

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΒΡΩΣΙΜΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Ουζούνη Παρασκευή Πτυχ. Εφαρμοσμένης Αγροοικολογίας, Msc Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής, Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα – 45110.

Οι σύγχρονες διαιτητικές τάσεις στα πλαίσια της παγκοσμιοποιημένης διατροφικής κουλτούρας οδηγούν στην κατανάλωση προϊόντων υψηλής θρεπτικής αλλά και γαστρονομικής αξίας. Μεταξύ των τροφίμων αυτών συγκαταλέγονται οι εδώδιμοι μακρομύκητες (άγριοι ή καλλιεργήσιμοι), των οποίων η διατροφική αποδοχή την τελευταία δεκαετία αυξάνεται ραγδαία, όχι μόνο για γαστρονομικούς αλλά και για θεραπευτικούς λόγους.

Τα καρποσώματα των μακρομυκήτων θεωρούνται ιδανική πηγή αφομοιώσιμων πρωτεϊνών, τροφή χαμηλής περιεκτικότητας σε κορεσμένα λίπη και νάτριο, μειωμένης θερμιδικής αξίας, εφόσον τα 100γρ αποδίδουν περίπου 22 θερμίδες, καθώς και ικανοποιητική πηγή βιταμινών του συμπλέγματος Β, C και D, σιδήρου, ψευδαργύρου, φωσφόρου, καλίου, χαλκού, μαγνησίου και σεληνίου (Racz, et al., 1996, Mendil et al., 2004, Ουζούνη και συν., 2005).

Σύμφωνα με τους Kurzman (1997) και Manzi et al., (2001), τα φρέσκα μανιτάρια περιέχουν 82-95% νερό, ποσοστό που επηρεάζει άμεσα την συγκέντρωση των υπόλοιπων θρεπτικών συστατικών, άρα και τη διατροφική τους αξία. Οι διαφορές αυτές στο περιεχόμενο νερό οφείλονται πιθανότατα στις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία – σχετική υγρασία) στις οποίες αναπτύσσονται τα μανιτάρια, στο υπόστρωμα ανάπτυξης, στο είδος του μακρομύκητα, αλλά και στο στάδιο ωριμότητας του. Αντίστοιχα, η περιεχόμενη στα δείγματα τέφρα, αποτελείται κυρίως από οξείδια του καλίου (K) και του φωσφόρου (P), τα οποία αντιπροσωπεύουν και το 60% της σύστασης της (Matilla et al., 2001).

Οι λιπαρές ύλες των μανιταριών περιλαμβάνουν όλες τις αντιπροσωπευτικές ομάδες λιπαρών συστατικών που απαντώνται στα τρόφιμα, όπως ελεύθερα λιπαρά οξέα, μονο-, δι- και τριγλυκερίδια, στερόλες, εστέρες των στερολών και φωσφολιπίδια (Crisan & Sands, 1978). Μεταξύ των στερολών, τα βασικότερα είδη, εμφανίζουν υψηλά ποσοστά περιεχόμενης εργοστερόλης, η οποία θεωρείται πρόδρομος της βιταμίνης D₂ (εργοκαλσιφερόλη, Mattila et al., 2002). Μελετώντας ένα σημαντικό ποσοστό των Ελληνικών άγριων εδώδιμων ειδών ως προς τη βασική

τους σύσταση (Πίνακας 1), παρατηρήθηκε μειωμένο ποσοστό περιεχόμενου λίπους ανά είδος, γεγονός που καταδεικνύει ότι μπορούν να καταταχθούν στα τρόφιμα εκείνα που συμβάλλουν στη μείωση του σωματικού βάρους σε μια διαίτα χαμηλών απαιτήσεων σε λιπαρά.

