο Hartig: Περιεπιδερμικό εκτεινόμενο σε μιάμιση σειρά κυττάρων της επιδερμίδας Σχήμα κυττάρων Κυκλικό ακανόνιστο / κυλινδρικό Διαστάσεις κυττάρων: 3-5 μm διάμετρο Σχήμα σε κάτοψη: τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 1-3 μm Διαφράγματα λοβών: δεν παρατηρήθηκαν Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα φλοιού): Μία Εξερχόμενα υφές: Δεν παρατηρήθηκαν Κυστίδια: Δεν παρατηρήθηκαν Ριζόμορφα: Τύπος: Τύπος Β, C Κόμβοι / συμπλέγματα υφών: Παρουσία Εσωτερικοί κόμβοι / συμπλέγματα: Παρουσία Ζελατινώδες πλέγμα: Παρουσία Ζελατινώδεις υφές: Παρουσία Υφές διαφορετικών διαμέτρων: Δεν παρατηρήθηκαν Επιφανειακές κυπελλοειδείς κατασκευές: Δεν παρατηρήθηκαν Κωνικές, πλευρικές διακλαδώσεις σαν καταβολές: Δεν παρατηρήθηκαν Συμπλέγματα λεπτών υφών σαν μαλλί: Δεν παρατηρήθηκαν Τοποθεσία μπλε κόκκων: Δεν παρατηρήθηκαν Υφές ριζόμορφων: Κρίκοι: Απουσία Περιεχόμενα: Απουσία Κυκλικά κύτταρα υφών με κιτρινωπό πλάσμα: Δεν παρατηρήθηκαν Κύτταρα υφών με κλιμακωτή εμφάνιση: Δεν παρατηρήθηκαν Αγγειόμορφες ή παχιές υφές: Δεν παρατηρήθηκαν Κεντρικές μη αγγειόμορφες υφές: Δεν παρατηρήθηκαν Περιφερειακές υφές: Παρουσία Επιφανειακά κύτταρα που χρωματίζονται με σουλφοβανιλίνη: Δεν παρατηρήθηκαν Διογκωμένα επιφανειακά κύτταρα που δεν χρωματίζονται με σουλφοβανιλίνη: Δεν παρατηρήθηκαν Σχήμα: Ακανόνιστα ελικοειδείς / κυματιστές Χρωστική: Απουσία Διάμετρος: 2-3 μm Πάχος τοιχωμάτων: 0,1-0,2 μm Επιφάνεια: Λεία Σταγόνες εκκρινόμενης χρωστικής: Παρουσία Μεμονωμένες, παχιές υφές: Απουσία Χλαμυδοσπόρια: Παρουσία, χωρίς εξειδικευμένα στοιχεία, καφετί χρώματος, 3-5 μm διάμετρος Μυζητήρες: Παρουσία, Άφθονοι, Σχήμα στρογγυλό με διάμετρο 3-8 μm .

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία Αντιδραστήριο Meltzer's: Αμυλώδης στις υφές του μανδύα KOH10%: Δεν παρατηρήθηκε.



Εικόνα 34. Πάνω αριστερά: Τομή μανδύα σε κάτοψη, διακρίνεται η πλεκτηγχυματική δομή. Πάνω δεξιά: Δίκτυο Hartig. Κάτω αριστερά – δεξιά: Τομή μανδύα, διακρίνονται παχιές υφές με ατελή διαφράγματα, πιθανόν να πρόκειται για γαλακτοφόρους.

Σχόλια:

Το *Lactarius tesquorum* Malençon (1979) θεωρείται ως ένα εξειδικευμένο, κιστόφιλο, εκτομυκορριζικό είδος βασιδιομύκητα (Comandini 2006). Σύμφωνα με τον Hutcison (1999) τα είδη του γένους *Lactarius* θεωρούνται ως συμβιωτές τελευταίων σταδίων. Το *L. tesquorum* κατατάσσεται στο τμήμα *Piperites* (Nuytinck et al. 2004), το οποίο χαρακτηρίζεται από τον κολλώδη πύλο, με χνουδωτή έως τριχωτή περιφέρεια, το γαλακτώδες υγρό που δεν μεταχρωματίζεται, τα αραιά προς πυκνά μακροκυστίδια, τη ζελατινώδη δομή της επιδερμίδας του πύλου και τα υπο-δικτυωτά σπόρια διακοσμημένα από κυκλικά επάρματα (Nuytinck et al. 2004). Όπως συνοψίζεται στην εργασία της Τριανταφύλλου (2012) το *L. tesquorum* έχει καταγραφεί σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας σε ενδιαιτήματα όπου απαντώνται φυτά του γένους *Cistus*. Αναγνωρίζεται στο πεδίο από την συνύπαρξη με είδη *Cistus*, τον κολλώδη πύλο με το τριχωτό χείλος και τον βραχύ στύπο (Nuytinck et al. 2004, Τριανταφύλλου 2012). Σύμφωνα με την Τριανταφύλλου (2012) σε μικροσκοπικό επίπεδο, ιδιαιτέρως χαρακτηριστικά είναι τα ατρακτοειδή κυστίδια που βρίσκονται στον στύπο, γνώρισμα όχι και τόσο σύνηθες για είδη του γένους.

Η εκτομυκόρριζα *Lactarius tesquorum* x *Cistus* spp. αποτελεί μία από τις τέσσερις περιγραφείσες εκτομυκόρριζες σε *Cistus* (Nuytinck et al. 2004, Agerer & Rambold 2004–2017). Η περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών της εκτομυκόρριζας *Lactarius tesquorum* + *Cistus* spp. κατά Agerer (1987-2002, 2006) είναι η εξής: Ανιχνευτικοί τύποι μακρινής απόστασης, χωρίς εξερχόμενες υφές ή κυστίδια, παρουσία ιδιαιτέρως διαφοροποιημένων ριζόμορφων τύπου F με κεντρική διογκωμένη υφή με διαφράγματα και περιφερειακές υφές χωρίς κρίκους ή ελαφρώς διαφοροποιημένων τύπου E (ή C?), υδρόφιλο μανδύα, πλεκτεγχυματικό με διακριτό δίκτυο υφών τύπου B ή C, ο οποίος εκκρίνει λευκό γαλακτώδες υγρό όταν τραυματίζεται, γαλακτοφόρους αδένες στην μεσαία στοιβάδα του μανδύα και χρώματα μανδύα κιτρινωπά προς κίτρινο-καφέ. Τα δύο δείγματα που μελετήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας διαφοροποιούνται από την παραπάνω περιγραφή κυρίως γιατί δεν παρατηρήθηκαν γαλακτοφόροι αδένες και έκκριση γαλακτώδους υγρού κατά τον τραυματισμό του μανδύα και δευτερευόντως επειδή παρατηρήθηκαν μη διαφοροποιημένα ριζόμορφα τύπου B. Κατά τα άλλα η μορφολογική εξέταση συμφωνεί με όσα σχετικά παραθέτονται από τον Agerer (1987-2002, 2006). Όμως, κατά τους Agerer & Rambold (2004–2017) οι γαλακτοφόροι ξεχωρίζουν ή από τη φαρδύτερη διάμετρο των υφών, είτε από τον αποκλίνοντα τρόπο διακλάδωσης των υφών είτε από το περιεχόμενό τους σε γαλακτοφόρο έκκριμα. Αναλόγως του είδους και του δείγματος, η διάκριση μπορεί να είναι δύσκολη και απαιτείται χρήση μεγάλης μεγέθυνσης στο μικροσκόπιο και προσοχή στην εστίαση για να αποκαλυφθούν. Επίσης υπάρχει στην βιβλιογραφία περιγραφείσα εκτομυκόρριζα *Lactarius* η οποία στερείται γαλακτοφόρων (*L. piperitus*), ενώ στην επίσημη περιγραφή οι γαλακτοφόροι του *Lactarius tesquorum* x *Cistus* spp. αναφέρονται ως μη χρωματισμένοι. Επιπλέον στην περιγραφή της εκτομυκόρριζας των Nuytinck et al. (2004) σχετικά με τα ριζόμορφα αναφέρεται πως είναι σπάνια και πως τα μικρότερης διαμέτρου ριζόμορφα είναι ελαφρώς διαφοροποιημένα χωρίς να αναφέρεται σε τύπο, το οποίο όμως στην βάση δεδομένων των Agerer & Rambold (2004–2017) μεταφράζεται ως τύπος E, ενώ θα έπρεπε να ερμηνευτούν ως τύπος C. Παρόλα αυτά παραμένει ανεξήγητη η αδυναμία παρατήρησης εκκρίσεων γαλακτώδους υγρού. Ωστόσο καθώς και από τα δύο δείγματα παραλήφθηκαν αλληλουχίες ITS-5,8S rDNA που υπέδειξαν το είδος *L. tesquorum*, η συγκεκριμένη ταυτοποίηση θεωρείται ορθή.

Το γένος *Lactarius* είναι ένα από τα καλύτερα μελετημένα σχετικά με τις εκτομυκόρριζες και έχουν περιγραφεί 41 εκτομυκορριζικοί συνδυασμοί φυτών με μύκητες του συγκεκριμένου γένους (Agerer & Rambold 2004–2017). Σύμφωνα με τον Agerer (2006) οι εκτομυκόρριζες του γένους *Lactarius* είναι συχνά θύματα μυκοπαρασιτισμού ή από άλλα εκτομυκορριζικά είδη (πχ. του γένους *Russula*), είτε από ασκομύκητες. Μάλιστα υπάρχουν είδη *Lactarius* που σχηματίζουν κάποιες από τις πιο μεγάλες εκτομυκόρριζες στην φύση γιατί γίνονται υπερτροφικές λόγω αυτής της σχέσης. Οι εκτομυκόρριζες του γένους *Russula* μαζί με αυτές του γένους *Lactarius* είναι επίσης από τις πιο ερευνημένες (41 *Lactarius* sp., 79 *Russula* sp.) και με βάση αυτά τα δύο γένη, που είναι και βασικοί

αντιπρόσωποι της οικ. *Russulaceae*, θα μπορούσαν να εξαχθούν χρήσιμα ταξινομικά συμπεράσματα. Έχει ενδιαφέρον πως όσο περισσότερα στοιχεία μαζεύονται τόσο περισσότερο διευρύνονται τα χαρακτηριστικά που παρατηρούνται μέσα στο είδος διότι απαντώνται περισσότερες υποπεριπτώσεις (Agerer 2006). Οι εκάστοτε υποπεριπτώσεις μπορεί να υποδηλώνουν κάποια φυλλογενετική σχέση μεταξύ υποδιαιρέσεων μέσα στο γένος, πχ. το γένος *Russula* διαχωρίζεται ανατομικά στις εκτομυκόρριζες από την παρουσία ή μη κυστιδίων, με τα κυστιδιοφόρα είδη να σχηματίζουν κυρίως russuloid ριζόμορφα και να ανήκουν στα υπογένη *Compacta*, *Heterophyllidae* και *Ingratula* (Beenken 2004a,b) ενώ τα μη κυστιδιοφόρα είδη έχει παρατηρηθεί πως σχηματίζουν σχεδόν αποκλειστικά ψευδοπαρεγχυματικούς μανδύες (Agerer 2006). Στο γένος *Lactarius* εμφανίζεται σχετική αντιστοιχία στα χρώματα των υφών και του γαλακτώδους υγρού μεταξύ βασιδιωμάτων και εκτομυκορριζών (Agerer & Rambold 2004–2017).

***Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. (1909)**

Εικόνα 35. Βασιδιώματα *Rhizopogon roseolus* από την περιοχή του Σχινιά.

Κωδικός Συλλογής: Σχινιάς 17013

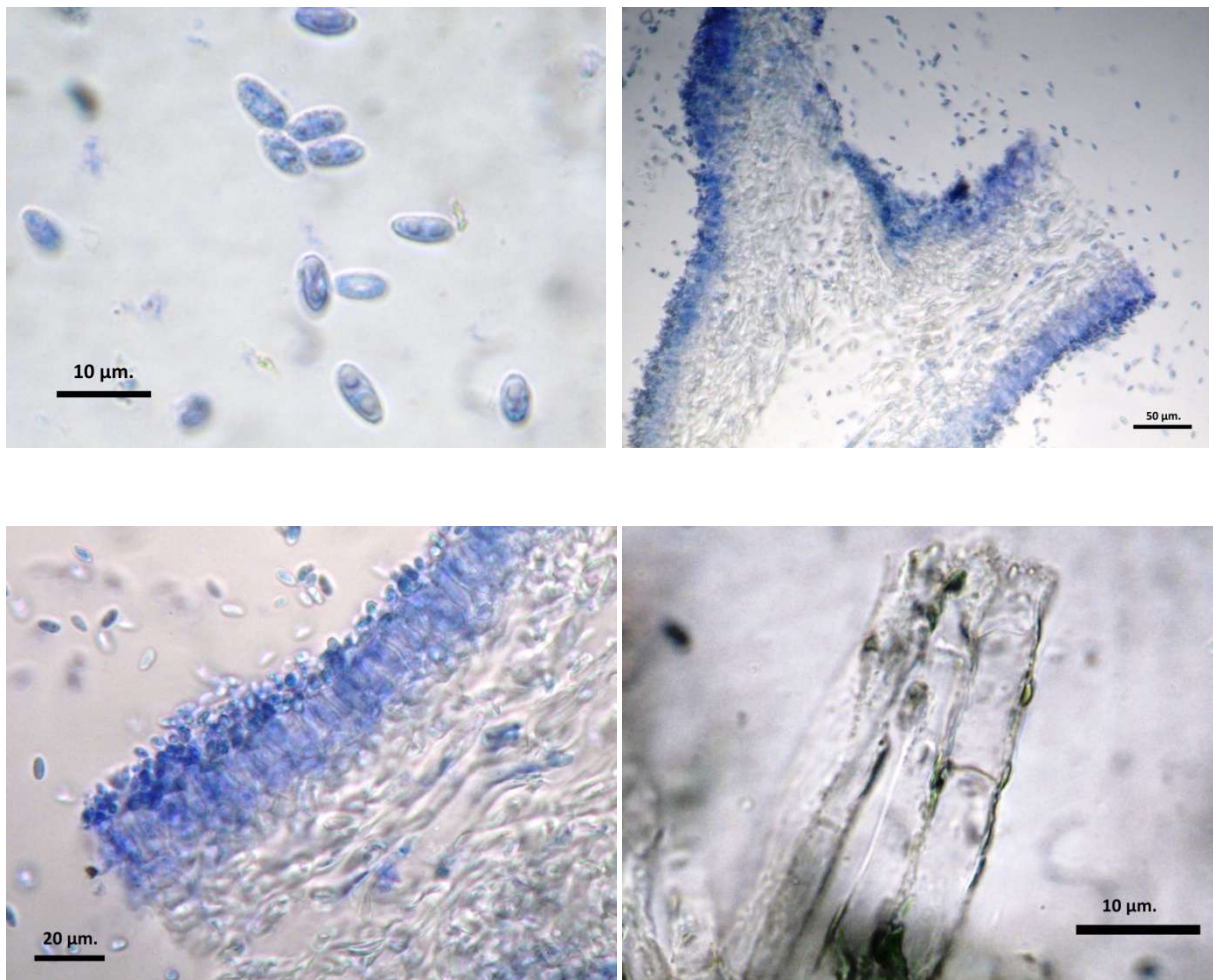
Περιοχή Συλλογής: Σχινιάς Αττικής, παραθαλάσσιο δάσος κωνοφόρων με *Pinus pinea* και *Pinus halepensis*. Το δείγμα βρισκόταν σε επαφή με ρίζες *Pinus pinea* οι οποίες καλύπτονταν μόνο κατά το κάτω ήμισυ από την άμμο.

Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Καρπόσωμα: Κυρίως επίγειο, καλυπτόμενο κατά το ήμισυ από την άμμο έως υπόγειο, καλυπτόμενο σχεδόν πλήρως από την άμμο. Διαστάσεις 2-3 x 3-4 cm. Σχήμα ακανόνιστα στρογγυλό ή ωοειδές, με λεπτύνση προς την βάση. Χρώμα μπεζ με ρόζ-κοκκινωπούς τόνους όταν είναι νεαρό, περισσότερο καφε-λαδί στην ωριμότητα. Επιφάνεια λεία, με αδρή όψη, στεγνή και στιλπνή στην αφή. Σάρκα (gleba) λευκή αρχικά, με όψη σαν μήλο κομμένο, αρφότερα λαδί προς σκούρο καφέ. Πηρίδιο κοκκινωπό σε εγκάρσια τομή, πάχους 0,2- 0,3 mm περίπου. Δεν παρατηρήθηκαν ριζόμορφα. Οσμή ουδέτερη. Γεύση δεν εξετάστηκε. Δεν εφαρμόστηκε ΚΟΗ.

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Σπόρια κυλινδρικά, ελλειψοειδή ή φασειολόμορφα. Λεπτότοιχα προς ελαφρώς παχύτοιχα, υαλώδη με δύο ελαιώδεις σταγόνες στο εσωτερικό. Διαστάσεις 6,5 (7,1) 8,0 x 3 (3,6) 4 μm, Q=1,63 (1,99) 2,33, V= 30,62 (46,65) 66,99. Βασίδια 4σπορα, κυλινδρικά, ατρακτοειδή, 20 – 23 x 7-8 μm. Υφές gleba d=3-4 μm. Υφές πηριδίου επιμεμβρανικά καφετιές, ελαφρώς παχύτοιχες, διάμετρος 5-6 μm.



Εικόνα 36. Πάνω αριστερά: Σπόρια. Πάνω δεξιά: Υμενοφόρος. Κάτω αριστερά: Λεπτομέρεια υμενοφόρου. Κάτω δεξιά: Υφές πληριδίου.

***Rhizopogon roseolus* x *Pinus* spp.**

Εικόνα 37. Εκτομυκόρριζα *Rhizopogon roseolus* x *Pinus* spp. από την περιοχή του Σχινιά.

