

ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΤΕΓ

ΤΜΗΜΑ: ΤΕ.ΓΕ.Π

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: Συγκέντρωση βαρέων μετάλλων σε ψευδοϊστούς μακρομυκήτων
του Ταϋγέτου.



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΓΕΝΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ ΖΕΡΒΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2006

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον Δρ Ζερβάκη Γεώργιο, Αναπληρωτή Ερευνητή του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωρικών Καλαμάτας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε), για την πολύτιμη βοήθειά του, προσφορά του και συντονισμό του στη διεξαγωγή της παρούσας ερευνητικής εργασίας.

Επίσης, ευχαριστώ τον Δρ Καββαδία Βίκτωρ, Εντεταλμένο Ερευνητή ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, για τη βοήθειά του και τις συμβουλές του στον εργαστηριακό τομέα για την ολοκλήρωση του πειράματος.

Ακόμα ευχαριστώ το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας για την παροχή των εργαστηριακών χώρων του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωρικών Καλαμάτας καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματικού τμήματος της έρευνας .

Ευχαριστώ το διδακτικό προσωπικό του ΤΕΙ Καλαμάτας για τον εμπλουτισμό των γνώσεών μου αυτά τα χρόνια φοίτησής μου, καθώς επίσης και το διοικητικό προσωπικό για την εξυπηρέτησή του.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ τους γονείς μου για τη συμπαράστασή τους όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	σελ. 5	
Summary.....	σελ. 6	
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ		
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Γενικά.....		σελ. 7
1.1) Μύκητες	σελ. 7	
1.1.1) Μορφολογία.....	σελ. 7	
1.1.2) Βιολογία.....	σελ. 7	
1.1.3) Η αναπαραγωγή στους μύκητες	σελ. 8	
1.1.4) Οικονομική σημασία μυκήτων	σελ. 8	
1.2) Μανιτάρια		
1.2.1) Ο ρόλος των μανιταριών στα δασικά οικοσυστήματα.....	σελ. 9	
1.2.2) Διατροφική σημασία	σελ. 10	
1.2.3) Χημική σύσταση μανιταριών	σελ. 11	
1.2.4) Καλλιέργεια	σελ. 12	
1.2.5) Μορφολογία.....	σελ. 14	
1.2.6) Είδη μανιταριών	σελ. 15	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ		
2.1) Τα βαρέα μέταλλα	σελ. 21	
2.2) Βαρέα μέταλλα ως πηγές ρύπανσης.....	σελ. 21	
2.3) Συσσώρευση βαρέων μετάλλων	σελ. 22	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΟΔΕΙΚΤΕΣ		
3.1) Παράγοντες που επηρεάζουν τη συσσώρευση των βαρέων μετάλλων.....	σελ. 25	
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ		
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΑ ΨΕΤΟΥ		
1.1) Γεωμορφολογία	σελ. 27	
1.2) Γεωλογία	σελ. 28	
1.3) Έδαφος	σελ. 28	
1.4) Κλιματικές συνθήκες- Μετεωρολογικά στοιχεία.....	σελ. 29	
1.5) Θερμοκρασία- νετός- βιοκλίμα	σελ. 29	

1.6) Άνεμοι	σελ. 30
1.7) Άλλα (ομίγλη, χιόνι, αναστροφές, έντονα φαινόμενα, μικροκλίμα).....	σελ. 31
1.8) Υδρογραφικά- υδρολογικά στοιχεία	σελ. 31
1.9) Τοπικά κλιματεδαφικά μικροπεριβάλλοντα, μικροτοπία	σελ. 31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
2.1) Δειγματοληψία & ταυτοποίηση ειδών μανιταριών	σελ. 33
2.2) Προετοιμασία δειγμάτων μανιταριών	σελ. 34
2.3) Προετοιμασία δειγμάτων δασικού τάπητα	σελ.35
2.4) Προετοιμασία δειγμάτων ορυκτού εδάφους	σελ. 35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	
3.1) Αποδιοργάνωση βιολογικού υλικού	σελ. 36
3.1.1) Ανάλυση μυκήτων	σελ. 36
α) Μέθοδος υγρής καύσης	σελ. 36
β) Μέθοδος ξηρής καύσης	σελ. 36
3.1.2) Ανάλυση δασικού τάπητα	σελ. 37
α) Μέθοδος ξηρής καύσης	σελ. 37
3.1.3) Ανάλυση ορυκτού εδάφους	σελ. 37
α) Μέθοδος υγρής καύσης	σελ. 37
3.2) Προσδιορισμός θρεπτικών στοιχείων	σελ. 38
3.2.1) Προσδιορισμός φωσφόρου	σελ. 38
3.2.2) Προσδιορισμός καλίου	σελ. 39
3.2.3) Προσδιορισμός ασβεστίου	σελ. 39
3.2.4) Προσδιορισμός νατρίου	σελ. 39
3.2.5) Προσδιορισμός μαγνησίου	σελ. 40
3.3) Προσδιορισμός ιχνοστοιχείων στους φυτικούς ιστούς	σελ. 40
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	σελ. 40
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ –ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	σελ. 41
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ. 57

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανθρώπινη δραστηριότητα προκαλεί με ποικίλους τρόπους τη μόλυνση του περιβάλλοντος. Τα βαρέα μέταλλα που παράγονται από βιομηχανίες συσσωρεύονται στο έδαφος και επηρεάζουν δυσμενώς το οικοσύστημα. Ορισμένα είδη φυτών και μικροοργανισμών έχουν την ιδιότητα να απορροφούν επιλεκτικά και να συσσωρεύουν στους ιστούς τους ρυπογόνες ενώσεις και στοιχεία εμφανίζοντας ανθεκτικότητα στη βιοτοξική τους δράση. Μεταξύ αυτών, μερικά είδη μυκήτων (σαπροτροφικοί μακρομύκητες, μυκόρριζες, λειχήνες) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιοδείκτες της ρύπανσης σε μια συγκεκριμένη περιοχή, και έτσι είναι εξαιρετικά χρήσιμοι για την αποτίμηση της υγείας ενός οικοσυστήματος.

Η παρούσα ερευνητική εργασία είχε ως αντικείμενο την μελέτη της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων σε ψευδοϊστούς μακρομυκήτων που αναπτύσσονταν σε δάση κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica*) στον ορεινό όγκο του Ταυγέτου. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας συλλέχθηκαν 41 είδη μανιταριών και εδαφικά (ορυκτό έδαφος και οργανικοί οριζόντες) δείγματα από περιοχές του βορείου Ταυγέτου (θέση Δυρραχίου-Νεοχωρίου) και του Νοτίου Ταυγέτου (θέση Δενδρά). Αυτά τα είδη μακρομυκήτων και τα δείγματα ορυκτού εδάφους αναλύθηκαν με τη μέθοδο της υγρής καύσης, ενώ τα δείγματα των οργανικών οριζόντων εδάφους με τη μέθοδο της ξηρής καύσης. Στη συνέχεια προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα τους στα μακροστοιχεία P, K, Ca, Mg, Na και στα μικροστοιχεία Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Pb. Τα αποτελέσματα αυτών των αναλύσεων μας έδειξαν πως οι συγκεντρώσεις των μετάλλων στους ψευδοϊστούς των μανιταριών σχετίζονται στενά με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των μετάλλων στο έδαφος. Γενικά, στον Ταυγετο δεν παρατηρήθηκε μεγάλη βιοσυσσώρευση βαρέων μετάλλων. Ωστόσο, για ορισμένα βαρέα μέταλλα υψηλής τοξικότητας διαπιστώθηκε μια αυξημένη συσσώρευση καδμίου στο είδος *Lactarius scrobiculatus*, όπως επίσης και μολύβδου για τα είδη των γενών *Boletus*, *Cortinari*, *Hygrophorus*, *Ramaria* και *Tricholoma*.

SUMMARY

The human activity causes in various ways the pollution of the environment. Heavy metals, which are mainly produced from industrial activities, are accumulated in the soil, and they have a detrimental effect on the ecosystem. Some species of plants and microorganisms have the capacity to absorb selectively and to accumulate in their tissues various types of pollutants and heavy metals by withstanding their biotoxic action. Among them, several species of fungi (e.g. saprophytic macrofungi, mycorrhizas, lichens) could serve as bioindicators of the pollution at a particular area, and they are useful for the assessment of the ecosystem health status.

The present research work had the objective to investigate the accumulation of several metals in the wild mushrooms associated with the fir (*Abies cephalonica*) forests of the Mt. Taygetos (south Peloponnese). In the frame of this study, 41 species of macrofungi were collected and identified, together with their respective substrates (soil and organic horizons) from regions of north Taygetos (site 'Dirrahio- Neohorio') and from south Taygetos (site 'Dendra'). The mushrooms and the soil samples were analyzed by the method of acid digestion (while the corresponding organic horizons samples were analyzed by the method of dry ashing) for determining their concentration in macroelements (P, K, Ca, Mg, Na) and microelements (Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Pb). The results demonstrated that the content of metals in mushrooms was related with the respective content in the soils examined. In general, the accumulation of heavy metals was not particularly high in the regions of Mt. Taygetos studied. However, high accumulation of cadmium was detected in the mushroom species *Lactarius scrobiculatus*, while high concentrations of lead were measured in mushroom specimens of the genera *Boletus*, *Cortinarius*, *Hygrophorus*, *Ramaria* και *Tricholoma*.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΓΕΝΙΚΑ

1.1) ΜΥΚΗΤΕΣ

1.1.1) Μορφολογία

Οι μύκητες, αποτελούν ένα άθροισμα ετερότροφων μικροοργανισμών, δεν έχουν δηλαδή την ικανότητα να συνθέτουν οργανικές ουσίες και να παράγουν χλωροφύλλη. διαθέτουν συμπαγή κυτταρικά τοιχώματα και στερούνται κίνησης. Ο θαλλός δηλ. το σώμα των μυκήτων, στους ανώτερους μύκητες λέγεται μυκήλιο και αποτελείται από λεπτά σωληνοειδή διακλαδισμένα νήματα, με διάμετρο 2-10 χιλιοστά του χιλιοστού και μήκος που φτάνει κάποια μέτρα, τα οποία ονομάζονται υφές.

1.1.2) Βιολογία

Οι μύκητες προσλαμβάνουν τον άνθρακα που απαιτείται για την ανάπτυξή τους κυρίως σε μορφή γλυκόζης, σακχαρόζης και μαλτόζης, ενώ χρησιμοποιούν το ίδιο αποδοτικά διάφορες πηγές αζώτου. Τα είδη που δεν μπορούν να συνθέσουν από μόνα τους τις βιταμίνες που χρειάζονται θέλουν συνήθως θειαμίνη και βιοτίνη. Οι κύριες μορφές αποθησαυριστικών ουσιών είναι το γλυκογόνο και διάφορα έλαια. Τα υλικά πάνω στα οποία αναπτύσσονται οι μύκητες ονομάζονται υποστρώματα.

Οι άριστες θερμοκρασίες ανάπτυξης για τους περισσότερους μύκητες κυμαίνονται μεταξύ 25° C και 30° C. Όμως πολλά είδη που χαρακτηρίζονται ως θερμοφιλά έχουν θερμοκρασιακά άριστα που βρίσκονται γύρω στους 40 ° C, ενώ δε λείπουν και μορφές οι οποίες αναπτύσσονται σε ακόμη θερμότερες ή και σε πολύ ψυχρές περιοχές κυρίως χάρη σε ειδικές ανθεκτικές κατασκευές που σχηματίζουν. Όσον αφορά το pH, οι περισσότεροι μύκητες ευνοούνται από ελαφρά όξινες τιμές αλλά γενικά προτιμούν επίπεδα τιμών 4-7. Οι μύκητες μπορούν γενικά να χαρακτηριστούν ως αερόβιοι μικροοργανισμοί, αν και υπάρχουν ορισμένες εξαιρέσεις (κάποια είδη ζυμών και πολλοί Χυτριομύκητες). Το φως, παρόλο που δεν είναι απαραίτητο για τη βλαστική ανάπτυξη των μυκήτων, είναι συχνά αναγκαίο για την επαγωγή σχηματισμού αγενών και εγγενών καρποφοριών σε πολλά είδη, καθώς επίσης και στην απελευθέρωση σπορίων αναπαραγωγής.

Γενικά, με βάση τις τροφικές τους απαιτήσεις και τις οικολογικές τους προσαρμογές, οι μύκητες διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

α) σαπροφυτικούς, οι οποίοι αναπτύσσονται πάνω σε νεκρή οργανική ύλη και αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες αποσύνθεσης της ύλης στη φύση,

β) βιότροφους ή παρασιτικούς, οι οποίοι αναπτύσσονται σε βάρος άλλων οργανισμών (ξενιστές: ζώα ή φυτά) προκαλώντας τη σταδιακή εξασθένησή ή και το θάνατό τους &

γ) συμβιωτικούς, οι οποίοι αναπτύσσουν σχέσεις αμοιβαίας ωφέλειας με άλλους οργανισμούς ζώντας ή ανεξάρτητα (π.χ. μυκόρριζες: ειδικές κατασκευές προερχόμενες από συμβίωση μυκήτων με ρίζες φυτών), είτε σχηματίζοντας ένα νέο οργανισμό (π.χ. λειχήνες: οργανισμοί προερχόμενοι από συμβίωση μυκήτων και φυκών). (Ζερβάκης, 1998)

1.1.3) Η αναπαραγωγή στους μύκητες

Η αναπαραγωγή στους μύκητες είναι αγενής όταν γίνεται χωρίς την ένωση κυττάρων ή οργάνων αντίθετου φύλου, και εγγενής, όταν προηγείται η ένωση πυρήνων κυττάρων αντίθετου φύλου. Η αγενής αναπαραγωγή γίνεται με τμήματα του μυκηλίου, με σπόρια που παράγονται αγενώς ή με άλλα όργανα σκληρώτια ή ριζόμορφα, ενώ η εγγενής γίνεται με σπόρια που παράγονται από ένωση πυρήνων κυττάρων αντίθετου φύλου. Τα σπόρια των μυκήτων και στις δύο περιπτώσεις, αγενή και εγγενή πολλαπλασιασμού, σχηματίζονται μέσα σε ειδικά όργανα, που λέγονται καρποφορίες και τα οποία σχηματίζονται από τμήμα ή ολόκληρο το θαλλό. Σε κάθε ανεπτυγμένο μύκητα σχηματίζονται περίπου 15 - 20 δισεκατομμύρια σπόρια, που όταν ελευθερωθούν από το μητρικό σώμα και βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες βλασταίνουν και δίνουν το καθένα νέο.

1.1.4) Οικονομική σημασία των μυκήτων

Η σημασία που έχουν οι μύκητες για τον άνθρωπο και την παγκόσμια οικονομία είναι τεράστια. Μπορεί μόνο να αποτιμηθεί σε δισεκατομμύρια δολάρια, αφού οι μύκητες χρησιμοποιούνται εμπορικά για την παραγωγή ενζύμων, αμινοξέων, αντιβιοτικών, φαρμακευτικών, ποτών και αλκοόλης, τροφίμων (τυριά, συντηρημένα είδη τροφών, ψωμί, μανιτάρια), βιταμινών, οργανικών οξέων, δευτερογενών μεταβολιτών, συντηρητικών, εντομοκτόνων, καυσίμων (αιθανόλη, βιοαέριο), στη βιοαποδόμηση

υπολειμμάτων και παραπροϊόντων της γεωργίας και βιομηχανίας, σε εφαρμογές της γενετικής μηχανικής με χρήσεις στον ιατρικό τομέα ή στη γεωργική παραγωγή, κλπ.

Το βασίλειο μύκητες αποτελείται από τέσσερα φύλα:

α) τους Χυτριομύκητες, β) τους Ζυγομύκητες, γ) τους Ασκομύκητες και δ) τους Βασιδιομύκητες. Από αυτούς, τα εδώδιμα είδη υπάγονται στην κατηγορία των Βασιδιομυκήτων.

1.2) ΜΑΝΙΤΑΡΙΑ

Τα μανιτάρια είναι οι ευμεγέθεις καρποφορίες που σχηματίζουν ορισμένες κατηγορίες μυκήτων κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Οι μύκητες (fungus, πλ. fungi, προέρχεται από την ελληνική λέξη σπόγγος, σφόνγγος) αποτελούν διακριτή κατηγορία οργανισμών και υπάγονται ταξινομικά σε ξεχωριστό βασίλειο.

Οι μύκητες θεωρούνται ως η δεύτερη πολυπληθέστερη μετά τα έντομα, ομάδα οργανισμών στη βιόσφαιρα. Ο αριθμός των καταγεγραμμένων ειδών μυκήτων σε όλο τον κόσμο ανέρχεται σε 75.000. Από τα 75.000 είδη μυκήτων τα 10.000 κατατάσσονται στους μακρομύκητες (μύκητες με χαρακτηριστικές μακροσκοπικά ορατές σαρκώδεις καρποφορίες – μανιτάρια) και από αυτά τα 2.000 είναι αξιόλογα εδώδιμα μανιτάρια, αλλά μόνο 20 περίπου καλλιεργούνται σε εμπορική κλίμακα για ανθρώπινη κατανάλωση.

1.2.1) Ο ρόλος των μανιταριών στα δασικά οικοσυστήματα

Τα μανιτάρια είναι σημαντικοί οργανισμοί στη φύση και παρουσιάζονται παντού. Υπάρχουν πολυάριθμα είδη άγριων μανιταριών και πολλά είναι εδώδιμα. Είναι πανταχού παρόν στο περιβάλλον και διαδραματίζουν σημαντικούς ρόλους στα δασικά οικοσυστήματα, καθώς το 75 – 80% των αγγειοσπέρμων φυτών αναπτύσσουν συνεργιστικές σχέσεις με μυκόρριζες, πολλοί μύκητες ζουν παρασιτικά ελέγχοντας με φυσικό τρόπο τον πληθυσμό των άλλων οργανισμών, αποτελούν πηγή τροφής για πλήθος εντόμων, νηματωδών κ.λ.π. Επίσης, οι μύκητες παίζουν σημαντικό ρόλο στο να βελτιώνουν την αντίδραση πλήθους φυτών στα ενδεχομένως τοξικά μέταλλα (Godbold et al, 1998). Τα μανιτάρια θεωρούνται φυσικό συστατικό του εδάφους που μπορεί να έχει μεγάλη σημασία στην μείωση των συνεπειών της μόλυνσης από βαρέα μέταλλα, στα φυτά και στο έδαφος (Gadd 1993). Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ο θετικός ρόλος των συμβιωτικών μυκήτων, ως ένα αποτελεσματικό φράγμα, για την προστασία των δέντρων έναντι στην υπέρμετρη μόλυνση από βαρέα μέταλλα.