Πίνακας 1. Βασική σύσταση άγριων εδώδιμων μανιταριών (g/100g δείγματος)

Είδος	Υγρασία	Τέφρα	Λίπος	Πρωτεΐνες	Υδατάνθρακες
<i>C.cibarius</i>	82,50	1,48	0,33	3,76	11,93
<i>H.repandum</i>	86,00	1,42	0,32	2,76	9,50
<i>L.nuda</i>	91,35	0,52	0,28	4,98	2,87
<i>C.odora</i>	89,05	1,00	0,64	5,42	3,89
<i>H.russocoreacius</i>	88,33	1,23	0,41	3,94	6,09
<i>L. salmonicolor</i>	88,67	0,37	0,65	2,16	8,15
<i>B.luridiformis</i>	91,10	0,39	0,96	3,90	3,65
<i>R.delica</i>	85,72	0,80	0,64	3,73	9,11
<i>S.granulatus</i>	92,98	0,40	0,31	1,82	4,49
<i>R.largentii</i>	84,50	1,06	0,90	4,46	9,08
<i>H.russula</i>	90,34	0,74	0,96	3,65	4,31
<i>A.rubescens</i>	90,87	0,42	0,66	3,43	4,62
<i>F.hepatica</i>	86,24	0,73	0,30	1,61	10,42
<i>X.chrysenteron</i>	81,23	0,64	0,32	2,56	15,25
<i>A.cupreobrunneus</i>	91,71	0,94	0,29	4,33	2,73
<i>M.procera</i>	87,67	0,85	0,28	8,16	3,04
<i>A.franchetii</i>	89,81	0,57	0,33	3,76	5,53
<i>A.tabescens</i>	82,80	1,17	0,27	3,06	12,70
<i>P.ostreatus</i>	91,53	0,38	0,29	4,09	3,71
<i>A.casearia</i>	90,59	0,57	0,33	3,28	5,23
<i>B.edulis</i>	88,03	0,63	0,33	7,50	3,51
<i>B.aureus</i>	87,51	0,78	0,56	6,40	4,75
<i>V.gloiocephala</i>	91,88	1,11	0,54	4,50	1,97
<i>A.mellea</i>	87,14	1,02	0,26	2,88	8,70
<i>H.eburneus</i>	91,42	1,47	0,81	2,88	3,42
<i>H.chrysodon</i>	85,07	1,36	0,70	2,25	10,62

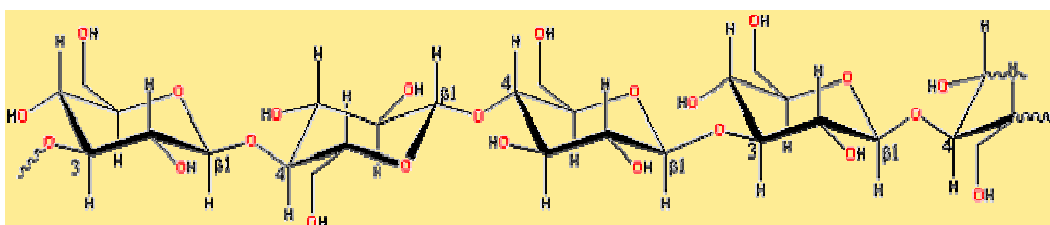
Ακόμη, τα καρποσώματα των μακρομυκητών θεωρούνται ικανοποιητική πηγή πρωτεϊνών, συγκριτικά με τα κοινά λαχανοκομικά είδη. Έχει αποδειχθεί ότι αποτελούν ιδανική τροφή ως προς όλα σχεδόν τα περιεχόμενα βασικά αμινοξέα, ενώ περιέχουν ταυτόχρονα υψηλότερα ποσοστά θρεονίνης, τυροσίνης και αργινίνης σε σχέση με την πατάτα, το καρότο και το κουνουπίδι (Mattila et al., 2002) (Πίν. 2).

**Πίνακας 2. Περιεχόμενα βασικά αμινοξέα διαφόρων φυτικών ειδών
(mg/100 g νωπού προϊόντος)**

Αμινοξύ	Πατάτα	Καρότο	Κουνουπίδι	Μανιτάρια
Ισολευκίνη	77	29	88	79-82
Λευκίνη	110	38	130	133-153
Λυσίνη	120	35	120	122-143
Μεθειονίνη	29	9	31	29-35
Κυστεΐνη	17	1	15	23-28
Φαινυλαλανίνη	84	26	84	91-111
Τυροσίνη	40	14	52	219-292
Θρεονίνη	71	26	84	98-111
Βαλίνη	120	43	140	112-124

Τη βασική χημική σύσταση ολοκληρώνει η κατηγορία των υδατανθράκων, στους οποίους απαντώνται η χιτίνη και οι β-γλυκάνες, που αποτελούν τους βασικούς τύπους φυτικών ινών στους μακρο- και μικρομύκητες. Η χιτίνη είναι υψιλοπολυμερές παράγωγο της χυτοβιόζης, έχει δομή ανάλογη της κυτταρίνης και αποτελεί συστατικό των οστρακόδερμων και του εξωσκελετού των εντόμων. Δυνητικά θεωρείται προβιοτικό, επιδρώντας στη μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης στον ορό του αίματος.