Κωδικός Συλλογής: Σχινιάς SXP 17511, SXP 141022, SXP 141022b, SXP 141023, SXP 141044 –
Στροφιλιά STP 24521

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων Διχοτομικά / Κοραλλιόμορφα / Σχεδόν Φυματιόμορφα, με εμφανείς διακλαδώσεις μέχρι 1^{ης} τάξης **Διαστάσεις** 1,5 – 3 (4,5) x (1) 1,5 – 3,5 (5) mm **Επιφάνεια (εφόσον θεωρηθούν φυματιόμορφα)**: Ινώδης / Ποικιλόμορφη **Χρώμα (εφόσον είναι φυματιόμορφα)**: Λευκό –ροζ, σομόν **Άφθονία εμφάνισης στο δείγμα**: Άφθονα **Μανδύας**: Μάλλον υδρόφοβος **Ακρορρίζιο**: Σχήμα μάλλον ευθυτενές με κυλινδρικό άκρο **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων**: Μήκος 0,3 – 1 mm, Πλάτος: 0,2-0,4 mm **Χρώμα**: Σομόν, λευκό-ροζ (αργότερα μπεζ με σομόν τόνους) **Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας**: Μη ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα**: Διακριτή **Οπτική διαπερατότητα μανδύα**: Μη διαπερατός **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο)**: Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα**: Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη**: Δεν παρατηρήθηκε **Επιφάνεια**: Μακροσκοπικά ασημίζουσα – θαμπή, μη λεία / Αραιά βαμβακώδης προς αραιά ινώδης από εξερχόμενα στοιχεία **Ανιχνευτικοί τύποι**: Μακρινής απόστασης **Εξερχόμενες υφές**: Παρουσία, Άφθονες, Κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιδίου **Ριζόμορφα**: Παρουσία, σχετικά άφθονα **Διαστάσεις**: (0,05) 0,1 - 02 mm (100+ μm) **Σχήμα**: Στρογγυλό- κυλινδρικό **Χρώμα**: Ομοιόχρωμο με το ακρορρίζιο, δεν παρατηρήθηκε μεταχρωματισμός μετά από τραυματισμό **Είδος διακλαδώσεων / συχνότητα**: Συχνές διακλαδώσεις σε διακριτά σημεία **Τρόπος ένωσης ριζόμορφου – μανδύα**: Σαφής **Σχέση με το εδαφικό περιβάλλον**: Ανάπτυξη παράλληλη με το ριζικό σύστημα / Μερική ανάπτυξη παράλληλα με τις ρίζες **Περιφέρεια**

ριζόμορφου: Μαλλιαρή Διμορφισμός: Μορφολογικά απλά παρατηρούνται διαφορετικής διαμέτρου ριζόμορφα, όχι υφές **Σκληρώτια**: Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

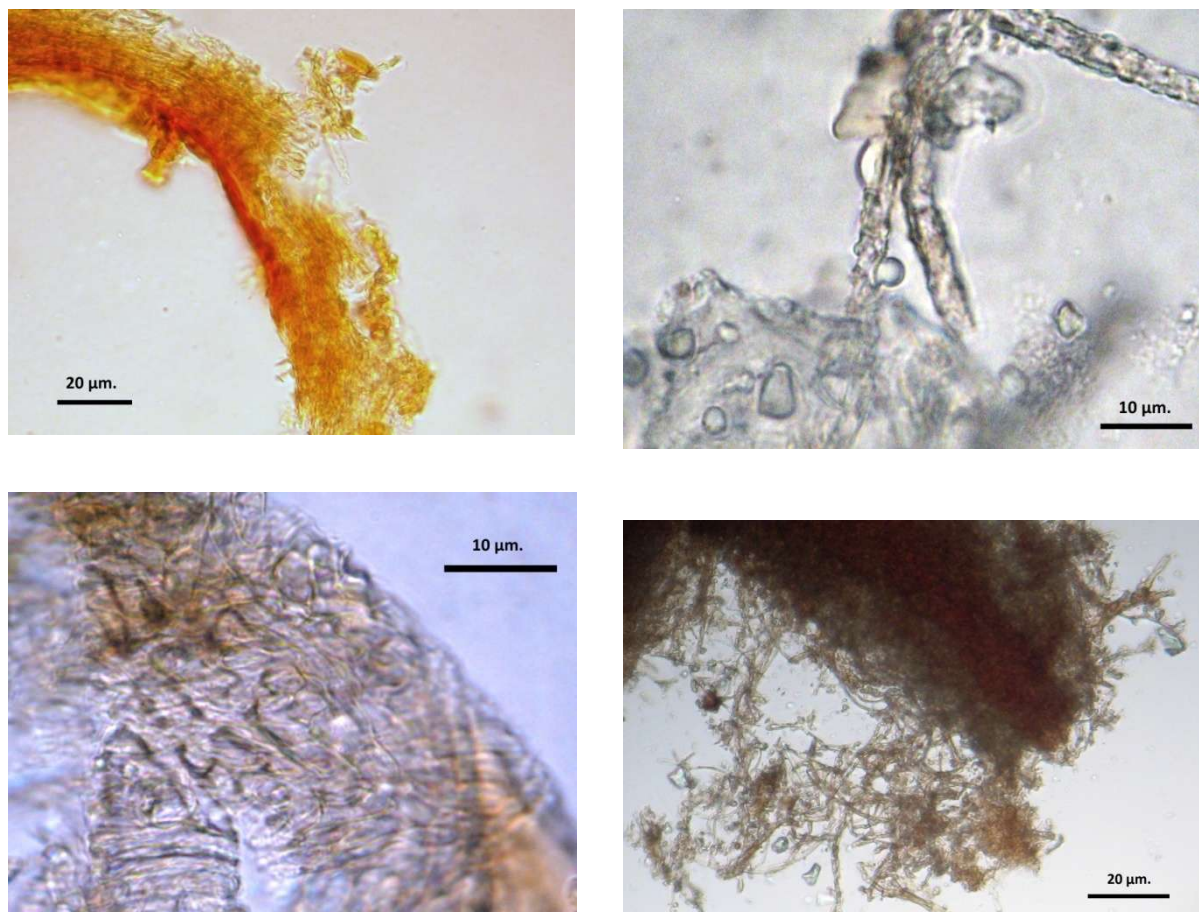
Εξερχόμενα στοιχεία: Ριζόμορφα / Εξερχόμενες Υφές **Κυστίδια**: Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι**: Παρουσία Τοποθεσία: Εξωτερικές στρώσεις μανδύα και ριζόμορφου **Μπλε κοκκοί**: Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία**: Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα**: Πλήρης **Ζελατινώδης – κολλώδης πλέγμα**: Παρουσία (Ζελατινώδης) Τοποθεσία: Εξωτερική στρώση μανδύα **Μανδύας**: Πλεκτεγχυματικός **Δομή**: Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με ζελατινώδης πλέγμα ανάμεσα στις υφές, κυρίως της εξωτερικής και μεσαίας στοιβάδας του μανδύα **Διαστάσεις**: **Πάχος μανδύα** (εκτός άκρου): (10) 15-40 (50) μm **Πάχος μανδύα** (στο άκρο): (5) 10-25 (30) μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματική, με υφές αδιαφοροποίητες, τύπου C **Τύπος πλέγματος**: Ζελατινώδης **Ατελή διαφράγματα υφών**: Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα**: Δεν παρατηρήθηκαν **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών**: Παρουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης**: Δεν παρατηρήθηκαν **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων**: Μη ευκρινές, πιθανόν λεπτότερο **Κρίκοι υφών μανδύα**: Απουσία **Σχήμα υφών του μανδύα**: Κυλινδρικό χωρίς σύσφιξη (Μη ευκρινές) **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, επιφανειακά ή ενδομεμβρανικά καφετί, επιφάνεια με πολλούς κρυστάλλους και με εδαφικά συσσωματώματα, 1,5 -3 (4) μm διάμετρος **Διαφράγματα**: Απλά **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Παρουσία / σχήμα κρυστάλλων**: Παρουσία / Ακανόνιστο (γωνιώδης) **Διαστάσεις κρυστάλλων**: 1-1,5(2) x 0,3-1(1,5) μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο/ Με δέσμες παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος**: Ζελατινώδης **Ατελή διαφράγματα**: Μη ευκρινές **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά καφέ-κίτρινο, επιφάνεια με κρυστάλλους, 2-3,5 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Διαστάσεις κρυστάλλων**: d=0,1-0,2 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα**: Πλεκτεγχυματική με ευρεία συσσωματώματα παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος**: Δεν παρατηρήθηκε **Αγγειόμορφες υφές**: Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι**: Δεν παρατηρήθηκαν **Κύτταρα υφών μανδύα**: Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά καφέ-κίτρινο, 2-3 μm διάμετρος **Διαφράγματα εσωτερικής στρώσης μανδύα**: Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (στο άκρο της μυκόρριζας): Παρόμοια με τα άλλα κομμάτια του μανδύα, με ζελατινώδης πλέγμα **Ανατομία σε επιμήκη τομή**: Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): (10) 15-40 (50) μm **Πάχος μανδύα** (στο άκρο): (5) 10-25 (30) μm **Υπολείμματα καλύπτρας**: Δεν παρατηρήθηκαν (μη ευκρινές) **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα**: Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα**: (3) 5- 15 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα**: Παρουσία

Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα: Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** (3)5 – 20 μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** (3) 5 -10 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Παρουσία σε μία με δύο σειρές **Σχήμα** Οβάλ, ελλειπτικά ή κυλινδρικά, με εφαπτόμενη διευθέτηση, παράλληλη προς την ρίζα **Διαστάσεις:** 13- 27 x 30 –70 (85) μm **Δίκτυο Hartig:** Μάλλον παραενδοδερμικό (Μη ευκρινές) **Σχήμα δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μη ευκρινές (Μάλλον στρογγυλό χαντρόμορφο) **Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μη ευκρινές (περίπου 1- 1,5 μm) **Σχήμα σε κάτοψη** τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 1-3 μm **Διαφράγματα λοβών:** Δεν παρατηρήθηκαν **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μη ευκρινές (μάλλον πολλαπλές) **Ανατομία σε εγκάρσια τομή:** **Υπολείμματα καλύπτρας:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 3 – 15 μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** 5 -20 μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 3 – 10 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Παρουσία (Τα καφέ κύτταρα ξεκινούν μια-δύο σειρές μετά την επιδερμίδα προς το κέντρο της ρίζας. Εδώ περιγράφονται τα επιδερμικά, υαλώδη κύτταρα) **Σχήμα:** Ωοειδή προς ελλειπτικά, παράλληλα διευθετημένα προς την ρίζα **Διαστάσεις:** 20 - 40 x 50 – 80 (100) μm **Αριθμός κυττάρων τανίνης σε σειρά:** Μία-δύο **Σχήμα επιδερμικών κυττάρων του φλοιού της ρίζας:** Ωοειδή προς ελλειπτικά, παράλληλα διευθετημένα προς την ρίζα **Διαστάσεις:** 15 - 35 x 40 – 80 μm **Χρώμα καφετί Δίκτυο Hartig:** Παρουσία (μη ευκρινές) Μάλλον περιενδοδερμικό **Σχήμα δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μάλλον στρογγυλό χαντρόμορφο **Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): 1- 3 μm **Σχήμα σε κάτοψη** τύπου παλμέτας, πάχος λοβών 1-3(4) μm **Διαφράγματα λοβών:** Δεν παρατηρήθηκαν **Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig** (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μη ευκρινές **Εξερχόμενα στοιχεία:** **Ενδοφυικές υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς:** Δεν παρατηρήθηκαν **Τύποι αναστομώνσεων:** Δεν παρατηρήθηκαν **Εξερχόμενες υφές:** Σχήμα ευθυτενές / αραιά κυματιστό **Χρωστική:** Επιφανειακά / ενδομεμβρανικά, καφετί – κιτρινωπό **Περιεχόμενα υφών:** Παρουσία κίτρινων κόκκων **Εκκρινόμενες χρωστικές:** Παρουσία **Διακλαδώσεις:** Οξείας γωνίας, μόνο προς την μία πλευρά, ισοπαχείς με την μητρική υφή, σε μακρινή απόσταση από το διάφραγμα **Διαφράγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν κρίκοι **Δευτερογενή διαφράγματα:** Παρουσία, Αφθονα **Κύτταρα υφών:** Ευθυτενές / Διογκωμένο και από τις δύο πλευρές του διαφράγματος **Διάμετρος** 1,5-2 μm, επιφάνεια με κρυστάλλους και με στοιχεία εδάφους **Πάχος τοιχωμάτων:** 0,1-0,2 μm, ομοιοπαχές καθ'όλο το μήκος **Κρύσταλλοι:** **Παρουσία / Σχήμα:** Παρουσία / εξαγωνικοί ή ακανόνιστοι **Κατεύθυνση:** Κατά μήκος ή ακανόνιστη **Διάμετρος:** 0,2-0,3 (1) μm **Μήκος:** 0,5 – 1,5 μm **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Ριζόμορφα:** **Τύπος:** Τύπος E

Κόμβοι / συμπλέγματα υφών: Δεν παρατηρήθηκαν (Μη ευκρινές) **Εσωτερικοί κόμβοι / συμπλέγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Ζελατινώδεις πλέγμα:** Παρουσία **Ζελατινώδεις υφές:** Πιθανόν **Υφές διαφορετικών διαμέτρων:** Παρουσία **Επιφανειακές κυπελλοειδείς κατασκευές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κωνικές, πλευρικές διακλαδώσεις σαν καταβολές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Συμπλέγματα λεπτών υφών σαν μαλλί:** Δεν παρατηρήθηκαν **Τοποθεσία μπλε κόκκων:** Δεν παρατηρήθηκαν **Υφές ριζόμορφων:** Κρίκοι: Δεν παρατηρήθηκαν Περιεχόμενα: Λίγα σε κάποιες υφές (Κιτρινωποί κόκκοι) Κυκλικά κύτταρα υφών με κιτρινωπό πλάσμα: Δεν παρατηρήθηκαν Κύτταρα υφών με κλιμακωτή εμφάνιση: Δεν παρατηρήθηκαν **Αγγειόμορφες ή παχιές υφές:** Παρουσία, διάμετρος 6-7μm, χρώμα καφετί-κιτρινωπό, πάχος τοιχωμάτων μέχρι 1μm **Κεντρικές μη αγγειόμορφες υφές:** Παρουσία, χωρίς πόρους, καφετί-κιτρινωπές, διάμετρος 5-7 μm και πάχος τοιχωμάτων μέχρι 1μm **Περιφερειακές υφές:** Παρουσία Επιφανειακά κύτταρα που χρωματίζονται με σουλφοβανιλίνη: Δεν παρατηρήθηκαν Διογκωμένα επιφανειακά κύτταρα που δεν χρωματίζονται με σουλφοβανιλίνη: Δεν παρατηρήθηκαν Σχήμα: Ελικοειδείς / κυματιστές Χρωστική: Ενδομεμβρανικά καφετί Διάμετρος: 1-1,5 μm Πάχος τοιχωμάτων: 0,1 μm Επιφάνεια: Με κρυστάλλους / Με εδαφικά στοιχεία Κρύσταλλοι σχήμα ακανόνιστο (σχετικά μακρόστενο), 1-2 x 0,5-1,5 μm Σταγόνες εκκρινόμενης χρωστικής: Παρουσία **Μεμονωμένες, παχιές υφές:** Απουσία **Χλαμυδοσπόρια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Μυζητήρες:** Υπήρχαν κάποιοι λοβοειδείς / στρογγυλοί Διάμετρος: 3-5 μm.

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's:** Δεν παρατηρήθηκε **KOH10%:** Δεν παρατηρήθηκε.



Εικόνα 38. Πάνω αριστερά: Εγκάρσια τομή μανδύα, διακρίνεται η πλεκτεγχυματική δομή και το ζελατινώδες πλέγμα. Πάνω δεξιά: Εξερχόμενη υφή, διακρίνονται η έντονη παρουσία κρυστάλλων και μια σταγόνα εκκρινόμενης χρωστικής. Κάτω αριστερά: Τομή μανδύα σε κάτοψη, διακρίνεται η πλεκτεγχυματική δομή του. Κάτω δεξιά: Κάτοψη ριζόμορφου, διακρίνονται η διαφορετική δομή του στο κέντρο, το ζελατινώδες πλέγμα και οι υφές με τους κρυστάλλους.

Σχόλια:

Το *Rhizorogon roseolus* (Corda) Th. Fr. (1909) είναι ένα εκτομυκορριζικό είδος που σχετίζεται πάντα με πέυκα και στο πεδίο ξεχωρίζει από τα χρώματα της επιδερμίδας που κοκκινίζουν αμέσως όταν κοπεί (Pegler et al. 1993, 1995). Μπορεί να μπερδευτεί με το *R. vulgaris* (Vittad.) M. Lange (1956) το οποίο ξεχωρίζει μόνο μικροσκοπικά γιατί έχει μικρότερα σπόρια, όμως σύμφωνα με την διεθνή ταξινομική βάση δεδομένων Index fungorum πλέον έχει συνωνυμηθεί με το *R. roseolus*. Υπάρχει ωστόσο κατατεθειμένη περιγραφή της εκτομυκόρριζας *R. vulgaris* + *Pinus nigra* (Jakucs 1998). Παλαιότερα είχε επίσης προταθεί από τους Tulasne & C. Tulasne (1844) και το όνομα *Rhizorogon pubescens* για κάποιες συλλογές, του Vittadini από την Ιταλία, που αφορούσαν *Rhizorogon* που κοκκινίζουν. Σύμφωνα με τον J.M. Trappe (Nouhra et al. 2008) το ταξινομικό πρόβλημα ξεκινάει από τις διαφορετικές αποχρώσεις του καπέλου καθώς τα καρποσώματα ωριμάζουν. Οι Martin et al. (2000) μελετώντας τις αλληλουχίες από 52 βασιδιώματα *R. roseolus* μαζί με ακόμα 7 είδη *Rhizorogon* sp. αναφέρει πως μέσα στο είδος *R. roseolus* παρατηρείται μεγάλη παραλλακτικότητα. Οι Grubisha et al. (2002) και η διεθνής βάση δεδομένων Index

Fungorum συμφωνούν με τους Martin & Martin et al. (1996, 2000) και θεωρούν *R. pubescens* ως συνώνυμο του *R. roseolus*.