1.2.2) Διατροφική σημασία

Τα μανιτάρια αποτελούν μία μικρή μόνο κατηγορία στο μεγάλο βασίλειο των μυκήτων, αλλά χαρακτηρίζονται από έντονη ποικιλομορφία, με διαφορετικά σχήματα και χρώματα. Ωστόσο, η κατανάλωση άγριων και καλλιεργούμενων μανιταριών συνεχίζει να εξαπλώνεται σε πολλές χώρες. (Kalac and Svoboda 2000; Alonso et al. 2003).

Τα μανιτάρια ως τροφή έχουν μεγάλη διαιτητική αξία, γιατί είναι πλούσια σε πρωτεΐνες. Ακόμα μπορούν να θεωρηθούν ως αποθήκη βιταμινών Β(ριβοφλαβίνης, θειαμίνης, πυριδοξίνης κ.α.), ανόργανων αλάτων (φωσφόρου, σιδήρου, μαγνησίου, χαλκού κ.α.) και λεκεθίνης. Τα παραπάνω στοιχεία (βιταμίνες, άλατα, λεκιθίνη) εμποδίζουν το σχηματισμό χοληστερίνης στο αίμα. Επιπλέον, τα μανιτάρια δεν παχαίνουν και οπωσδήποτε είναι και πολύ νόστιμα. Μπορεί να φαγωθούν, είτε ωμά σαν σαλάτες, γαρνιτούρες κ.λ.π., είτε μαγειρεμένα με ομελέτες, ψάρια, κρέας ζυμαρικά. Ακόμα γίνονται και με διάφορες σάλτσες.

Όλες αυτές οι ιδιότητες συντέλεσαν ώστε ο άνθρωπος να ασχοληθεί από πολύ παλιά με τη συλλογή αυτοφυών μανιταριών. Η συλλογή των αυτοφυών ειδών στηρίζεται βασικά στην εμπειρία του συλλέκτη και απαιτεί μεγάλη προσοχή, γιατί πολλά είδη είναι δηλητηριώδη. Όπως προαναφέρθηκε, ένα παράδειγμα είναι ο αμανίτης, που είναι αιτία πολλών θανάτων από δηλητηρίαση κυρίως στη Γαλλία (www.aegean.gr). Ένα τέτοιο μανιτάρι, βάρους 50 γραμμαρίων, μπορεί να σκοτώσει άνθρωπο βάρους 80 κιλών. Η θανατηφόρα δόση του δηλητηρίου αυτού του μύκητα είναι 0,1 χιλιοστό του γραμμαρίου ανά κιλό ζωντανού βάρους, που σημαίνει ότι είναι περίπου 200 φορές πιο δραστικό από το γνωστό παραθείο. Οι δηλητηριάσεις από τα μανιτάρια είναι πολύ ύπουλες και αυτό γιατί τα συμπτώματά τους εμφανίζονται μετά από 1 -2 μέρες, οπότε το δηλητήριο έχει περάσει ήδη στη κυκλοφορία του αίματος, γεγονός που κάνει μάταιη κάθε επέμβαση γιατρού ή λήψη μέτρων και σχεδόν πάντα επέρχεται θάνατος.

Ωστόσο, τα εδώδιμα μανιτάρια αποτελούν μια ξεχωριστή ομάδα τροφίμων με εξαιρετικές διατροφικές ιδιότητες, καθώς έχουν λίγες θερμίδες και δεν περιέχουν σχεδόν καθόλου λίπη και νάτριο. Επιπρόσθετα τα μανιτάρια περιέχουν ουσίες που μπορεί να αποδειχθούν ιδιαίτερα χρήσιμες στη θεραπεία και πρόληψη σοβαρών ασθενειών (πολλά είδη χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα ως εδώδιμα αλλά και για την αντιμετώπιση διαφόρων παθήσεων)

Σύγχρονες επιστημονικές έρευνες, έδειξαν ότι πράγματι τα μανιτάρια ή ουσίες που εξάγονται από αυτά, έχουν αξιόλογες ιδιότητες που πιθανόν να συμβάλλουν στην καταπολέμηση μερικών μορφών καρκίνου, ενισχύουν το σύστημα άμυνας του οργανισμού και μειώνουν τον κίνδυνο για στεφανιαία νόσο της καρδιάς. (www.medlook.net).

Πρόσφατα έρευνες στις Ηνωμένες Πολιτείες έδειξαν ότι ακόμη και το γνωστό σε όλους μας άσπρο μανιτάρι που παράγεται σε καλλιέργειες και αγοράζουμε σε υπεραγορές ή αλλού, μπορεί να έχει ρόλο στην πρόληψη ή θεραπεία του καρκίνου του μαστού. Συγκεκριμένα, ουσία που περιέχεται στο εν λόγω άσπρο μανιτάρι, σε προκαταρκτικές έρευνες, βρέθηκε ότι μπορεί να καταστέλλει σε καλλιέργειες τον πολλαπλασιασμό κυττάρων του μαστού. Η ουσία αυτή (ανήκει στην κατηγορία των αναστολέων της αρωματάσης) μειώνει τα επίπεδα των οιστρογόνων που είναι παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη καρκίνου του μαστού. (www.medlook.net). Επίσης προκαταρκτικές έρευνες έδειξαν ότι τα μανιτάρια πιθανόν να μειώνουν και τον κίνδυνο για καρκίνο του προστάτη. Τώρα γίνονται δοκιμές με ουσίες από μανιτάρια, για να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν αξιόλογα αποτελέσματα στη θεραπεία της νόσου.

1.2.3) Χημική σύσταση μανιταριών

Αναλυτικότερα, το περιεχόμενο των μανιταριών σε θρεπτικές ουσίες είναι η ακόλουθη (www.medlook.net):

Θερμίδες

Έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε θερμίδες: 100 γραμμάρια μανιταριών αποδίδουν περίπου 22 θερμίδες.

Λίπη

Έχουν πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπη και μηδενική χοληστερόλη.

Νάτριο

Περιέχουν ελάχιστο νάτριο που είναι βασικό συστατικό του άλατος (χλωριούχο νάτριο) το οποίο όταν είναι ψηλό στον οργανισμό προκαλεί ψηλή πίεση.

Βιταμίνες

Τα μανιτάρια είναι πλούσια σε βιταμίνες τύπου Β, ιδιαίτερα σε ριβοφλαβίνη, νιασίνη και παντοθενικό οξύ. Η ριβοφλαβίνη (βιταμίνη Β2) έχει σημαντικό ρόλο για υγιές δέρμα και καλή όραση. Το παντοθενικό οξύ (βιταμίνη Β5) έχει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή των ορμονών και για το νευρικό σύστημα. Η νιασίνη (βιταμίνη Β3) βοηθά

στην καλή λειτουργία του νευρικού και πεπτικού συστήματος. Και οι τρεις προαναφερθείσες βιταμίνες βοηθούν στην παραγωγή ενέργειας των κυττάρων από τα λίπη, τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες. Επίσης τα μανιτάρια περιέχουν βιταμίνη C και D.

Μεταλλικά ιχνοστοιχεία

Τα μανιτάρια είναι πλούσια σε σελήνιο, κάλιο, χαλκό και σίδηρο. Το σελήνιο εμπλέκεται μαζί με τη βιταμίνη E στην πρόληψη καρκίνου του προστάτη όπως επίσης και στη μείωση του κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα. Επίσης τα μανιτάρια περιέχουν κάλιο που είναι απαραίτητο για τη φυσιολογική λειτουργία της καρδιάς, το ισοζύγιο των υγρών στον οργανισμό και για τη μυϊκή και νευρική λειτουργία (η διατροφή που είναι πλούσια σε κάλιο και χαμηλή σε νάτριο, συμβάλλει σε μείωση του κινδύνου για υψηλή πίεση και εγκεφαλικά επεισόδια). Ο χαλκός και ο σίδηρος που περιέχουν τα μανιτάρια, είναι απαραίτητοι για τη σύνθεση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και της αιμοσφαιρίνης για τη μεταφορά οξυγόνου σε όλους τους ιστούς του οργανισμού.

Τα μανιτάρια έχουν μια μακρά ιστορία χρήσης στην παραδοσιακή κινέζικη ιατρική. Η συμβολή των μανιταριών ως τροφή στη βελτίωση της υγείας και της ζωτικότητας του ανθρώπου, καθώς και της αύξησης της προσαρμοστικής αντίδραση του σώματος, έχουν υποστηριχθεί σε πρόσφατες μελέτες (Kalac & Svaboda, 2000; Sisak, 1996; Demirbas, 2001; Mendil et al., 2004; Latiff et al., 1996; Racz et al., 1996). Οι σχετικές έρευνες άρχισαν να εντατικοποιούνται τα τελευταία χρόνια.

Ειδικά τα άγρια μανιτάρια αποτελούν μια δημοφιλή λιχουδιά στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Η συλλογή και η κατανάλωση τους είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε πολλές χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης, όπου η ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση ξεπερνά τα 10 kg (Sisak, 1996; Kalac & Svaboda, 2000).

1.2.4) Καλλιέργεια

Η διαιτητική αξία, οι οργανοληπτικές ιδιότητες και η δυνατότητα παραγωγής μανιταριών σε φθηνά αγροβιομηχανικά παραπροϊόντα ήταν οι βασικές αιτίες για τη ραγδαία ανάπτυξη της συστηματικής καλλιέργειας επιλεγμένων ειδών εδώδιμων μανιταριών σε εμπορική κλίμακα και σε επιστημονικές βάσεις. Στην Ευρώπη, κυρίως, η κατά κεφαλήν κατανάλωση κυμαίνεται από 1 - 2 κιλά το χρόνο ενώ στη χώρα μας δεν περνά τα 40 - 50 γραμμάρια στο ίδιο χρονικό διάστημα, που σημαίνει

ότι η καλλιέργεια του μανιταριού στην Ελλάδα έχει πολλές δυνατότητες ανάπτυξης ακόμα. Σήμερα, η καλλιέργεια των μανιταριών πραγματοποιείται σε ειδικούς χώρους. Η όλη διαδικασία της καλλιέργειας υπό ελεγχόμενες συνθήκες διαρκεί περίπου 90 ημέρες και μπορεί να διακριθεί σε τρία στάδια:

1. Προετοιμασία του υποστρώματος
2. Αποικισμός του υποστρώματος από το μικκύλιο του μύκητα
3. Σχηματισμός καρποφοριών και παραγωγή μανιταριών

Η καλλιέργεια γίνεται πάνω σε οργανικά υποστρώματα (‘‘κομπόστ’’) τα οποία έχουν υποστεί αερόβια επεξεργασία (ζύμωση) από μικροοργανισμούς. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται περιέχει κυρίως άχυρο σιτηρών και κοπριά ζώων. Επίσης, προστίθενται διάφορα άλλα υλικά όπως άλευρα ψυχανθών, βαμβακόπιτα, μελάσσα κλπ.

1. Η προετοιμασία του υποστρώματος περιλαμβάνει δύο φάσεις. Κατά την πρώτη φάση πραγματοποιείται ελεύθερη ζύμωση του υποστρώματος και κατά τη δεύτερη πραγματοποιείται πρώτα μια παστερίωση και στη συνέχεια συνέχιση της ζύμωσης υπό πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες.

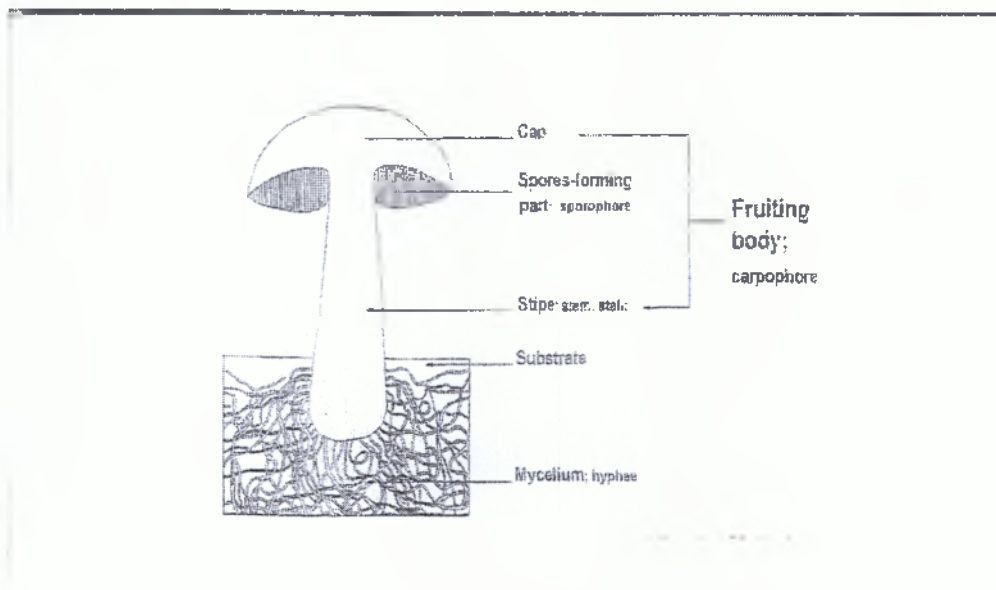
2. Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης το υπόστρωμα εμβολιάζεται με το ‘‘σπόρο’’. Ο σπόρος ανακατεύεται με το υπόστρωμα και μετά τη σπορά γίνεται κάλυψη της επιφάνειας καλλιέργειας για διασφάλιση της υγρασίας και της στενής επαφής μικκυλίου με το υπόστρωμα. Το ζυμωμένο υπόστρωμα τοποθετείται σε κλίνες καλλιέργειας που είναι είτε ξύλινα τελάρα είτε επάλληλα μεταλλικά ράφια. Η άριστη θερμοκρασία για τον αποικισμό του υποστρώματος κυμαίνεται μεταξύ 22 – 26° C. Αφού το μικκύλιο αναπτυχθεί και αποικίσει πλήρως το υπόστρωμα ο μύκητας περνάει στην αναπαραγωγική φάση (14 – 16 ημέρες μετά τον εμβολιασμό).

3. Ο σχηματισμός των καταβολών των καρποφοριών επιτυγχάνεται με ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας και της συγκέντρωσης του CO₂ στο χώρο καλλιέργειας (T: 16-18° C και CO₂ : κάτω του 0,1%). Μέσα σε 6-8 ημέρες κάνουν την εμφάνισή τους οι πρώτες καταβολές.

Τα πρώτα μανιτάρια είναι έτοιμα για συλλογή περίπου 18-22 ημέρες μετά την επικάλυψη. Μετά την ολοκλήρωση της πρώτης συγκομιδής, εμφανίζεται δεύτερο κύμα καρποφοριών μέσα σε 7-10 ημέρες, στη συνέχεια τρίτο κλπ.

2.5) Μορφολογία

Το μέγεθος της καρποφορίας των μανιταριών μπορεί να φτάσει και το 1,5 m σε διάμετρο, το βάρος τους να ξεπεράσει τα 2.5 kg, ενώ η υφή τους μπορεί να είναι σαρκώδης, ξυλώδης, ζελατινώδης, σπογγώδης, φελλώδης κλπ. Η συνηθισμένη μορφή της καρποφορίας αποτελείται κατά βάση από τον πύλο (δηλαδή το καπέλο) και το στύπο (δηλαδή τον ποδίσκο). Από την κάτω επιφάνεια του πύλου υπάρχει το γόνιμο στρώμα (= υμένιο) που αποτελείται ή από ελάσματα σε ακτινωτή διάταξη ή μικρούς πόρους ή ακίδες. Επίσης, μπορεί να υπάρχουν πολλές άλλες κατασκευές. (Εικόνα 2)



Εικόνα 2: Σχηματισμός ενός μανιταριού.

Στις επόμενες σελίδες παρατίθενται κάποια είδη τα οποία φυτρώνουν στον ορεινό όγκο του Ταυγέτου και με τα οποία ασχοληθήκαμε κατά τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης ερευνητικής εργασίας.

1.2.6) Είδη μανιταριών

Είδη μανιταριών που απαντώνται στον Ταύγετο:

Εικόνα 3: *Boletus luridus* (www.ipet.gr)



Εικόνα 4: *Boletus luridus* (www.ipet.gr)



Εικόνα 5: *Suillus granulatus* (www.ipet.gr)



Εικόνα 6: *Suillus luteus* (www.ipet.gr)



Εικόνα 7: *Chroogomphus rutilus* (www.ipet.gr)



Εικόνα 8: *Amanita muscaria* (www.ipet.gr)



Εικόνα 9: *Clavariadelphus truncatus* (Γ. Ζερβάκης & Η. Πολέμης)



Εικόνα 10: *Hervella lacunosa* (Γ. Ζερβάκης & Η. Πολέμης)



Εικόνα 11: *Hydnellum ferrugineum* (Γ. Ζερβάκης & Η. Πολέμης)



Εικόνα 12: *Lactarius salmonicolor* (Γ. Ζερβάκης & Η. Πολέμης)



Εικόνα 13: *Macrolepiota procera* (Γ. Ζερβάκης & Η. Πολέμης)



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.1) ΤΑ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Γενικά:

Τα μέταλλα απαντώνται σε διαφορετικές μορφές: σαν ιόντα διαλυμένα στο νερό, σαν ατμοί ή σαν άλατα ή ορυκτά στις πέτρες, στην άμμο και στο έδαφος. Η παρουσία τους ανιχνεύεται τόσο σε οργανικές όσο και ανόργανες ενώσεις.

Φυτά και ζώα εξαρτώνται από κάποια μέταλλα σαν μικροθρεπτικά. Ωστόσο, μερικές μορφές από κάποια μέταλλα μπορούν επίσης να είναι τοξικά, σε σχετικά μικρές ποσότητες, και επομένως θέτουν ένα κίνδυνο στην υγεία των ζώων και των ανθρώπων. Επίσης, τα μέταλλα επηρεάζουν αρνητικά κάποιες βιολογικές διαδικασίες που προκαλούνται στο έδαφος και στους ζώντανους οργανισμούς όταν είναι παρόντα σε χαμηλές συγκεντρώσεις (Brookes 1995; Khan & Scullion 1999; Ellis et al. 2001). Έτσι, το επίπεδο της ενδεχόμενης τοξικότητας ενός στοιχείου στα φυτά και στους μικροοργανισμούς εξαρτάται γενικά από τη συγκέντρωσή του και το ρόλο στις βιοχημικές διαδικασίες. (Giller et al. 1998; Hall 2002)

2.2) Βαρέα μέταλλα ως πηγές ρύπανσης

Τα βαρέα μέταλλα θεωρούνται ότι είναι μία από τις κύριες πηγές ρύπανσης στο περιβάλλον, αφού έχουν ουσιαστική επίδραση στην οικολογική του ποιότητα (Sastre et al, 2002).

