

ΒΙΒΛΙΟΜΑΤΗ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πτυχιακή εργασία

“Επεξεργασία παραπροϊόντων  
ελαιοτριβείων με είδη  
εδώδιμων μανιταριών”

Σπουδάστρια: Μυλωνά Γεωργία

Εισηγητής: Ζερβάκης Γεώργιος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2000

**Θερμές ευχαριστίες:**

- Στον προϊστάμενο του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας Γιώργο Ζερβάκη, για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του αλλά και υπεύθυνο καθηγητή αυτής της εργασίας..
- Στην Ιωαννίδου Σταυρούλα καθώς και σε όλο το προσωπικό του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας, για κάθε εξυπηρέτηση και για τη φιλική συνεργασία μαζί τους.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΓΕΝΙΚΑ .....	5
2	ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟ .....	8
2.1	ΤΥΠΟΙ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ .....	10
3	ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ .....	12
3.1	ΚΥΡΙΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ .....	18
4	ΒΑΣΙΔΙΟΜΥΚΗΤΕΣ .....	32
4.1	ΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ <i>PLEUROTUS</i> .....	34
4.1.1	ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ .....	34
4.1.2	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ <i>PLEUROTUS</i> .....	35
4.1.3	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ <i>PLEUROTUS</i> .....	38
4.1.4	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ/ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ <i>PLEUROTUS</i> .....	39
4.2	Ο ΜΥΚΗΤΑΣ <i>AURICULARIA AURICULA</i> - <i>JUDAE</i> .....	40
4.2.1	ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ .....	40
4.2.2	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ <i>AURICULARIA</i> .....	41
4.2.3	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	41
4.2.4	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ / ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ <i>AURICULARIA</i> <i>AURICULA</i> - <i>JUDAE</i> .....	42
4.3	Ο ΜΥΚΗΤΑΣ <i>AGROCYBE AEGERITA</i> .....	43
4.3.1	ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ .....	43
4.3.2	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ .....	44
4.3.3	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	44
4.3.4	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ / ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ <i>AGROCYBE</i> <i>AEGERITA</i> .....	45
4.4	Ο ΜΥΚΗΤΑΣ <i>LENTINULA EDODES</i> ('shiitake') .....	45
4.4.1	ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ .....	45
4.4.2	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ .....	46
4.4.3	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	46
4.4.4	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ / ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ <i>LENTINULA EDODES</i> 46	
5	ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	49
6	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	50

6.1	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ .....	50
6.2	ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ .....	51
6.3	ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΙΚΙΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ .....	52
6.4	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΩΝ .....	53
6.5	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ .....	55
7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	57
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	70

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

Η ελιά είναι από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα δένδρα στον κόσμο. Η εμφάνισή της ανάγεται στην προϊστορική εποχή (Hurley 1919). Ο δρόμος όμως που ακολούθησε η εξάπλωσή της παραμένει αδιευκρίνιστος.

Ο πιο πιθανός τόπος προέλευσής της είναι οι περιοχές της Μικράς Ασίας και της Συρίας. Από εκεί ήρθε στην Αρχαία Ελλάδα και στη συνέχεια εξαπλώθηκε σε όλες τις παραμεσόγειες χώρες. Άλλοι πιστεύουν ότι η καταγωγή της είναι από την Αφρική και ότι από εκεί διαδόθηκε στην Κύπρο και στα βόρεια παράλια της Αφρικής.

Οι Αρχαίοι Έλληνες απέδιδαν ιδιαίτερη σημασία στην καλλιέργεια της ελιάς. Η ελιά συνδεόταν με τη διατροφή τους, τη θρησκεία, τη διακόσμηση αγγείων, τοίχων, χρυσών κομψοτεχνημάτων και άλλων ειδών. Αποτελούσε σύμβολο ειρήνης, σοφίας και νίκης. Γι' αυτό και οι Ολυμπιονίκες στεφανώνονταν με κλαδί αγριελιάς. Ειδικά στην Κρήτη η ελιά καλλιεργήθηκε από τη Μινωική εποχή. Οι αρχαιολόγοι υποστηρίζουν ότι η μεγάλη οικονομική άνθηση του Μινωικού Βασιλείου οφειλόταν στο εμπόριο λαδιού (Standish 1960, Hartman & Bugas 1970).