Η εκτομυκόρριζα του *Rhizopogon roseolus* x *Pinus* spp. αποτελεί μία από τις έξι περιγραφείσες εκτομυκόρριζες του γένους *Rhizopogon* (Agerer & Rambold 2004–2017). Σύμφωνα με την περιγραφή των Raidl & Agerer (1998) και την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών του γένους (Agerer 2006) τα γενικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης εκτομυκόρριζας είναι τα εξής: Ανιχνευτικοί τύποι μακρινής απόστασης με ιδιαίτερος διαφοροποιημένα ριζόμορφα τύπου F (boletoid), παρουσία κυστιδίων στα ριζόμορφα και στην εξωτερική στοιβάδα του μανδύα χωρίς να περιγράφονται (μάλλον σαν κοντές απολήξεις υφών), υδρόφοβο μανδύα, πλεκτεγχυματικό τύπου C, υφές μανδύα με καφετιές σταγόνες χρωστικών και ευμεγέθεις κρυστάλλους, απουσία κρίκων στις εξερχόμενες υφές, ανοιχτές αναστομώσεις σε μυκόρριζες που συχνά σχηματίζουν συμπαγή συσσωματώματα έως φυμάτια, με κοκκινωπές-ροζ αποχρώσεις. Η περιγραφή της εκτομυκόρριζας *Rhizopogon roseolus* x *Pinus* spp. από την παρούσα εργασία διαφοροποιείται μόνο στον τύπο των ριζομόρφων που έχει θεωρηθεί ως τύπος E. Τα ριζόμορφα που παρατηρήθηκαν ήταν αρκετά δυσδιάκριτα καθώς το πυκνό ζελατινώδες πλέγμα δυσχέραινε πολύ τις παρατηρήσεις και εφόσον δεν παρατηρήθηκαν κεντρικές υφές χωρίς αποδιοργανωμένα διαφράγματα θεωρήθηκε σωστότερο να καταχωρηθεί ως τύπος E, δηλ: ως «Διαφοροποιημένα ριζόμορφα, οι παχιές υφές είναι κατανεμημένες κεντρικά στον πυρήνα του ριζόμορφου, με πλήρη διαφράγματα και μερικές φορές διογκωμένο πόρο». Λόγω όμως των συντριπτικών υπόλοιπων ομοιοτήτων των δύο περιγραφών, η παρούσα περιγραφή και ταυτοποίηση θεωρείται ως έγκυρη.

Suillus mediterraneus (Jacquet & J. Blum) Redeuilh

Εικόνα 39. Βασιδιώματα *Suillus mediterraneus* από την περιοχή της Στροφιλιάς.

Κωδικός Συλλογής: (Στροφιλιά 2014-112)

Περιοχή Συλλογής: Εθνικός δρυμός Κοτυχίου – Στροφιλιάς. Παραθαλάσσιο δάσος κωνοφόρων με *Pinus pinea*, *Pinus halepensis* και *Pinus maritima*.

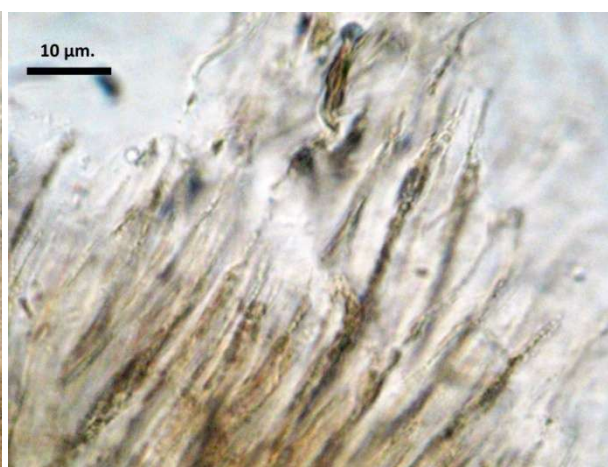
Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Πίλος με διάμετρο 6 -9,5 cm, σχήμα ημισφαιρικό αρχικά, στην συνέχεια κυρτό έως σχεδόν επίπεδο στην ωριμότητα. Χρώμα καφεκίτρινο στο κέντρο, προς την περιφέρεια κίτρινο έως λαδοκίτρινο. Περιφέρεια αρχικά συνεστραμμένη τελικά επίπεδη. Επιφάνεια λεία, επιδερμίδα εύκολα αποκολλούμενη σε όλο το μήκος του πύλου. Υμενοφόρος πορώδη στρώση που αγγίζει το στύπο. Χρώμα ανοιχτό κίτρινο αρχικά, μετέπειτα σκούρο λαδοκίτρινο, με την ωρίμανση καφετιάζει. Πάχος στρώσης, 6-12 mm, πόροι κυκλικοί έως οβάλ 1-2 το mm. Στύπος συμπαγής, ανθεκτικός σχετικά ελαστικός με διαστάσεις 7,5-8,0 × 1,0-1,5 cm. Σχέση πύλου-στύπου (Μ.Ο. = 6,2) Σχήμα ακανόνιστα κυλινδρικό, λεπταίνει αμυδρά προς τη βάση, χρώμα λευκοκίτρινο έως κίτρινο του λεμονιού με καστανά στίγματα, επιφάνεια σχεδόν λεία, προς τη κορυφή φέρει κουκίδες. Προσφύεται το υπόστρωμα με θυσσανώδη σχηματισμό από ριζοειδή. Σάρκα με μέγιστο πάχος στον πύλο 30mm , λευκοκίτρινη έως έντονα λεμονοκίτρινη, συμπαγής. Οσμή: έντονη, θυμίζει ιώδιο Γεύση: ήπια, λίγο ξινή.

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά:

Σπόρια κιτρινωπά, μακρόστενα, κυλινδρικά προς ατρακτοειδή. Λεπτότοιχα προς ελαφρώς παχύτοιχα με μία ελαιώδη σταγόνα. Διαστάσεις 8 - 11 x 4 - 4,5 μm . [Μ.Ο.= 9,88 x 4,17 μm .], Q= 2 - 2,75 [Qav=2,38], V= 66,99 - 116,57 μm^3 [Vav=86,09 μm^3] (V= ύψος * πλάτος² / 2). Βασίδια

τετράσπορα, 25-30 x 5,5-7 μm . Χειλοκυστίδια ροπαλοειδή, εκφυόμενα σε τούφες, με περιεχόμενο μελανού, διαστάσεις 30-50 x 6-8 μm . Υφές τράμα παράλληλες, υαλώδεις, λείες, χωρίς κρίκους, διαμέτρου 4-5(7) μm . Εσωτερικές υφές στύπου παράλληλες, παχύτοιχες, επιμεμβρανικά τραχιές από πολύ μικρά εξογκώματα, διαμέτρου 7-12 μm . Εξωτερικές υφές στύπου λείες, λεπτότοιχες, διαμέτρου 4-5 μm . Καυλοκυστίδια ροπαλοειδή, σχετικά ελικοειδή, σαν μακρόστενες βασιδιόλες, διαμέτρου 25-30 x 3-5 μm .



Εικόνα 40. Πάνω αριστερά: Σπόρια. Πάνω δεξιά: Χειλοκυστίδια. Κάτω αριστερά: Δέσμη από καυλοκυστίδια. Κάτω δεξιά: Εσωτερικές υφές στύπου.

***Suillus mediterraneensis* x *Pinus* spp.**

Εικόνα 41. Εκτομυκόρριζα *Suillus mediterraneensis* x *Pinus* spp. από την περιοχή της Στροφιλιάς.

Κωδικός Συλλογής: Στροφιλιά STP 241211, STP 241212, STP 24531

Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

Μυκόρριζα: Τύπος διακλαδώσεων Κοραλλιόμορφη / Φυματιόμορφη / Διχοτομική (Σχηματίζονται έντονα συσσωματώματα με την άμμο), διακλαδώσεις 1^{ης} ίσως και 2^{ης} τάξης
Διαστάσεις 1,2-2 x 1-2,3 mm **Επιφάνεια (εφόσον θεωρηθούν φυματιόμορφα):** Μαλλιαρή / ινώδης
Χρώμα (εφόσον είναι φυματιόμορφα): Κρεμ – λευκό **Αφθονία εμφάνισης στο δείγμα:** Αφθονα
Μανδύας: Υδρόφοβος **Ακρορρίζιο:** Σχήμα ευθυτενές αλλά πολύ κοντό **Διαστάσεις αδιακλάδιστων άκρων:** Μήκος 0,5 -3 mm, Πλάτος: 0,25-0,5 mm **Χρώμα:** Κρεμ με λευκά μεταξένια κομμάτια
Ορατότητα κύτταρων φλοιού ρίζας: Μη ορατά **Διακριτότητα επιφάνειας μανδύα:** Διακριτή
Οπτική διαπερατότητα μανδύα: Μη διαπερατός **Έκκριση γαλακτώδους χυμού (μετά από ξύσιμο):** Δεν παρατηρήθηκε **Στίγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Απανθρακωμένη όψη:** Δεν παρατηρήθηκε
Επιφάνεια: Μακροσκοπικά ασημίζουσα – θαμπή, μη λεία / Πυκνά βαμβακώδης προς ινώδης από εξερχόμενα στοιχεία **Ανιχνευτικοί τύποι:** Μακρινής απόστασης **Εξερχόμενες υφές:** Παρουσία, αφθονες, κατανεμημένες σε όλο το μήκος του ακρορριζιδίου **Ριζόμορφα:** Παρουσία, σχετικά σπάνια **Διαστάσεις:** 0,04 – 0,1 mm **Σχήμα:** Στρογγυλό- κυλινδρικό **Χρώμα:** Ομοιόχρωμο με το ακρορρίζιο, δεν παρατηρήθηκε μεταχρωματισμός μετά από τραυματισμό **Είδος διακλαδώσεων / συχνότητα:** Αραιές διακλαδώσεις σε διακριτά σημεία **Τρόπος ένωσης ριζόμορφου – μανδύα:** Σαφές – λοξό **Σχέση με το εδαφικό περιβάλλον:** Μερική ανάπτυξη παράλληλα με τις ρίζες / ανάπτυξη και στο έδαφος **Περιφέρεια ριζόμορφου:** Καλυμμένη από υφές **Διμορφισμός:** Δεν παρατηρήθηκε (εκτός από τις κεντρικές αγγειόμορφες υφές) **Σκληρώτια:** Απουσία.

Ανατομικά χαρακτηριστικά:

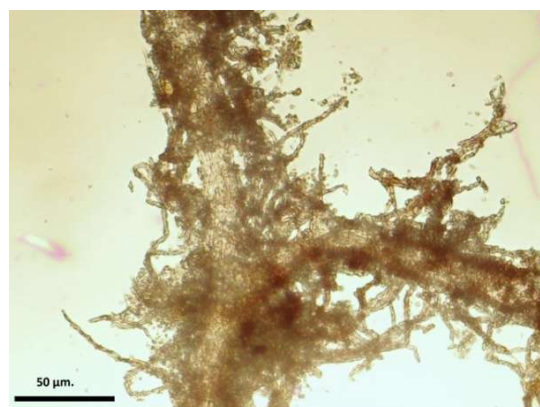
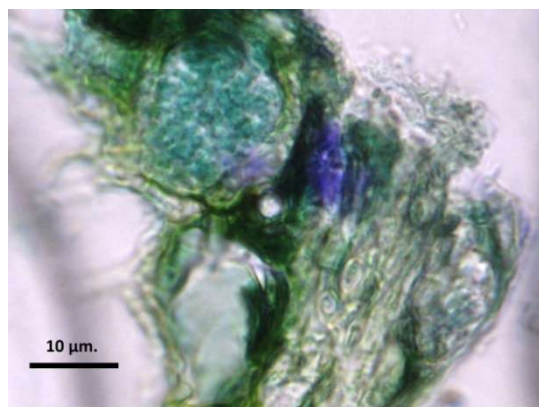
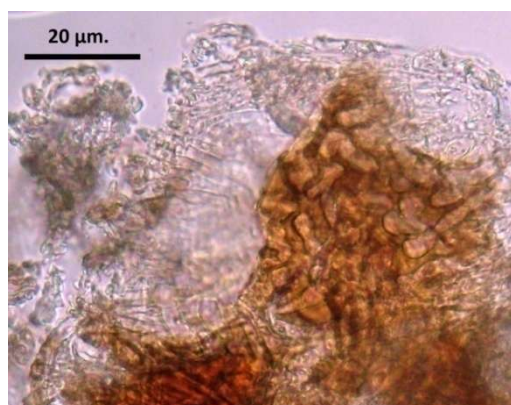
Εξερχόμενα στοιχεία: Εξερχόμενες Υφές / Ριζόμορφα **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρύσταλλοι:** Παρουσία **Τοποθεσία:** Εξωτερική στοιβάδα του μανδύα, μεσαία στοιβάδα του μανδύα, περιφερειακές υφές των ριζόμορφων, εξερχόμενες υφές **Μπλε κοκκοί:** Δεν παρατηρήθηκαν **Γαλακτοφόρα στοιχεία:** Δεν παρατηρήθηκαν **Πληρότητα μανδύα:** Πλήρης **Ζελατινώδες – κολλώδες πλέγμα:** Παρουσία (Ζελατινώδες) **Τοποθεσία:** Ελεύθερη επιφάνεια μανδύα, εξωτερική – μεσαία στρώση μανδύα, ριζόμορφα **Μανδύας:** Πλεκτεγχυματικός **Δομή:** Διακρίνονται τρεις στοιβάδες, η εξωτερική, η μεσαία και η εσωτερική, με ζελατινώδες πλέγμα ανάμεσα στις υφές, κυρίως της εξωτερικής και μεσαίας στοιβάδας του μανδύα **Διαστάσεις:** **Πάχος μανδύα** (εκτός άκρου): (15) 25-60 (75) μm **Πάχος μανδύα** (στο άκρο): 15 – 30 (50) μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (εκτός του άκρου): Πλεκτεγχυματική, με υφές αδιαφοροποίητες, τύπου C **Τύπος πλέγματος:** Ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα υφών:** Παρουσία **Παρουσία κοντών προεξοχών στις υφές της εξωτερικής στρώσης του μανδύα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Παρουσία κολλωδών ουσιών πάνω στην επιφάνεια των υφών:** Παρουσία **Γωνία μεταξύ των υφών στο σημείο συνένωσης:** Μέχρι 120° **Πάχος διαφραγμάτων σε σχέση με το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων:** Παρόμοιο πάχος **Κρίκοι υφών μανδύα:** Δεν παρατηρήθηκαν **Σχήμα υφών του μανδύα:** Ευθυτενές χωρίς σύσφιξη / Διογκωμένο και από τις δύο πλευρές του διαφράγματος / Ελαφρώς διογκωμένα ενδιάμεσα των διαφραγμάτων **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, επιφανειακά ή ενδομεμβρανικά σε αποχρώσεις του καφέ, επιφάνεια με πολλούς κρυστάλλους και με εδαφικά συσσωματώματα, διάμετρος 2-3 (5) μm **Διαφράγματα:** Απλά **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1-0,3 (0,5) μm **Παρουσία / σχήμα κρυστάλλων:** Παρουσία / Ακανόνιστο **Διαστάσεις κρυστάλλων:** 1-2 (3,5) x (3) 4-5 μm **Κόκκοι χρωστικών στην επιφάνεια των υφών:** Παρουσία **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Πλεκτεγχυματική χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο/ Με δέσμες παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος:** Ζελατινώδες **Ατελή διαφράγματα:** Παρουσία **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά καφετί, επιφάνεια κυτταρικού τοιχώματος λεία με κρυστάλλους, 2-4 μm διάμετρος **Κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 - 0,2 μm **Διαστάσεις κρυστάλλων:** 1-2(3) x 4-5 μm **Εσωτερική στρώση μανδύα:** Πλεκτεγχυματική Χωρίς συγκεκριμένο μοτίβο / με συσσωματώματα παράλληλων υφών **Τύπος πλέγματος:** Δεν παρατηρήθηκε **Αγγειόμορφες υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κρίκοι:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κύτταρα υφών μανδύα:** Χωρίς περιεχόμενα, ενδομεμβρανικά καφετί-κιτρινωπό, 2-5 μm διάμετρος **Διαφράγματα εσωτερικής στρώσης μανδύα:** Πάχος 0,1 -0,2 μm **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα** (στο άκρο της μυκόρριζας): Παρόμοια με τα άλλα κομμάτια του μανδύα, με ζελατινώδες πλέγμα **Ανατομία σε επιμήκη τομή:** Πάχος μανδύα (εκτός άκρου): 20—40 (60) μm Πάχος μανδύα (στο άκρο): 15 – 30 (50) μm **Υπολείμματα καλύπτρας:** Παρουσία, λίγα **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 10-25 (40) μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας**

στοιβάδας μανδύα: 5-20 μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 3-15 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Παρουσία σε μία με δύο σειρές Σχήμα Κυκλικά / Οβάλ, ελλειπτικά ή κυλινδρικά, με εφαπτόμενη διεύθυνση, παράλληλη προς την ρίζα Διαστάσεις: 15 – 20 x 20 -30 (50) μm **Δίκτυο Hartig:** Μάλλον παραενδοδερμικό (Μη ευκρινές) Σχήμα δικτύου Hartig Κυλινδρικό Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα τανίνης): περίπου 3- 5 μm Σχήμα σε κάτοψη Σπανίως λοβωτά / Τύπου παλμέτας, με πάχος λοβών 1-3 μm Διαφράγματα λοβών: Δεν παρατηρήθηκαν Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μία Ανατομία σε εγκάρσια τομή: **Υπολείμματα καλύπτρας:** Παρουσία, λίγα **Διαφορετικές στοιβάδες μανδύα:** Διακριτές **Εξωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εξωτερικής στοιβάδας μανδύα:** (5) 10 -40 (50) μm **Μεσαία στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις μεσαίας στοιβάδας μανδύα:** (5) 10 – 20 (25) μm **Εσωτερική στοιβάδα μανδύα:** Παρουσία **Δομή εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** Πλεκτεγχυματική **Διαστάσεις εσωτερικής στοιβάδας μανδύα:** 5-15 μm **Κύτταρα με τανίνη:** Παρουσία Σχήμα: Κυκλικό Διαστάσεις: d = 5-25 μm Αριθμός κυττάρων τανίνης σε σειρά: Μία-δύο **Δίκτυο Hartig:** Παρουσία (μη ευκρινές), μάλλον περιενδοδερμικό Σχήμα δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μάλλον παραενδοδερμικό Πάχος κυττάρων δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα τανίνης): 3- 5 μm Σχήμα σε κάτοψη Σπανίως λοβωτά / Τύπου παλμέτας, πάχος λοβών 1-3 μm Διαφράγματα λοβών Δεν παρατηρήθηκαν Αριθμός διαδοχικών σειρών κυττάρων δικτύου Hartig (γύρω από κύτταρα τανίνης): Μάλλον μία **Εξερχόμενα στοιχεία:** **Ενδοφυικές υφές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Διακλαδώσεις αντίθετης φοράς:** Δεν παρατηρήθηκαν **Τύποι αναστομώνσεων:** Δεν παρατηρήθηκαν **Εξερχόμενες υφές:** Σχήμα ευθυτενές / αραιά κυματιστό **Χρωστική:** Επιφανειακά ή ενδομεμβρανικά, με καφετι προς κυανίζον χρώμα **Περιεχόμενα υφών:** Δεν παρατηρήθηκαν **Εκκρινόμενες χρωστικές:** Παρουσία **Διακλαδώσεις:** Οξείας γωνίας / 90° , μόνο προς την μία πλευρά, ισοπαχείς με την μητρική υφή, αδιευκρίνιστη απόσταση από το διάφραγμα **Διαφράγματα:** Δεν παρατηρήθηκαν κρίκοι **Δευτερογενή διαφράγματα:** Παρουσία **Κύτταρα υφών:** Ευθυτενές, κυλινδρικό χωρίς σύσφιξη Διάμετρος: 1- 3 (5) μm , επιφάνεια με κρυστάλλους και με στοιχεία εδάφους **Πάχος τοιχωμάτων:** 0,1-0,3 (0,5) μm , ομοιοπαχές καθ'όλο το μήκος **Κρύσταλλοι:** Παρουσία / Σχήμα: Παρουσία / πολυγωνικά – ακανόνιστα Κατεύθυνση: Κατά μήκος / περίπου κάθετη Διάμετρος: (0,5) 1-2 (3) μm Μήκος: (2) 3-5 μm **Κυστίδια:** Δεν παρατηρήθηκαν **Ριζόμορφα:** **Τύπος:** Τύπος F **Κόμβοι / συμπλέγματα υφών:** Παρουσία **Εσωτερικοί κόμβοι / συμπλέγματα:** Απουσία **Ζελατινώδες πλέγμα:** Απουσία **Ζελατινώδεις υφές:** Απουσία **Υφές διαφορετικών διαμέτρων:** Παρουσία **Επιφανειακές κυπελλοειδείς κατασκευές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Κωνικές, πλευρικές διακλαδώσεις σαν καταβολές:** Δεν παρατηρήθηκαν **Συμπλέγματα λεπτών υφών σαν μαλλί:** Δεν παρατηρήθηκαν **Τοποθεσία μπλε κόκκων:** Δεν παρατηρήθηκαν **Υφές ριζόμορφων:** Κρίκοι: Παρατηρήθηκαν σε