Η ανθρώπινη δραστηριότητα οδηγεί στην αύξηση των επιπέδων μόλυνσης από βαρέα μέταλλα στο περιβάλλον. Τα βαρέα μέταλλα οφειλόμενα στην ατμοσφαιρική και βιομηχανική ρύπανση συσσωρεύονται στο έδαφος και επηρεάζουν το οικοσύστημα. (Al- Radady et al, 1994)

Κάποια από αυτά όπως ο μόλυβδος, το κάδμιο, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός κ.λ.π έχουν επιλεγθεί ως αντιπροσωπευτικά ιχνοστοιχεία των οποίων τα επίπεδα στο περιβάλλον απεικονίζουν μια αξιόπιστη ένδειξη της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Μέταλλα όπως ο σίδηρος, ο χαλκός, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος κρίνονται ως απαραίτητα καθώς παίζουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων, ενώ ο μόλυβδος και το κάδμιο είναι μη απαραίτητα μέταλλα αφού είναι τοξικά ακόμα και σε ίχνη. Τα απαραίτητα μέταλλα μπορούν επίσης να παράγουν τοξικά αποτελέσματα όταν η ποσότητα που θα

προσληφθεί από ένα ζωντανό οργανισμό είναι ιδιαίτερος υψηλή (Schroeder, 1973). Η μέγιστη επιτρεπόμενη δόση για έναν ενήλικα είναι 3mg Pb και 0.5 mg Cd ανά εβδομάδα, αλλά οι συνιστώμενες δόσεις είναι μόνο το 1/5 αυτών των ποσοτήτων. (FAO/WHO, 1976)

Βάση των παραπάνω η αναγκαιότητα της εκτίμησης του κινδύνου της ανθρώπινης υγείας που προκαλείται από τη μόλυνση του χερσαίου περιβάλλοντος με βαρέα μέταλλα φαίνεται ότι συνδέεται κύρια με κάποιες βιομηχανικές δραστηριότητες. (Freedman and Hutchinson, 1981)

2.3) Συσσώρευση βαρέων μετάλλων

Είναι γενικά γνωστό ότι μερικοί ζωντανοί οργανισμοί διαθέτουν την ικανότητα να απορροφούν και να συσσωρεύουν, στις δομές τους, κάποια στοιχεία, κυρίως μέταλλα, σε υψηλές συγκεντρώσεις (Vetter, 1993). Η ενδεχόμενη τοξικότητα αυτών των βαρέων μετάλλων εξαρτάται από την παρουσία των βιοδιαθέσιμων μορφών στο εδαφικό διάλυμα (Giller et al. 1998). Βέβαια, ο μηχανισμός μέσω του οποίου μερικά βαρέα μέταλλα συσσωρεύονται δεν έχει πλήρως αποσαφηνιστεί ωστόσο φαίνεται να συνδέεται με μια χειλική αντίδραση με τις σουλφιδριλικές ομάδες της πρωτεΐνης και ειδικότερα με τη μεθειονίνη. (Stijve et al, 1976)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΒΙΟΔΕΙΚΤΕΣ

Μέσα στο φυτικό βασίλειο, μερικά είδη καλούνται φυτά δείκτες, επειδή η παρουσία τους μαρτυρά την ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων ορισμένων χημικών στοιχείων. Άλλοι ζώντες οργανισμοί (όπως οι λειχήνες) διακρίνονται για τον ρόλο τους στην περιβαλλοντική προστασία, επειδή η παρουσία τους ή μη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας καλός βιοδείκτης της ύπαρξης μιας τοξίνης (Vetter, 1993,1994).

Για να χαρακτηριστούν οι μικροοργανισμοί ως βιοδείκτες θα πρέπει να πληρούν τα εξής χαρακτηριστικά:

- A) να είναι άφθονοι και κοινοί στις περιοχές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον
- B) να είναι τεκμηριωμένα υψηλοί συσσωρευτές των τοξινών που ενδιαφέρουν
- Γ) να έχουν χαμηλή απόκλιση στην απορρόφηση και συσσώρευση βοηθώντας έτσι την ελάττωση του αριθμού των δειγμάτων που απαιτούνται.

Οι σαπροφυτικοί μύκητες και μυκόριζες θεωρούνται βιοδείκτες του εδάφους και της αέριας μόλυνσης εξαιτίας της ύπαρξης ιχνοστοιχείων, κυρίως βαρέων μετάλλων, σε αυτούς. (Gast et al., 1988; Ruhling and Soderstrom, 1990)

Οι εκτομυκόριζες αναπτύσσουν συμβιωτικές σχέσεις με τα δασικά δέντρα. (Harley, 1969). Όσον αφορά τη σχέση της συγκέντρωσης των μετάλλων στις μυκόρριζες με τη συγκέντρωση των μετάλλων στο έδαφος, παρατηρούμε ότι η μυκόρριζα παίζει ρόλο στην κίνηση των μετάλλων στα δασικά συστήματα. Το μυκηλιακό σύστημα της εκτομυκόρριζας εκτείνεται σε μεγάλη έκταση μέσα στο έδαφος και είναι η αιτία που οι συνθήκες απορρόφησης των μετάλλων είναι καλύτερες στις εκτομυκόριζες από αυτές στους άλλους οργανισμούς (Leski et al., 1995; Rudawska et al., 2000). Οι ικανότητες των δέντρων και άλλων φυτών να αναπτυχθούν σε μολυσμένες περιοχές είναι δυνατόν εξαιτίας μόνο της ανάπτυξης μυκόριζων από τις ρίζες τους (Wilkinson & Dickinson 1995).

Προκαταρκτικά στοιχεία δείχνουν οι εκτομυκορριζικοί μύκητες μπορούν να αποδειχθούν χρήσιμοι ως βιοδείκτες της μόλυνσης (McCreight and Schroeder, 1977; Bargagli and Baldi, 1984) Επίσης, οι καρποφορίες των μυκήτων μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως βιοδείκτες, διότι η εφήμερη ανάπτυξή τους επιτρέπει μικρό χρονικό διάστημα (λίγων μόλις ημερών) την απορρόφηση των μετάλλων στο

εσωτερικό των καρποφοριών, κάνοντας κατάλληλα για μελέτες που αφορούν την κατανομή των μετάλλων στο περιβάλλον.

Μερικά είδη μυκήτων μπορεί να είναι ικανά να απομονώσουν τοξικά μέταλλα από τα εδάφη όπου οι συνθήκες είναι πολύ τοξικές για άλλα είδη ζωντανών οργανισμών. Οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων στους μύκητες είναι γενικά υψηλότερες από αυτές των φυτών. Αυτό δείχνει ότι οι μύκητες κατέχουν έναν πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό που τους δίνει τη δυνατότητα να απορροφούν ιχνοστοιχεία από το υπόστρωμα ανάπτυξης πιο εύκολα και αποδοτικά. Αυτός ο μηχανισμός μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικός στις ομάδες παρασιτικών και σαπροφυτικών μυκήτων παρά στις ομάδες των μυκόρριζων (Lepsova & Mejstrik, 1988).

Σύμφωνα με τα διεθνή δεδομένα, πολλά είδη αγρίων μανιταριών έχουν την ικανότητα να απορροφούν και να συσσωρεύουν βαρέα μέταλλα, όπως κάδμιο, χαλκό, αρσενικό, μόλυβδο, νικέλιο, άργυρο, χρώμιο και υδράργυρο (Schmitt & Sticher, 1991; Kalac & Svoboda, 2000; Isiloglu et al, 2001; Malinowska et al., 2004). Κάποιοι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν τη συσσώρευση και συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων και βαρέων μετάλλων στα μανιτάρια. Οι συγκεντρώσεις των συσσωρευόμενων στοιχείων θεωρείται ότι εξαρτώνται από το είδος του μανιταριού, αλλά και ο τύπος του υποστρώματος παίζει επίσης σημαντικό ρόλο (Allen & Steinnes, 1978; Cocchi & Vesconi, 1996; Kalac & Svoboda, 2000; Stijve et al, 2004).

Το περιεχόμενο των ιχνοστοιχείων στις καρποφορίες των καλλιεργούμενων και άγριων μανιταριών προσελκύει ιδιαίτερα την προσοχή από άποψη πιθανής τοξικότητας των εδάδιμων μανιταριών στους ανθρώπους που θα τα καταναλώσουν (Tyler, 1980; Demirbas, 2001 a,b).

Σε βαρέως μολυσμένες περιοχές οι παρατηρούμενες συγκεντρώσεις μετάλλων αυξάνονται σημαντικά. Σημαντική επιβάρυνση των περισσότερων ειδών μανιταριών παρατηρείται κυρίως από το κάδμιο. Από σχετικές έρευνες παρατηρήθηκε ότι πολλά είδη μανιταριών κοντά σε μεταλλουργεία σιδήρου έχουν αυξημένα ποσοστά καδμίου και χαλκού οδηγώντας έτσι προς τον περιορισμό κατανάλωσης αυτών των ειδών μανιταριών. (Seeger, 1982; Kalac and Svoboda, 1998). Σε μολυσμένες περιοχές, κυρίως σε πόλεις και εκεί όπου υπάρχουν χαλυβουργεία, παρατηρείται σημαντική συσσώρευση μετάλλων και κυρίως καδμίου και υδραργύρου. Επιπροσθέτως, υπάρχουν ευρήματα τα οποία δείχνουν ότι η μόλυνση των μανιταριών επίσης εντείνεται σε περιοχές που υπάρχουν ορυχεία και εργοστάσια επεξεργασίας μετάλλων, κυρίως υδραργύρου ή αργύρου (Bargagli & Baldi, 1984; Kalac et al.,

1991; Wondratschek & Roder, 1993; Kalac et al, 1996; Alonso et al, 2000; Isiloglu et al, 2001; Randa & Kucera, 2004). Έτσι, είναι αναμενόμενο ότι η μόλυνση υπερβαίνει τα αποδεκτά όρια συγκέντρωσης, στα μανιτάρια που αναπτύσσονται σε περιοχές που δεν ξεπερνούν την απόσταση των 6 χλμ. από τα μεταλλουργεία.

3.1) Παράγοντες που επηρεάζουν τη συσσώρευση των βαρέων μετάλλων

Κάτω από φυσικές συνθήκες, οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε μερικά εδάσματα είδη μανιταριών μπορεί να είναι υψηλές, ακόμα και αν ο βαθμός ρύπανσης του εδάφους είναι χαμηλός (Falandaysz & Chwir, 1977; Falandaysz et al, 2003).

Τα ποσά των περιεχόμενων βαρέων μετάλλων σχετίζονται με:

- τα είδη του μανιταριού
- την περιοχή συλλογής του δείγματος
- την ηλικία των καρποφοριών και του μυκηλίου
- την απόσταση από την πηγή της μόλυνσης (Kalac et al., 1991)

Βέβαια, οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στα μανιτάρια επηρεάζονται σοβαρά από το pH ή από την περιεχόμενη οργανική ύλη του εδάφους (Demirbas, 2002; Sesli & Tuzen, 1999; Gast et al., 1988). Επίσης, τα ιχνοστοιχεία που περιέχονται στα είδη μανιταριών εξαρτώνται από την ικανότητα των ειδών να αποσπούν ιχνοστοιχεία από το υπόστρωμα και από την επιλεκτική πρόσληψη και απόθεση των στοιχείων στους ιστούς (Demirbas, 2001; Sesli & Tuzen, 1999).

Η πρόσληψη των βαρέων μεταλλικών ιόντων στα μανιτάρια είναι υψηλότερη από ότι στα φυτά. Γι' αυτό το λόγο, οι αποκλίσεις της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων θεωρείται ότι οφείλονται στα είδη των μανιταριών και στον τύπο του οικοσυστήματος όπου αναπτύσσονται (Seeger, 1982). Σε σύγκριση με τα φυτά, τα μανιτάρια μπορούν να συσσωρεύσουν μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων όπως το Cd και ο Hg (Stegnar et al, 1973; Stijve and Roschnik, 1974). Καθώς αυτά τα μέταλλα είναι γνωστά για την τοξικότητά τους σε χαμηλές συγκεντρώσεις, πραγματοποιείται μια μεγάλη προσπάθεια να εκτιμηθεί ένας πιθανός κίνδυνος στην ανθρώπινη υγεία από την κατανάλωση επιβαρυσμένων μανιταριών (Seeger, 1982; Gast et al, 1988).

Η παρούσα ερευνητική εργασία έχει ως αντικείμενο τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων σε ψευδοϊστούς μακρομυκήτων του Ταυγέτου. Σκοπός της εργασίας είναι να διαπιστωθεί το κατά πόσο τα βαρέα μέταλλα, που παράγονται από τις διάφορες

βιομηχανίες και συσσωρεύονται στο έδαφος· επιδρούν στο οικοσύστημα του Ταύγετου και συγκεκριμένα στους μακρομυκητές.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΟΡΕΙΝΟΥ ΟΓΚΟΥ ΤΟΥ ΤΑΪΓΕΤΟΥ

Η έρευνα έχει ως αντικείμενο την μελέτη της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων σε ψευδοϊστούς μακρομυκήτων του ορεινού όγκου του Ταϊγέτου.

Για την έρευνα επιλέχθηκαν συστάδες Ελάτης στη περιοχή του βορείου Ταϊγέτου στις θέσεις Δυρραχίου-Νεοχωρίου με υψόμετρο 860 μ. και στη περιοχή του Νοτίου Ταϊγέτου στη περιοχή Δενδρά με υψόμετρο 1045 μ.

1.1) Γεωμορφολογία

Σύμφωνα με το διαχειριστικό σχέδιο του Δασαρχείου Καλαμάτας για την περίοδο 2006-2015, η περιοχή μελέτης καταλαμβάνει το δυτικό- βορειοδυτικό και μικρό κομμάτι από το ανατολικό τμήμα του Ταϊγέτου, πίσω (δυτικά) από τις μεγάλες κορυφές.

Μέσα στα όρια μελέτης της περιοχής μελέτης η κατανομή των εδαφών ανά κλάση κλίσεων έχει ως εξής βάση του παρακάτω Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κατανομή εδαφών ανά κλάση κλίσεων.

α/α	Κλίσεις	Ποσοστό %
1	0-15 %	6,7
2	15-30 %	13,1
3	30-45 %	24,0
4	45-60 %	26,2
5	60-75 %	16,6
6	> 75 %	13,5

Υπάρχει μια σημαντική διαφορά στο ανάγλυφο που παρουσιάζεται μεταξύ των εκτάσεων του δάσους που αναπτύσσονται πάνω σε φυλλίτες (σχιστόλιθο) και αυτών που αναπτύσσονται σε ασβεστολιθικό υπόθεμα. Οι πρώτες έχουν ομαλό ανάγλυφο, μικρές κλίσεις και συνήθως μεγάλο βάθος εδάφους, ενώ οι δεύτερες έχουν συνήθως

σημαντικές κλίσεις, οξείες κορυφές, μικρό βάθος εδάφους, ενώ υφίστανται συχνά απόπλυση και υποβάθμιση, όταν οι κλίσεις είναι μεγάλες.

Το δάσος διακρίνεται από την οροσειρά των μεγάλων κορυφών μέσω μιας μεγάλης και μακρόστενης λάκκας (ρεματιάς) στον άξονα Πηγάδια – Κεφαλόβρυσα – Καστρούλια. Αυτή η νοητή γραμμή είναι και το όριο του σχιστόλιθου από τον ασβεστόλιθο. Τα ρέματα που αναπτύσσονται πάνω στη βασική ράχη που διατρέχει όλο το δάσος, έχουν κατεύθυνση είτε ανατολική, προς την πεδιάδα του Ευρώτα, είτε δυτική προς την πεδιάδα της Καλαμάτας.

1.2) Γεωλογία

Τα δύο βασικά πετρώματα που κυριαρχούν στην έκταση του δάσους, είναι οι φυλλίτες, με τη μορφή κυρίως μαρμαρυγιακού γνεύσιου και οι ασβεστόλιθοι που παρουσιάζονται, είτε ως δολομιτικοί, είτε ως κρυσταλλικοί, είτε ως άλλης μορφής ασβεστόλιθοι.

1.3) Έδαφος

Τα εδάφη προέρχονται κυρίως από την αποσάθρωση των μητρικών πετρωμάτων, ενώ εκείνα που βρίσκονται σε κολλούβια και αλλούβια προέρχονται από μεταφερθέντα υλικά. Τα κυριότερα πετρώματα είναι οι φυλλίτες (μεταμορφωμένα) και οι ασβεστόλιθοι.

Τα εδάφη σε φυλλίτες, οι οποίοι είναι μεταμορφωμένα πετρώματα, αποτελούν προϊόν φυσικής αποσαθρώσεως των πετρωμάτων, με την συνέργεια του ύδατος και των παγετών. Επειδή έχουν ομαλές κλίσεις και συνήθως μεγάλο βάθος, με συνοϊκό κλίμα, αποτελούν τα πλέον παραγωγικά εδάφη της Ελλάδας. Σε αυτά ασκείται έντονη δασοπονία με παραγωγικά δάση οξυάς και δρυός στην Βόρεια Ελλάδα και μαύρης πεύκης και ελάτης στην Νότια Ελλάδα.

Ο μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος και ο γνεύσιος είναι τα δύο βασικά πετρώματα που αποτελούν τους φυλλίτες και έχουν αμφότερα παρουσία στον Ταΰγετο. Το βάθος του εδάφους είναι σημαντικό και γίνεται μεγάλο σε θέσεις με μικρή κλίση ή αδιατάρακτες από φωτιά και ανθρώπινη παρουσία.

Τα εδάφη σε ασβεστολιθικό γεωλογικό υπόθεμα είναι γενικά μικρού βάθους και με μέτρια γονιμότητα, ανάλογα με τις επικρατούσες κλίσεις και την ανθρωπογενή επίδραση που έχουν υποστεί. Στην περιοχή του Ταΰγету τα εδάφη αυτά είναι μέτριας ποιότητας, όσον αφορά την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και

οργανική ουσία, ενώ και η οξύτητά τους είναι μικρότερη από αυτή των εδαφών σε μαρμαρυγιάκο σχιστόλιθο. Τα εδάφη σε ασβεστόλιθο φιλοξενούν τις περισσότερες συστάδες ελάτης, ενώ στους φυλλίτες επικρατεί ως είδος η Μαύρη Πεύκη.