Αντίστοιχα, οι β-γλυκάνες (Σχ.1) είναι πολυμερή της γλυκόζης, ενωμένα με β-1,3 και β-1,6 γλυκοζιδικούς δεσμούς, που φαίνεται σε *in vitro* πειράματα να έχουν επιδείξει ευθεία κυτταροτοξική δράση εναντίον των καρκινικών κυττάρων, ενώ σε *in vivo* μελέτες σε πειραματόζωα, αντικαρκινική δράση μέσω ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος (Smith et al., 2002).



Σχήμα 1. Στερεοχημικός τύπος β- γλυκανών

Ωστόσο, η ικανότητα καταπολέμησης των καρκινικών κυττάρων επηρεάζεται άμεσα από την ευδιαλυτότητα τους στο νερό, το Μοριακό τους Βάρος, καθώς και

από τη δομή των μορίων στο χώρο (Bluhm & Sarco, 1977). Έχει πειραματικά αποδειχθεί ότι μόνο τα υψηλού MB μόρια που σχηματίζουν εμφανώς δομή τριπλής έλικας, μπορούν να θεωρηθούν ικανά να ενισχύσουν σημαντικά την δράση του ανοσοποιητικού συστήματος (Maeda et al., 1988).

Πρόσφατες μελέτες έχουν αποδείξει επίσης, ότι η συγκέντρωση των πολυσακχαριτών σε βασικά είδη φαρμακευτικών μανιταριών επηρεάζεται, τόσο από το στάδιο ωριμότητας του είδους, όσο και από το χρόνο και τις συνθήκες διατήρησης του μετά τη συλλογή. Για παράδειγμα, η ενισχυτική προς το ανοσοποιητικό σύστημα δράση των εκχυλισμάτων του είδους *Lentinus edodes*, μειώνεται σημαντικά όταν τα μανιτάρια διατηρούνται για 7 ημέρες στους 20°C, ενώ δεν παρατηρείται μείωση σε θερμοκρασίες διατήρησης 1 και 5°C. Μείωση παρατηρείται και στα υπερώριμα συλλεγόμενα είδη, συγκριτικά με τα πρώιμα ή κανονικής ανάπτυξης. Φαίνεται, ότι η ελάττωση της συγκέντρωσης επηρεάζεται καταλυτικά από την ενζυμική αποικοδόμηση (Minato et al., 1999, 2001).

Μεταξύ των ειδών που εμφανίζουν φαρμακευτική δράση, έχοντας ευεργετική επίδραση στη μείωση της συνολικής χοληστερόλης, στην ελάττωση της LDL (κακή χοληστερόλη), στη μείωση της αρτηριακής πίεσης και των επιπέδων σακχάρου στο αίμα, συγκαταλέγονται τα: *Lentinus edodes*, *Auricularia auricularia-judae*, *Cordyceps sinensis*, *Ganoderma lucidum*, *Grifola frondosa*, *Pleurotus ostreatus*, *Tremella fuciformis*, *Agaricus bisporus*, *Hericium erinaceus*, *Flammulina velutipes*, *Trametes versicolor*, *Agaricus blazei*, *Schizophyllum commune* και *Coprinus comatus*.

Ωστόσο, δεν πρέπει να παραγνωρίζεται και η περιεκτικότητα σε μέταλλα των εδώδιμων μανιταριών. Τα μεταλλικά στοιχεία, απαντώνται στο φυσικό περιβάλλον είτε ως ιόντα διαλυμένα στο εδαφικό νερό, είτε ως οξείδια στο κρυσταλλικό πλέγμα πρωτογενών και δευτερογενών ορυκτών του εδάφους (Demirbas, 2001), ενώ το περιεχόμενο τους στα διάφορα είδη μακρομυκήτων, εξαρτάται αντίστοιχα από το γένος και το είδος του καρποσώματος, το στάδιο ανάπτυξης του μυκηλίου, την φυσιολογία του είδους, την περιοχή συλλογής και την απόσταση από πιθανές πηγές ρύπανσης (Kalač, et al., 1991, Turkekul, et al., 2004).