Σήμερα η ελιά είναι από τις πιο σπουδαίες δενδρώδεις καλλιέργειες της Μεσογειακής ζώνης, η οποία συγκεντρώνει το 98% των συνολικά καλλιεργούμενων ελαιόδενδρων ανά τον κόσμο (Σχήμα 1).

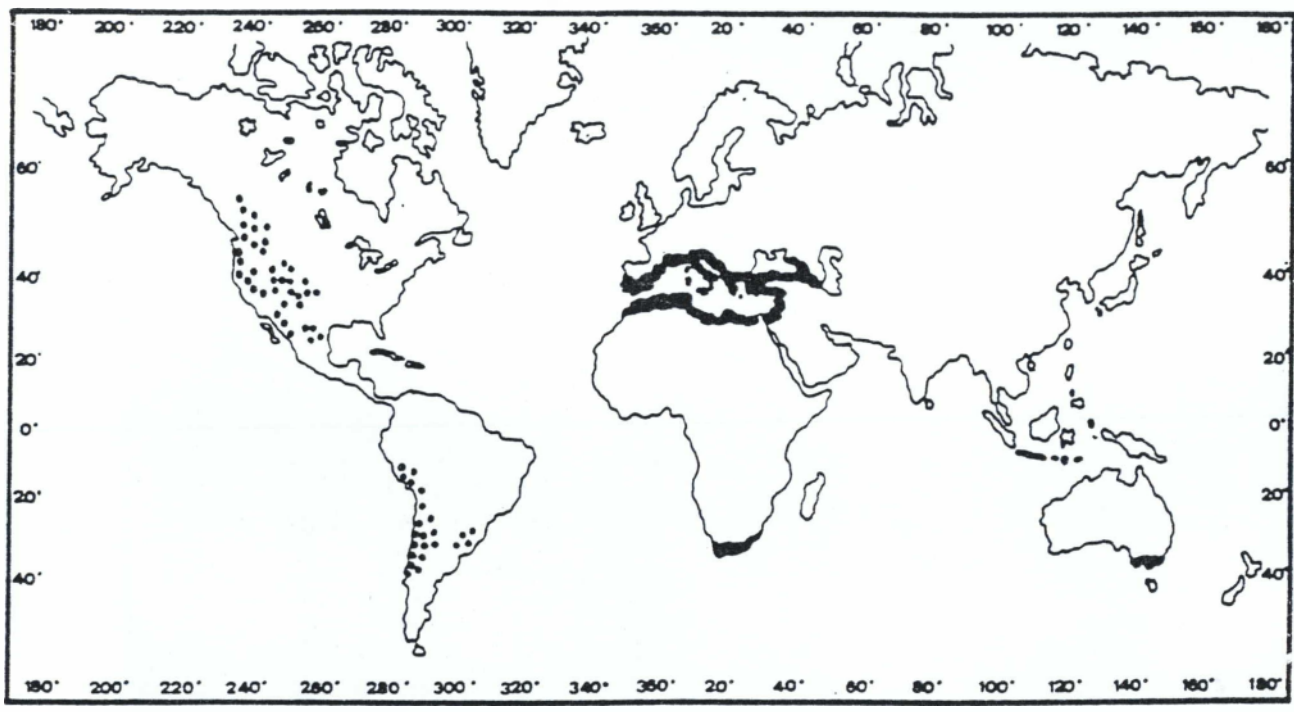
Η Ευρώπη παράγει το 78 – 80% του ελαιολάδου και οι παραμεσόγειες χώρες το 98,5 – 99% των ελαιοκομικών προϊόντων.