1.4) Κλιματικές συνθήκες-Μετεωρολογικά στοιχεία

Η περιοχή του δάσους εκτείνεται από το υψόμετρο των 600 περίπου μέτρων έως το υψόμετρο των 1800 περίπου μέτρων, με υψηλότερο σημείο την κορυφή Γούβες ή Ξεροβούνα Σουσιάνων στα 1852 μ. Το κλίμα διαφέρει σημαντικά στις κλιματικές ζώνες που διατρέχουν το δάσος. Για την περιγραφή του κλίματος θα χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία του εξής μετεωρολογικού σταθμού:

- Του μετεωρολογικού σταθμού Αρτεμισίας που ανήκει στο Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ) και παλαιότερα στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Αθηνών (ΙΔΕΑ). (Πίνακας 2)

Πίνακας 2. Μετεωρολογικά στοιχεία Αρτεμισίας για την περίοδο 1960- 2003

Μήνας	Μέση θερμοκρ. $^{\circ}\text{C}$	Σχετική υγρασία	Ύψος βροχής mm
ΙΑΝ	6,2	78	167,8
ΦΕΒ	6,6	76	145,6
ΜΑΡΤ	8,5	70	96,7
ΑΠΡΙ	12,2	67	66,2
ΜΑΙ	17,7	62	41,0
ΙΟΥΝ	21,9	56	17,6
ΙΟΥΛ	24,4	52	15,3
ΑΥΓ	23,8	54	16,8
ΣΕΠ	20,5	63	43,4
ΟΚΤ	15,8	69	91,5
ΝΟΕ	11,6	74	168,9
ΔΕΚ	7,8	78	206,5
Μ.Ο έτους	14,7 $^{\circ}\text{C}$	67	1.077,2 mm

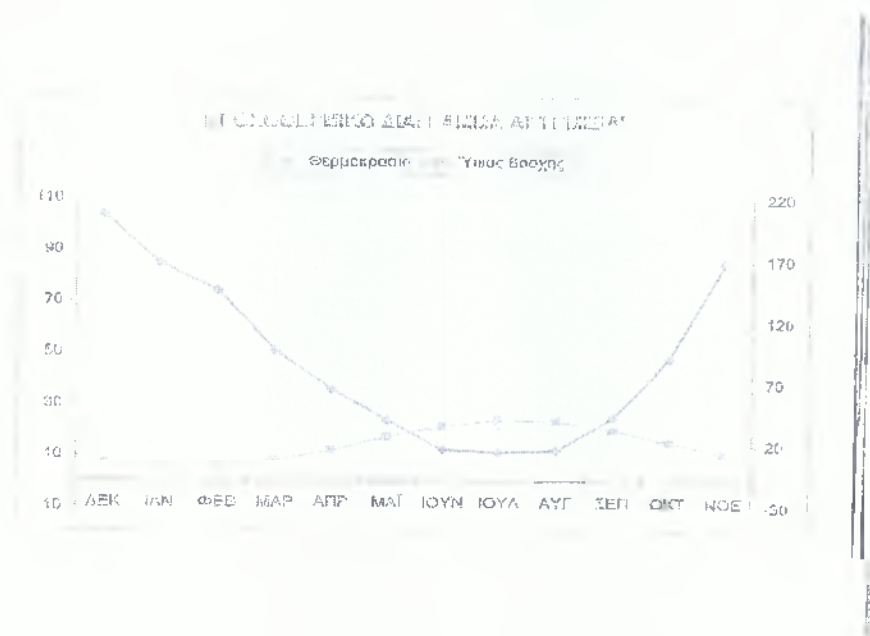
1.5) Θερμοκρασία- υετός- βιοκλίμα

Η μέση θερμοκρασία του σταθμού Αρτεμισίας είναι 14,7 $^{\circ}\text{C}$ και η διαφορά θερμοκρασίας χειμώνα- καλοκαιριού είναι μεγάλη (18,3 $^{\circ}\text{C}$). Το καλοκαίρι είναι

πάντα δροσερό, ενώ ο χειμώνας είναι ψυχρός, αφού οι τιμές των ελάχιστων θερμοκρασιών τους μήνες του χειμώνα, συχνά κατεβαίνουν κάτω από τους 0 °C.

Οι βροχοπτώσεις ετήσια ανέρχονται σε 1077.2 mm για τον σταθμό της Αρτεμισίας που βρίσκεται σε επαφή με το δάσος. Η ξηροθερμική περίοδος, είναι πολύ σημαντική για το υψόμετρο του δάσους και φαίνεται στο βροχοθερμικό διάγραμμα Gaussen-Bagnouls, για το σταθμό Αρτεμισίας, που ακολουθεί. Ξεκινά από τέλη Μαΐου και φτάνει ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, θεωρείται πολύ μεγάλη για το ύψος του Μ. Σ. Αρτεμισίας, όμως εξηγείται από τη γεωγραφική θέση του δάσους στη Νότια Ελλάδα και επηρεαζόμενη βροχομετρικά κυρίως από τους νότιους ανέμους. Είναι χαρακτηριστικό ότι τους 6 χειμερινούς μήνες, βρέχει το 81.5 % των ετήσιων βροχοπτώσεων της Αρτεμισίας.

Διάγραμμα 1: Βροχοθερμικό διάγραμμα Αρτεμισίας (Δασαρχείο Καλαμάτας)



1.6) Άνεμοι

Οι άνεμοι, στην περιοχή του δάσους, λόγω του υψομέτρου και της ορογραφικής διαμόρφωσης είναι συχνοί και η έντασή τους είναι γενικά ισχυρή. Τους μήνες του χειμώνα, έχουμε τον μεγαλύτερο αριθμό ημερών με ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 6 Beaufort. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει για τις αυχένες του βουνού μεταξύ της Λαγκάδας Τρύπης και Αρτεμισίας, όπου ο αέρας έχει γενικά μεγαλύτερη ένταση, ενώ η κατεύθυνσή του, λόγω του τοπικού ανάγλυφου, αλλάζει συχνά, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να προβλεφθεί εύκολα και ασφαλώς η κίνησή του. Στο συγκεκριμένο

σημείο δημιουργείται και το φαινόμενο του σιφωνίου, στην κίνηση του ανέμου, μεταξύ των πεδιάδων της Μεσσηνίας και Λακωνίας.

1.7) Άλλα (ομίγλη, χιόνι, αναστροφές, έντονα φαινόμενα, μικροκλίμα)

Η ομίγλη το χειμώνα είναι αρκετά συχνό φαινόμενο, ιδίως στον κεντρικό αυχένα του δάσους που το διαπερνά από νότο προς βορρά.

Το χειμώνα το χιόνι εμφανίζεται συχνά, αλλά δεν κρατάει για πολλές ημέρες, ανάλογα με την δριμύτητα του χειμώνα. Ο δρόμος Καλαμάτας- Σπάρτης σπάνια κλείνει και συνήθως για μικρό χρονικό διάστημα.

1.8) Υδρογραφικά- υδρολογικά στοιχεία

Τα σημαντικότερα ρέματα που διαπερνούν το δάσος βρίσκονται στο βόρειο τμήμα τους και οπωσδήποτε πάνω σε σχιστολιθικά εδάφη, ή στην επαφή σχιστόλιθου με τον ασβεστόλιθο. Οι λεκάνες απορροής που τροφοδοτούνται από τις πηγές του δάσους, είναι του Νέδοντα από την περιοχή της Αλαγονίας, του ρέματος Λαγκάδας από το κεντρικό ανατολικό τμήμα και του ρέματος Ριντόμου από την περιοχή μεταξύ Αγίου Παντελεήμονα και Πηγαδιών.

1.9) Τοπικά κλιματεδαφικά μικροπεριβάλλοντα, μικροτοπία

Τοπικά κλιματεδαφικά περιβάλλοντα δημιουργούνται μέσα στις κοίτες των ρεμάτων, σε ψηλές και απροστάτευτες από τον άνεμο κορυφές, και στις επιφάνειες που έχουν πολύ μεγάλες κλίσεις.

Μέσα στα ρέματα, λόγω της υψηλής υγρασίας όπου υπάρχει, της προστασίας των φυτών από τους ανέμους και της μεγαλύτερης παρεχόμενης ποσότητας νερού, αναπτύσσονται φυτά με υψηλότερες απαιτήσεις από τον ευρύτερο περίγυρο. Σε τέτοιες θέσεις αναπτύσσεται ο Πλάτανος και η Καστανιά, ενώ σε μεγάλες επιφάνειες με υψηλή υγρασία ευνοείται η ελάτη έναντι της Πεύκης.

Σε απροστάτευτες ασβεστολιθικές κορυφές, ο άνεμος δημιουργεί ειδικές τοπικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αναπτυχθεί δενδρώδεις και θαμνώδης βλάστηση. Εκεί αναπτύσσονται μόνο χορτολιβαδικά και ποώδη φυτά. Σε ορισμένες τέτοιες θέσεις, στην ψευδαλπική ζώνη αναπτύσσεται η δυσσομωτάτη άρκευθος.

Σε θέσεις με πολύ μεγάλες κλίσεις, παρατηρείται απόπλυση ή και απομάκρυνση του εδάφους, με αποτέλεσμα την εμφάνιση του μητρικού, συνήθως ασβεστολιθικού

εδάφους. Σε τέτοιες θέσεις έχουμε την ανάπτυξη μόνο χορτολίβαδικών φυτών και σε ακραίες περιπτώσεις (πλάκες) εμφανίζονται εκτάσεις χωρίς βλάστηση (άγονες).

Μικροτοπία εμφανίζονται σε ορισμένες μικρής έκτασης θέσεις, όπου κάποιος παράγοντας δρα καταλυτικά και κυριαρχεί έναντι άλλων. Τέτοιες θέσεις είναι οι θέσεις των πηγών, ορισμένες ασβεστολιθικές λάκκες, ορισμένες θέσεις με σπηλιές, ορισμένες θέσεις με βράχια. Οι θέσεις αυτές εκτός από οικολογικό ενδιαφέρον, έχουν και τοπιακό, οπτικό ενδιαφέρον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.1) ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΔΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ

Η συλλογή των μανιταριών που αναλύθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της περιόδου Μάρτιος 2005 έως Ιούνιος 2006, από τις περιοχές Δυρραχίου-Νεοχωρίου (Βόρειος Ταΰγετος) και Δενδρών Ταΰγету (Νότιος Ταΰγετος). Συλλέχθηκαν και ταυτοποιήθηκαν 41 είδη με χρήση της μεθοδολογίας που περιγράφεται από τους Zervakis et al. (2002a,b).

Αναλυτικά τα είδη, ο κωδικός συλλογής και οι περιοχές συλλογής περιγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Είδη μακρομυκήτων, κωδικός συλλεχθέντων δειγμάτων και περιοχή συλλογής.

<i>Agaricus macrocarpus</i> *	0610/13	Βόρειος Ταΰγετος
<i>Amanita muscaria</i> *	0610/4	>>
<i>Chroogomphus rutilus</i> *	0610/5	>>
<i>Hydnellum ferrugineum</i>	0610/10	>>
<i>Lentinellus castoreus</i> **	0610/2	>>
<i>Suillus granulatus</i>	0610/3	>>
<i>Suillus luteus</i> *	0610/14	>>
<i>Boletus comptus</i>	0710/29	>>
<i>Boletus lupinus</i>	0710/30	>>
<i>Russula acrifolia</i>	0710/20	>>
<i>Amanita mairei</i>	1610/246	>>
<i>Boletus luridus</i>	1610/7	>>
<i>Cortinarius odorifer</i>	1610/10	>>
<i>Hebeloma sinapizans</i>	1610/12	>>
<i>Russula acrifolia</i>	1611/9	>>
<i>Tricholoma fracticum</i>	1611/14	>>
<i>Cortinarius dibaphus</i>	2211/27	>>
<i>Ramaria largenti</i>	2211/31	>>
<i>Clavariadelphus truncatus</i>	2211/32	>>

<i>Tricholoma caligatum</i>	2211/33	>>
<i>Hygrophorus pudorinus</i>	2211/35	>>
<i>Tricholoma aurantium</i>	2211/36	>>
<i>Tricholoma saponaceum</i>	2211/38	>>
<i>Tricholoma fracticum</i>	2211/39	>>
<i>Boletus lupinus</i>	1710/64	Νότιος Ταύγετος
<i>Cortinarius odorifer</i>	1710/46	>>
<i>Lactarius scrobiculatus</i>	1710/52	>>
<i>Russula acrifolia</i>	1710/44	>>
<i>Tricholoma equestre</i>	1710/62	>>
<i>Xerula melanotricha</i>	2111/1	>>
<i>Hygrophorus pudorinus</i>	2111/2	>>
<i>Hygrophorus erubescens</i>	2111/3	>>
<i>Inocybe bongardii</i>	2111/5	>>
<i>Cortinarius infractus</i>	2111/8	>>
<i>Cortinarius odorifer</i>	2111/11	>>
<i>Clavariadelphus truncatus</i>	2111/9	>>
<i>Helvella lacunosa</i>	2111/10	>>
<i>Hygrophorus chrysodon</i>	2111/13	>>
<i>Tricholoma fracticum</i>	2111/12	>>
<i>Ramaria flavescens</i>	2111/14	>>
<i>Cortinarius dibaphus</i>	2111/16	>>

2.2) ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ

Μετά τη δειγματοληψία τα μανιτάρια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο του Ινστιτούτου Ελαιάς & Οπωρ/κών Καλαμάτας όπου έγινε η συστηματική τους ταξινόμηση (όπως περιγράφηκε ανωτέρω). Τα δείγματα των μανιταριών ξηράθηκαν στους 80⁰C με σκοπό την απομάκρυνση της υγρασίας τους και προσδιορίστηκε το ξηρό τους βάρος. Ακολούθησε η άλεση των δειγμάτων και η τοποθέτησή τους σε σακουλάκια με σκοπό τον προσδιορισμό της περιεκτικότητάς τους σε μακροθρεπτικά P, K, Ca, Mg, Na, μικροθρεπτικά Fe, Cu, Zn, Mn, και βαρέα μέταλλα Cd, Pb, Ni, και Cr. Το κάθε είδος μανιταριών αναλύθηκε δύο φορές.

2.3) ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΔΑΣΙΚΟΥ ΤΑΠΗΤΑ

Με συστηματική δειγματοληψία ελήφθησαν δείγματα δασικού τάπητα για τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων που συσσωρεύονται σε αυτόν. Η δειγματοληψία έγινε με τη βοήθεια ενός μεταλλικού πλαισίου διαστάσεων 30X30X10 cm. Το μεταλλικό πλαίσιο τοποθετούνταν πάνω στο δασικό τάπητα και πιεζόμενο προσεκτικά, για να μη διαταραχθεί ο δασικός τάπητας, έφτανε μέχρι το έδαφος. Στη συνέχεια λήφθηκαν δείγματα από τους οργανικούς ορίζοντες O1 και O2 χωριστά. Τα δείγματα τοποθετούνταν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρονταν στο εργαστήριο, όπου ξηραίνονταν στους 80 °C για 48 ώρες και μετά ζυγίζονταν για τον υπολογισμό του ξηρού βάρους τους. Στη συνέχεια αντιπροσωπευτικό δείγμα αλέστηκε για τον προσδιορισμό της συνολικής περιεκτικότητας του σε μακροστοιχεία P, K, Ca, Mg, Na, και μικροστοιχεία Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb, Ni, και Cr. Το κάθε δείγμα δασικού τάπητα αναλύθηκε τρεις φορές.

2.4) ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΟΡΥΚΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Δείγματα ορυκτών οριζόντων συλλέχθηκαν από βάθος 0-5 και 5-10 cm. Ακολούθησε αεροξήρανση, λειοτριβήση και προσδιορίστηκε η περιεκτικότητά τους σε μακροστοιχεία P, K, Ca, Mg, Na, και ιχνοστοιχεία Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb, Ni, και Cr. Το κάθε δείγμα ορυκτού εδάφους αναλύθηκε τρεις φορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1) ΑΠΟΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Για την αποδιοργάνωση του βιολογικού και ορυκτού υλικού (μύκητες, δασικός τύπητας και ορυκτό έδαφος) ακολουθήθηκαν οι παρακάτω μέθοδοι:

3.1.1) ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΥΚΗΤΩΝ

Η ανάλυση των μυκήτων αρχικά πραγματοποιήθηκε με δύο μεθόδους. Τη μέθοδο της υγρής καύσης και τη μέθοδο της ξηρής καύσης. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε ώστε να γίνει μια προκαταρκτική σύγκριση ανάμεσα στις δύο μεθόδους που αναφέρονται στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Επίσης, αρχικά οι αναλύσεις έγιναν ξεχωριστά για τα δύο τμήματα των μανιταριών (πίλο και στύπο) αλλά λόγω μη επαρκούς ποσότητας δείγματος ακολούθησε ανάλυση ολόκληρης της καρποφορίας.

α) Μέθοδος υγρής καύσης (Allen et al, 1974).

Βάσει της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για την πραγματοποίηση της υγρής καύσης (acid digestion) λαμβάνουμε ξηρό δείγμα βάρους 0.20-0.50 gr. Για κάθε 1 gr ξηρού δείγματος χρησιμοποιούμε 2 ml HClO_4 60%, 10 ml HNO_3 και 1 ml H_2SO_4 .

Κατά την υγρή καύση των δειγμάτων μας, παίρνουμε 1,5 – 2,5 gr ξηρού δείγματος και το τοποθετούμε σε φιάλη Kjeldahl των 50 ml. Στη συνέχεια προσθέτουμε την αντίστοιχη ποσότητα οξέων HClO_4 60%, HNO_3 και H_2SO_4 . Ακολούθως, τοποθετούμε τις φιάλες στη συσκευή πέψης (DIGESTION SYSTEM 6 / 1007 DIGESTER) για θέρμανση σε χαμηλή θερμοκρασία και αναμένουμε μέχρι να εμφανιστούν άσπροι καπνοί. Όταν συμβεί αυτό, τα αφήνουμε για λίγα λεπτά να ψυχθούν και προβαίνουμε σε διήθηση σε ογκομετρικές φιάλες των 25 ml. Με τον ίδιο τρόπο πραγματοποιείται και η διαδικασία για τον τυφλό προσδιορισμό των δειγμάτων.

β) Μέθοδος ξηρής καύσης (Allen et al, 1974).

Βάσει της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για την πραγματοποίηση της ξηρής καύσης (Dry ashing) λαμβάνουμε 1-2,5 gr ξηρού δείγματος και το τοποθετούμε σε κάψες. Στη συνέχεια βάζουμε τα δείγματα στο φούρνο για 5 ώρες στους 480°C . Αφού παρέλθει αυτός ο χρόνος βγάζουμε τα δείγματα και αφού κρυώσουν προσθέτουμε 5

ml HCl στο καθένα. Ύστερα, τα τοποθετούμε σε υδατόλουτρο και τα θερμαίνουμε για 15 min. Αφού τα βγάλουμε από το υδατόλουτρο και κρυώσουν, κάνουμε διήθηση σε ογκομετρικές φιάλες των 25 ml.

Μετά την πραγματοποίηση των δύο αυτών μεθόδων, καταλήξαμε στο να ακολουθήσουμε την υγρή καύση για τους φυτικούς ιστούς, λόγω της αξιοπιστίας της μεθόδου όσον αφορά στην ανίχνευση των μικροστοιχείων και ιχνοστοιχείων.

3.1.2) ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΑΣΙΚΟΥ ΤΑΠΗΤΑ

α) Μέθοδος ξηρής καύσης (Miller and Friedland 1994)

Ζυγίζουμε από 1-2,5 gr ξηρού δείγματος και το τοποθετούμε σε κάψες. Στη συνέχεια βάζουμε τα δείγματα στο φούρνο για 8 ώρες στους 480° C. Αφού παρέλθει αυτός ο χρόνος βγάζουμε τα δείγματα και αφού κρυώσουν προσθέτουμε 10ml HNO₃ 6N στο καθένα. Ύστερα, τα τοποθετούμε σε υδατόλουτρο και τα θερμαίνουμε για 15 min. Αφού τα βγάλουμε από το υδατόλουτρο και κρυώσουν, κάνουμε διήθηση σε ογκομετρικές φιάλες των 25 ml.