Από τα σημαντικότερα μεταλλικά στοιχεία που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην πρωτεϊνοσύνθεση είναι ο ψευδάργυρος (Zn) και το μαγνήσιο (Mg). Έχει αποδειχθεί πειραματικά, ότι τα ιόντα του Mg σχηματίζουν γέφυρες μεταξύ ορισμένων επιμέρους τμημάτων των ριβοσωματίων, συμβάλλοντας στη συγκόλληση τους, άρα

και στη λειτουργικότητα τους. Είναι επίσης όμως γνωστό ότι τα ριβοσώματα είναι οι θέσεις εντός του κυττάρου στις οποίες λαμβάνει χώρα η πρωτεϊνοσύνθεση.

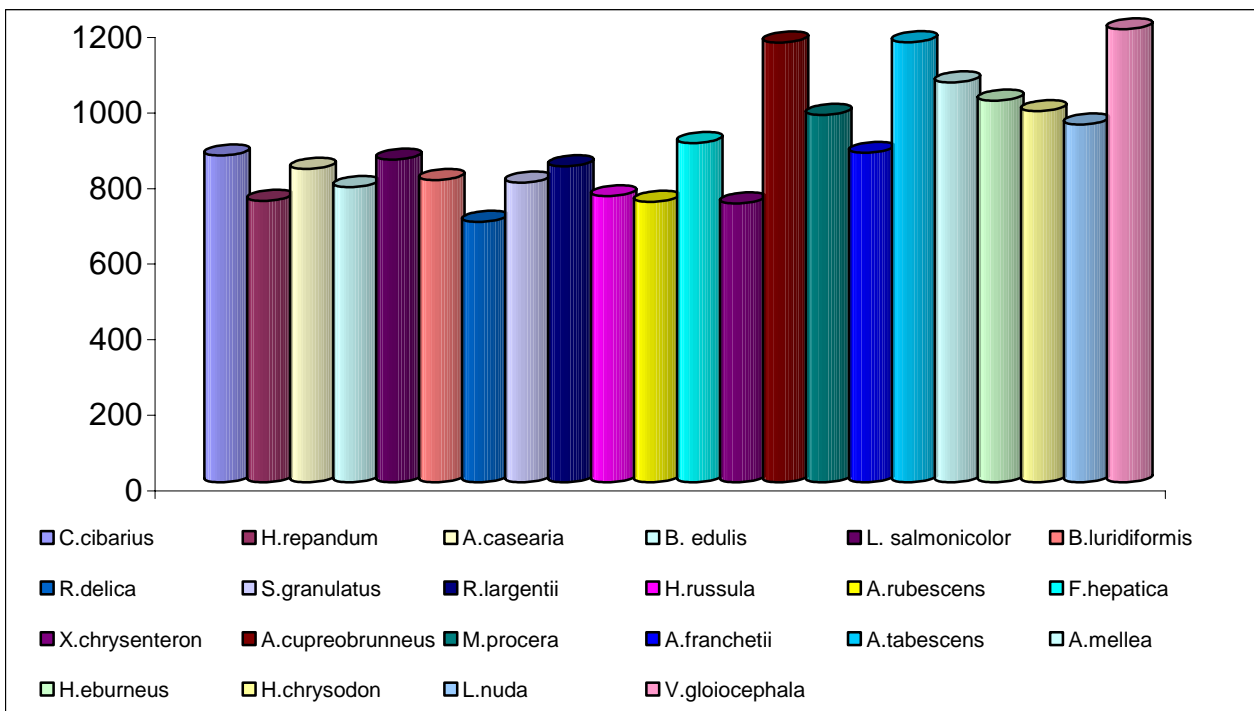
Η παρουσία του Mg ενεργοποιεί ακόμη τις πολυμεράσες του RNA στους πυρήνες των κυττάρων συμβάλλοντας στη βιοσύνθεση του. Το RNA, παίζει καθοριστικό ρόλο στην πρωτεϊνοσύνθεση μέσω της συμβολής του στη μεταφορά και την αποκωδικοποίηση των γενετικών πληροφοριών που περιέχονται στα χρωματοσώματα. Επομένως, η ανεπάρκεια Mg οδηγεί στην μείωση των ρυθμών σύνθεσης RNA, με αποτέλεσμα να αναστέλλεται και η πρωτεϊνοσύνθεση. Από τον πίνακα 3 που ακολουθεί και στον οποίο εμφανίζονται οι μέσες συγκεντρώσεις 13 μεταλλικών στοιχείων (Mg, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, Al, As και Sn) ανά είδος καρποσώματος, διαπιστώνεται εμφανώς ότι τη μεγαλύτερη συγκέντρωση μαγνησίου και ψευδαργύρου περιέχουν αντίστοιχα τα είδη *Volvariella gloiocephala* και *Boletus edulis* (Διαγράμματα 1& 2).