Στην Ελλάδα η ελιά καλλιεργείται σε έκταση 7.000.000 στρεμμάτων περίπου ενώ όλα τα υπόλοιπα δενδρώδη είδη καλλιεργούνται σε 9.097.440 στρέμματα. Ο συνολικός αριθμός ελαιόδενδρων είναι περίπου 135.000.000 δένδρα από τα οποία 112.000.000 αποτελούν συμπαγείς ελαιώνες (Στοιχεία ΕΣΥΕ: Γεωργική Στατιστική 1992). Η Ελλάδα κατέχει την τρίτη θέση παγκοσμίως μεταξύ των

ελαιοπαραγωγικών χωρών και καλύπτει το 15% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου. Η παραγωγή λαδιού στη χώρα μας κατά την περασμένη 12ετία χαρακτηρίστηκε από μια αυξητική τάση της τάξεως του 2,3% ανά έτος. Οι κυριότερες ελαιοκαλλιεργητικές περιοχές είναι κατά σειρά η Πελοπόννησος, η Κρήτη, η Στερεά Ελλάδα και η Εύβοια, τα νησιά του Αιγαίου, του Ιονίου κ.τ.λ. (Στοιχεία ΕΣΥΕ: Γεωργική Στατιστική 1992). Συνοπτικά τα ελαιοκομικά δεδομένα της χώρας μας δίνονται στον πίνακα 1.

**Πίνακας 1:** Συγκεντρωτικά στοιχεία που αφορούν την καλλιέργεια της ελιάς και την παραγωγή ελαιοκάρπου και ελαιολάδου (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος 1991, 1992).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΜΕΓΕΘΟΣ	
	1991	1992
Καλλιέργεια της ελιάς (στρέμματα)	7.046.000	7.126.000
Αριθμός Ελαιόδενδρων	132.810.000	136.398.000
Ποσότητα Ελαιόκαρπου για ελαιοποίηση (τόνοι)	1.812.000	1.663.000
Ποσότητα βρώσιμης ελιάς (τόνοι)	219.000	184.000
Ποσότητα Ελαιόλαδου από ελαιοτριβεία (τόνοι)	198.000	396.000



Σχήμα 1: Παγκόσμια γεωγραφική κατανομή καλλιέργειας του ελαιόδεντρου σ' όλο τον κόσμο (Κυριτσάκης 1988)

## 2. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟ.

Στο πέρασμα των αιώνων μέχρι και την Ομηρική εποχή οι ελιές μαζεύονταν με το χέρι ή με μακριά ραβδιά, τις έλιωναν σε γουδί το οποίο στο βάθος είχε μια οπή για να φεύγει η αμόργη. Τοποθετούσαν τον πολτό σε τρίχινα τσουβάλια και τον μετέφεραν στο ελαιοπιεστήριο. Η έκθλιψη γινόταν με τη βοήθεια ζεστού νερού που έτρεχε από ένα σωλήνα σε σκεύος που υπήρχε κάτω από το πιεστήριο. Πολλούς αιώνες αργότερα οι Ρωμαίοι επινόησαν την πέτρινη λεκάνη. Από τον 6<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. άρχισε η συστηματική καλλιέργεια και η εκμετάλλευση της ελιάς, καθώς καθιερώθηκε ως βασικό είδος διατροφής, οπότε και θεσπίστηκε ειδική νομοθεσία από τον Σόλωνα για την αύξηση της παραγωγής. Τον 4<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. το λάδι εξακολουθεί να έχει πολλές χρήσεις : το πρώτο ψυχρό πρεσάρισμα έδινε το φαγώσιμο λάδι, ενώ το δεύτερο και τρίτο που γινόταν με τη βοήθεια ζεστού νερού έδιναν αντίστοιχα το λάδι για αλοιφές και το λάδι φωτισμού.