3.1.3) ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΡΥΚΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

α) Μέθοδος υγρής καύσης (Tuzen, 2003)

Βάσει της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, για την πραγματοποίηση της υγρής καύσης (acid digestion) λαμβάνουμε δείγμα εδάφους 0,5 g. Για κάθε 0,5 g δείγματος χρησιμοποιούμε μείγμα HCl :HNO₃ (3:1) (8ml) και 3 ml πυκνό HClO₄.

Κατά την υγρή καύση των δειγμάτων μας, παίρνουμε 1 gr δείγματος και το τοποθετούμε σε φιάλη Kjeldahl των 50 ml. Στη συνέχεια προσθέτουμε την αντίστοιχη ποσότητα οξέων HClO₄, HNO₃ και HCl. Ακολούθως, τοποθετούμε τις φιάλες στη συσκευή πέψης (DIGESTION SYSTEM 6 / 1007 DIGESTER) για θέρμανση σε στους 90°C για 6 ώρες. Αφού συμπληρωθεί η καύση των δειγμάτων τα αφήνουμε να ψυχθούν και προβαίνουμε σε διήθηση σε ογκομετρικές φιάλες των 25 ml αραιώνοντας με απιονισμένο νερό. Με τον ίδιο τρόπο πραγματοποιείται και η διαδικασία για τον τυφλό προσδιορισμό των δειγμάτων.

3.2) ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

3.2.1) ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ (Δέδες, Καραλάζος, Χατζούδης, 1992)

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

1. ΔΙΑΛΥΜΑ Α: Διαλύουμε 12 g $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (μολυβδαινικό αμμώνιο) με 250 ml απεσταγμένο νερό, σε ποτήρι ζέσεως 500 ml καθώς και 0,291 g $\text{KSbO}_4 \cdot \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ (potassium antimony tartrate) με 100 ml απεσταγμένο νερό, σε ποτήρι ζέσεως 200 ml. Μεταφέρουμε τα παραπάνω διαλύματα σε ογκομετρική φιάλη 2000 ml, προσθέτουμε 1000 ml διαλύματος $(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 5N})$ και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι όγκου 2000 ml. Το διάλυμα Α το φυλάσσουμε σε σκοτεινή φιάλη σε δροσερό και σκιερό μέρος.
2. ΔΙΑΛΥΜΑ Β: Διαλύουμε 0,528 g ασκορβικό οξύ σε 100 ml διαλύματος Α. Το διάλυμα αυτό δεν πρέπει να παραμένει περισσότερο από 24 h.
3. Stock standard P (500 mg/l): Ζυγίζουμε 2,1964 g KH_2PO_4 και τα διαλύουμε σε 500 ml απεσταγμένο νερό. Προσθέτουμε 4 ml πυκνό H_2SO_4 και συμπληρώνουμε μέχρι όγκου 1 l.
4. Standard διάλυμα P (3 mg/ l): Παρασκευάζεται με αραιώση 3 ml από το Stock standard P (500mg/l) μέχρι όγκου 500 ml.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Κατά τη διαδικασία προσδιορισμού του φωσφόρου στους φυτικούς ιστούς ακολουθούμε τα εξής βήματα:

Με ένα σιφώνιο μεταφέρουμε σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml, 0,2 ml δείγματος. Στη συνέχεια, προσθέτουμε 8 ml διαλύματος Β, ανακινώντας λίγο έτσι ώστε να αναπτυχθεί το μπλε χρώμα στο δείγμα. Αφού συμβεί αυτό, πληρώνουμε τη φιάλη με νερό μέχρι τη χαραγή και αφήνουμε τα δείγματα σε ηρεμία για μισή ώρα. Ταυτόχρονα ετοιμάζουμε και τα πρότυπα διαλύματα από 0 ppm – 1,2 ppm. Σε καθένα από αυτά προσθέτουμε την απαιτούμενη ποσότητα standard διαλύματος P (3 mg/l) (από 0 ml – 20 ml αντίστοιχα) και επίσης 8 ml διαλύματος Β. Τέλος, πληρώνουμε όλες τις φιάλες με νερό μέχρι τη χαραγή. Μετά το πέρας της μισής ώρας μετράμε σε φασματοφωτόμετρο στα 880 nm με κυψελίδα 1cm. Ταυτόχρονα εκτελείται και τυφλός προσδιορισμός.

3.2.2) ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΛΙΟΥ

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

1. Stock διάλυμα K 1000 mg/l (MERCK, 1000 ppm, KCl)
2. Πρότυπα Διαλύματα K 0, 10, 20, 30, 60, 80, 100, 120, και 140 ppm μετά από κατάλληλη αραιώση του Stock διαλύματος

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ο προσδιορισμός του K στα αποδιοργανωμένα δείγματα πραγματοποιήθηκε σε φλογοφωτόμετρο (Sherwood Flame Photometer 410) με τη βοήθεια των πρότυπων διαλυμάτων . Στις περιπτώσεις όπου η συγκέντρωση του K στο αποδιοργανωμένο δείγμα ήταν υψηλότερη από τη συγκέντρωση του μεγαλύτερου standard τότε ο προσδιορισμός γίνονταν σε κατάλληλα αραιωμένα δείγματα.

3.2.3) ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

1. Stock διάλυμα Ca 1000 mg/l
2. Πρότυπα Διαλύματα Ca μετά από κατάλληλη αραιώση του Stock διαλύματος

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ο προσδιορισμός του Ca πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της ατομικής απορρόφησης . Σε κάποια από τα δείγματα έγιναν αραιώσεις 1/15 ή 0,5/50 για τον καλύτερο προσδιορισμό του στοιχείου.

3.2.4) ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

1. Stock διάλυμα Na 1000 mg/l (MERCK, 1000 ppm, NaCl)
2. Πρότυπα Διαλύματα Na 0, 10, 40, 60, 80, 120, και 140 ppm μετά από κατάλληλη αραιώση του Stock διαλύματος

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ο προσδιορισμός του N έγινε στο φλογοφωτόμετρο (Sherwood Flame Photometer 410) με τη χρήση πρότυπων διαλυμάτων από 0 ppm έως 140 ppm.

3.2.5) ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

1. Stock διάλυμα Mg 1000 mg/l (Perkin Elmer Pure, Atomic Spectrometry Standard, 1000 ppm. Mg (NO₃)₂·6 H₂O)
2. Πρότυπα Διαλύματα μετά από κατάλληλη αραιώση του Stock διαλύματος

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Για τον προσδιορισμό του Mg πραγματοποιήθηκαν δυο αραιώσεις 1/10 ή 0.5/50 σε κάθε δείγμα φυτικού ιστού εκτός των τυφλών δειγμάτων. Ακολούθησε η μέτρηση του στοιχείου στην ατομική απορρόφηση.

3.3) ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ

Ο προσδιορισμός των μικροθρεπτικών στους βιολογικούς ιστούς, πραγματοποιήθηκε στην ατομική απορρόφηση (A Analyst 100/ Atomic Absorption Spectrometer, Perkin Elmer Instruments) με χρήση προτύπων διαλυμάτων. Για τα μικροθρεπτικά Mn (Perkin Elmer Pure, Atomic Spectrometry Standard, 1000 ppm. Mn(CH₃COO)₂·4 H₂O), Fe (Perkin Elmer Pure, Atomic Spectrometry Standard, 1000 ppm. Fe(NO₃)₃·9 H₂O), Cu (Perkin Elmer Pure, Atomic Spectrometry Standard, 1000 ppm, Copper Metal Cu), Zn (Perkin Elmer Pure, Atomic Spectrometry Standard, 1000 ppm, Zinc Metal) χρησιμοποιήθηκαν πρότυπα διαλύματα από 0 ppm μέχρι 10 ppm. ενώ για τα μικροθρεπτικά Cd (MERCK, 1000 ppm, Cd(NO₃)₂), Pb (J.T Baker, Atomic Absorption Standard, Pb(NO₃)₂), Cr (J.T Baker, Atomic Absorption Standard, 1000 ppm. 7.696 g Cr(NO₃)₃·9H₂O), Ni (J.T Baker, Atomic Absorption Standard, 1000 ppm, 4.953 g Ni(NO₃)₂·6H₂O) από 0 ppm μέχρι 1 ppm. Αυτά προήλθαν μετά από κατάλληλες αραιώσεις από πυκνά διαλύματα συγκέντρωσης 1000 ppm για τα αντίστοιχα στοιχεία.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- B.T: Βόρειος Ταύγετος
N.T: Νότιος Ταύγετος
Σ: Στίπος
Π: Πίλος
Μ.Ο: Μέσος όρος
Τ.Α: Τυπική απόκλιση

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα για τις συγκεντρώσεις σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία στους ψευδοίστους των μακρομυκήτων, στους οργανικούς ορίζοντες και στο ορυκτό έδαφος έχουν ως εξής και παρουσιάζονται στους παρακάτω Πίνακες 4-12.

Πίνακας 4: Συγκεντρώσεις P, K, Ca, Mg, Na σε ψευδοίστους μακρομυκήτων

α/α	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΙΔΟΣ	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm
1	0610/13	Agaricus macrocarpus (B.T)	2028 - 2430	2769 - 2400	131 - 134	1034 - 1212	802 - 833
2	1610/246	Amanita mairei (B.T)	5350	949	60	1681	202
3	0610/4	Amanita muscaria (B.T)	4291	1048	48	1612	238
4	0710/29	Boletus comptus (B.T)	5943	2707 - 2830	434 - 524	1444 - 1524	209 - 209
5	0710/30	Boletus lupinus (B.T)	2848 - 3106	2707 - 3015	187 - 231	1040 - 1082	639 - 649
6	1710/64	Boletus lupinus (N.T)	3132/2544	2707/3446	207/356	965/1677	1032/1032
7	1610/7	Boletus luridus (B.T)	4225 - 4590	938 - 960	12 - 15	1335 - 1446	562 - 610
8	0610/5	Chroogomphus rutilus (B.T)	6227 - 7130	927 - 1006	278 - 299	956 - 1082	225 - 238
9	2211/32	Clavariadelphus truncatus (B.T)	4226	1034	580	1104	173
10	2111/9	Clavariadelphus truncatus (N.T)	3743	1059	581	755	250
11	2211/27	Cortinarius dibaphus (B.T)	3646 - 4124	2867 - 3076	768 - 818	1045 - 1103	789 - 844
12	2111/16	Cortinarius dibaphus (N.T)	3441 - 3530	3443 - 3569	747	1393 - 1405	1042 - 1137
13	1610/10	Cortinarius odorifer (B.T)	3699	1004	315	1425	910
14	1710/46	Cortinarius odorifer (N.T)	4049 - 4546	7771 - 7834	976	2390 - 2530	710 - 710
15	2111/11	Cortinarius odorifer (N.T)	3882	6938	1022	1985	742
16	2111/8	Cortinarius infractus (N.T)	3488	963	372	2216	727
17	1610/12	Hebeloma sinapizans (B.T)	3871 - 4499	4684 - 4906	179 - 200	1745 - 1902	225 - 231
18	2111/10	Hervelia lacunose (N.T)	4343 - 5206	2799	333 - 450	1244 - 1338	212 - 251
19	0610/10	Hydnellum ferrugineum (B.T)	3657	7553	597 - 954	1754 - 1763	278 - 357
20	2111/13	Hygrophorus chrysodon (N.T)	5040	5066	358	1696	171
21	2111/3	Hygrophorus erubescens (N.T)	3753 - 4231	5084 - 8084	363 - 502	1436 - 1530	351 - 358
22	2211/35	Hygrophorus pudorinus (B.T)	4599 - 4928	4065 - 4816	413 - 498	1462 - 1564	177 - 182
23	2111/2	Hygrophorus pudorinus (N.T)	4151 - 4810	4369 - 4517	748 - 840	936 - 1204	263 - 263
24	2111/5	Inocybe bongardii (N.T)	4503	938	401	1885	238
25	1710/52	Lactarius scrobiculatus (N.T)	2214 - 3033	4072	230 - 243	1196	200 - 254
26	0610/2	Lentinellus castoreus (B.T)	3758 - 3933	818 - 949	65 - 92	849 - 948	190 - 214
27	2111/14	Ramaria flavescens (N.T)	3929	3819	485 - 522	1448	199 - 220
28	2211/31	Ramaria largenti (B.T)	3280	2786 - 2830	156 - 185	1447	301 - 310
29	0710/20	Russula acrifolia (B.T)	3056 - 3553	2707 - 2953	549 - 572	1066 - 1068	463 - 502
30	1611/9	Russula acrifolia (B.T)	Σ:70 Π:217	Σ:33781 Π:29632	Σ:1153 Π:1475	Σ:745 Π:1320	Σ:2348 Π:1037
31	1710/44	Russula acrifolia (N.T)	Σ:1009 Π:6172	Σ:10681 Π:11717	Σ:1695 Π:2039	Σ:1070 Π:1635	Σ:2192 Π:762
32	0610/3	Suillus granulatus (B.T)	4415 - 4544	2892 - 3200	199 - 328	789 - 880	209 - 220
33	0610/14	Suillus luteus (B.T)	6746 - 7141	4491	147	1124 - 1529	232 - 246
34	2211/36	Tricholoma aurantium (B.T)	2941 - 3523	2646 - 2646	325 - 396	1244 - 1304	230 - 230

35	2211/33	<i>Tricholoma caligatum</i> (B.T)	3265 - 2617	2646 - 2769	349 - 384	712 - 746	164 - 203
36	1710/62	<i>Tricholoma equestre</i> (N.T)	3718 - 4312	2953 - 3545	103	1088 - 1473	998
37	1611/14	<i>Tricholoma fracticum</i> (B.T)	2217 - 3640	3232 - 3544	101 - 107	2784	165
38	2211/39	<i>Tricholoma fracticum</i> (B.T)	Σ:112 Π:360	Σ:36747 Π:10416	Σ:30 Π:34	Σ:1174 Π:1502	Σ:1266 Π:344
39	2111/12	<i>Tricholoma fracticum</i> (N.T)	Σ:1486 Π:2424	Σ:4634 Π:4486	Σ:32 Π:31	Σ:1502 Π:658	Σ:185 Π:179
40	2211/38	<i>Tricholoma saponaceum</i> (B.T)	4362 - 4622	2584 - 2646	246 - 327	1003 - 1104	299 - 299
41	2111/1	<i>Xerula melanotricha</i> (N.T)	3699	1135	653	1044	1078

B.T: Βόρειος Ταύγετος, N.T: Νότιος Ταύγετος, Σ: Στίπος, Π: Πίλος. Τα γραμμοσκιασμένα τμήματα του Πίνακα περιλαμβάνουν δείγματα από είδη μακρομυκήτων που ανιχνεύθηκαν και στις δύο περιοχές που μελετήθηκαν (βόρειο και νότιο Ταύγετο)

Όπως φαίνεται στον παραπάνω Πίνακα 4 και ξεκινώντας από τον φώσφορο, παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις του συγκεκριμένου μακροστοιχείου στους ψευδοϊστούς των μακρομυκήτων κυμαίνονται από 2028 ppm μέχρι 7141 ppm. Τη χαμηλότερη συγκέντρωση P την συναντάμε στο είδος *Agaricus macrocarpus* και τη μέγιστη στο είδος *Suillus luteus*. Έτσι, προβαίνοντας σε μια σύγκριση ανάμεσα στα είδη του Βόρειου Ταύγετου και στα αντίστοιχα του Νότιου παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο περιοχές. Ωστόσο, στα είδη *Clavariadelphus truncatus* και *Cortinarius dibaphus* παρατηρούνται ελαφρά αυξημένες συγκεντρώσεις P στην περιοχή του Β. Ταύγετου. Αντιθέτως, για το είδος *Cortinarius odorifer* διαπιστώνονται λίγο μεγαλύτερες συγκεντρώσεις P στο δείγμα που συλλέχθηκε από το Ν. Ταύγετο. Επίσης, κάνοντας μια σύγκριση ανάμεσα στον πύλο και στίπο κάποιων ειδών (*Russula acrifolia* – *Tricholoma fracticum*) βλέπουμε ότι ο πύλος είναι το τμήμα εκείνο της καρποφορίας το οποίο παρουσιάζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με το στίπο. Σε αυτά τα είδη μανιταριών ο P βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα στον νότιο από ότι στον βόρειο Ταύγετο.

Στη συνέχεια, όσον αφορά στο κάλιο, παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις βρίσκονται ανάμεσα στα 818 ppm για το είδος *Lentinellus castoreus* και φτάνουν μέχρι τα 8084 ppm για το είδος *Hygrophorus erubescens*. Πιο συγκεκριμένα, βλέπουμε ότι το K ως μικροστοιχείο συγκεντρώνεται περισσότερο στα είδη του Ν. Ταύγετου σε σχέση με αυτά του Βορείου *Clavariadelphus truncatus*, *Cortinarius dibaphus*, *Cortinarius odorifer*. Αποτελούν εξαίρεση, βέβαια, τα είδη *Hygrophorus pudorinus* και *Clavariadelphus truncatus* στα οποία παρατηρείται το αντίθετο φαινόμενο. Και εδώ ανάμεσα στο διαχωρισμό πύλου- στίπου, ο πύλος είναι αυτός που υπερτερεί στις συγκεντρώσεις όπως επίσης και τα είδη αυτά του Ν. Ταύγετου.

Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο στους μακρομύκητες κυμαίνεται από 48 ppm μέχρι και 1022 ppm. Η μικρότερη συγκέντρωση από αυτές αντιστοιχεί στο είδος *Amanita muscaria* και η μεγαλύτερη στο είδος *Cortinarius odorifer*. Βάση των

αποτελεσμάτων του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι σε κάποια είδη μανιταριών όπως το *Clavariadelphus truncatus* και το *Cortinarius dibaphus* οι συγκεντρώσεις σε Νότιο και Βόρειο Ταϋγέτο είναι περίπου οι ίδιες. Αντιθέτως δεν μπορούμε να υποστηρίξουμε το ίδιο και για τα είδη (*Boletus lupinus*, *Cortinarius odorifer* & *Hygrophorus pudorinus*) στα οποία το ασβέστιο ανιχνεύτηκε σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στα δείγματα της νότιας πλευράς του Ταϋγέτου. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι και σε αυτό το στοιχείο ο πύλος είναι αυτός που υπερτερεί στη συσσώρευση ασβεστίου, χωρίς να υπάρχουν ιδιαίτερες διαφορές ανάμεσα στις δύο περιοχές.