κάποιες πιο λείες υφές (Οι περισσότερες ήταν με πολλούς κρυστάλλους) Περιεχόμενα: Δεν παρατηρήθηκαν Κυκλικά κύτταρα υφών με κιτρινωπό πλάσμα: Κάποιες υφές είναι καφεκίτρινες χωρίς να διακρίνεται αν είναι από το πλάσμα Κύτταρα υφών με κλιμακωτή εμφάνιση: Απουσία **Αγγειόμορφες ή παχιές υφές**: Παρουσία, διάμετρος 4-6 μm , απουσία χρωστικής, πάχος τοιχωμάτων μέχρι 1 μm , Με διακλάδωση στο σημείο των διαφραγμάτων μόνο προς μία κατεύθυνση **Κεντρικές μη αγγειόμορφες υφές**: Δεν παρατηρήθηκαν **Περιφερειακές υφές**: Παρουσία Επιφανειακά κύτταρα που χρωματίζονται με σουλφοβανιλίνη: Δεν διενεργήθηκε Σχήμα: Ελικοειδείς Χρωστική: Ενδοκυτταρικά ή ενδοπλασματικά καφετί Διάμετρος: 2-4 μm Πάχος τοιχωμάτων: 0,1 μm Επιφάνεια: Έντονα καλυμμένη με κρυστάλλους Κρύσταλλοι σχήμα Ακανόνιστο – άμορφο / ρομβοειδές (ατρακτοειδές), 1-2 x 0,5-1,5 μm Σταγόνες εκκρινόμενης χρωστικής: Πιθανή παρουσία **Μεμονωμένες, παχιές υφές**: Απουσία **Χλαμυδοσπόρια**: Δεν παρατηρήθηκαν **Μυζητήρες**: Υπήρχαν κάποιοι Στρογγυλοί / Λοβοειδείς / σαν λιγνιτοποιημένοι όγκοι Διάμετρος: Στρογγυλοί 4-7 μm , Λοβοειδείς 4-5 μm , σαν λιγνιτοποιημένοι όγκοι 1-2(3) μm .

Χημικές αντιδράσεις:

Αντίδραση σε νερό: Απουσία **Αντιδραστήριο Meltzer's**: Πιθανόν αμυλώδης αντίδραση στο Hartig Net **KOH10%**: Δεν παρατηρήθηκε.



Εικόνα 42. Πάνω αριστερά: Τομή μανδύα, διακρίνεται η παράλληλη πλεκτηχυματική δομή των κατώτερων στρώσεων και οι κυρτές απολήξεις της εξωτερικής στρώσης. Πάνω δεξιά: Εξερχόμενη υφή, διακρίνεται η έντονη παρουσία κρυστάλλων. Κάτω αριστερά: Τμήμα μαδύα με δίκτυο Hartig. Κάτω δεξιά: Κάτοψη ριζομορφου, διακρίνονται η διαφορετική δομή του στο κέντρο, το ζελατινώδες πλέγμα και οι υφές με τους κρυστάλλους.

Σχόλια:

Το *Suillus mediterraneensis* (Jacquet & J. Blum) Redeuilh. (1992) είναι ένα τυπικό εκτομυκορριζικό είδος των παραθαλάσσιων μεσογειακών δασών θερμόφιλων πεύκων που καρποφορεί το Φθινόπωρο και τον Χειμώνα (Galli & Simonini 1998). Σχετίζεται ιδιαίτερα με την χαλέπιο πεύκη (*P.halepensis*) αλλά επίσης και με *P.pinea* και *P. pinaster* (Galli & Simonini 1998). Στο πεδίο εκτός από τον βιότοπο, ξεχωρίζει από το ωχροκίτρινο μέχρι κίτρινο-καφέ πύλο, τα χρυσαφί χρώματα στις ίνες του πύλου, από την περιφέρεια του πύλου και τα σταγονίδια των πόρων, την κίτρινη σάρκα και τον συμπαγή κιτρινωπό στύπο με τα κοκκινωπά στίγματα (Galli & Simonini 1998). Εκτός από το *S.mediterraneensis* αποκλειστικά σε μεσογειακούς παραθαλάσσιους βιότοπους με πεύκα απαντάται και το *S. bellinii*, το οποίο έχει λευκά με μπεζ-καφέ χρώματα στο καπέλο με την περιφέρεια να παραμένει για πολύ καιρό λευκή, υδατικές ιριδίζουσες σταγόνες στους πόρους, λευκή σάρκα και λευκωπό στύπο με καστανό-καφέ προς βιολετί-καφέ στίγματα. (Galli & Simonini 1998). Το *S.mediterraneensis* θεωρείται μη εδωδιμό και προκαλεί γαστρεντερικές διαταραχές.

Η εκτομυκόρριζα του *Suillus mediterraneensis* x *Pinus* spp. δεν έχει περιγραφτεί ξανά σύμφωνα με τη διεθνή βάση δεδομένων DEEMY (Agerer & Rambold 2004–2017) ωστόσο η εκτομυκορριζική σχέση του *S.mediterraneensis* με φυτά *P. halepensis* έχει διαπιστωθεί και παλαιότερα με χρήση μοριακών μεθοδολογιών (El Karkouri et al. 2004) ενώ οι Ruiz-Díez et al. (2006) έχουν επιτύχει τον τεχνητό εμβολιασμό *P. halepensis* με *S.mediterraneensis* και έχουν προσδιορίσει την ITS rDNA αλληλουχία του συγκεκριμένου στελέχους, χωρίς όμως να έχουν προχωρήσει σε μορφοανατομική περιγραφή της εκτομυκόρριζας. Σύμφωνα με την σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών των εκτομυκορριζών του *Suillus* sp. (Agerer 2006) και την μελέτη των εννέα περιγραφέντων εκτομυκορριζών *Suillus* sp. (Agerer & Rambold 2004-2017) τα γενικά χαρακτηριστικά του γένους είναι τα εξής: Ανιχνευτικοί τύποι μακρινής απόστασης με ιδιαιτέρως διαφοροποιημένα ριζόμορφα τύπου F (boletoid), απουσία κυστιδίων, υδρόφοβο, πλεκτεγχυματικό μανδύα με συσσωματώματα διογκωμένων υφών τύπου F, υφές μανδύα με καφετί σταγόνες χρωστικών και ευμεγέθεις κρυστάλλους, παρουσία σε κάποια είδη αμυλδών υφών από *Gomphidiaceae* στον μανδύα και στα ριζόμορφα, απουσία κρίκων στις εξερχόμενες υφές, ανοιχτές αναστομώσεις σε μυκόρριζες που συχνά σχηματίζουν συμπαγή συσσωματώματα έως φυμάτια, λευκωπές με ελαφρά βιολετί τόνους όταν διαβραχούν με νερό. Η περιγραφή της εκτομυκόρριζας *Suillus mediterraneensis* x *Pinus* spp. παρουσιάζει απόλυτη συνάφεια με τα βασικά χαρακτηριστικά του γένους εκτός από τον τύπο του μανδύα που λόγω του πυκνού ζελατινώδους πλέγματος χαρακτηρίστηκε και ως τύπος C. Ως εκ τούτου η περιγραφή θεωρείται ως αντιπροσωπευτική του είδους στο οποίο ταυτοποιήθηκε.

Οι εκτομυκόρριζες του γένους *Suillus* είναι γνωστό πως εμπλέκονται σε μια ιδιαίτερη τριπλή σχέση με είδη του γένους *Rhizopogon* και της οικ. *Gomphidiaceae* (Agerer 2006) Τα είδη της

οικ. *Gomphidiaceae* παρασιτούν ευρέως τις εκτομυκόρριζες των *Suillus* και *Rhizopogon* και μάλιστα σε μεγαλύτερη συχνότητα από τον σχηματισμό κανονικών εκτομυκορριζών ή βασιδιωμάτων (Olsson 2000, Agerer 2006). Επιπλέον, καταβολές καρποσωμάτων από είδη της οικ, *Gomphidiaceae* έχουν εντοπιστεί πάνω σε ριζόμορφα ή ακόμα και μυκόρριζες ειδών της τάξης Boletales (Agerer & Rambold 2004–2017) ενώ υφές του *Suillus bovinus* έχουν βρεθεί στον στύπο *Gomphidius roseus* και υφές *Rhizopogon* sp. και *Suillus* sp. έχουν βρεθεί πάνω σε *Gomphidius glutinosa* (Agerer 1991, Olsson et al. 2000). Σύμφωνα με τους Olsson et al. (2000) εξαιρετικό ενδιαφέρον έχει η τριπλή σχέση μεταξύ *P. sylvestris*, *S. bovinus* και *G. roseus*, όπου ακόμα και στο πεδίο σχεδόν πάντα τα δύο καρποσώματα παρατηρούνται μαζί. Συγκεκριμένα το βασιδίσμα του *G. roseus* δεν εμφανίζεται ποτέ χωρίς την παράλληλη παρουσία του καρποσώματος του *S. bovinus* ενώ το αντίθετο μπορεί να συμβεί. Έρευνες έδειξαν συχνή παρουσία των υφών του *G. roseus* μέσα στις μυκόρριζες του *S. bovinus* και αυτό όταν συμβαίνει επηρεάζεται η μορφολογία των μυκορριζών παίρνοντας φυματιόμορφους σχηματισμούς. Φαίνεται πως ο σχηματισμός φυματίων επάγεται από την συνύπαρξη των δύο ειδών, καθώς στις αντίθετες περιπτώσεις δεν σχηματίζονταν και κατά ένα τρόπο ευνοεί τη συνύπαρξη ή τον παρασιτισμό μεταξύ τους. Επειδή στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε παρουσία *G. roseus*, η μυκόρριζα είχε διαφορετική μορφολογία, οι Olsson et al. (2000) θεώρησαν πως πρόκειται για εξειδικευμένη μυκοπαρασιτική σχέση.

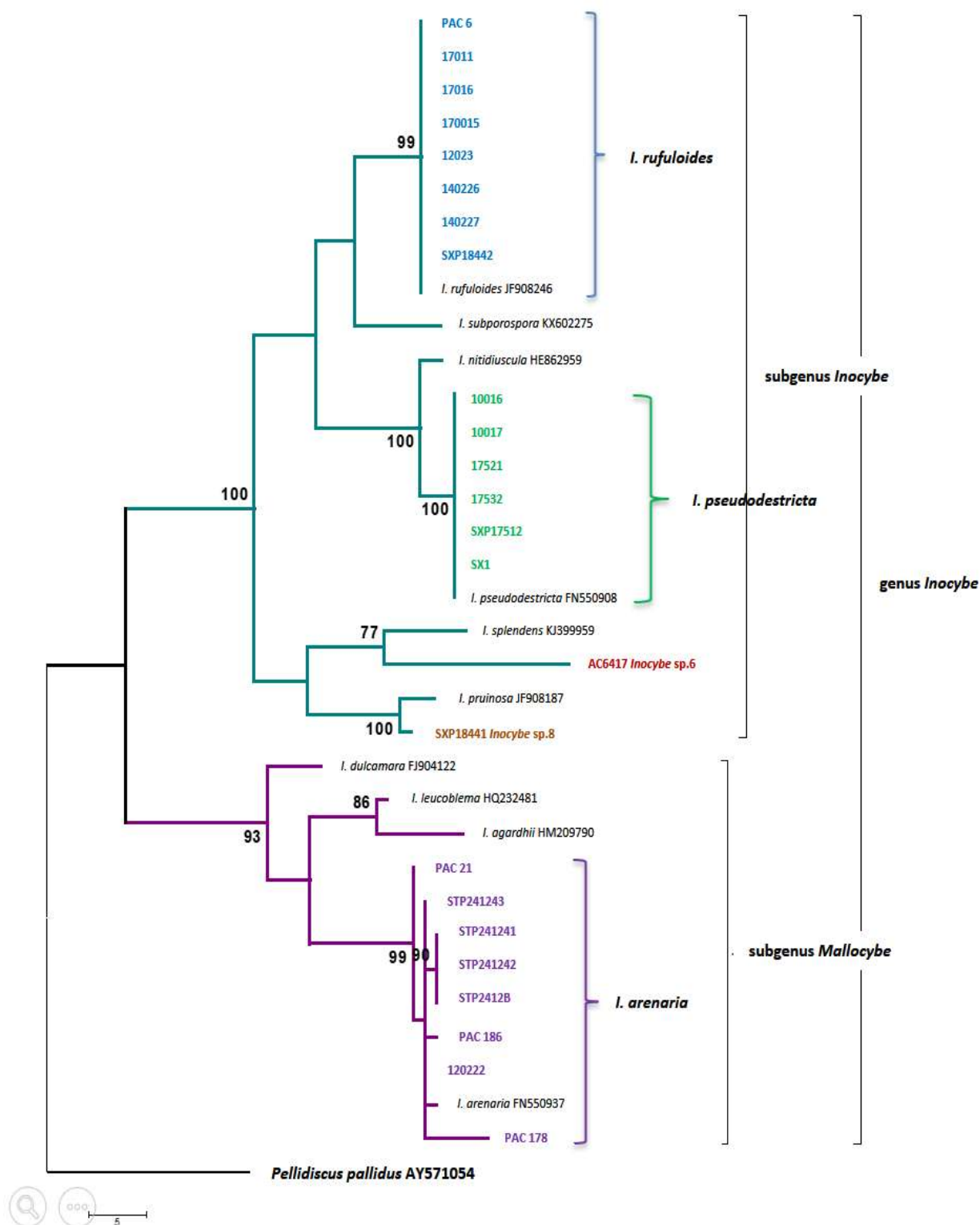
3.2. Δεδομένα από την αλληλούχηση του τμήματος ITS-5,8SrDNA επιλεγμένων εκτομυκorrhιζών.

Με βάση τις αλληλουχίες που παραλήφθηκαν από τη χρήση του δείκτη ITS κάποιες εκτομυκorrhιζες αντιστοιχήθηκαν με γνωστές αλληλουχίες (GenBank) και ταυτοποιήθηκαν μέχρι το επίπεδο του είδους, ενώ άλλες προσδιορίστηκαν σε υψηλότερο ταξινομικό επίπεδο (π.χ. γένος) λόγω έλλειψης συγγενέστερων αλληλουχιών μέσω της ανάλυσης BLASTn. Στο γένος *Inocybe* το οποίο ήταν το κυρίαρχο γένος στα δείγματα της παρούσας μελέτης οι αλληλουχίες που αντιστοιχήθηκαν με γνωστά είδη ήταν τρεις και αφορούσαν το *I.arenaria*, το *I.e. rufuloides* και το *I.pseudodestructa*.

Στο παρακάτω δένδρο (Εικ.5) παρουσιάζονται οι φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ των δειγμάτων *Inocybe* της παρούσας μελέτης. Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως τα δείγματά της παρούσας εργασίας ήταν φυλογενετικά συγγενή μεταξύ τους. Μικρή εξαίρεση αποτελεί η απόσταση που παρατηρείται μεταξύ της εκτομυκorrhιζας Pac 21 του *I.arenaria* από την Πάρο με τα όλα τα υπόλοιπα δείγματα του είδους που προέρχονταν από την Πάρο και τη Στροφιλιά, όπως και η μικρή διαφοροποίηση που παρατηρείται στις εκτομυκorrhιζες STP241241, STP241242 και στο βασιδίδωμα STP24124B σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα του ίδιου είδους. Σαφές ωστόσο είναι η φυλογενετική διαφοροποίησή του *I.arenaria* από το *I.agardhii*, ενώ μέχρι πρόσφατα το πρώτο θεωρείτο ποικιλία του δεύτερου (Ludwig 2017). Η φυλογενετική απόσταση των δύο ειδών είχε υποδειχτεί παλαιότερα από τους Ryberg et al. (2010) οι οποίοι είχαν χρησιμοποιήσει για τις αναλύσεις τους τα δείγματα *I. arenaria* (EL250-06) και *I. agardhii* (EL88-04). Το *I.arenaria* ταυτοποιήθηκε στην παρούσα εργασία με βάση την κατατεθειμένη αλληλουχία FN550937.

Η ταυτοποίηση του *I.rufuloides* στο φυλογενετικό δέντρο της παρούσας εργασίας έγινε με βάση την κατατεθειμένη αλληλουχία ITS F908246 και η ταυτοποίηση του *I.pseudodestructa* βάση της αλληλουχίας FN550908. Στην συζήτηση των σχολίων της περιγραφής του *I.rufuloides* αναφέρεται πως οι μέχρι σήμερα ταυτοποιήσεις έχουν γίνει με ένα πλήθος διαφορετικών αλληλουχιών ή βασιδιωμάτων. Για παράδειγμα η ταυτοποίηση των Ryberg et. al (2010) έγινε με αλληλούχηση από καρπόσωμα (JVe06-1110) ενώ η ταυτοποίηση των Iotti et al. (2005) έγινε με βάση την αλληλουχία DQ067579. Όπως επίσης έχει προαναφερθεί η αλληλουχία DQ067579 και η αλληλουχία του *I.pseudodestructa* FN550908 θεωρούνται από τους Matheny & Bougher (2006) ως όμοιες.