Πίνακας 3. Μέσες τιμές συγκεντρώσεων μεταλλικών στοιχείων (μg/g, ξηρής ουσίας) / είδος καρποσώματος

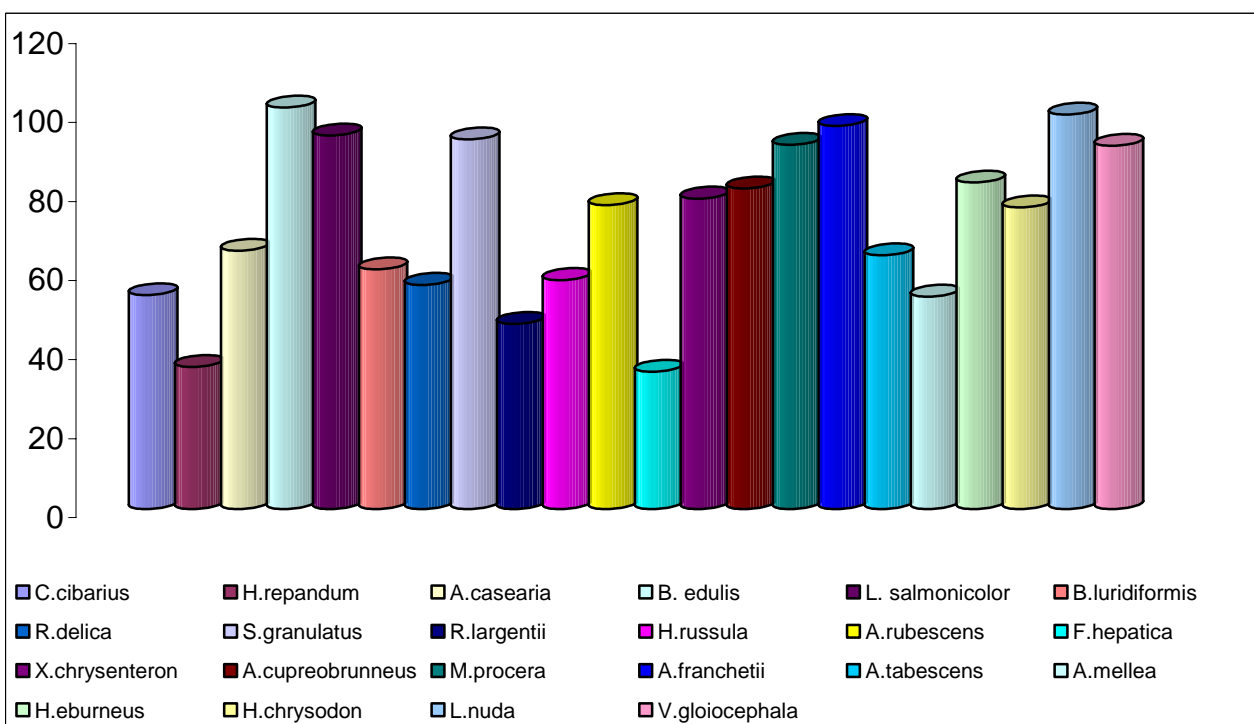
ΕΙΔΟΣ	Cd	Pb	Fe	Mg	Mn	Ni	Co	Cr	Zn	Cu
<i>C.cibarius</i>	0,41	-	118,7	866	22,11	1,07	0,05	1,58	54,10	32,55
<i>H.repandum</i>	0,21	-	316,8	746	26,39	0,28	-	2,44	35,90	24,25
<i>A.casearia</i>	1,51	0,10	355	830	48,43	0,77	0,75	1,22	65,30	19,25
<i>B. edulis</i>	0,29	1,29	92,05	782	10,59	1,78	0,07	0,73	101,55	33,80
<i>L. salmonicolor</i>	0,09	-	239,3	855	20,89	1,61	0,20	0,41	94,45	6,15
<i>B.luridiformis</i>	0,08	0,05	176,2	801	8,57	0,65	0,30	0,20	60,60	22,05
<i>R.delica</i>	0,23	-	81,03	690	16,81	1,90	-	-	56,70	51,70
<i>S.granulatus</i>	0,17	0,02	135,1	794	21,29	1,63	1,45	0,50	93,45	16,35
<i>R.largentii</i>	6,00	0,14	302,2	837	62,84	10,03	7,26	5,33	46,80	17,55
<i>H.russula</i>	1,23	0,09	299,5	758	33,84	0,87	1,08	1,39	57,90	9,40
<i>A.rubescens</i>	0,15	0,04	243	743	35,07	2,67	0,37	11,12	76,85	19,90
<i>F.hepatica</i>	0,07	0,15	38,7	899	7,16	1,72	0,18	4,80	34,70	7,40
<i>X.chrysenteron</i>	0,08	0,05	46,25	739	11,37	1,57	0,17	1,48	78,50	3,80
<i>A.cupreobrunneus</i>	0,15	-	158,8	1165	49,38	6,53	2,08	13,14	81,05	27,40
<i>M.procera</i>	0,23	0,52	97	973	11,42	1,43	0,77	1,44	92,10	47,05
<i>A.franchetii</i>	0,34	0,75	256,5	873	38,97	4,40	1,14	5,82	96,90	22,00
<i>A.tabescens</i>	2,71	0,81	60,25	1166	11,30	4,98	0,14	4,36	64,15	17,55
<i>A.mellea</i>	3,50	0,48	501,2	1059	55,06	2,60	0,62	4,18	53,70	17,15
<i>H.eburneus</i>	0,31	1,37	192,7	1011	100,3	10,12	3,34	8,07	82,55	15,95
<i>H.chrysodon</i>	0,26	1,08	180,4	983	48,68	3,41	1,38	7,82	76,25	4,65
<i>L.nuda</i>	0,26	1,75	74,83	948	33,54	1,41	0,40	0,59	99,75	75,25
<i>V.gloiocephala</i>	0,29	1,16	393	1200	31,90	5,74	1,00	11,88	91,85	32,05