Στις μέρες μας η διαδικασία παραγωγής του ελαιολάδου έχει βελτιωθεί σημαντικά ειδικά όσον αφορά την ποσότητα του παραλαμβανόμενου προϊόντος και περιλαμβάνει τα εξής στάδια :

- **Παραλαβή ελαιοκάρπου** : Μετά τη συγκομιδή ο ελαιοκάρπος μεταφέρεται στο ελαιουργείο όπου και ζυγίζεται.
- **Αποφύλλωση – πλύσιμο ελαιοκάρπου** : Η απομάκρυνση των φύλλων που έχουν συγκομισθεί επιβάλλεται, γιατί η παραμονή και σύνθλιψή τους μαζί με τον ελαιοκάρπο υποβαθμίζει την ποιότητα του ελαιολάδου. Στη συνέχεια ακολουθεί πλύσιμο του ελαιοκάρπου σε κατάλληλο πλυντήριο.
- **Σπάσιμο – άλεση** : Το στάδιο αυτό γίνεται με τη βοήθεια :
  - Ελαιομύλου στα κλασικού τύπου ελαιουργεία



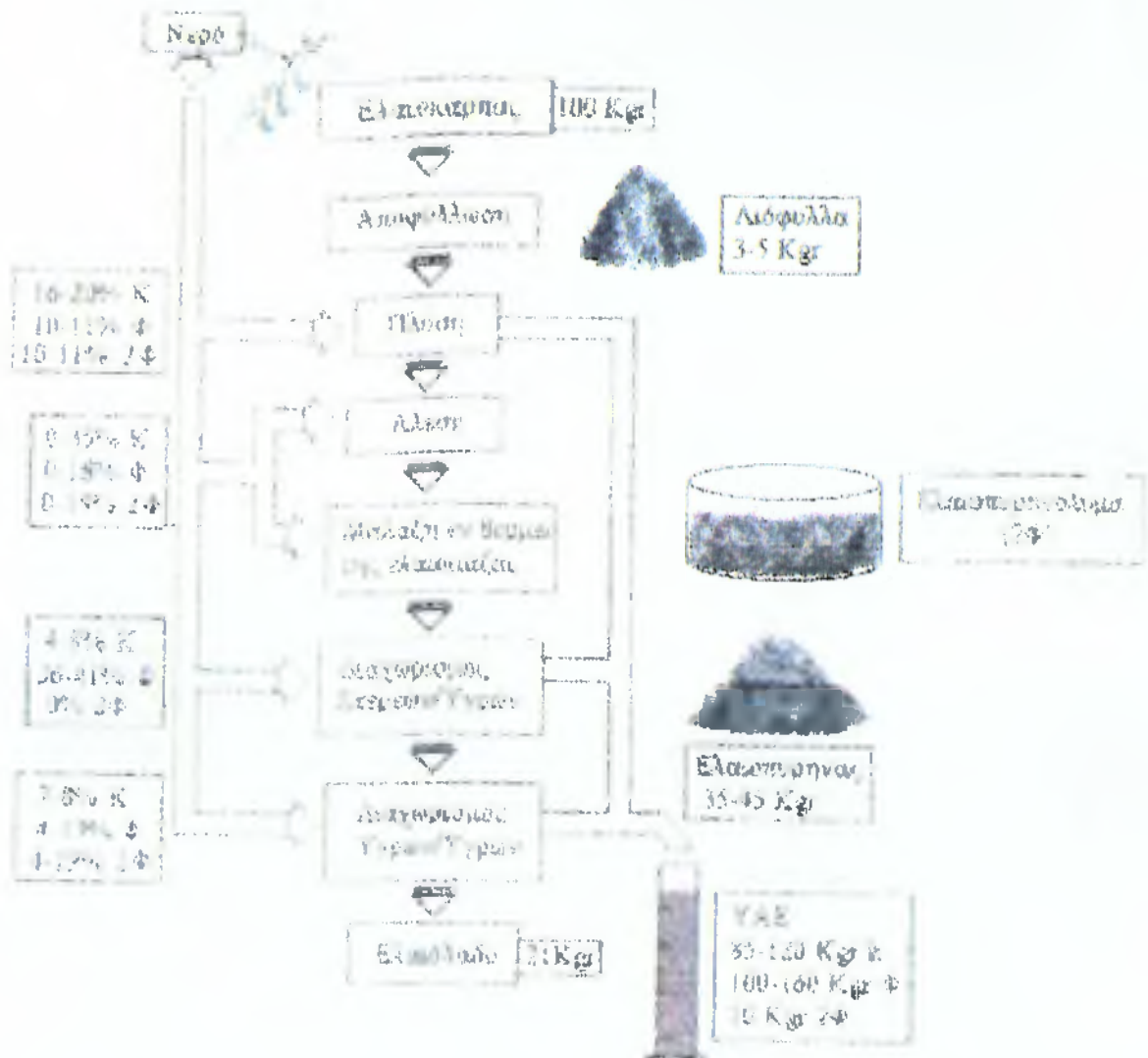
- Μεταλλικού σπαστήρα όταν πρόκειται για ελαιουργεία φυγοκεντρικά, μικτά και κλασσικά βελτιωμένου τύπου.
- **Μάλαξη** : Στο στάδιο αυτό συντελείται η συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων σε μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Η συνένωση αυτή είναι απαραίτητη για το διαχωρισμό του λαδιού από τα υπόλοιπα φυτικά υγρά. Με τη θέρμανση του ελαιοπολτού (25–30°C) στη φάση αυτή επιτυγχάνεται γρηγορότερη κίνηση και συνένωση των ελαιοσταγονιδίων λόγω μείωσης του ιξώδους.
- **Παραλαβή του ελαιολάδου από τον ελαιοπολτό** : Η διαδικασία αυτή διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο του ελαιουργείου.