Συνεχίζοντας, με τις συγκεντρώσεις μαγνησίου στους ψευδοϊστούς των μανιταριών παρατηρούμε μία ελάχιστη τιμή στα 712 ppm για το είδος *Tricholoma caligatum* καθώς και μια μέγιστη τιμή στα 2530 ppm για το είδος *Cortinarius odorifer*. Συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις των ειδών του Β. Ταϋγέτου με τα αντίστοιχα του Νότιου βλέπουμε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές, παρά μόνο ελαφρά υψηλότερες συγκεντρώσεις στα είδη του βόρειου Ταϋγέτου. Ωστόσο, και η περιεκτικότητα σε μαγνήσιο για το είδος *Cortinarius odorifer* είναι υψηλότερη στα δείγματα του νοτίου Ταϋγέτου. Επιπροσθέτως, σημειώνεται ότι στα είδη *Russula acrifolia* και *Tricholoma fracticum* ο πύλος συγκεντρώνει υψηλότερα ποσά μαγνησίου απ' ό,τι ο στίπος με τα είδη του Ν. Ταϋγέτου να παρουσιάζουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Τέλος, οι συγκεντρώσεις για το νάτριο κυμαίνονται από 165 ppm για το είδος *Tricholoma fracticum* μέχρι 1137 ppm για το είδος *Cortinarius dibaphus*. Προβαίνοντας σε σύγκριση ανάμεσα στις δύο περιοχές για τα αντίστοιχα είδη παρατηρούμε ότι γενικά τα είδη του νότιου Ταϋγέτου παρουσιάζουν υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με αυτά του βόρειου. Δεν συμβαίνει το ίδιο με το είδος *Cortinarius odorifer* του οποίου οι συγκεντρώσεις σε Na είναι υψηλότερες στον βόρειο Ταϋγέτο. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφέρουμε ότι ο στίπος, στα μανιτάρια που αναλύθηκαν χωριστά στύπος και πύλος, συγκεντρώνει υψηλότερα ποσοστά νατρίου από τον πύλο, καθώς επίσης και τα είδη της βόρειας περιοχής του Ταϋγέτου φέρουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις νατρίου από τα είδη της νότιας.

Πίνακας 5: Συγκεντρώσεις Mn, Fe, Zn, Cu σε ψευδοίστους μακρομυκήτων

α/α	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΙΔΟΣ	Mn ppm	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm
1	0610/13	Agaricus macrocarpus (B.T)	18,70 - 18,90	919,28 - 927,28	22,70 - 28,27	14,50 - 15,90
2	1610/246	Amanita mairei (B.T)	22,90	327,20	157,52	75,50
3	0610/4	Amanita muscaria (B.T)	21,30	327,20	135,52	17,20
4	0710/29	Boletus comptus (B.T)	71,90 - 84,00	211,36 - 214,3	84,16 - 92,56	37,20 - 40,0
5	0710/30	Boletus lupinus (B.T)	10,10 - 10,80	328,88 - 396,48	33,71 - 34,71	21,30 - 27,70
6	1710/64	Boletus lupinus (N.T)	15,40 - 16,00	754,72 - 927,44	31,74 - 36,39	9,65 - 9,78
7	1610/7	Boletus luridus (B.T)	4,62 - 5,36	194,72 - 225,04	44,76 - 46,42	14,80 - 15,90
8	0610/5	Chroogomphus rutilus (B.T)	44,33 - 47,70	859,00	20,4 - 20,79	2,46 - 3,27
9	2211/32	Clavariadelphus truncatus (B.T)	11,66	412,75	173,83	32,0
10	2111/9	Clavariadelphus truncatus (N.T)	12,90	466,64	213,44	29,30
11	2211/27	Cortinarius dibaphus (B.T)	44,88 - 48,86	1519,27 - 1642,96	27,84 - 31,09	11,70 - 15,11
12	2111/16	Cortinarius dibaphus (N.T)	44,70 - 46,42	1173,36 - 1291,90	84,88 - 90,95	15,80 - 17,26
13	1610/10	Cortinarius odorifer (B.T)	17,50	1170,88	43,37	12,60
14	1710/46	Cortinarius odorifer (N.T)	45,50 - 46,62	1171,90 - 1469,10	43,32 - 43,98	7,63 - 7,83
15	2111/11	Cortinarius odorifer (N.T)	72,80	2624,00	147,68	13,60
16	2111/8	Cortinarius infractus (N.T)	31,88	1671,92	55,95	23,28
17	1610/12	Hebeloma sinapizans (B.T)	32,11 - 33,66	1793,51 - 1853,33	45,31 - 45,90	10,93 - 17,00
18	2111/10	Hervella lacunose (N.T)	33,60 - 37,80	1562,24 - 1721,60	126,48 - 142,0	9,09 - 10,40
19	0610/10	Hydnellum ferrugineum (B.T)	127,5 - 129,5	456,39 - 545,80	124,5 - 151,96	24,38 - 25,12
20	2111/13	Hygrophorus chrysodon (N.T)	15,20	379,92	77,12	17,80
21	2111/3	Hygrophorus erubescens (N.T)	10,83 - 12,35	248,00 - 301,90	83,50 - 91,20	12,45 - 12,87
22	2211/35	Hygrophorus pudorinus (B.T)	14,60 - 15,30	368,96 - 411,84	29,88 - 30,48	0,89 - 1,69
23	2111/2	Hygrophorus pudorinus (N.T)	18,10 - 19,00	10,42 - 11,09	40,22 - 41,24	92,80 - 98,50
24	2111/5	Inocybe bongardii (N.T)	12,90	676,40	169,36	59,20
25	1710/52	Lactarius scrobiculatus (N.T)	42,00 - 42,90	12,76 - 15,91	27,27 - 41,48	5,69 - 8,65
26	0610/2	Lentinellus castoreus (B.T)	12,60 - 12,60	140,80 - 177,60	18,02 - 19,14	3,82 - 4,26
27	2111/14	Ramaria flavescens (N.T)	11,90 - 12,80	243,84 - 278,56	40,88 - 45,42	7,00 - 7,84
28	2211/31	Ramaria argenti (B.T)	49,20 - 57,55	2688,00 - 2926,21	32,24 - 37,85	11,70 - 12,44
29	0710/20	Russula acrifolia (B.T)	156 - 180	734,08 - 914,96	43,55 - 46,19	25,30 - 30,10
30	1611/9	Russula acrifolia (B.T)	Σ:9,62 Π:30,95	Σ:259,1 Π:813	Σ:32,88 Π:39,22	Σ:23,97 Π:41,45
31	1710/44	Russula acrifolia (N.T)	Σ:8,17 Π:19,44	Σ:195,50 Π:248,05	Σ:18,50 Π:47,73	Σ:8,07 Π:20,52
32	0610/3	Suillus granulatus (B.T)	14,5 - 23,10	366,08 - 623,92	39,07 - 47,09	6,18 - 7,92
33	0610/14	Suillus luteus (B.T)	42,70 - 43,03	1121,76 - 1243,00	43,33 - 48,33	4,59 - 4,90
34	2211/36	Tricholoma aurantium (B.T)	37,70 - 38,30	1020,80 - 1056,08	33,85 - 34,66	0,86 - 3,27
35	2211/33	Tricholoma caligatum (B.T)	13,60 - 14,70	164,64 - 166,72	41,69 - 42,96	8,68 - 10,40
36	1710/62	Tricholoma equestre (N.T)	31,20 - 36,23	1583,91 - 1848,00	135,21 - 53,36	14,20 - 15,92

37	1611/14	<i>Tricholoma fracticum</i> (B.T)	11,00 - 20,63	10,00 - 13,39	43,84 - 49,04	40,21 - 45,50
38	2211/39	<i>Tricholoma fracticum</i> (B.T)	Σ:37,0 Π:71,28	Σ:946,80 Π:194,7	Σ:32,05 Π:68,37	Σ:7,05 Π:8,29
39	2111/12	<i>Tricholoma fracticum</i> (N.T)	Σ:40,28 Π:46,60	Σ:2932,95 Π:2819,30	Σ:27,26 Π:58,76	Σ:4,41 Π:7,81
40	2211/38	<i>Tricholoma saponaceum</i> (B.T)	45,60 - 47,50	2437,60 - 2456,80	45,33 - 51,50	16,20 - 16,30
41	2111/1	<i>Xerula melanotricha</i> (N.T)	11,70	540,32	33,96	8,58

B.T: Βόρειος Ταύγετος, N.T: Νότιος Ταύγετος, Σ: Στίπος, Π: Πίλος. Τα γραμμοσκιασμένα τμήματα του Πίνακα περιλαμβάνουν δείγματα από είδη μακρομυκήτων που ανιχνεύτηκαν και στις δύο περιοχές που μελετήθηκαν (βόρειο και νότιο Ταύγετο)

Στον παραπάνω Πίνακα 5, εμφανίζονται τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των μικροστοιχείων Mn, Fe, Zn και Cu στους ψευδοϊστούς των μανιταριών που αναλύθηκαν.

Οι συγκεντρώσεις για το μαγγάνιο κυμαίνονται από 4,62 ppm (*Boletus luridus*) μέχρι και 180 ppm (*Russula acrifolia*). Συγκρίνοντας τα είδη του βόρειου με τα αντίστοιχα του νότιου Ταύγετου παρατηρούμε ότι τα είδη της νότιας πλευράς έχουν γενικά ελαφρά μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε μαγγάνιο (αμελητέες για το είδος *Cortinarius dibaphus*, ενώ ήταν υψηλότερες στον βόρειο Ταύγετο για τα *Russula acrifolia* και *Tricholoma fracticum*) Όπως είδαμε στα μακροστοιχεία τον πίλο να υπερέχει στις συγκεντρώσεις έναντι του στίπου, έτσι και στο Mn δεν παρατηρούμε κάτι διαφορετικό.

Συνεχίζοντας με τον σίδηρο, βλέπουμε ότι η μικρότερη συγκέντρωση είναι της τάξης των 10 ppm για το είδος *Tricholoma fracticum* και η μεγαλύτερη της τάξης των 2926,21 ppm για το είδος *Ramaria lagenti*. Βέβαια στον πίνακα παρατηρούμε ότι υπάρχουν είδη των οποίων οι συγκεντρώσεις σε σίδηρο είναι υψηλότερες στο νότιο Ταύγετο απ' ότι στο βόρειο (*Boletus lupinus*, *Clavariadelphus truncatus* και *Cortinarius odorifer*). Ωστόσο, βλέπουμε και το αντίστροφο όπως για παράδειγμα τα είδη *Cortinarius dibaphus* και *Hygrophorus pudorinus*. Επίσης, παρατηρούμε ότι το είδος *Russula acrifolia* συσσωρεύει υψηλότερες συγκεντρώσεις σιδήρου στο βόρειο τμήμα του Ταύγετου και κυρίως στον πίλο, σε αντίθεση με το είδος *Tricholoma fracticum* το οποίο παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις στο δείγμα από το νότιο Ταύγετο και στο τμήμα του στίπου.

Ακόμα, παρατηρώντας στον παραπάνω Πίνακα τις συγκεντρώσεις για τον ψευδάργυρο, βλέπουμε πως κυμαίνονται από 18,02 ppm μέχρι 213,44 ppm. Από τα είδη που εξετάστηκαν το *Lentinellus castoreus* παρουσιάζει την χαμηλότερη συγκέντρωση σε ψευδάργυρο και το *Clavariadelphus truncatus* την υψηλότερη. Για

την πλειοψηφία των ειδών οι διαφορές ανάμεσα στις δυο περιοχές δεν είναι σημαντικές (*Clavariadelphus truncatus*, *Cortinarius odorifer*), χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν και εξαιρέσεις. Πιο συγκεκριμένα, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις στο νότιο Ταΰγετο παρουσιάζονται από τα είδη *Clavariadelphus truncatus*, *Cortinarius dibaphus* και *Hygrophorus pudorinus*. Επίσης, μπορούμε να αναφερθούμε και στο γεγονός της μεγαλύτερης συσσώρευσης του Zn στον πύλο των μανιταριών σε σχέση με τον στίβο, ιδιαίτερα στα δείγματα από το βόρειο τμήμα του Ταΰγету (*Russula acrifolia*, *Tricholoma fracticum*).

Εν κατακλείδι, βλέπουμε τις τιμές του χαλκού να κυμαίνονται από 0,86 ppm για το είδος *Tricholoma aurantium* έως 98,50 ppm για το είδος *Hygrophorus pudorinus*. Ο χαλκός αποτελεί ένα μικροστοιχείο το οποίο συγκεντρώνεται κατά βάση στα είδη του βόρειου Ταΰγету (*Boletus lupinus*, *Clavariadelphus truncatus*, *Cortinarius odorifer*). Και σε αυτό το στοιχείο ο πύλος είναι το τμήμα του μανιταριού στο οποίο παρατηρούνται οι υψηλότερες συγκεντρώσεις, ενώ τα δείγματα από τον βόρειο Ταΰγετο παρουσιάζουν μεγαλύτερη συσσώρευση χαλκού σε σχέση με τα αντίστοιχα δείγματα στο νότιο.

Πίνακας 6: Συγκεντρώσεις Cd, Ni, Cr, Pb, σε ψευδοίστους μακρομυκήτων

α/α	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΙΔΟΣ	Cd ppm	Ni ppm	Cr ppm	Pb ppm
1	0610/13	Agaricus macrocarpus (B.T)	1,61 - 1,78	8,72 - 9,40	11,48 - 13,4	9,92 - 12,87
2	1610/246	Amanita mairei (B.T)	9,81	7,78	5,94	7,68
3	0610/4	Amanita muscaria (B.T)	5,16	5,94	2,87	6,84
4	0710/29	Boletus comptus (B.T)	5,32 - 6,25	7,13 - 7,21	4,50 - 4,66	12,39 - 13,87
5	0710/30	Boletus lupinus (B.T)	1,50 - 1,91	5,49 - 7,81	4,34 - 4,71	7,65 - 11,96
6	1710/64	Boletus lupinus (N.T)	1,28 - 1,32	6,84 - 7,10	6,09 - 7,76	9,04 - 11,44
7	1610/7	Boletus luridus (B.T)	2,18 - 2,21	5,76 - 5,88	2,21 - 2,35	6,15 - 6,29
8	0610/5	Chroogomphus rutilus (B.T)	1,64 - 1,87	7,13 - 7,40	3,91 - 4,49	7,80 - 8,40
9	2211/32	Clavariadelphus truncatus (B.T)	9,33	6,58	3,61	7,43
10	2111/9	Clavariadelphus truncatus (N.T)	4,29	6,21	3,35	5,35
11	2211/27	Cortinarius dibaphus (B.T)	8,30 - 8,58	7,79 - 8,78	16,30 - 18,1	10,68 - 11,44
12	2111/16	Cortinarius dibaphus (N.T)	3,90 - 4,53	6,90 - 7,03	11,40 - 15,90	9,5 - 10,15
13	1610/10	Cortinarius odorifer (B.T)	8,39	7,53	7,20	8,42
14	1710/46	Cortinarius odorifer (N.T)	2,82 - 2,97	10,66 - 15,4	31,61 - 14,68	14,67 - 15,92
15	2111/11	Cortinarius odorifer (N.T)	4,17	10,14	7,00	9,47
16	2111/8	Cortinarius infractus (N.T)	9,86	8,23	5,42	8,07
17	1610/12	Hebeloma sinapizans (B.T)	7,07 - 7,21	9,28 - 10,44	15,32 - 17,57	15,53 - 16,37
18	2111/10	Hervella lacunose (N.T)	1,18 - 1,37	9,47 - 9,60	8,86 - 10,83	9,57 - 10,52
19	0610/10	Hydnellum ferrugineum (B.T)	5,37 - 6,51	6,80 - 9,77	8,78 - 11,29	9,55 - 12,33
20	2111/13	Hygrophorus chrysodon (N.T)	2,88	6,63	5,56	10,84
21	2111/3	Hygrophorus erubescens (N.T)	3,33 - 3,43	7,46 - 8,20	3,00 - 5,75	13,00 - 13,32
22	2211/35	Hygrophorus pudorinus (B.T)	1,59 - 1,89	5,26 - 6,40	5,62 - 6,85	10,56 - 11,43
23	2111/2	Hygrophorus pudorinus (N.T)	1,46 - 2,22	6,30 - 6,51	8,97 - 12,05	9,79 - 10,22
24	2111/5	Inocybe bongardii (N.T)	6,81	6,55	3,75	7,32
25	1710/52	Lactarius scrobiculatus (N.T)	11,8 - 12,8	8,05 - 11,72	16,52 - 16,97	9,52 - 14,4
26	0610/2	Lentinellus castoreus (B.T)	1,57 - 1,68	6,00 - 6,45	2,39 - 3,43	6,27 - 6,81
27	2111/14	Ramaria flavescens (N.T)	3,66 - 3,87	7,09 - 9,34	6,13 - 7,13	9,19 - 13,85
28	2211/31	Ramaria largenti (B.T)	7,75 - 8,19	13 - 13,73	16,77 - 18,20	11,71 - 13,54
29	0710/20	Russula acrifolia (B.T)	1,57 - 8,00	7,67 - 9,00	18,10 - 18,32	12,01 - 12,07
30	1611/9	Russula acrifolia (B.T)	Σ:5,38 Π:13,85	Σ:2,34 Π:0	Σ:0 Π:0	Σ:0 Π:0
31	1710/44	Russula acrifolia (N.T)	Σ:1,75 Π:3,79	Σ:2,17 Π:0	Σ:0 Π:14,94	Σ:7,67 Π:12,67
32	0610/3	Suillus granulatus (B.T)	0,83 - 1,03	6,61 - 7,07	4,20 - 4,78	10,98 - 12,0
33	0610/14	Suillus luteus (B.T)	1,33 - 1,44	8,05 - 8,75	9,88 - 10,34	10,34 - 11,06
34	2211/36	Tricholoma aurantium (B.T)	1,97 - 2,00	6,1 - 8,90	9,08 - 10,31	11,89 - 14,15
35	2211/33	Tricholoma caligatum (B.T)	3,27 - 3,39	6,36 - 6,99	5,83 - 7,44	8,33 - 9,72

36	1710/62	<i>Tricholoma equestre</i> (N.T)	3,26 - 3,96	9,82 - 16,64	12,20 - 13,65	2,28 - 12,75
37	1611/14	<i>Tricholoma fracticum</i> (B.T)	6,14 - 11,18	4,70 - 9,02	9,67 - 11,84	7,42 - 9,89
38	2211/39	<i>Tricholoma fracticum</i> (B.T)	Σ:3,93 Π:12,20	Σ:2,20 Π:4,23	Σ:0 Π:0	Σ:0 Π:0
39	2111/12	<i>Tricholoma fracticum</i> (N.T)	Σ:6,39 Π:13,09	Σ:5,80 Π:5,94	Σ:7,02 Π:17,70	Σ:3,79 Π:5,9
40	2211/38	<i>Tricholoma saponaceum</i> (B.T)	5,07 - 8,58	9,31 - 9,95	15,10 - 17,45	9,30 - 10,60
41	2111/1	<i>Xerula melanotricha</i> (N.T)	1,92	5,78	3,36	7,01

B.T: Βόρειος Ταΰγετος, N.T: Νότιος Ταΰγετος, Σ: Στίπος, Π: Πίλος. Τα γραμμοσκιασμένα τμήματα του Πίνακα περιλαμβάνουν δείγματα από είδη μακρομυκήτων που ανιχνεύθηκαν και στις δύο περιοχές που μελετήθηκαν (βόρειο και νότιο Ταΰγετο)

Παρατηρώντας τον Πίνακα 6 στον οποίο καταγράφονται τα αποτελέσματα για τις συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στους μακρομύκητες που αναλύθηκαν συμπεραίνουμε τα εξής:

Το Cd αποτελεί ένα ιγνοστοιχείο υψηλού κινδύνου και βλέπουμε ότι οι συγκεντρώσεις του κυμαίνονται από 0,83 ppm μέχρι 12,87 ppm. Η ελάχιστη συγκέντρωση καδμίου εντοπίζεται στο είδος *Suillus granulatus* ενώ η μέγιστη στο είδος *Lactarius scrobiculatus*. Παρατηρείται επίσης ότι στο βόρειο τμήμα μετρήθηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις καδμίου στα διάφορα μανιτάρια (*Boletus lupinus*, *Clavariadelphus truncatus*, *Cortinarius dibaphus*, *Cortinarius odorifer*). Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται βέβαια και στα είδη που έχουν αναλυθεί χωριστά τα δύο τμήματα της καρποφορίας με τις συγκεντρώσεις στον πύλο να υπερέχουν έναντι αυτών του στίπου.