Οι εκτομυκorrhιζες που η ταυτοποίησή τους έφτασε μόνο μέχρι τα επίπεδα του γένους ανήκουν στο υπογένος *Inocybe*. Το δείγμα SXP 18441 (εκτομυκorrhιζα *Inocybe* sp.8 x *Pinus* sp.) βρίσκεται φυλογενετικά κοντά στο είδος *Inocybe pruinoso*. και το δείγμα AC 6417 (εκτομυκorrhιζα *Inocybe* sp.6 x *Cistus* sp.) βρίσκεται κοντά στο είδος *Inocybe splendens*.



Εικόνα 43. Φυλογενετικό δέντρο με βάση τον καθολικό μυκητιακό φυλογενετικό δείκτη ITS, το οποίο προέκυψε μέσω ανάλυσης Maximum Parsimony με χρήση του λογισμικού MEGA ver.7 (Kumar 2016). Στο δέντρο εμφανίζονται οι τιμές στατιστικής υποστήριξης (bootstrap support) που υπερβαίνουν το 70%.

4. Συμπεράσματα- Συζήτηση.

Όπως φαίνεται και από τη συζήτηση που έγινε στο τμήμα που αναλύονται τα αποτελέσματα, η ταυτοποίηση των εκτομυκορριζικών μέσω μορφοανατομικών χαρακτηριστικών είναι μια ιδιαίτερα επίπονη διαδικασία με σχετικά αβέβαια τελικά συμπεράσματα εφόσον τα δείγματα δεν φέρουν χαρακτηριστικές διαγνωστικές ομοιότητες με υλικό αναφοράς που αναλύεται στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Παλαιότερα, πριν τις μοριακές μεθόδους ο πιο κοινός τρόπος ταυτοποίησης ήταν η προσεκτική αφαίρεση του υποστρώματος κάτω από ένα καρπόσωμα ώστε να μπορέσει να αποκαλυφθεί φυσική σύνδεση του καρποσώματος με κάποιον μορφότυπο εκτομυκόρριζα (Selosse 2001) ή η χρήση κάποιων από τις μεθόδους που περιγράφονται στο κεφ. 1.2.1.2. Φυσικά, με αυτόν τον τρόπο, αποκλείονταν μεγάλο εύρος μυκήτων, οι οποίοι δεν σχηματίζουν συχνά εμφανή καρποσώματα, ενώ σε όσους μύκητες δεν σχηματίζονται ανθεκτικοί ανιχνευτικοί τύποι είναι αρκετά πιθανό να μη μπορεί να αποκαλυφθεί φυσική τους σύνδεση (Horton & Bruns 2001). Από τη μυκοπαρασιτική σχέση των *Gomphidiaceae* που περιγράφεται στην συζήτηση του *Suillus mediterraneensis* x *Pinus* spp. φαίνεται πως ακόμα και στην περίπτωση που η φυσική σύνδεση αποδεικνύεται για κάποια γένη, δεν προσφέρει απολύτως ασφαλές αποτέλεσμα.. Στην εργασία του Milne (2002), η οποία είχε πραγματοποιηθεί πριν την καθιέρωση των μοριακών τεχνικών ταυτοποίησης, αναφέρεται επίσης η αδυναμία μορφοανατομικής ταυτοποίησης πολλών εκτομυκορριζών.

Επιπροσθέτως, προβλήματα φαίνεται να προκύπτουν ακόμα και κατά την περιγραφή των μορφοανατομικών χαρακτηριστικών που καταγράφονται. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα με την εκτομυκόρριζα του *Tuber magnatum*, η οποία είχε απασχολήσει έντονα την επιστημονική κοινότητα λόγω της εμπορικής αξίας του είδους (Riccioni et al. 2016). Για πολλά χρόνια η ταυτοποίηση του επιτυχημένου εμβολιασμού σε πιστοποιημένα φυτώρια τρούφας γίνονταν μόνο με μορφολογικές μεθόδους (Bencivenga et al. 1987) ενώ υπήρχαν δημοσιευμένα στοιχεία σχετικά με τα κύρια τα κύρια ταξινομικά χαρακτηριστικά των εκτομυκορριζών των *Tuber* spp. και τις βασικές διαφορές τους (Bencivenga et al. 1987, Fontana et al. 1992, Zambonelli et al. 1993, Granetti 1995). Όταν άρχισαν να χρησιμοποιούνται μοριακές μέθοδοι ταυτοποίησης, αποδείχτηκε πως ένα μεγάλο ποσοστό από τις εκτομυκόρριζες αυτές ανήκαν τελικά σε διαφορετικά από τα αρχικά προσδιορισθέντα είδη τρούφας, συνήθως μικρότερης εμπορικής σημασίας (Gandeboeuf et al. 1997; Amicucci et al. 1998). Αρκετά αργότερα, η συναξιολόγηση μοριακών και μορφοανατομικών δεδομένων συνέβαλε στον προσδιορισμό διαγνωστικών χαρακτηριστικών που πλέον είναι αποδεκτά (Rubini et al. 2001, Mello et al. 2001). Ενδεικτικό της παρανόησης που επικρατούσε είναι πως τα βασικά διαγνωστικά χαρακτηριστικά της εκτομυκόρριζας του *T. magnatum* (πριν τις αναλύσεις με χρήση αλληλουχιών DNA) σε σχέση με ότι ισχύει σήμερα περιελάμβαναν τελείως

διαφορετικούς χρωματισμούς του μανδύα, διαφορετικό τύπο κυστιδίων με μεγάλες αποκλίσεις στις διαστάσεις τους και δεν αναφέρονταν καν σε τύπο μανδύα. (Rubini et al 2001).

Η μοριακή ταυτοποίηση των εκτομυκορριζών, αν και σαφώς διευκολύνει την επίλυση του προβλήματος ταυτοποίησης των δειγμάτων, δεν καταφέρνει να το λύσει οριστικά. Ανάλογες αμφιβολίες περιβάλλουν και τα μοριακά αποτελέσματα, καθώς εφόσον σε μία εκτομυκορριζα μπορεί να συν-υπάρχουν παραπάνω του ενός ειδών μυκήτων, δεν μπορεί να αποκλειστεί ποτέ το ενδεχόμενο ενίσχυσης με την τεχνική PCR μη επιθυμητού-αντιπροσωπευτικού DNA. Συνεπώς κάθε αποτέλεσμα θα πρέπει να συγκρίνεται με την δεδομένη γνώση των μορφοανατομικών διαγνωστικών χαρακτήρων, η οποία όμως ακόμα είναι ελάχιστη σε σχέση με τον εκτιμώμενο αριθμό διαφορετικών εκτομυκορριζών που υπάρχουν στην φύση. Υπολογίζεται πως υπάρχουν περί τα 20-25000 είδη εκτομυκορριζικών μυκήτων (Rinaldi et al. 2008), τα οποία αν πολλαπλασιαστούν με τον πιθανό αριθμό φυτών συμβιωτών τους, εκτινάσσουν τον αριθμό διαφορετικών μορφότυπων πιθανώς σε εξαψήφιο αριθμό. Αν σε αυτό τον αριθμό συνυπολογιστεί και η πιθανή επίδραση του στελέχους μύκητα, του φυτού ή του εδαφικού περιβάλλον, τότε πραγματικά αναδεικνύεται το μέγεθος του προβλήματος. Έρευνες έχουν δείξει πως στους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη μορφολογία μίας εκτομυκορριζας είναι και το στέλεχος του φυτού ή και του μύκητα (Giomas et al. 2000, 2002, Sisti et al. 2003) ενώ η διαφορά φυσικά υπάρχουν και των *in vitro* σχηματισμένων εκτομυκορριζών (Agerer 2006) είναι ενδεικτική της επίδρασης του βιοτικού και αβιοτικού περιβάλλοντος στη μορφοανατομία των εκτομυκορριζών.

Επίσης η μοριακή ταυτοποίηση του φυτού-συμβιωτή συχνά παραμελείται (δεν εξετάστηκε στην παρούσα εργασία), ενώ είναι σαφές από τη βιβλιογραφία πως κάθε εκτομυκορριζικός συνδυασμός μύκητα-φυτού θα πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά (Agerer 2002). Είναι παράδοξο πως ενώ αναφέρουμε το στέλεχος του φυτού ως παράγοντα που πιθανώς επηρεάζει τα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά, πολλοί ερευνητές συχνά συγκρίνουν εκτομυκορριζες που για το φυτό συμβιωτή είναι γνωστό μόνο το γένος, ή μαζί με τις περιγραφές του βιοτόπου κάποιες φορές περιορίζεται σε μερικά μόνο είδη φυτών. Συνήθως στις περιγραφές του βιοτόπου αναφέρεται πως το δείγμα μυκορριζας συλλέχθηκε δίπλα ή κάτω από συγκεκριμένο είδος φυτού αλλά και ούτε αυτό δεν μπορεί να αποτελέσει αποδεικτικό στοιχείο. Αφενός γιατί οι ρίζες των φυτών εμπλέκονται μεταξύ τους και ειδικά στα μεγάλα δέντρα μπορεί να φτάσουν αρκετά μακρύτερα από το σημείο που αναπτύσσεται ο κορμός-βλαστός του φυτού, αφετέρου γιατί η διάκριση των φυτικών ειδών απαιτεί επαρκείς γνώσεις συστηματικής βοτανικής από τον συλλέκτη των δειγμάτων. Για παράδειγμα στα παραθαλάσσια μεσογειακά δάση θερμόφιλης πεύκης, που εξετάστηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, συχνά συνυπάρχουν 2 με 3 είδη πεύκης (*P. halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*) τα οποία σε νεαρό στάδιο μπορεί να μπερδευτούν, μπορεί να φύονται το ένα δίπλα στο άλλο ή μπορεί τα καρποσώματα κάτω από τα οποία μαζεύτηκαν τα δείγματα εδάφους να είναι σε

σημαντική απόσταση από τα δέντρα. Είναι χαρακτηριστικό πως σε δειγματοληψία αυτής της μελέτης συλλέχθηκε δείγμα εδάφους κάτω από ένα ηλιάνθεμο (οικ. Cistaceae), το οποίο είναι εκτομυκορριζικό φυτό και τελικά το 80% - 90% των ριζών που συλλέχθηκαν από το δείγμα αυτό βρέθηκε να ανήκουν σε κωνοφόρα, τα οποία στη συγκεκριμένη θέση, απείχαν τουλάχιστον 20-30 μέτρα από το ηλιάνθεμο.

Παρόλα τα παραπάνω προβλήματα, η εξαιρετικά σχολαστικές και λεπτομερείς μελέτες που έχουν γίνει από αρκετούς ερευνητές (και σε μεγάλο βαθμό συμπεριλαμβάνονται στη διεθνή βάση δεδομένων DEEMY, Agerer & Rambold 2004–2017) έχουν αναδείξει κάποια σαφή μοτίβα μορφολογίας και ανατομίας τα οποία φαίνεται πως διέπουν διάφορες ταξινομικές ομάδες, από επίπεδο οικογένειας μέχρι επίπεδο ταξινομικού υποτιμήματος μέσα σε γένος. Επίσης στην συγγραφική επιτομή της συγκεκριμένης εργασίας (Agerer 1987-2002) αναφέρονται στοιχεία και για την μορφοανατομική ταυτοποίηση των ριζών βασικών φυτικών γενών. Πάνω σε αυτές τις κατευθύνσεις κινήθηκε και η παρούσα εργασία προσπαθώντας να φωτίσει την παραμελημένη μορφοανατομία των εκτομυκορριζών των μεσογειακών οικοσυστημάτων, σε σχέση με τα αντίστοιχα δεδομένα για την κεντρική και βόρεια Ευρώπη. Τα αποτελέσματα, όπως ήταν αναμενόμενο, παρήγαγαν μεγάλο ποσοστό καινούργιας γνώσης (9 νέες περιγραφές εκτομυκορριζών για την επιστήμη) ενώ προσέφεραν νέα στοιχεία για τρία ήδη περιγραφέντα είδη με τις επιφυλάξεις-περιορισμούς που αναλυτικά διατυπώθηκαν στα αντίστοιχα τμήματα του παρόντος κειμένου.

Από τις εννέα νέες περιγραφές για την επιστήμη, οι τέσσερις αφορούν εκτομυκορριζες στις οποίες η μοριακή αλληλούχιση έφτασε μόνο μέχρι το επίπεδο του γένους (*Inocybe*). Σε δύο από αυτές παρατηρήθηκαν διαφορές με τα βασικά χαρακτηριστικά του γένους που είναι μέχρι σήμερα γνωστά, ωστόσο είναι πιθανό τα αμφιλεγόμενα χαρακτηριστικά ή να αποτελούν καινοφανή στοιχεία για το γένος *Inocybe* είτε να αποτελούν διαγνωστικά λάθη λόγω απειρίας στον χειρισμό του συγκεκριμένου υλικού. Συγκεκριμένα η εκτομυκορριζα *Inocybe* sp. 8 x *Pinus* spp. φέρει κυστίδια αντί για εξερχόμενες υφές, στοιχείο το οποίο αποτελεί δομική διαφορά σε σχέση με τα τυπικά χαρακτηριστικά του γένους και η εκτομυκορριζα *Inocybe* sp. 7 x *Cistus* spp. έχει στοιχεία ψευδοπαρεγγυματικού μανδύα και ελάχιστες εξερχόμενες υφές που επίσης δεν συνάδει με υπάρχουσες περιγραφές εκτομυκορριζας του γένους *Inocybe*. Εδώ αξίζει να σημειωθεί πως από τα 500 περίπου είδη *Inocybe* που έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα, έχουν περιγραφεί μόνο 12 εκτομυκορριζες, ενώ αρκετά από αυτά τα είδη μάλλον δεν εξειδικεύονται μόνο σε ένα φυτό-συμβιωτή.

Από τις υπόλοιπες εννέα εκτομυκορριζες που περιγράφηκαν μαζί με τα καρποσώματά τους, τρεις αφορούν είδη *Inocybe* (*I.arenaria*, *I.rufuloides* και *I.pseudodestructa*, εκ των οποίων δύο είδη βρέθηκαν και σε φυτά *Cistus* και σε φυτά *Pinus*), καθώς επίσης και το *Hebeloma canipes*, το *Lactarius tesquorum*, το *Rhizopogon roseolus* και το *Suillus mediteraneensis*. Όλα τα είδη που

βρέθηκαν στην παρούσα εργασία αποτελούν τυπικά είδη των μεσογειακών παραθαλάσσιων οικοσυστημάτων και των φυτών-συμβιωτών τους. Εξαίρεση αποτελεί η παρουσία του *Inocybe rufuloides* σε φυτά *Cistus* καθώς από τους περισσότερους ερευνητές θεωρούνταν ως είδος που σχετίζεται αποκλειστικά με *Pinus* παρόλο που υπάρχουν κάποιες αναφορές στην βιβλιογραφία για παρουσία βασιδωμάτων του συγκεκριμένου μύκητα δίπλα σε πλατύφυλλα.

Τρεις από τις εκτομυκόρριζες που αναλυτικά παρουσιάστηκαν παραπάνω έχουν ήδη περιγραφεί από άλλους ερευνητές, οπότε η σύγκριση των αποτελεσμάτων έγινε με βάση τις δημοσιευμένες εργασίες τους. Από τις συγκρίσεις αυτές προκύπτουν ερωτηματικά σχετικά με τη ταυτοποίηση του *Lactarius tesquorum* x *Cistus* sp.. Αν και είναι αρκετά κοινό και τυπικό είδος που σχετίζεται με *Cistus* ασχέτως του βιοτόπου (Τριανταφύλλου 2012), στην παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκαν καθόλου γαλακτοφόρες υφές ή έκκριση γαλακτώδους υγρού και ως εκ τούτου η ταυτοποίηση είναι αμφίβολη καίτοι η αλληλούχηση DNA και από τα δύο δείγματα της εργασίας υπέδειξαν την παρουσία του συγκεκριμένου είδους μύκητα στην εκτομυκόρριζα. Στις υπόλοιπες περιγραφές δεν παρατηρείται κάποια σημαντική απόκλιση από τα βασικά χαρακτηριστικά των γενών ή από τις ειδικές περιγραφές των εκτομυκορριζών όπου αυτές υπήρχαν.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιπτώσεις των τριών ειδών *Inocybe*, δηλ. των *I. arenaria*, *I. rufuloides* και *I. pseudodestructa* καθώς όπως έχει προαναφερθεί το γένος *Inocybe* είναι ένα από τα συχνότερα απαντώμενα εκτομυκορριζικά γένη μυκήτων σε αμμοθινικά οικοσυστήματα. Το *I. arenaria* (Bon) E. Ludw. (2017) είναι ένα είδος το οποίο διαχωρίστηκε μόλις το τελευταίο έτος και μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν ως ποικιλία του *I. agardhii* (N. Lund) P.D. Orton (1960) και αναφερόταν ως *I. agardhii* var. *arenaria*. Στα δείγματά μας από την Πάρο ο συγκεκριμένος μορφότυπος κυριαρχούσε σε ποσότητα μέσα στο εδαφικό δείγμα. Η εξελικτική-φυλλογενετική του απόσταση από το *I. agardhii* είχε υποδειχτεί από μοριακές αναλύσεις (Ryberg et al. 2010) και διαφοροποιούνταν σε οικολογικά κυρίως χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα το *I. arenaria* σχετίζονταν με γυμνόσπερμα και προτιμάει φτωχά και ξηρά εδάφη. Αντίθετα το *I. agardhii* φαίνεται πως σχετίζεται με αγγειόσπερμα και προτιμά πιο πλούσια και υγρά εδάφη. Οι δικές μας συλλογές συμφωνούν με τα προαναφερθέντα στοιχεία και παράγουν επίσης νέα γνώση όσον αφορά στην προτίμηση με το φυτό-συμβιωτή καθώς στη δική μας συλλογή αποδείχθηκε η εκτομυκορριζική σχέση που σχηματίζει το *I. arenaria* με φυτά του γένους *Cistus*.