- Στα βελτιωμένου τύπου κλασσικά ελαιοτριβεία, ο διαχωρισμός του ελαιολάδου απ' τον ελαιοπολτό, γίνεται με εφαρμογή υδραυλικής πίεσης στα ελαιοδιαφράγματα, τα οποία δρουν ως διηθητικά μέσα εμποδίζοντας τη διόδο της στερεάς φάσης και επιτρέποντας τη διόδο της υγρής.
  - Στα φυγοκεντρικού τύπου ελαιοτριβεία ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τον ελαιοπολτό, βασίζεται στη διαφορά του ειδικού βάρους του ελαιολάδου από αυτό του νερού και των στερεών καθώς και στην πολικότητα της ένωσης. Ο ελαιοπολτός μετά τη μάλαξη αραιώνεται με αρκετό νερό και στη συνέχεια φυγοκεντρείται στο φυγοκεντρητή (decanter) όπου και διαχωρίζεται στις τρεις φάσεις ελαιόλαδο, φυτικά υγρά και ελαιοπυρήνας.
- **Τελικός διαχωρισμός – καθαρισμός ελαιολάδου** : Οποια μέθοδος κι αν έχει εφαρμοσθεί προηγουμένως για το διαχωρισμό του ελαιολάδου απ' τον ελαιοπολτό, είναι απαραίτητο να περάσει από τον ελαιοδιαχωριστήρα για τον τελικό καθαρισμό του.

## 2.1 ΤΥΠΟΙ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

Από το 1970 και μετά άρχισε και στην Ελλάδα η διάδοση των ελαιουργικών φυγοκεντρικών συστημάτων τριών φάσεων. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από αυξημένη δυναμικότητα, μείωση του κόστους παραγωγής του ελαιολάδου και του χρόνου αποθήκευσης του ελαιοκάρπου. Οι παράγοντες αυτοί συντέλεσαν στην αντικατάσταση σε μεγάλο ποσοστό των κλασικών από τα φυγοκεντρικά και την μείωση του συνολικού αριθμού των ελαιοτριβείων.