Στη συνέχεια, όσον αφορά στο νικέλιο παρατηρούμε μια διακύμανση συγκεντρώσεων από 0 ppm (*Russula acrifolia*) έως 13,73 ppm (*Ramaria largenti*). Συγκρίνοντας τα δείγματα μανιταριών του βόρειου Ταΰγету με δείγματα του ίδιου είδους από το νότιο, παρατηρείται ότι σε κάποια από αυτά οι συγκεντρώσεις σε νικέλιο είναι υψηλότερες στο νότιο Ταΰγετο (*Cortinarius odorifer*), ενώ για άλλα σημειώνονται υψηλότερα ποσοστά νικελίου στο βόρειο τμήμα (*Clavariadelphus truncatus*, *Cortinarius dibaphus*). Δεν παύουν όμως, να υπάρχουν και είδη στα οποία δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο περιοχές (*Boletus lupinus*, *Hygrophorus pudorinus*). Επιπροσθέτως, παρουσιάζει ενδιαφέρον το γεγονός της μη ύπαρξης νικελίου στον πύλο του είδους *Russula acrifolia* και στις δύο περιοχές. Ωστόσο, στο είδος *Tricholoma fracticum* οι συγκεντρώσεις στον πύλο είναι υψηλότερες σε Ni απ' ό τι αυτές του στίπου, με μια υπεροχή στα ποσοστά νικελίου των δειγμάτων του νότιου Ταΰγету.

Επιπλέον, από τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 6, βλέπουμε ότι οι συγκεντρώσεις του χρωμίου για τα είδη μακρομυκήτων που αναλύθηκαν κυμαίνονται από 0 ppm για τα είδη *Russula acrifolia* και *Tricholoma fracticum* μέχρι και 18.20 ppm για το είδος *Ramaria larenti*. Παρατηρώντας τα ίδια είδη μανιταριών που απομονώθηκαν από τον βόρειο και νότιο Ταΰγετο συμπεραίνουμε ότι σε κάποια από αυτά οι συγκεντρώσεις σε χρώμιο είναι υψηλότερες στο βόρειο τμήμα (*Cortinarius dibaphus*), ενώ σε άλλα είδη μακρομυκήτων έχουμε μεγαλύτερη βιοσυσώρευση στο Ν. Ταΰγετο (*Boletus lupinus*, *Cortinarius odorifer*, *Hygrophorus pudorinus*, *Russula acrifolia* & *Tricholoma fracticum*).

Τέλος, όσον αφορά στον μόλυβδο, παρατηρούμε το είδος *Tricholoma equestre* να συγκεντρώνει την ελάχιστη τιμή (2,28 ppm) και το είδος *Cortinarius odorifer* τη μέγιστη τιμή (15,92 ppm) συσσωρευσης. Εάν θέλουμε να συγκρίνουμε τις συγκεντρώσεις των μακρομυκήτων σε μόλυβδο, στη νότια και βόρεια περιοχή αντίστοιχα, βλέπουμε ότι δεν παρουσιάζονται αξιόλογες διαφορές (*Boletus lupinus*, *Cortinarius dibaphus*, *Hygrophorus pudorinus*).

Πίνακας 7: Ολικές συγκεντρώσεις K, Ca, Mg, και Na στο δασικό τάπητα σε οικοσύστημα κεφαλληνιακής ελάτης στη περιοχή του βόρειου και νότιου Ταύγετου.

ΠΕΡΙΟΧΗ		K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm
Βόρειος Ταύγετος	1 ^ο οργανικός ορίζοντας (O1)	2735±444,25	81±20,93	1284±89,37	167±12,21
	2 ^ο οργανικός ορίζοντας (O2)	2539±782,27	61±31,11	1335±218,43	177±8,26
Νότιος Ταύγετος	1 ^ο οργανικός ορίζοντας (O1)	1281±157,50	4343±622,31	14097±4101,65	451±89,17
	2 ^ο οργανικός ορίζοντας (O2)	1414±82,85	19687±432,07	17741±432,07	399±46,33

Πίνακας 8: Ολικές συγκεντρώσεις Mn, Fe, Zn και Cu στο δασικό τάπητα σε οικοσύστημα κεφαλληνιακής ελάτης στη περιοχή του βόρειου και νότιου Ταύγετου.

ΠΕΡΙΟΧΗ		Mn ppm	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm
Βόρειος Ταύγετος	1 ^ο οργανικός ορίζοντας (O1)	254,8±5,09	7515,9±3358,4	29,7±0,5	9,2±0,03
	2 ^ο οργανικός ορίζοντας (O2)	271,2±24,4	8622,1±3866,5	34,9±11,2	4,5±1,6
Νότιος Ταύγετος	1 ^ο οργανικός ορίζοντας (O1)	284,6±81,7	16394,7±5090,1	47,9±6,3	13,1±2,8
	2 ^ο οργανικός ορίζοντας (O2)	229,1±25,7	9296,3±2865,7	52,5±6,6	11,8±2,1

Πίνακας 9: Ολικές συγκεντρώσεις, Cd, Ni, Cr και Pb στο δασικό τάπητα σε οικοσύστημα κεφαλληνιακής ελάτης στη περιοχή του βόρειου και νότιου Ταύγετου.

ΠΕΡΙΟΧΗ		Cd ppm	Ni ppm	Cr ppm	Pb ppm
Βόρειος Ταύγετος	1 ^ο οργανικός ορίζοντας (O1)	2±0,1	24,4±0,2	47,6±2,06	12,9±0,8
	2 ^ο οργανικός ορίζοντας (O2)	1,4±0,7	21,5±1,2	39,8±2,1	13,6±1,8
Νότιος Ταύγετος	1 ^ο οργανικός ορίζοντας (O1)	1,6±0,3	27,8±11,9	25,4±11,5	22,6±7,3
	2 ^ο οργανικός ορίζοντας (O2)	1,5±0,2	19,3±8,6	20,5±3,7	24,4±3,2

Στην περιοχή του Β.Τ. ο οργανικός ορίζοντας O2 (2^ο στρώμα δασικού τάπητα το οποίο είναι πλήρως αποσυνθεμένο) ήταν πλουσιότερος σε Mg, Na, Mn, Fe, Zn και Pb σε σύγκριση με τον ορίζοντα O1 (1^ο στρώμα δασικού τάπητα το οποίο δεν έχει αποσυντεθεί πλήρως) (Πίνακες 7.8 και 9). Οι ολικές συγκεντρώσεις των Ca, Cu και Cr στον O1 ορίζοντα ήταν πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στον O2 ορίζοντα. Στην περιοχή του Ν.Τ. ο οργανικός ορίζοντας O2 ήταν πλουσιότερος σε K, Ca, Mg, Zn και Pb σε σύγκριση με τον ορίζοντα O1 (Πίνακες 7,8 και 9). Οι ολικές συγκεντρώσεις των Na, Mn, Fe και Ni στον O1 ορίζοντα ήταν πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στον O2 ορίζοντα.

Προβαίνοντας τώρα σε μια σύγκριση ανάμεσα στις συγκεντρώσεις των διαφόρων στοιχείων στους μακρομύκητες με αυτές στο δασικό τάπητα, διακρίνουμε ότι τα ποσοστά συσσώρευσης καλίου σε κάποια είδη μανιταριών προσεγγίζουν πολύ με τα αντίστοιχα ποσοστά στο δασικό τάπητα. Πιο συγκεκριμένα στο Β.Τ., η συγκέντρωση στους οργανικούς ορίζοντες O1 και O2 βρίσκεται στα ίδια περίπου επίπεδα με τα είδη *Agaricus macrocarpus*, *Boletus comptus*, *Cortinarius dibaphus*, *Ramaria largenti*, *Russula acrifolia*, *Suillus granulatus*, *Tricholoma aurantium* και *Tricholoma caligatum* του βόρειου Ταϋγέτου (Πίνακας 4). Αντιθέτως, παρατηρούμε την ύπαρξη κάποιων ειδών (*Hebeloma sinapizans*, *Hydnellum ferrugineum*, *Russula acrifolia* και *Suillus luteus*) των οποίων οι συγκεντρώσεις είναι πολύ υψηλότερες από αυτές του δασικού τάπητα. Στο Ν.Τ. οι συγκεντρώσεις των μετάλλων στα μανιτάρια φαίνονται να διαφέρουν κατά πολύ σε σχέση με το δασικό τάπητα εκτός ελάχιστων εξαιρέσεων, όπως το είδος *Xerula melanotricha*.

Στη συνέχεια, βλέπουμε ότι οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου στο Β.Τ. για τα μανιτάρια, δεν σχετίζονται άμεσα με τα αντίστοιχα ποσοστά στο δασικό τάπητα. Αντιθέτως, στο Ν.Τ. παρατηρούμε μια πιο κοντινή σχέση ανάμεσα σε μακρομύκητες και οργανικούς ορίζοντες (Πίνακας 4). Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις του μαγνησίου στα μανιτάρια με αυτές στο δασικό τάπητα, βλέπουμε ότι σχετίζονται άμεσα στην πλειοψηφία τους στο Β.Τ. ενώ στο Ν.Τ. παρατηρούνται πολύ μεγάλες διαφορές ανάμεσα στα είδη και στο δασικό τάπητα.

Ακόμα, παρατηρώντας τις συγκεντρώσεις των μακρομυκήτων σε νάτριο στο Β.Τ. με τις αντίστοιχες του δασικού τάπητα, μπορούμε να πούμε ότι αυτές των μανιταριών είναι υψηλότερες σε σχέση με το δασικό τάπητα. Το αντίθετο συμβαίνει με την περιοχή του Ν.Τ. όπου παρατηρούνται κατά βάση υψηλότερες συγκεντρώσεις στο

δασικό τάπητα απ' ότι στα μανιτάρια με εξαίρεση το είδος *Xerula melanotricha* όπου είναι αισθητή η διαφορά.

Στα ιχνοστοιχεία τώρα βλέπουμε κυρίως ότι οι συγκεντρώσεις στο δασικό τάπητα, σε βόρειο και νότιο Ταΰγετο, είναι υψηλότερες από αυτές στα μανιτάρια. Αυτό συμβαίνει με το μαγγάνιο, το σίδηρο, το νικέλιο και το χρώμιο. Για τον ψευδάργυρο πρέπει να σημειωθεί ότι οι συγκεντρώσεις του δασικού τάπητα είναι μεγαλύτερες εξαιρώντας τα είδη *Amanita mairei*, *Amanita muscaria*, *Boletus comptus*, *Clavariadelphus truncatus*, *Hydnellum ferrugineum* για το Β.Τ και τα είδη *Cortinarius dibaphus*, *Hervella lacunosa*, *Hygrophorus chrysodon*, *Hygrophorus erubescens*, *Tricholoma equestre* για το Ν.Τ, τα οποία ήταν πλουσιότερα σε Ζη απ' ότι ο δασικός τάπητας.

Σε αντίθετη περίπτωση παρατηρούμε ότι τα μανιτάρια είναι πλουσιότερα σε χαλκό απ'το δασικό τάπητα σε Β.Τ και Ν.Τ. Το ίδιο συμβαίνει και με το κάδμιο για τους μακρομύκητες του Ν.Τ. Στο βόρειο τμήμα οι τιμές κυμαίνονται στα ίδια περίπου επίπεδα.

Τέλος, οι συγκεντρώσεις καδμίου στο Β.Τ είναι περίπου οι ίδιες με τις αντίστοιχες του δασικού τάπητα, ενώ τα επίπεδα συγκέντρωσης καδμίου για το δασικό τάπητα είναι υψηλότερα από αυτά των μακρομυκήτων.

Πίνακας 10: Ολικές συγκεντρώσεις K, Ca, Mg και Na στο ορυκτό έδαφος σε οικοσύστημα κεφαλληνιακής ελάτης στη περιοχή του Βόρειου και Νότιου Ταΰγετου.

ΠΕΡΙΟΧΗ	Βάθος (εκ.)	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm
Βόρειος Ταΰγετος	0-5	5277±1052,6	3928±760,8	5473±1827	316±125,7
Νότιος Ταΰγετος	0-5	2825±816,3	4907±2673,4	43643±7547,7	590±147,3

Πίνακας 11: Ολικές συγκεντρώσεις Mn, Fe, Zn και Cu στο ορυκτό έδαφος σε οικοσύστημα κεφαλληνιακής ελάτης στη περιοχή του Βόρειου και Νότιου Ταΰγετου.

ΠΕΡΙΟΧΗ	Βάθος (εκ.)	Mn ppm	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm
Βόρειος Ταΰγετος	0-5	740,6±81,8	40248,1±6253,4	105,5±4,9	20,4±3,5
Νότιος Ταΰγετος	0-5	620,9±117,5	30708,6±11673,8	84,01±15,9	30,7±16,8

Πίνακας 12: Ολικές συγκεντρώσεις Cd, Ni, Cr και Pb στο ορυκτό έδαφος σε οικοσύστημα κεφαλληνιακής ελάτης στη περιοχή του Βόρειου και Νότιου Ταΰγετου.

ΠΕΡΙΟΧΗ	Βάθος (εκ.)	Cd ppm	Ni ppm	Cr ppm	Pb ppm
Βόρειος Ταΰγετος	0-5	4,5±0,4	57,4±6,5	110,9±34,07	40,4±14,7
Νότιος Ταΰγετος	0-5	3,1±0,4	108,1±37,1	93,7±15,4	45,4±6,6

Στην περιοχή του Βόρειου Ταΰγету το ορυκτό έδαφος ήταν πλουσιότερο σε K, Mn, Fe, Zn, Cd και Cr σε σύγκριση με το ορυκτό έδαφος του Νότιου Ταΰγету. Αντίθετα, στην περιοχή του Νότιου Ταΰγету το ορυκτό έδαφος ήταν πλουσιότερο σε Ca, Mg, Na, Cu, Ni και Pb. Οι ολικές συγκεντρώσεις των K, Zn και Cr στο Βόρειο Ταΰγετο ήταν πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στο Νότιο. Τέλος, οι ολικές συγκεντρώσεις των Ca, Mg, Na και Ni στο Νότιο Ταΰγετο ήταν πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στο Βόρειο (Πίνακες 10,11 και 12).

Ωστόσο, συγκρίνοντας γενικότερα τις συγκεντρώσεις σε Β.Τ και Ν.Τ ανάμεσα στο δασικό τάπητα και στο έδαφος, παρατηρούμε ότι το έδαφος ήταν πλουσιότερο σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία από το δασικό τάπητα. Αυτό συνέβη και στο βόρειο και στο νότιο Ταΰγετο.

Στη συνέχεια, περνώντας σε μια σύγκριση ανάμεσα στο έδαφος και στις συγκεντρώσεις των μακρομυκητών παρατηρούμε αρχικά ότι οι συγκεντρώσεις του

καλίου στο έδαφος είναι γενικά υψηλότερες από αυτές των μανιταριών στο βόρειο Ταϋγέτο. Αντίθετα, στο νότιο Ταϋγέτο, τα μανιτάρια είναι πλουσιότερα σε κάλιο απ' ό,τι το έδαφος.

Για τα περισσότερα στοιχεία παρατηρούμε ότι και στις δύο περιοχές του Ταϋγέτου οι συγκεντρώσεις τους στο έδαφος είναι υψηλότερες σε σχέση με αυτές των μανιταριών. Αυτό συμβαίνει με το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το μαγγάνιο, το σίδηρο, το νικέλιο, το χρώμιο και το μόλυβδο.

Όσον αφορά το νάτριο βλέπουμε ότι οι συγκεντρώσεις εδάφους και μακρομυκητών είναι κατά βάση οι ίδιες στο Β.Τ με κάποιες εξαιρέσεις στα είδη *Agaricus macrocarpus*, *Cortinarius dibaphus*, *Cortinarius odorifer* τα οποία είναι πλουσιότερα σε νάτριο από το έδαφος. Στο Ν.Τ όμως, οι συγκεντρώσεις του εδάφους είναι μεγαλύτερες από αυτές των μανιταριών εξαιρώντας τα είδη *Boletus lupinus*, *Cortinarius dibaphus*, *Cortinarius odorifer* & *Xerula melanotricha* τα οποία διαφέρουν κατά πολύ από τις τιμές του εδάφους (είναι υψηλότερες).

Ακριβώς το ίδιο γεγονός παρατηρούμε και για τον ψευδάργυρο όπου στο Β.Τ οι συγκεντρώσεις βρίσκονται σχεδόν στα ίδια επίπεδα με εξαίρεση το είδος *Clavariadelphus truncatus* το οποίο είναι πλουσιότερο σε Ζn από το έδαφος. Στο Ν.Τ τα μανιτάρια είναι φτωχότερα σε αυτό το στοιχείο εκτός από τα είδη *Clavariadelphus truncatus*, *Cortinarius odorifer*, *Hervella lacunose*, *Inocybe bongardii* και *Tricholoma equestre* τα οποία παρουσιάζουν αυξημένες συγκεντρώσεις ψευδαργύρου σε σχέση με εκείνες στο έδαφος.

Επιπροσθέτως, οι τιμές του χαλκού για το έδαφος στο Β.Τ είναι στην πλειοψηφία τους παρόμοιες ή ελαφρά υψηλότερες από αυτές των μακρομυκητών. Στο Ν.Τ ωστόσο φαίνεται ότι το έδαφος είναι πλουσιότερο σε χαλκό από τα μανιτάρια εκτός του είδους *Inocybe bongardii* για το οποίο συμβαίνει το αντίθετο.

Τέλος, οι συγκεντρώσεις του καδμίου στα μανιτάρια σε σχέση με το έδαφος δεν παρουσιάζουν αξιόλογες διαφορές είτε πρόκειται για το βόρειο Ταϋγέτο, είτε για το νότιο.