Οι εκτομυκόρριζες *I. rufuloides* x *Cistus* spp. και *I. pseudodestructa* x *Pinus* spp. εισάγουν επίσης νέα στοιχεία για την επιστήμη. Η εκτομυκορριζα *I. rufuloides* x *Cistus* spp. αποδεικνύει την σχέση του *I. rufuloides* με πλατύφυλλα και η *I. pseudodestructa* x *Pinus* spp. εισάγει νέα στοιχεία στα γενικά μορφοανατομικά χαρακτηριστικά του γένους *Inocybe*. Συγκεκριμένα παρουσιάζει σχεδόν εφαιπτόμενο ανιχνευτικό τύπο και συμπαγή, σχεδόν ενιαίο μανδύα που προσομοιάζει σε ψευδοπαρέγχυματική εσωτερική δομή. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά δεν έχουν αναφερθεί ξανά

στη διεθνή βιβλιογραφία σε εκτομυκόρριζες του γένους *Inocybe* αλλά καθώς επιβεβαιώθηκαν από την αλληλουχία ITS-5,8S rDNA και των τριών δειγμάτων που εξετάστηκαν, θεωρείται πως αποτελούν χαρακτηριστικά που δεν είχε προκύψει να περιγραφθούν στο παρελθόν.

Τα *I. rufuloides* και *I. pseudodestructa* έχουν ενδιαφέρον και ανεξάρτητα και σε σχέση με την αμφισβήτηση των μοριακών αποτελεσμάτων των Iotti et al. (2005) όσον αφορά την περιγραφή της εκτομυκόρριζας του *I. rufuloides* σε *Pinus pinea*. Αυτό γιατί οι Bougher & Matheny (2011) αναφέρουν πως η αλληλουχία DQ067579 (από βασιδίσωμα *I. rufuloides*) των Iotti et al. (2005) έδειξε τελικά 98% ομοιότητα με την αλληλουχία FN550908 του *I. pseudodestructa*. Η σύγκριση των βασικών μορφοανατομικών χαρακτηριστικών των δικών μας περιγραφών της εκτομυκόρριζας *I. pseudodestructa* + *Pinus* spp. με την περιγραφή της *I. rufuloides* + *Pinus* spp. των Iotti et al. (2005) δείχνει ομοιότητα στα χρώματα και στα διαφράγματα και διαφορές στην πυκνότητα των εξερχόμενων υφών και στην διάκριση των στοιβάδων του μανδύα. Αντίστοιχα η σύγκριση των βασικών μορφοανατομικών χαρακτηριστικών των δικών μας περιγραφών της εκτομυκόρριζας του *I. rufuloides* x *Pinus* spp. διέφερε με την αντίστοιχη των Iotti et al. (2005) στα χρώματα και στα διαφράγμα, δηλαδή στα ίδια σημεία που η προηγούμενη σύγκριση παρουσίαζε ομοιότητες. Τα δύο αυτά είδη γενικά παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες. Οι Ryberg et al. (2010) αναφέρουν πως το *I. pseudodestructa* με το *I. rufuloides* διαφέρουν μόνο στο ότι το δεύτερο έχει κυλινδρική βάση στύπου, κίτρινα μετουλοειδή κυστίδια και προτίμηση σε συμβίωση με γυμνόσπερμα και με αγγειόσπερμα ενώ το πρώτο έχει ροπαλοειδή βάση στύπου, υποκίτρινα μετουλοειδή κυστίδια και προτίμηση σε συμβίωση κυρίως με γυμνόσπερμα. Όλες οι παρατηρήσεις της παρούσας εργασίας σχετικά με τις περιγραφές των *I. pseudodestructa* και *I. rufuloides*, συμφωνούν με τα συμπεράσματα των Ryberg et al. (2010).

Επιπλέον, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, διερευνήθηκαν τα μορφοανατομικά χαρακτηριστικά της εκτομυκόρριζικής συμβίωσης σε παραθαλάσσια αμμοθινικά ενδιαιτήματα, το οποίο είναι απαραίτητο για την κατανόηση της οικολογίας της. Στην εποχή μας είναι πλέον αναμφισβήτητο πως σε θέματα βιοποικιλότητας οι μοριακές μέθοδοι αποτελούν ιδιαίτερα αξιόπιστα εργαλεία. Είναι επίσης γεγονός πως και λάθος να γίνει στην αλληλούχηση μίας εκτομυκόρριζας λόγω συνύπαρξης διαφορετικών μυκήτων στο ίδιο δείγμα, δεν παύει να αποτελεί απόδειξη πως το είδος που αλληλουχήθηκε υπήρχε στο ευρύτερο περιβάλλον συλλογής. Οπότε σε σχέση με το σύνολο της υπάρχουσας βιοποικιλότητας το αποτέλεσμα είναι έγκυρο. Ωστόσο η προσωπική επαφή του ερευνητή με τους ίδιους τους οργανισμούς (στη φυσική τους μορφή) και η παρουσία του στο περιβάλλον μέσα στο οποίο συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν, είναι απαραίτητες για να αξιολογηθούν σωστά οι πληροφορίες που συλλέγονται από τις σύγχρονες μεθοδολογίες ανάλυσης-ταυτοποίησης. Ένα χαρακτηριστικό της σύγχρονης εποχής είναι να γνωρίζουμε την

ύπαρξη ενός οργανισμού από το γενετικό του ίχνος αλλά να έχουμε άγνοια της φυσικής του υπόστασης και του οικολογικού του ρόλου (Truong C. et al. 2017).

Βιβλιογραφία

Αθανασίου Ζ, Θεοχάρη Ι. “Συμβολή στην καταγραφή της μυκοχλωρίδας της μαύρης πεύκης.” Δασική Έρευνα 12: 41-46, 1999.

Γκόνου-Ζάγκου Ζ. “Ταξινομική και οικολογική μελέτη των Agaricales της Ελλάδας. Συμβολή των καθαρών καλλιέργειών.” Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2003.

Δεληβοριάς Π. “Συστηματική και οικολογική μελέτη μακρομυκήτων του ορεινού συγκροτήματος των Αγράφων.” Διδακτορική διατριβή, Ε.Κ.Π.Α., Αθήνα 2014.

Διαμαντής Σ., Minter D.W. “Συνεισφορά στη μυκοχλωρίδα της Κεφαλληνιακής Ελάτης (*Abies cephalonica* Loud.) Μέρος Ι.” Το Δάσος 92: 46-60, 1981.

Διαμαντής Σ., Minter D.W. “Συνεισφορά στη μυκοχλωρίδα της Κεφαλληνιακής Ελάτης (*Abies cephalonica* Loud.) Μέρος ΙΙ.” Δασική Έρευνα 2 (IV): 131-136, 1983.

Διαμαντής Σ., Περλέρου Χ. “Η Μυκοχλωρίδα του Αγίου Όρους.” Υπουργείο Πολιτισμού, Οργανισμός Πολιτιστικής Πρωτεύουσας της Ευρώπης «Θεσσαλονίκη 1997», 1997.

Μπάρμπας Ε, Ντούσα Β, Γουγουτσά Χ (2011). “Σύνθεση μυκόρριζας από ασκομύκητες του γένους *tuber* (μαύρη και εαρινή τρούφα) με τα είδη: λεπτοκαρυά, χνοώδη δρυ, καστανιά και ελιά.” 25ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας των Οπωροκηπευτικών. Λεμεσός, Κύπρος, 2011.

Ντούσα Β, Μπάρμπας Ε. “Αποτελέσματα τεχνητής αποίκησης των δασικών ειδών *Quercus rubescens* Willd., *Quercus coccifera* L. και *Castanea sativa* Mill. από ασκομύκητες του γένους *Tuber* (*T. melanosporum* Vitt. και *T. aestivum* Vitt.). 14ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο με τίτλο “Οικολογική και Κοινωνικοοικονομική Αποκατάσταση Πυρόπληκτων Περιοχών-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος”. Πάτρα. DIRECTION ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ Α.Ε. σ.373-380, 2009.

Πολέμης Η. “Συμβολή στη γνώση της βιοποικιλότητας των Κυκλάδων (Κεντρικό Αιγαίο): Μελέτη των Βασιδιομυκήτων (Υποφύλο *Agaricomycotina*) στα νησιά Άνδρο, Νάξο και Αμοργό.” Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, 2010.

Σεργεντάνη Α. “Ποικιλότητα βασιδιομυκήτων (*Agaricomycotina*) σε οικοσυστήματα της Θράκης και αξιολόγηση του ενζυμικού τους δυναμικού.” Διδακτορική διατριβή, Ε.Κ.Π.Α., Αθήνα 2017.

Τριανταφύλλου Μ.Γ. “Εκτομυκορριζικοί μύκητες του γένους *Lactarius* pers. στην Ελλάδα.” MSc Thesis, Γ.Π.Α., Αθήνα, 2012.

Τσόπελας Π. “Μελέτη των παρασιτικών ειδών του γένους *Armillaria* στον ελληνικό χώρο.” Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1997.

Ζερβάκης Γ. “Γενετική και ταξινομική ανάλυση μυκήτων του γένους *Pleurotus*.” Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1992.

Aerts R, Honnay O. “Forest restoration, biodiversity and ecosystem functioning.” *BMC Ecology* 11: 29, 2011.

el Akil M. et al. "A new species of Basidiomycetes for the fungal diversity of Morocco: *Inocybe squarrosa* and *I. rufuloides*." *International Journal of Pure & Applied Bioscience* 3.1: 27-34, 2015.

Agerer R. “Studies on ectomycorrhizae II: Introducing remarks on characterization and identification.” *Mycotaxon* 26: 473-492, 1986.

Agerer R. Studies on ectomycorrhizae XXXIV. “Mycorrhizae of *Gomphidius glutinosus* and of *G. roseus* with some remarks on Gomphidiaceae (Basidiomycetes).” *Nova Hedwigia* 53: 127±170, 1991.

Agerer R. “Exploration types of ectomycorrhizae.” *Mycorrhiza*, 11(2): 107-114, 2001.

Agerer R. “Colour atlas of ectomycorrhizae.” *Einhorn-Verlag Eduard Dietenberger GmbH*, 1987-2002.

Agerer, R. "A proposal to encode ectomycorrhizae for ecological studies." In *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*, 12th delivery, Einhorn, Schwäbisch Gmünd: 57i-62i, 2002.

Agerer R. & Rambold G. 2004–2017 [first posted on 2004-06-01; most recent update: 2011-01-10]. DEEMY – An Information System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae. www.deemy.de – München, Germany.

Agerer, R. “Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae.” *Mycological Progress*, 5(2): 67-107, 2006.

Agerer R., Hartmann A., Pritsch K., Raidl S., Schloter M., Verma R., Weigt R. “Plants and Their Ectomycorrhizosphere: Cost and Benefit of Symbiotic Soil Organisms.” (In:) R. Matyssek, H. Schnyder, W. Oßwald, D. Ernst, J. C. Munch, H. Pretzsch (eds). *Growth and Defence in Plants, Ecological Studies* 220, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 213-242, 2012.

Altschul S. F., Gish W., Miller W., Myers E. W. & Lipman, D. J. “Basic local alignment search tool.” *Journal of molecular biology*, 215(3): 403-410, 1990.

Athanassiou Z., Theochari I., “Compléments à l’ inventaire des basidiomycètes de Grèce.” *Mycotaxon* 79: 401–415, 2001.

Barbas E., Tziertidou K. “Influence of mycorrhizal synthesis during in vitro development of *Alnus glutinosa* (L.)” *GAERTN plants. Propagation of Ornamental Plants*. 8: 215-217, 2008.

Barker S.J., Tagu D. "The roles of auxins and cytokinins in Mycorrhizal symbioses." *Journal of Plant Growth Regulation* 19: 144-154, 2000.

Beenken L. "Die Gattung *Russula*. Untersuchungen zu ihrer Systematik anhand von Ektomykorrhizen." Dissertation, University of München. <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/archive/00003175/>, 2004a.

Beenken L. "Les ectomycorhizes du genre *Russula*." *Bulletin de la Société mycologique de France* 120: 293–333, 2004b.

Beyeler M., Heyser W. "The influence of mycorrhizal colonization on growth in the greenhouse and on catechin, epicatechin and procyanidin in roots of *Fagus sylvatica* L." *Mycorrhiza* 7: 171–177, 1997.

Bhat M.N., Jeyarajan R., Ramaraj B. "Biocontrol of damping off of *Eucalyptus tereticornis* Sm. using ectomycorrhizae." *Indian Forester* 123: 307–312, 1997.

Bidartondo M. I., Burghardt B., Gebauer G., Bruns T. D., Read D. J. "Changing partners in the dark: isotopic and molecular evidence of ectomycorrhizal liaisons between forest orchids and trees." *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 271(1550), 1799-1806, 2004.

Bon M. "Macromycètes de la zone maritime picarde (8ème supplément). Les inocybes sabulicoles." *Documents Mycologiques*. 14(53): 9-40, 1984.

Bonari G., Acosta A. T., Angiolini C. "Mediterranean coastal pine forest stands: Understorey distinctiveness or not?." *Forest Ecology and Management*, 391: 19-28, 2016.

Bonfante, P., Selosse, M. A. "A glimpse into the past of land plants and of their mycorrhizal affairs: from fossils to evo-devo." *New Phytologist*, 186(2): 267-270, 2010.

Booth, M.G., Hoeksema, J.D. Ectomycorrhizal networks counteract competitive effects of canopy trees on seedling survival. *Ecology* 91: 2294-2302, 2010.

Boudier M. "Du parasitisme probable de quelques espèces du genre *Elaphomyces* et de la recherche de ces Tubéracés." *Bulletin de la Société botanique de France*, 23(3): 115-119, 1876.

Brooks T.M., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Rylands A.B., Konstant W.R., Flick P., Pilgrim J., Oldfield S., Magin G., Hilton-Taylor C. 2002. «Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity.» *Conservation Biology*, 16: 909–923, 2002.

Bougher, N. L., & Matheny, P. B. "Two species of *Inocybe* (fungi) introduced into Western Australia." *Nuytsia*, 21(3): 139-148, 2011.

Brand. F. *Lactarius pallidus*. In: Agerer R (ed) "Colour atlas of Ectomycorrhizae, plate 59." Einhorn, Schwäbisch Gmünd, 1991.

Brownlee, C., Duddridge, J.A., Malibari, A., Read, D.J. "The structure and function of mycelial systems of ectomycorrhizal roots with special reference to their role in forming interplant connections and providing pathways for assimilate and water transport." *Plant and Soil*, 71: 433-443, 1983.

Bruchet G. "Contribution a l'etude du genre *Hebeloma*." (Fr.) Kummer; partie speciale. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 1970.

Brundrett M. Mycorrhizas in natural ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 21: 171-313, 1991.

Brundrett M. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytologist* 154: 275-304, 2002.

Brundrett M. "Diversity and Classification of Mycorrhizal associations" *Biological Reviews* 79: 473–495, 2004.

Brundrett M. "Ectomycorrhizas. In: *Mycorrhizal Associations: The Web Resource*. Version 2.0." Date accessed "mycorrhizas.info", 2008.

Brundrett M. "Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis" *Plant Soil* 320: 37-77, 2009.

Brundrett M., Cairney J.W.G. Chapter 5 "Ectomycorrhizas in plant communities" In: K.Sivasithamparam, K.W.Dixon & R.L.Barrett (eds). *Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity*, pp. 105–150, 2002.

Bruns T.D. "Thoughts of the processes that maintain local species diversity of ectomycorrhizal fungi." *Plant and Soil*, 170: 63–73, 1995.

Bruns, T.D., Shefferson, R.P. "Evolutionary studies of ectomycorrhizal fungi: recent advances and future directions." *Canadian Journal of Botany* 82: 1122-1132, 2004.

Buée M., Vairelles D., Garbaye J. "Year-round monitoring of diversity and potential metabolic activity of the ectomycorrhizal community in a beech (*Fagus sylvatica*) forest subjected to two thinning regimes." *Mycorrhiza* 15: 235-245, 2005.

Burke, R.M., Cairney, J.W.G. "Laccases and other polyphenol oxidases in ecto and ericoid mycorrhizal fungi." *Mycorrhiza* 12: 105-116, 2002.

Buscardo E. et al. "Is the potential for the formation of common mycorrhizal networks influenced by fire frequency?." *Soil Biology and Biochemistry* 46: 136-144, 2012.

Chalot, M., Bran, A. "Physiology of organic nitrogen acquisition by ectomycorrhizalfungi and ectomycorrhizas." *FMES Microbiology Review* 22: 21-44, 1998.

Chilvers G.A., Pryor L.D. "The structure of eucalypt mycorrhizas." Australian Journal of Botany 13: 245-259, 1965.

Chilvers G.A. "Some distinctive types of eucalypt mycorrhizae." Australian Journal of Botany 16: 49-70, 1968.

Ciccarelli D. "Mediterranean coastal sand dune vegetation: influence of natural and anthropogenic factors." Environmental management, 54(2): 194-204, 2014.

Ciccarelli D., Bacaro G. "Quantifying plant species diversity in coastal dunes: a piece of help from spatially constrained rarefaction." Folia Geobotanica, 51(2): 129-141, 2016.

Claridge A.W., Tanton M.T., Seebeck J.H., Cork S.J., Cunningham R.B. "Establishment of ectomycorrhizae on the roots of two species of *Eucalyptus* from fungal spores contained in the faeces of the long-nosed potoroo (*Potorous tridactylus*)." Australian Journal of Ecology 17: 207-217, 1992.

Comandini O., Contu M. & Rinaldi A. C. "An overview of *Cistus* ectomycorrhizal fungi." Mycorrhiza, 16(6): 381-395, 2006.

Consultative Group on International Agricultural Research "CGIAR Research Priorities for Marginal Lands," FAO, June 2000.

Courty P.E., Buee M., Diedhiou A.G., Frey-Klett P., Le Tacon F., Rineau F. et al. "The role of ectomycorrhizal communities in forest ecosystem processes: new perspectives and emerging concepts." Soil Biology Biochemistry, 42:679-698, 2010.

Davies C. E., Moss D., Hill M. O. "EUNIS habitat classification revised 2004." Report to: European Environment Agency-European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, 127-143, 2004.

Delivorias P., Gonou-Zagou Z. "On *Cheimonophyllum candidissimum* from Greece with notes on its putative aphylloroid ancestry." Mycotaxon 104: 1-8, 2008.

Delivorias P., Gonou-Zagou Z. "Too small for the eye to see: *Heyderia abietis*." Field Mycology 11 (2): 42-43, 2010.

Delivorias P., Dimitriadis I., Gonou-Zagou Z., Kapsanaki-Gotsi E. "Some interesting species of *Hymenoscyphus* from Greece." Mycologia Balcanica 7: 87-92.195, 2010.