Al, As και Sn: Μη ανιχνεύσιμα

Διάγραμμα 1. Διακύμανση συγκέντρωσης Mg /είδος καρποσώματος



Διάγραμμα 2. Διακύμανση συγκέντρωσης Zn /είδος καρποσώματος



Αν και η περιεκτικότητα των μανιταριών σε βαρέα μέταλλα κυρίως σε Pb και Cd, είναι πολύ μεγαλύτερη συγκριτικά με τα πράσινα φυτά, εξαιτίας της ικανότητας τους να βιοακτινοποιούν τα στοιχεία αυτά στα στελέχη τους μέσω σχηματισμού χημικών δεσμών με

τις σουλφιδρυλικές ομάδες των πρωτεϊνών και ιδιαιτέρως με την μεθειονίνη (Stije & Besson, 1976), οι συγκεντρώσεις των τοξικών αυτών μετάλλων στα δείγματα των συλλεχθέντων άγριων εδώδιμων ειδών από τα Δάση της Ηπείρου και της Δυτικής Μακεδονίας είναι πολύ μικρότερες, συγκριτικά με εκείνες χωρών της Ανατολικής και Κεντρικής Ευρώπης (Πολωνία, Ρωσία, Τσεχία, Σλοβακία), αλλά και χωρών της Εγγύς Ανατολής, όπως η Τουρκία. Για παράδειγμα, οι μέσες τιμές συγκέντρωσης Cd στα ευρέως καταναλισκόμενα είδη *Cantharellus cibarius* και *Hydnum repandum* στα Ελληνικά δείγματα είναι της τάξεως των 0,41 και 0,21 μg/g ξηρής ουσία, ενώ σε άλλες μελέτες οι τιμές ανέρχονται στα 1,92 μg/g (Sesli & Tüzen, 1999), και 0,76-3,62 μg/g (Tüzen, et al., 1998, Sesli & Tüzen, 1999, Demirbas 2001) αντίστοιχα.