Συνοψίζοντας, βάση βιβλιογραφικών δεδομένων από σχετικές εργασίες και επαληθεύοντας με την παρούσα ερευνητική εργασία παρατηρούμε ότι είδη μανιταριών όπως το *Amanita muscaria* και το *Suillus luteus* λειτουργούν ως βιοδείκτες εμφανίζοντας υψηλό βαθμό συσχέτισης με τις συγκεντρώσεις στο έδαφος σε Cd και Zn. (Gast et al., 1988)

Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί σε πολλές περιοχές πλησίον της Μαύρης Θάλασσας, όπως επίσης και σε τοποθεσίες κοντά σε ορυχεία μετάλλων, κυρίως τα μέταλλα Cd, Pb, Cu και Ni είναι τοξικά για τα μανιτάρια. (Dermibas, 2001; Rudawska et al., 2004)

Τα μανιτάρια μπορεί να είναι πολύ πλούσια σε κάδμιο. Αν υποθέσουμε ότι ο μέσος όρος συσσώρευσης βρίσκεται στο 2.05 ppm για τα είδη του γένους *Lactarius*, όπως μαρτυρά προγενέστερη ερευνητική εργασία (Dermibas, 2001), τότε συγκεντρώσεις της τάξης των 12 ppm (*Lactarius scrobiculatus*) μπορούν να θεωρηθούν υψηλές. Επίσης, για τα είδη της οικογένειας *Boletus* η μέση συγκέντρωση καδμίου σε αυτά βρίσκεται γύρω στα 1,36 ppm, κάτι που επαληθεύεται σε μεγάλο ποσοστό από τα σχετικά αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Ακόμα, όσον αφορά τα είδη του γένους *Agaricus*, βάση σχετικών ερευνών που έχουν γίνει σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης βλέπουμε ότι οι συγκεντρώσεις καδμίου αγγίζουν τα 100-300 ppm. Τέτοιες ακραίες συγκεντρώσεις παρατηρούνται κυρίως σε μανιτάρια τα οποία βρίσκονται κοντά σε μεταλλουργεία μόλυβδου και χαλκού. Ωστόσο, κάποια ανάλογη συγκέντρωση καδμίου δεν παρατηρήθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης έρευνας στους μακρομύκητες του Ταυγέτου. Αντίθετα βέβαια, αξίζει να σημειωθεί η κατά 4 ppm υψηλότερη συγκέντρωση Cd για το είδος *Amanita muscaria* του Ταυγέτου σε σχέση με μία μέση συγκέντρωση του 1.6 ppm σε άλλες περιοχές (Kalac et al., 1999). Συνεχίζοντας με το μόλυβδο, είναι αναγκαίο να αναφερθεί το γεγονός της αυξημένης τοξικότητας του στοιχείου στην ανάπτυξη του ανθρώπινου εγκεφάλου και επίσης της πιθανότητας επηρεασμού της ανάπτυξης της συμπεριφοράς των νέων ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις. (Seeger et al., 1976). Εξάλλου, στην παρούσα ερευνητική εργασία οι συγκεντρώσεις των μανιταριών σε αυτό το στοιχείο παρουσιάζονται ιδιαίτερα υψηλές σε κάποια είδη μακρομυκήτων του Ταυγέτου, όπως σε αυτά των οικογενειών *Boletus*, *Cortinarius*, *Ramaria*, *Hygrophorus* & *Tricholoma*. Οι συγκεντρώσεις αυτών των ειδών θεωρούνται υψηλές βασιζόμενοι σε αντίστοιχες ερευνητικές εργασίες οι οποίες υποστηρίζουν πως συγκεντρώσεις μόλυβδου πάνω από 10 ppm είναι ιδιαίτερα υψηλές. Αναφέρεται επίσης ότι ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα (100-300 ppm), παρατηρήθηκαν σε κοντινές περιοχές μεταλλουργείων μόλυβδου. Όσον αφορά το χαλκό, υποστηρίζεται ότι οι συγκεντρώσεις του σε μανιτάρια, από σχετικές μελέτες σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης, κυμαίνονται συνήθως 100-300 ppm, χωρίς αυτό να θεωρείται κίνδυνος για την υγεία (Kalac et al., 1999). Στην

περιοχή του Ταϋγέτου η υψηλότερη συγκέντρωση χαλκού ήταν 98,5 ppm για το είδος *Hygrophorus pudorinus*.

Εν κατακλείδι, καθώς το νικέλιο αποτελεί επίσης ένα στοιχείο υψηλής τοξικότητας, παρατηρούμε σε κάποια είδη αυξημένη συσσώρευση σε σχέση με κάποια άλλα. Ωστόσο, ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις νικελίου παρατηρούνται κυρίως σε μανιτάρια που βρίσκονται σε περιοχή εκπομπής νικελίου. (Bargan et al., 1998).

Συμπερασματικά, πρέπει να αναφερθεί ότι πολλές ερευνητικές εργασίες υποστηρίζουν ότι η παρουσία μετάλλων στα μανιτάρια εξαρτάται από διάφορους μηχανισμούς βιοσυσσώρευσης που αυτά διαθέτουν, όπως επίσης και από τη συγκέντρωση των μετάλλων στο έδαφος. Αυτό επαληθεύεται και από την παρούσα ερευνητική εργασία η οποία έδειξε ότι στα περισσότερα είδη μανιταριών μετρήθηκαν ανάλογες συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων και μακροστοιχείων με τις αντίστοιχες που ανιχνεύτηκαν στο έδαφος. Γενικά, στον Ταϋγετο δεν παρατηρήθηκε υψηλή βιοσυσσώρευση βαρέων μετάλλων. Ωστόσο, για ορισμένα βαρέα μέταλλα υψηλής τοξικότητας διαπιστώθηκε μια αυξημένη συσσώρευση καδμίου στο είδος *Lactarius scrobiculatus*, όπως επίσης και μολύβδου για τα είδη των γενών *Boletus*, *Cortinarius*, *Hygrophorus*, *Ramaria* και *Tricholoma*.

BIBΛIOΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Alonso, J., Garcia, M.A., Pérez- Lopez, M., & Melgar, M.J. (2003). The concentration and bio concentration factors of copper and zinc in edible mushrooms. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 44, 180- 188
- 2) Kalac, P., & Svoboda, L. A. (2000). Review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 62, 273-281)
- 3) Godbold DL, Jentschke G, Winter W, Marschner P. Ectomycorrhizas and amelioration of metal stress in forest trees. *Chemosphere* 1998; 36:757-62
- 4) Dermibas A. Heavy metal bioaccumulation by mushrooms from artificially fortified soils. *Food Chem* 2001a; 74:293-301
- 5) Dermibas A. Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the East Black Sea region. *Food Chem* 2001b;75:453-7
- 6) Gast CH, Jansen E, Bierling J, Haanstra L. Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil characteristics. *Chemosphere* 1988; 17:789-99.
- 7) Leski T, Rudawska M, Kieliszewska- Rokicka B. Intraspecific aluminium response in *Suillus luteus* (L) SF Gray, an ectomycorrhizal symbiont of Scots pine. *Acta Soc Bot Pol* 1995; 4:97-105.
- 8) Rudawska M, , Kieliszewska- Rokicka B., Leski T. Effect of aluminium on *Pinus sylvestris* seedlings mycorrhizal with aluminium- tolerant and aluminium sensitive strains of *Suillus luteus*. *Dendrobiology* 2000; 45:89-96
- 9) Rühling A, Soderstrom B. Changes in fruitbodies production of mycorrhizal and litter decomposing macromycetes in heavy metal polluted coniferous forest in North Sweden. *Water air Soil Pollut* 1990; 49:375-87.
- 10) Bargagli R, Baldi F. Mercury and methyl mercury in higher fungi and their relation with the substrata in a cinnabar mining area. *Chemos* 1984; 36:704-710.
- 11) Harley JL. *The biology of mycorrhiza*, 2nd ed. London: Leonard Hill, 1969:334 pp.
- 12) McCreight JD, Schroeder DB. Cadmium, lead, and nickel content of *Lycoperdon perlatum* Pers. In a roadside environment. *Environ Pollut* 1977; 13:265-268
- 13) Brookes, P.C. 1995 The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. *Biology and fertility of Soils* 13, 269-279

- 14) Ellis, R.J., Neish, B., Trett, M.W., Best, J.G., Weightman, A.J., Morgan, Ph. & Fry, J.C. 2001 Comparison of microbial and meiofaunal community analyses for determining impact of heavy metal contamination. *Journal of Microbiological Methods* 45, 171-185
- 15) Gadd. G.M. 1993 Transley review no. 47. Interactions of fungi with toxic metals. *New Phytologist* 124, 25-60.
- 16) Giller, K.E., Witter, E. & Mc Grath, S.P. 1998 Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils: a review. *Soil Biology and Biochemistry* 30, 1389- 1414
- 17) Hall, J.L. 2002 Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany* 53 1-11.
- 18) Khan. M. & Scullion. J. 1999 Microbial activity in grassland soil amended with sewage sludge containing varying rates and combinations of Cu, Ni and Zn. *Biology and Fertility of Soils* 30, 202-209.
- 19) Singh, B.r. & Steinnes, E. 1994 Soil and water contamination by heavy metals. In *soil Processes and Water Quality*, eds. Lal, R. & Steward, B.A. pp. 233-271. Boca Raton: CRC Press, Inc. ISBN 0-87371-980-8
- 20) Kalac, P., Svoboda, L. Heavy metals in edible mushrooms. *Czech J Food Sci*, 1998; 16:110-116
- 21) Seeger R. Toxische Schwermetalle in Pilzen. *Dtsch Apoth Z*, 1982;122:1835-1844 (in German)
- 22) Allen R.O., & Steinnes, E. (1978). Concentrations of some potentially toxic metals and other trace elements in wild mushrooms from Norway. *Chemosphere*, 4, 371-378.
- 23) Cocchi. L., & Vesconi, L. (1996). Considerazioni sulle concentrazioni di elementi chimici in funghi dell' Ordine Boletales. *Il Fungo*, Associazione Micologica Bresadola. (pp. 42-60).
- 24) Kalac, P., & Svoboda, L. A. (2000). Review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 69, 273-281
- 25) Stijve, T., Goessler, W., & Dupuy, G. (2004). Influence of soil particles on concentrations of aluminium, iron, calcium and other metals in mushrooms. *Deutsche Lebensmittel- Rundschau*, 100(1), 10-13
- 26) Isiloglu, M., Yilmaz, F., & Merdivan, M. (2001). Concentrations of trace elements in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 73, 163-175.

- 27) Bargagli R, Baldi F. (1984) Mercury and methyl mercury in higher fungi and their relation with the substrata in a cinnabar mining area. *Chemosphere*, 13, 1059-1071.
- 28) Randa, Z., & Kucera, J. (2004). Trace elements in higher fungi (mushrooms) determined by activation analysis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 259, 99-107.
- 29) Sisak, L. (1996). The importance of forests as a source of mushrooms and berries in the Czech Republic. *Mykologicky Sbornik*, 73, 98-101 (in Czech)
- 30) Wondratschek, I., & Roder, U. (1993). Monitoring of heavy metals in soils by higher fungi. Indicators for heavy metals in the terrestrial environment. In B. Markert (Ed.), *Plants as biomonitors* (pp. 345-363) VCH: Weinheim.
- 31) Latiff, L. A., Daran, A.B.M., & Mohamed, A. B. (1996). Relative distribution of minerals in the pileus and stalk of some selected edible mushrooms. *Food Chemistry*, 56, 115-121.
- 32) Malinowska, E., Szefer, P., & Falandysz, J. (2004). Metals bioaccumulation by bay bolete, *Xerocomus badius*, from selected sites in Poland. *Food Chemistry*, 84, 405-416.
- 33) Mendil, D., Uluozlu, O. D., Hasdemir, E., & Caglar, A. (2004). Determination of trace elements on some wild edible mushroom samples from Kastamonu, Turkey. *Food Chemistry*, 88, 281-285.
- 34) Schmitt, H. W., & Sticher, H. (1991). Heavy metal compounds in the soil. In E. Merian (Ed.), *Metals and their compounds in the environment* (pp.311-326). Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft.
- 35) Demirbas, A. (2000). Accumulation of heavy metals in some edible mushrooms from Turkey. *Food Chemistry*, 68, 415-419.
- 36) Demirbas, A. (2001). Heavy metal bioaccumulation by mushrooms from artificially fortified soils. *Food Chemistry*, 74, 293-301.
- 37) Falandysz, J., Kawano, M., Swieczkowski, A., Brzostowski, A., & Dadej, M. (2003). Total mercury in wild-grown higher mushrooms and underlying soil from Wdzydze Landscape Parc, Northern Poland. *Food Chemistry*, 81, 21-26.
- 38) Falandysz, J., & Chwir, A. (1977). The concentrations and bioconcentration factors of mercury in mushrooms from the Mierzeja Wislana sand-bar Northern Poland. *The Science of the Total Environment*, 203, 221-228.

- 39) Gast, G. H., Jansen, E., Bierling, J., & Haanstra, L. (1988). Heavy metals in mushroom and their relationship with soil characteristics. *Chemosphere*, 60(4), 789–799.
- 40) Isiloglu, M., Merdivan, M., & Yilmaz, F. (2001). Heavy metal contents in some macrofungi collected in the Northwestern part of Turkey. *Environmental Contamination and Toxicology*, 41, 1–7
- 41) Kalac, P., Niznanska, M., Bevilaqua, D., & Staskova, I. (1996). Concentrations of mercury, copper, cadmium and lead in fruiting bodies of edible mushrooms in the vicinity of a mercury smelter and a copper smelter. *The Science of the Total Environment*, 177, 251–258.
- 42) Kalac, P., Burda, J., & Staskova, I. (1991). Concentrations of lead, cadmium, mercury, and copper in mushrooms in the vicinity of a lead smelter. *Science and the Total Environment*, 105, 109–119.
- 43) Kalac, P., & Svaboda, L. (2000). A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 69, 273–281.
- 44) Manzi, P., Aguzzi, A., Vivanti, V., Paci, M., Pizzoferrato, L., 1999. Mushrooms as a source of functional ingredients. In Euro. Food chem x European conference on: Functional foods Vol. 1, (pp. 86–93). A new challenge for the food chemist. 22–24 September, Budapest, Hungary.
- 45) Manzi, P., Aguzzi, A., & Pizzoferrato, L. (2001). Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73, 321–325.
- 46) Seeger, R. (1982). Toxische schwermetalle in Pilzen. *Deutsche Apotheke Zeitschrift*, 122, 1835–1844.
- 47) Sesli, E., & Tuzen, M. (1999). Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. *Food Chemistry*, 65, 453–460.
- 48) Vetter, J. (1993). Toxic elements in certain higher fungi. *Food Chemistry*, 48, 207–208.
- 49) Racz, L., Papp, L., Prokai, B., & Kovacz, Zs. (1996). Trace element determination in cultivated mushrooms: an investigation of manganese, nickel, and cadmium intake in cultivated mushrooms using ICP atomic emission. *Microchemical Journal*, 54, 444–451.
- 50) Schroeder, H. A. (1973). *The trace elements and nutrition*. London: Faber and Faber.

- 51) Falandyz, L., Bona, H., & Danisiewicz, D. (1994). Silver uptake by *Agaricus bisporus* from an artificially enriched substrate. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A*, 199, 225–228.
- 52) Lepsova, A., & Mejstrik, V. (1998). Accumulation of trace elements in fruiting bodies of macrofungi in the Krusne Hory Mountains, Czecholovakia. *Science of the Total Environment*, 76, 117–128.
- 53) Lepsova, A., & Mejstrik, V. (1988). Accumulation of trace elements in fruiting bodies of macrofungi in the Krusne Hory Mountains, Czecholovakia. *Science of the Total Environment*, 76, 117–128.
- 54) Gast, C. H., Jansen, E., Bierling, J., & Haanstra, L. (1988). Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil characteristics. *Chemosphere*, 17, 789–799.
- 55) Tu'zen, M., O'zdemir, M., & Demirbas E , A. (1998a). Heavy metal bioaccumulation by cultivated *Agaricus bisporus* from artificially enriched substrates. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung A*, 206, 417–419.
- 56) J. Sastre, A. Sahuquillo, M. Vidal, G. Rauret, *Anal. Chim. Acta* 462 (2002) 59–72.
- 57) A.S. Al-Radady, B.E. Davies, M.J. French, *Sci. Total Environ.* 145 (1994) 143–156.
- 58) H.A. Schroeder, *The Trace Elements and Nutrition*, Faber and Faber, London, 1973.
- 59) C.H. Gast, E. Jansen, J. Bierling, L. Haanstra, *Chemosphere* 17 (4) (1988) 789–799.
- 60) FAOyWHO, *List of Maximum Levels Recommended for Contaminants by the Joint FAOyWHO Codex Alimentarius Commission, Second Series, CACyFAL*, Rome, 3 (1976) 1–8.
- 61) P. Kalac, J. Burda, I. Staskova, *Sci. Total Environ.* 105 (1991) 109–119.
- 62) T. Stijve, R. Besson, *Chemosphere* 2 (1976) 151–158.
- 63) M. Tuzen, Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry, *Microchemical Journal* 74 (2003) 289–297
- 64) Allen. S.E., Grimshaw, H.M., Parkinson, J.A., Quarmby, C., 1974. *Chemical Analysis of Ecological Materials*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 565 pp.
- 65) Miller, E.K. and A.J. Friedland 1994. Lead migration in forest soils: response to changing atmospheric inputs. *Environ. Sci. Technol.* 28: 662–669.

66) Zervakis, G.I., Dimou, D., Polemis, E. & Karadelev, M. 2002a. Mycodiversity studies in selected ecosystems of Greece: II. Macrofungi associated with conifers in Taygetos Mountain (Peloponnese). *Mycotaxon* 83, 97-126.

67) Zervakis, G.I., Polemis, E. & Dimou, D. 2002b. Mycodiversity studies in selected ecosystems of Greece: III. Macrofungi recorded in *Quercus* forests in southern Peloponnese. *Mycotaxon* 84, 141-162.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Δέδες Π., Καραλάζος Α., Χατζούδης Γ.. 1992. Μέθοδοι Χημικής Ανάλυσης Εδάφους. ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, ΠΕΓΕΑΛ ΑΘΗΝΩΝ.
- 2) Ζερβάκης Γ., 1998. Εισαγωγή στη μυκητολογία & στοιχεία καλλιέργειας εδώδιμων μανιταριών. ΤΕΙ Καλαμάτας, ΚΑΛΑΜΑΤΑ.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- 1) www.ipet.gr/mushroom/indexGk.html
- 2) www.mushworld.com
- 3) www.fao.org
- 4) www.foodsubs.com/mushrooms.html
- 5) www.in.gr/agro
- 6) www.greppas.gr/manitaria/manitaria.html
- 7) www.medlook.net
- 8) www.aegean.gr/gympeir/manitaria.htm