Delivorias P., Triantafyllou M., Gonou-Zagou Z. "Red as a flame and lovely as a flower: *Perrotia flammea* from Greece." Mycologia Balcanica 8: 125-128, 2011.

Diamandis S, Perlerou C. 2001. "The mycoflora of the chestnut ecosystems in Greece." Forest Snow and Landscape Research 76(3): 499-504, 2001.

Dimou D.M., Zervakis G.I., Polemis E. "Mycodiversity studies in selected ecosystems of Greece: I. Macrofungi from the southernmost *Fagus* forest in the Balkans (Oxya Mountain, Central Greece)." *Mycotaxon* 82: 177-205, 2002.

Dimou D.M., Zervakis G.I., Polemis E. "Mycodiversity studies in selected ecosystems of Greece: I. Macrofungi from *Abies cephalonica* forests and other intermixed tree species (Oxya Mt., central Greece)." *Mycotaxon* 104: 39-42, 2008.

Dominik T. "Synopsis of a new classification of the ectotrophic mycorrhizae established on morphological and anatomical characteristics." *Mycopathologia et mycologia applicata*, 11(4): 359-367, 1959.

Duddridge J.A., Malibari A., Read D.J. "Structure and function of mycorrhizal rhizomorphs with special reference to their role in water transport." *Nature (London)* 287:834–836, 1980.

Eberhardt U., Beker H. J., Vila J., Vesterholt J., Llimona X. & Gadjieva R. "Hebeloma species associated with *Cistus*." *Mycological research*, 113(1): 153-162, 2009.

Eberhardt U., Beker H. J., Vesterholt J., & Schütz N. "The taxonomy of the European species of *Hebeloma* section *Denudata* subsections *Hiemalia*, *Echinospora* subsect. nov. and *Clepsydroidea* subsect. nov. and five new species." *Fungal biology*, 120(1): 72-103, 2015.

Ellis J.B., Everhart B.M. 1889. "Some new species of hyphomycetes fungi." *Journal of Mycology*. 5(1): 24-29, 1889.

Esteve-Raventós F., Villarreal M., Fung-A-You M.H. "Estudios sobre el género *Inocybe* (Fr.) Fr., en la Península Ibérica e islas Baleares. III. Especies recolectadas en el Valle del Tiétar (Ávila y Toledo)." *Revista Catalana de Micologia*: 153-162, 1997.

Ferri E. "*Inocybe* alpine e subalpine." - *Funghi non delineati*. Pars XXXIV-XXXVI, 2006.

Floudas D. et al. "The Paleozoic origin of enzymatic lignin decomposition reconstructed from 31 fungal genomes." *Science* 336.6089: 1715-1719, 2012.

Franchi P., Gorreri L., Marchetti M. & Monti G. "Funghi di ambienti dunali." *Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore*, 2001.

Frank B. "On the nutritional dependence of certain trees on root symbiosis with belowground fungi (an English translation of A.B. Frank's classic paper of 1885)" *Mycorrhiza* 15: 267–275, 2005.(1885)

Fries T.M. "Skandinaviens Tryfflar och tryffelliknande svampar (Fungi hypogaei)." *Svensk Botanisk Tidskrift*. 3: 224-300, 1909.

Galli R., & Simonini, G. "I boleti: atlante pratico-monografico per la determinazione dei boleti." *Edinatura*, 1998.

Gay, G., Normand, L., Marmeisse, R., Sotta, B., Debaud, J.C. "Auxin overproducer mutants of *Hebeloma cylindrosporum* Romagnesi have increased Mycorrhizal activity." *New Phytologist* 128: 645-657, 1994.

Gibelli G. "Nuovi studi sulla malattia del castagno detta dell'inchostro." 1883.

Giomaro G., Zambonelli A., Sisti D., Cecchini M., Evangelista V., & Stocchi V. Anatomical and morphological characterization of mycorrhizas of five strains of *Tuber borchii* Vittad. *Mycorrhiza*, 10(3): 107-114, 2000.

Giomaro G., Sisti D., Zambonelli A., Amicucci A., Cecchini M., Comandini O. & Stocchi V. "Comparative study and molecular characterization of ectomycorrhizas in *Tilia americana* and *Quercus pubescens* with *Tuber brumale*." *FEMS microbiology letters*, 216(1): 9-14, 2002.

Gonou-Zagou Z., Delivorias P. "Studies on Basidiomycetes in Greece 1: The genus *Crepidotus*." *Mycotaxon* 94: 15–42, 2005

Gonou-Zagou Z., Delivorias P. "Two rare white forms of common *Amanita* species." *Field Mycology* 12(1): 10-14, 2011.

Gonou-Zagou Z., Triantafyllou M., Floudas D., Delivorias P. "The genus *Resupinatus* in Greece. *Nova Hedwigia* 92 (3–4): 513–522, 2011.

Godbout C., and Fortin J.A. "Synthesized ectomycorrhizae of aspen: fungal genus level of structural characterization." *Canadian Journal of Botany* 63 : 252-262, 1985.

Goodman D.M., Durall D.M., Trofymow J.A., Berch S.M. "A *Manual of Concise Descriptions of North American Ectomycorrhizae*" Mycologue Publications, Sidney, BC, Canada, 1996-2000.

Gramms, G., Günther, T., Fritsche, W. "Spot tests on oxidative enzymes in ectomycorrhizal, wood- and litter decaying fungi." *Mycological Research* 102: 67-72, 1998.

Griffin JN, O'Gorman EJ, Emmerson MC, Jenkins SR, Klein AM, Loreau M, Symstad AJ: "Biodiversity and the stability of ecosystem functioning. Biodiversity, ecosystem functioning and human wellbeing." Edited by: Naeem S, Bunker DE, Hector A, Loreau M, Perrings C. 2009, Oxford: Oxford University Press, 78-94, 2009.

Griffiths R.P., Ingham E.R., Caldwell B.A., Castellano M.A., Cromack K.J. "Microbial characteristics of ectomycorrhizal mat communities in Oregon and California." *Biology and Fertility of Soils* 11: 196–202, 1991.

Grubisha L.C., Trappe J.M., Molina R. & Spatafora J.W. "Biology of the ectomycorrhizal genus *Rhizopogon*. VI. Re-examination of infrageneric relationships inferred from phylogenetic analyses of ITS sequences." *Mycologia* 94(4), 607-619, 2002.

- Hanson P.J., Dixon R.K. "Allelopathic effects of interrupted fern on northern red oak seedlings: amelioration by *Suillus luteus* L.: Fr." *Plant and Soil* 98: 43–51, 1987.
- van der Heijden, M.G.A. and Horton T.R. "Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation in natural ecosystems." *Journal of Ecology* 97: 1139–1150, 2009.
- Heijden M. G., Martin F. M., Selosse M. A. & Sanders I. R. "Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future." *New Phytologist* 205(4): 1406-1423, 2015.
- Heim R. "Le genre *Inocybe*." *Encyclopedic mycologique* 1. Paris, 1931.
- Hibbett, D.S., Gilbert, L.B., Donoghue, M.J. "Evolutionary instability of ectomycorrhizal symbioses in basidiomycetes." *Nature* 407, 506-508, 2000.
- Hibbett, D.S., Matheny P.B. "The relative ages of ectomycorrhizal mushrooms and their plant hosts estimated using Bayesian relaxed molecular clock analyses" *BMC Biology* 7: 13, 2009.
- Hodge, A., Alexander, I.J., Gooday, G.W., Killham, K. "Carbon allocation patterns in fungi in the presence of chitin in the external medium." *Mycological Research* 100: 1428-1430, 1996.
- Hoffland, E., Kuyper, T.W., Wallander, H., Plassard, C., Gorbushina, A.A., Haselwandter, K., Holmström, S., Landeweert, R., Lundström, U., Rosling, A., Sen, R., Smits, M.M., van Hees, P.A.W., van Breemen, N. "The role of fungi in weathering." *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: 258-264, 2004.
- Horton T. R., & Bruns T. D. "The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology: peeking into the black-box." *Molecular ecology* 10(8), 1855-1871, 2001.
- Huijsman H.S.C. "Deux *Hebeloma* nouveaux." *Persoonia* 2(1): 97-99, 1961.
- Hutchison L.J. "Description and identification of cultures of ectomycorrhizal fungi found in North America." *Mycotaxon* 152: 387-504, 1991.
- Hutchison L.J. "Lactarius." In: Cairney JWG, Chambers SM, eds. "Ectomycorrhizal fungi: key genera in profile." Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, p. 269–285, 1999.
- Ingleby K., Mason P.A., Last F.T., Fleming L.V. "Identification of Ectomycorrhizas." HMSO, London, 1990.
- Ingham E.R., Massicotte H.B. 'Protozoan communities around conifer roots colonized by ectomycorrhizal fungi." *Mycorrhiza* 5: 53–61, 1994.
- Iotti M., Marchetti M., Bonuso E., & Zambonelli A. "Morphological and molecular characterization of the mycorrhizas of *Inocybe rufuloides* and *I. splendens*." *Mycotaxon* 94: 75-84, 2005.
- Isermann M. "Soil pH and species diversity in coastal dunes." *Plant Ecology* 178(1): 111-120, 2005.

- Izzo A., Agbowo J., Brans T.D. "Detection of plot-level changes in ectomycorrhizal communities across years in an old-growth mixed-conifer forest." *New Phytologist* 166: 619-630, 2005.
- Jakucs E., Bratek Z., Beenken L., Agerer R. "Rhizopogon vulgaris (Vitt.) M. Lange var. intermedius Svrcek + Pinus nigra" *Arn. Descr Ectomyc* 3: 111-116, 1998.
- Jacobsson, S. "Inocybe (Fr.) In: Knudsen H, Vesterholt J. (Eds.) *Funga Nordica*, Agaricoid, Boletoid and Cyphelloid genera." *Nordsvamp*, Copenhagen pp. 868–906, 2008.
- Janssen et. al. "European Red List of Habitats – Part 2. Terrestrial and Freshwater Habitats." Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2016.
- Jentschke G., Brandes B., Kuhn A.J., Schröder W.H., Godbold D.L., 2001. Interdependence of phosphorus, nitrogen, potassium and magnesium translocation by the ectomycorrhizal fungus *Paxillus involutus*." *New Phytologist* 149: 327-337, 2001.
- Kammerbauer H., Agerer R., Sandermann H. "Studies on ectomycorrhiza XXII. Mycorrhizal rhizomorphs of Thelephora terrestris and Pisolithus tinctorius in association with Norway spruce (Picea abies): formation in vitro and translocation of phosphate." *Trees* 3: 78–84, 1989.
- Karabaghli-Degron, C., Sotta, B., Bonnet, M., Gay, G., Le Tacon, F. "The auxin transport inhibitor 2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA) inhibits the stimulation of in vitro lateral root formation and the colonisation of the tap-root cortex of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) seedlings by the ectomycorrhizal fungus Laccaria bicolor S238 N." *New Phytologist* 140: 723-733, 1998.
- Karkouri (el) K., Martin F., & Mousain D. "Diversity of ectomycorrhizal symbionts in a disturbed Pinus halepensis plantation in the Mediterranean region." *Annals of forest science*, 61(7): 705-710, 2004.
- Kobayashi T. "Notes on the genus Inocybe of Japan: III." *Mycoscience*, 46(3): 184-191, 2005.
- Kohler A. et al. "Convergent losses of decay mechanisms and rapid turnover of symbiosis genes in mycorrhizal mutualists." *Nature genetics* 47.4: 410-415, 2015.
- Kohlmeier, S., Smits, T.H.M., Ford, R.M., Keel, C., Harms, H. & Wick, L.Y. "Taking the fungal highway, Mobilization of pollutant-degrading bacteria by fungi." *Environmental Science & Technology*, 39: 4640–4646, 2005.
- Kotlaba F, Klan J. 1994. "A handful of Aphyllophorales collected in Greece." *Czech Mycology* 47 (3): 199–205, 1994.
- Kuhn H. & Panstruga R. "Introduction to a Virtual Special Issue on phytopathogen effector proteins." *New Phytologist*, 202(3): 727-730, 2014.
- Kumar S., Stecher G., Tamura K. "MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets", *Molecular Biology and Evolution*, Vol. 33, Issue 7, 2016.

- Kuyper Th. W. "A revision of the genus *Inocybe* in Europe. I. Subgenus *Inosperma* and the smooth-spored species of subgenus *Inocybe*." *Persoonia-Supplement* 3.1: 1-247, 1986.
- LePage B., Currah R., Stockey R., & Rothwell G. "Fossil ectomycorrhizae from the Middle Eocene" *American Journal of Botany* 84(3): 410-410, 1997
- Lapeyrie, F., Ranger, J., Vairelles, D. "Phosphate solubilizing ability of ectomycorrhizal fungi in vitro." *Canadian Journal of Botany* 69: 342-346, 1991.
- Lawrence J.F., Milner R. "Associations between arthropods and fungi." In "Fungi of Australia Vol. 1B Introduction - fungi in the environment" (Ed. AE Orchard) pp 137–202. (Australian Biological Resources Study: Canberra) 1996.
- Leake J.R., Read D.J. "Chitin as a nitrogen source for mycorrhizal fungi." *Mycological Research* 97: 993-995, 1990.
- Leake J.R., Donnelly D.P., Boddy L. "Interaction between ecto-mycorrhizal and saprotrophic fungi." In: van der Heijden, M.G.A., Sanders, I. (Eds.), *Mycorrhizal Ecology*. Ecological Studies, vol. 157 pp 345-372, 2002.
- Lenton T. M. "The role of land plants, phosphorus weathering and fire in the rise and regulation of atmospheric oxygen." *Global Change Biology* 7(6): 613-629, 2001.
- Ludwig E. "Pilzkompedium 4" pp. 164 (2017)
- Lussenhop J., Fogel R. "Seasonal changes in phosphorus content of *Pinus strobus*-*Cenococcum geophilum* ectomycorrhizae." *Mycologia* 91: 742–746, 1999.
- Mahmood, S., Finlay, R.D., Erland, S., Wallander, H. "Solubilisation and colonization of wood ash by ectomycorrhizal fungi isolated from a wood ash fertilised spruce forest." *FEMS Microbiology Ecology* 35: 151-161, 2001.
- Maire R., Politis J. "Fungi Hellenici. Catalogue raisonné des champignons connus jusqu' ici en Grèce." *Actes de l'Institut Botanique de l' Université d'Athènes* 1: 27-179, 1940.
- Malençon G. "Champignons du Maroc." *Beihefte zur Sydowia* 8: 258-267, 1979.
- Marschner H. "Mineral nutrition of higher plants." 2nd ed. Academic Press, London, 1995.
- Martin, F. "15N-NMR studies of nitrogen assimilation and amino acid biosynthesis in the ectomycorrhizal fungus *Cenococcum graniforme*." *FEBS Letters* 182: 350-354, 1985.
- Martin F. et al. "Perigord black truffle genome uncovers evolutionary origins and mechanisms of symbiosis" *Nature* vol. 464, 2010.
- Martín M.P. "The genus *Rhizopogon* in Europe." *Societat Catalana de Micologia* 5: 1-173, 1996.

- Martín M. P., Karen O. & Nylund J. E. "Molecular ecology of hypogeous mycorrhizal fungi: *Rhizopogon roseolus* (Basidiomycotina)." *Phyton* (horn) 40(4): 135-142, 2000.
- Martínez M. L., Maun M. A., Psuty N. P. "The Fragility and Conservation of the World's Coastal Dunes: Geomorphological, Ecological, and Socioeconomic Perspectives." *Ecological Studies* vol. 171: 355, 2004.
- Marx, D.H. "The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance to pathogenic infections. I. antagonism of mycorrhizal fungi to pathogenic fungi and soil bacteria. *Phytopathology* 59: 153-163, 1969.
- Massicotte, H. B., Melville, L. H., Peterson, R. L. & Luoma, D. L. "Anatomical aspects of field ectomycorrhizas on *Polygonum viviparum* (Polygonaceae) and *Kobresia bellardii* (Cyperaceae)." *Mycorrhiza* 7: 287-292, 1998.
- Massicotte H.B., Peterson R.L., Melville L.H., Tackaberry L.E. "Hudsonia ericoides and Hudsonia tomentosa: anatomy of mycorrhizas of two members in the Cistaceae from Eastern Canada." *Botany* 88: 607–616, 2010.
- Matheny, P. B. "A phylogenetic classification of the Inocybaceae." *Mcllvainea* 18.1: 11-21, 2009.
- Matheny P.B., Bougher N.L." The new genus *Auritella* from Africa and Australia (Inocybaceae, Agaricales): molecular systematics, taxonomy and historical biogeography." *Mycological Progress* 5: 2–17, 2006.
- Matheny, P. B. et al. "Out of the Palaeotropics? Historical biogeography and diversification of the cosmopolitan ectomycorrhizal mushroom family Inocybaceae." *Journal of Biogeography* 36.4: 577-592, 2009.
- Mcllwee A.P., Johnson C.N. "The contribution of fungus to the diets of three mycophagous marsupials in eucalyptus forests, revealed by stable isotope analysis." *Functional Ecology* 12: 223–231, 1998.
- Melin E. "Experimentelle Untersuchungen über die Konstitution und Ökologie der Mykorrhizen von *Pinus silvestris* und *Picea abies*." *Mykologische Untersuchungen und Berichte* 2: 73-330, 1923.
- Milne J. "Post-fire colonization of *Cistus creticus* L. seedlings by ectomycorrhizal fungi in Aleppo pine forests in central Greece." (Doctoral dissertation, University of Edinburgh), 2002.
- Minter D.W., Lowen R., Diamandis S. "*Zeus olympius* gen. et sp. nov. and *Nectria ganymede* sp. nov. from Mount Olympos, Greece." *Transactions of the British Mycological Society* 88: 55–61, 1987.

Molina, R., Massicotte, H. & Trappe, J. M. "Specificity phenomenon in mycorrhizal symbiosis: community ecological consequences and practical implications." *Mycorrhizal Functioning* (ed. M. F. Allen). Chapman and Hall, London, UK. pp. 357-423, 1992.

Morin C., Samson J., Dessureault M. "Protection of black spruce seedlings against *Cylindrocladium* root rot with ectomycorrhizal fungi." *Canadian Journal of Botany* 77: 169–174, 1999.

Mosse, B. "Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza." *Annual Review of Phytopathology* 11: 171-196, 1973.

Mosse, B., Stribley, D.P., Le Tacon, F. "Ecology of mycorrhizae and mycorrhizal fungi. In: *Advances in Microbial Ecology*." Plenum Publishing Corporation, New York, pp. 137-210. Ed. M. Alexander Cornell University, 1981.