Τέλος, ο μόλυβδος (Pb) στα Ελληνικά δείγματα είναι μη ανιχνεύσιμος, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό, διότι ο Pb είναι τοξικός για τους αναπτυσσόμενους εγκεφάλους, μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά των εφήβων ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις, και έχει τη δυνατότητα διείσδυσης μέσω του πλακούντα επιδρώντας στην ανάπτυξη του κυοφορούμενου εμβρύου (Demirbas, 2001).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bluhm, T.L., & Sarco, A. The triple helical structure of lentinan, a β - (1-3)-D-glucan. *Canadian journal of Chemistry*, 55, 293-299, 1977.
2. Crisan, E.V., & Sands, A. Nutritional value. In S.T. Chang & W.A. Hayes (Eds). *The biology and cultivation of edible fungi*, Academic Press, New York, 727-793, 1978.
3. Demirbas, A. Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the East Black Sea region. *Food Chemistry*, 75, 453-457, 2001.
4. Kaláč, P., Burda, J., & Staskova, I. Concentrations of lead, cadmium, mercury and cooper in mushrooms in the vicinity of a lead smelter. *The Science of the Total Environment*, 105, 109-119, 1991.
5. Kurzman, R.H. Nutrition from mushrooms, understanding and reconciling available data. *Mycoscience*, 38, 247-253, 1997.
6. Maeda, Y.Y., Watanabe, S.T., Chihara, C., & Rokutanda, M. Denaturation and renaturation of a β - 1,6: 1,3- glucan, lentinan, associated with expression of T-cell mediated responses. *Cancer Research*, 48, 671-675, 1988.
7. Manzi, P., Aguzzi, A., & Pizzoferrato, L. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73, 321-325, 2001.

8. Matilla, P., Konko, K., Eurola, M., Pihlava, J.-M., Astola, J., Vahteristo, L., Hietaniemi, V., Kumpulainen, J., Valtonen, M., & Piironen, V. Contents of vitamins, mineral elements and some phenolic compounds in cultivated mushrooms, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2343-2348, 2001.
9. Matilla, P., Vaananen, P-S., Konko, K., Aro, H., & Jalava, T. Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland, 50, 6419-6422, 2002.
10. Mendil, D., Uluozlu, O.D., Hasdemir, E., & Caglar, A. Determination of trace elements of some wild edible mushroom samples from Kastanomou, Turkey. *Food Chemistry*, 88, 281-285, 2004.
11. Minato, K., Mizuno, M., Ashida, H., Hashimoto, T., & Tsuchida, H. Influence of storage conditions on immunomodulating activities of *Lentinus edodes*. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1, 243-250, 1999.
12. Minato, K., Mizuno, M., Kawakami, S., Tatsuoka, S., Denpo, Y., Tokimoto, K., & Tsuchida, H. Changes in immunomodulating activities and content of antitumor polysaccharides during growth of two mushrooms, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing and *Grifola frondosa* (Dicks:Fr) S.F. Gray. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 3, 1-7, 2001.
13. Ουζούνη, Κ.Π., Ρηγανάκος, Α.Κ., Λαχουβάρης, Ε., & Μτρογιάννης, Θ. Παράγοντες ποιότητας και συντηρησιμότητας τωνμανιταριών *Pleurotus*, *Γεωργία – Κτηνοτροφία*, Τεχνικό περιοδικό γεωτεχνικής ενημέρωσης, 3/2005.
14. Racz, L., Papp, L., Prokai, B., & Kovacz, Zs. 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, 1996.
15. Sesli, E. & Tüzen, 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.
16. Smith, J.E., Rowan, N.J., & Sullivan, R. Medicinal mushrooms: their therapeutic properties and current medical usage with special emphasis on cancer treatments. University of Strathclyde, 2002.

17. Stije, T. & Besson, R. Mercury, cadmium, lead and selenium content of mushroom species belonging to the genus *Agaricus*. *Chemosphere*, 2, 151-158, 1976.
18. Turkekul, I., Elmastas, M., & Tüzen , M. Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey, *Food Chemistry*, 84, 389-392, 2004.
19. Tüzen, M., Özdemir.M., & Demirbas, A. Study of heavy metals in some cultivated and uncultivated mushrooms of Turkish origin, *Food Chemistry*, 63, 247-251, 1998.