Näsholm T, Ekblad A, Nordin A, Giesler R, Hogberg M, Hogberg P. "Boreal forest plants take up organic nitrogen." *Nature* 392: 914–916, 1998.

Nouhra E.R., Dominguez L.S., Daniele G.G., Longo S., Trappe J.M. & Claridge A.W. "Occurrence of ectomycorrhizal, hypogeous fungi in plantations of exotic tree species in central Argentina." *Mycologia* 100(5): 752-759, 2008.

Nuytinck J., Verbeken A., Rinaldi A. C., Leonardi M., Pacioni G. & Comandini O. "Characterization of *Lactarius tesquorum* ectomycorrhizae on *Cistus* sp. and molecular phylogeny of related European *Lactarius* taxa." *Mycologia* 96(2), 272-282, 2004.

Olsson P. A., Münzenberger B., Mahmood S. & Erland S. "Molecular and anatomical evidence for a three-way association between *Pinus sylvestris* and the ectomycorrhizal fungi *Suillus bovinus* and *Gomphidius roseus*." *Mycological Research* 104(11): 1372-1378, 2000.

Pantidou M. & Watling R. "A contribution to the study of the Boletaceae - Suilloideae." *Notes from the Royal Botanical Garden Edinburgh* 30:207-237, 1970.

Pantidou M.E. "Macrofungi in Forests of *Abies cephalonica* in Greece." *Nova Hedwigia* 32: 709–723, 1980.

Pantidou M.E., Gonou Z.N. "Macrofungi in Forests of *Castanea sativa* and *Fagus sylvatica* in Greece." *Nova Hedwigia* 39: 245–257, 1984.

Paris F., Botton, B., Lapeyrie, F. "In vitro weathering of phlogopite by ectomycorrhizal fungi .2. Effect of K⁺ and Mg²⁺ deficiency and N sources on accumulation of oxalate and H⁺." *Plant and Soil* 179: 141-150, 1996.

Pavlidis P, Barbas E, Vasilakakis M (2006). "Effect of substrate, auxin source and auxin overproducing mutants of ectomycorrhiza *Hebeloma cylindrosporum romagnesi* in rooting of two quince clones

(EM A and BA 29) microshoots.” cur. Fari M. G., Acta Horticulturae 725: 271-278, Debrecen, Hungary, 2006.

Pegler D.N., Spooner B.M., Young T.W.K. “British truffles. A revision of British hypogeous fungi.” Kew Royal Botanic Gardens pp.216, 1993.

Pegler D.N., Laessle T., Spooner B.M. “British puffballs, earthstars and stinkhorns.” Kew Royal Botanic Gardens pp. 255, 1995.

Perotto S. & Bonfante P. “Bacterial associations with mycorrhizal fungi: close and distant friends in the rhizosphere.” Trends in Microbiology 5: 496–501, 1997.

Picón R.M. et al. “Monitorización de la micoflora de las zonas dunares del litoral Vasco.” Sociedad Micologica de Portugalete 78, 2007.

Plassard C., Bonafos B., Touraine B. “Differential effects of mineral and organic N sources, and of ectomycorrhizal infection by *Hebeloma cylindrosporum*, on growth and N utilization in *Pinus pinaster*.” Plant Cell and Environment 23: 1195-1205, 2000.

Plett J. M. & Martin F. “Blurred boundaries: lifestyle lessons from ectomycorrhizal fungal genomes.” Trends in Genetics 27(1), 14-22, 2011.

Plett J. M., et al. “Effector MiSSP7 of the mutualistic fungus *Laccaria bicolor* stabilizes the *Populus* JAZ6 protein and represses jasmonic acid (JA) responsive genes.” Proceedings of the National Academy of Sciences 111.22: 8299-8304, 2014.

Polemis E., Noordeloos M.E. “Two new *Gymnopus* species from the island of Άνδρος (Kiklades, C. Aegean, Greece).” Mycotaxon 102: 171–178, 2007.

Polemis E., Dimou D., Tzanoudakis D. & Zervakis G. “Rare ectomycorrhizal mushrooms associated with *Quercus coccifera* from the Kiklades islands (Central Aegean, Greece).” XV Congress of European Mycologists, Saint Petersburg, Russia: 140, 2007.

Polemis E., Dimou D.M., Pountzas L., Tzanoudakis D., Zervakis G.I. “Mycodiversity studies in selected ecosystems of Greece: 5. Basidiomycetes from woods dominated by *Castanea sativa* (Nafpactia Mts., central Greece).” Mycotaxon 115, 535 – 551, 2011.

Polemis E., Dimou D.M., Tzanoudakis D., Zervakis G.I. “Annotated checklist of Basidiomycota (subclass Agaricomycetidae) from the islands of Naxos and Amorgos (Cyclades, Greece).” Annales Botanici Fennici 49, 145-161, 2012a.

Polemis E., Dimou D.M., Tzanoudakis D., Zervakis G.I. “Diversity of Basidiomycota (subclass Agaricomycetidae) in the island of Άνδρος (Kykklades, Greece).” Nova Hedwigia, 2012b.

Polemis E., Fryssouli V., Kokkoris V., Zervakis G.I. "Preliminary assessment of belowground diversity of ectomycorrhizal fungi associated with *Cistus* and *Quercus* plants in littoral areas of continental Greece." 6th Microbiokosmos congress, Athens, 3-5 April 2015 (a).

Polemis E., Kottis L., Konstantinidis G., Zervakis G.I. "Ectomycorrhizal and other sabulicolous macrofungi from sand dune ecosystems of coastal Greece." XVII Congress of European mycologists, Madeira, Portugal, 21-25 September 2015 (b).

Raidl S. "Studien zur Ontogenie an Rhizomorphen von Ektomykorrhizen." Bibliotheca Mycologica vol 169, Cramer, Berlin, pp 1–184, 1997.

Raidl S., Agerer R. "*Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. M. Fr. + *Pinus sylvestris* L." Descriptions of Ectomycorrhizae 3: 105-110, 1998.

Read D. J. "Mycorrhizas in ecosystems." *Experientia*, 47(4), 376-391, 1991.

Read, D. J. & Perez-Moreno, J. "Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems – a journey towards relevance?" *New Phytologist* 157: 465-492, 2003.

Reess M. "*Ueber den Parasitismus von Elaphomyces granulatus*." Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob, 1880.

Riccioni C., Rubini A., Belfiori B., Gregori G., & Paolocci F. "Tuber magnatum: the special one. What makes it so different from the other Tuber spp.?" In *True truffle (Tuber spp.) in the world* (pp. 87-103). Springer International Publishing, 2016.

Richardson M.J. "Coprophilous fungi from the Greek Aegean islands." *Mycologia Balcanica* 5 (1–2): 23–32, 2008.

Rilling M.C. and Mummey D.L. "Mycorrhizas and soil structure." *New Phytologist*, 171: 41–53, 2006.

Rinaldi AC, Comandini O, Kuyper TW. "Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff." *Fungal Diversity*, 2008.

Rineau, F. et al. "Carbon availability triggers the decomposition of plant litter and assimilation of nitrogen by an ectomycorrhizal fungus." *The ISME journal* 7(10), 2010-2022, 2013.

Roy M. et al. "Ectomycorrhizal *Inocybe* species associate with the mycoheterotrophic orchid *Epipogium aphyllum* but not its asexual propagules." *Annals of Botany* 104.3: 595-610, 2009.

Ruiz-Díez B., Rincón A. M., De Felipe M. R. & Fernández-Pascual M. "Molecular characterization and evaluation of mycorrhizal capacity of *Suillus* isolates from Central Spain for the selection of fungal inoculants." *Mycorrhiza* 16(7), 465, 2006.

Ryberg, M. (2009). An evolutionary view of the taxonomy and ecology of *Inocybe* (Agaricales) with new perspectives gleaned from GenBank metadata. PhD dissertation, university of Gothenburg, Department of Plant and environmental Sciences, 2009.

Ryberg M., Larsson E., Jacobsson S. "An evolutionary perspective on morphological and ecological characters in the mushroom family Inocybaceae (Agaricomycotina, Fungi)." *Molecular Phylogenetics and evolution*, 55(2), 431-442, 2010.

Rygielwicz P.T., Andersen C.P. "Mycorrhizae alter quality and quantity of carbon allocated below ground." *Nature* 369: 58–60, 1994.

Sagara N. "Associations of ectomycorrhizal fungi with decomposed animal wastes in forest habitats: a cleaning symbiosis?" *Canadian Journal of Botany (supplement)* 1: S1423–S1433, 1995.

Selosse M.A., Le Tacon F. "The land flora: a phototroph-fungus partnership." *Trends in Ecology and Evolution* 13: 15-20, 1998.

Selosse, M. A. "Avancées récentes dans l'étude des communautés et des populations ectomycorhiziennes." *Lejeunia* 165 (2001): 1-108, 2001.

Selosse, M. A., & Strullu-Derrien, C. "Origins of the terrestrial flora: A symbiosis with fungi?." In *BIO Web of Conferences* (Vol. 4, p.09). EDP Sciences, 2015.

Selosse, M. A., Strullu-Derrien, C., Martin, F. M., Kamoun, S., & Kenrick, P. "Plants, fungi and oomycetes: a 400-million year affair that shapes the biosphere." *New Phytologist*, 206(2), 501-506, 2015.

Setälä H., Kulmala P., Mikola J., Markkola A.M. "Influence of ectomycorrhiza on the structure of detrital food webs in pine rhizosphere." *Oikos*, 87: 113–122, 1999.

Scott A. C., Bowman D. M., Bond W. J., Pyne S. J., Alexander M. E. "Fire on earth: an introduction." John Wiley & Sons, 2013.

Simard S.W., Jones M.D., Durall D.M., Perry D.A., Myrold D.D., Molina R. "Reciprocal transfer of carbon isotopes between ectomycorrhizal *Betula papyrifera* and *Pseudotsuga menziesii*." *New Phytologist* 137: 529–542, 1997.

Simard SW, Beiler KJ, Bingham MA, Deslippe JR, Philip LJ, Teste FP. "Mycorrhizal networks: mechanisms, ecology and modelling." *Fungal Biol Rev.* 26: 39–60. 2012.

Sisti D., Giomaro G., Cecchini M., Faccio A., Novero M., & Bonfante P. Two genetically related strains of *Tuber borchii* produce *Tilia* mycorrhizas with different morphological traits. *Mycorrhiza*, 13(2), 107-115, 2003.

- Slankis V. "Hormonal relationships in mycorrhiza." In: Marks, G.C., Kozłowski, T.T. (Eds.), *Ectomycorrhizae*. Academic Press, New York, pp 231-298, 1973.
- Schmidt S. M. & Panstruga R. "Pathogenomics of fungal plant parasites: what have we learnt about pathogenesis?" *Current opinion in plant biology*, 14(4), 392-399, 2011.
- Smith S., Read D. "Mycorrhizal symbiosis." Third edition. Elsevier press, 2008.
- Stangl J. & Veselský J. "Zweiter Beitrag zur Kenntnis der selteneren *Inocybe*-Arten." *Ceská Mykologie*, 27(1):11-25, 1973.
- Stangl J. Die Gattung *Inocybe* in Bayern. *Hoppea* 46, 5-388, 1989.
- Stein W. E., Berry C. M., Hernick L. V. & Mannolini. "Surprisingly complex community discovered in the mid-Devonian fossil forest at Gilboa." *Nature* 483(7387), 78-81, 2012.
- Swaty R.L., Deckert R.J., Whitham T.G., Gehring C.A. "Ectomycorrhizal abundance and community composition shifts with drought: predictions from tree rings." *Ecology* 85: 1072–1084, 2004.
- Taylor, A.F.S., Gebauer, G., Read, D.J. "Uptake of nitrogen and carbon from double-labelled ^{15}N and ^{13}C glycine by mycorrhizal pine seedlings." *New Phytologist* 164: 383-388, 2004.
- Taylor L., Banwart S., Leake J., Beerling D. J. "Modeling the evolutionary rise of ectomycorrhiza on sub-surface weathering environments and the geochemical carbon cycle." *American Journal of Science* 311(5), 369-403, 2011.
- Tedersoo L., May T.W., Smith M.E. "Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages." *Mycorrhiza* 20: 217–263, 2010.
- Tedersoo L., Bahram M., Toots M., Diedhiou A.G., Henkel T.W., Kjølner R., Morris M.H., Nara K., Nouhra E., Peay K.G., Polme S., Ryberg M., Smith M.E., Koljalg U. "Towards global patterns in the diversity and community structure of ectomycorrhizal fungi." *Molecular Ecology* 21:4160–4170, 2012.
- Tedersoo L. & Smith M. E. "Lineages of ectomycorrhizal fungi revisited: foraging strategies and novel lineages revealed by sequences from belowground." *Fungal biology reviews* 27(3), 83-99, 2013.
- Tedersoo L., Bahram M., Polme S. et al "Global diversity and geography of soil fungi." *Science* 346:1078, 2014.
- Tedersoo L. "Global Biogeography and Invasions of Ectomycorrhizal Plants: Past, Present and Future." In *Biogeography of Mycorrhizal Symbiosis* (pp. 469-531). Springer International Publishing, 2017.
- Tedersoo L. & Brundrett M. C. "Evolution of Ectomycorrhizal Symbiosis in Plants." In *Biogeography of Mycorrhizal Symbiosis* (pp. 407-467). Springer International Publishing, 2017.

Tibbett M., Sanders F.E., Cairney J.W.G. "The effect of temperature and inorganic phosphorus supply on growth and acid phosphatase production in arctic and temperate strains of ectomycorrhizal *Hebeloma* spp. in axenic culture." *Mycological Research* 2: 129-135, 1998^a.

Tibbett M., Grantham K., Sanders F.E., Cairney J.W.G. "Induction of coldactive acid phosphomonoesterase activity at low temperature in psychrotrophic ectomycorrhizal *Hebeloma* spp." *Mycological Research* 12: 1533-1539, 1998^b.

Tibbett, M., Sanders, F.E., Cairney, J.W.G., Leake, J.R. "Temperature regulation of extracellular proteases in ectomycorrhizal fungi *Hebeloma* spp. grown in axenic culture. *Mycological Research* 102: 1533-1539. 1999.

Tsopelas P. "Distribution and ecology of *Armillaria* species in Greece." *European Journal of Forest Pathology* 29: 103–116., 1999.

Tulasne L. R. & Tulasne C. "Observations sur le genre *Elaphomyces* et description de quelques espèces nouvelles." 1841.

Tulasne L.R., Tulasne C. "Fungi nonnulli hypogaei, novi v. minus cogniti." *Giornale Botanico Italiano*, 1(2):55-63, 1844.

Trappe J.M. "A.B. Frank and mycorrhizae: the challenge to evolutionary and ecologic theory." *Mycorrhiza* 15(4):277-81, 2005.

Trudell S. A., Rygielwicz P. T., Edmonds R. L. "Nitrogen and carbon stable isotope abundances support the myco-heterotrophic nature and host-specificity of certain achlorophyllous plants." *New Phytologist* 160(2), 391-401, 2003.

Truong C. et al. "How to know the fungi: combining field inventories and DNA-barcoding to document fungal diversity." *New Phytologist* 214.3: 913-919, 2017.

Turnbull M.H., Goodall R., Stewart G.R. "The impact of mycorrhizal colonization upon nitrogen source utilization and metabolism in seedlings of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden and *Eucalyptus maculata* Hook." *Plant, Cell and Environment* 18: 1386–1394, 1995.

Unestam T., Sun Y.P. "Extramatrix structure of hydrophobic and hydrophilic ectomycorrhizal fungi." *Mycorrhiza* 5: 301-311, 1995.

Van der Maarel E. "Some remarks on the functions of European coastal ecosystems." *Phytocoenologia* 33:187–202, 2003.

Van der Maarel E. & Van der Maarel-Versluys M. "Distribution and conservation status of littoral vascular plant species along the European coasts." *Journal of Coastal Conservation* 2:73–92, 1996.

Vesper A. & Richter T. "Studien zu zwei wenig bekannten risspilzen, *I. rufuloides* und *I. subporospora*." 2010.

Vesterholt J. The genus Hebeloma (Vol. 3)." Danish Mycological Society, 2005.

Vittadini C. "Monographia tuberacearum." Ex Typographia F. Rusconi, 1831.

Vittadini C. "Monographia Lycoperdineorum" 93 pp. Turin,(reprint), 1842.

Warteringer A.M., Burlett M., Guehl J.-M., Garbaye J. "Contribution of *Laccaria laccata* ectomycorrhizas to osmotic adjustment of Douglas-fir under drought stress." In: Barea, J.M. (Ed.), Proceedings of the 4th European Symposium on Mycorrhizas, Granada (Spain), 1994.

White T. J., Bruns T., Lee S. J. W. T., & Taylor J. L. "Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics." PCR protocols: a guide to methods and applications 18(1): 315-322, 1990.

Yamanaka T. "Utilization of inorganic and organic nitrogen in pure cultures by saprotrophic and ectomycorrhizal fungi producing sporophores on urea-treated forest floor." Mycological Research 103: 811–816, 1999.

Zak B. C"lassification of ectomycorrhizae." In Ectomycorrhizae, their ecology and physiology. Edited by G.C. Marks and T.T. Kozłowski. Academic Press. New York. pp. 43-78, 1973.

Zervakis G., Balis C. "*Pleurotus* species of Greece: An evaluation of their morphological and physiological characteristics." In Maher (ed.), Science and Cultivation of Edible Fungi: 537–544. Balkema, Rotterdam, 1991.

Zervakis G., Dimou D., Balis C. "A check-list of the Greek Macrofungi including hosts and biogeographic distribution: I. Basidiomycotina." Mycotaxon 66: 273–336, 1998.

Zervakis G., Lizoň P., Dimou D., Polemis E. "Annotated check-list of the Greek macrofungi. II. Ascomycotina." Mycotaxon 72: 487–506, 1999.

Zervakis G.I., Dimou D.M., Polemis E., Karadelev M. 2002a. "Mycodiversity studies in selected ecosystems of Greece: II. Macrofungi associated with conifers in the Taygetos mountain (Peloponnese)." Mycotaxon 83: 97–126, 2002a.

Zervakis G.I., Polemis E., Dimou D.M.. 2002b. "Mycodiversity studies in selected ecosystems of Greece: III. Macrofungi recorded in *Quercus* forests from Southern Peloponnese." Mycotaxon 84: 141-162, 2002b.

Zervakis G.I., Dimou D. & Polemis E. "Fungal diversity and conservation in the Mediterranean area: recent advances in the inventory of the Greek macromycetes". *Mycologia Balcanica* 1: 31-34, 2004.