Ωστόσο, για τη σωστή λειτουργία των μηχανημάτων όπως αναφέρθηκε είναι αναγκαία η αραιώση με ζεστό νερό σε ποσότητα ίση περίπου με το βάρος του επεξεργασμένου ελαιοκάρπου. Αυξάνεται λοιπόν σημαντικά ο όγκος των αποβλήτων και συνεπακόλουθα η ρύπανση του περιβάλλοντος καθώς και η οικονομική επιβάρυνση για την εξάλειψή της.

Τα τελευταία χρόνια οι εταιρείες που κατασκευάζουν ελαιουργικά συγκροτήματα έχουν ως στόχο τη μείωση του όγκου αποβλήτων, προώθησαν στην αγορά ένα νέο τύπο φυγοκεντρητή (decanter) δύο φάσεων που λειτουργεί ώστε να δίνει στην υγρή φάση μόνο ελαιολάδο και στη στερεή, τον ελαιοπυρήνα μαζί με τα υγρά του καρπού ("alpeorçijo" ή ελαιοπυρηνόλυμα). Στον τύπο αυτό των ελαιοτριβείων δεν προστίθεται νερό στην ελαιοζύμη, παρά μόνο στον ελαιοδιαχωριστήρα (Σχήμα 2).



**Σχήμα 2 :** Σχηματική παράσταση ροής - επεξεργασίας του ελαιοκάρπου στα διαφόρων τύπων ελαιουργεία (κλασικό - Κ, φυγοκεντρικό τριών φάσεων - Φ, φυγοκεντρικό δύο φάσεων - 2Φ).

### 3. ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ

Με την επεξεργασία του ελαιοκάρπου παραλαμβάνουμε ως κύριο προϊόν το ελαιόλαδο αλλά και υποπροϊόντα και απόβλητα (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2 :** Ετήσια παραγωγή υποπροϊόντων ελαιουργείου 3Φ (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος 1991, 1992).

ΕΙΔΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ	
	1991	1992
Ελαιοπυρήνας (τόνοι)	670.000	617.710
Πυρηνέλαιο (τόνοι)	46.434	42.616
Πυρηνόξυλο (τόνοι)	424.336	389.443
Υγρα απόβλητα ελαιοτριβειών		
Υ.Α.Ε. (m <sup>3</sup> )	1.812.000	1.663.000

Ενδεικτικά οι σχετικές μέσες ποσότητες ελαιολάδου, υποπροϊόντων και αποβλήτων που προέρχονται από την επεξεργασία 100 kg ελαιοκάρπου είναι οι ακόλουθες (Πίνακας 3):

**Πίνακας 3 :** Μέσες ποσότητες ελαιολάδου και στερεών και υγρών υπολειμμάτων από την επεξεργασία 100 kg ελαιοκάρπου σε φυγοκεντρικό ελαιουργείο τριών φάσεων.

ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ (Kgr)
Ελαιόλαδο	21
Λιόφυλλα	3 - 5
Ελαιοπυρήνας	35 - 45
Υ.Α.Ε.	65 - 175

**Α) Ελαιοπυρήνας :** Παράγεται σε αναλογία 370 kg/τόννο καρπού. Αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του ελαιοκάρπου δηλαδή το εξωκάρπιο, μεσοκάρπιο, ξυλώδες ενδοκάρπιο και λιοφύλλα που έχουν συγκομισθεί μαζί με τον ελαιοκάρπο. Περιέχει 3.5-12% υπολείμματα ελαίου και 20-30% νερό (FAO 1995). Ωστόσο, η σύνθεση του ποικίλει ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, την ποικιλία του ελαιόδενδρου, το χρόνο συγκομιδής και την μέθοδο επεξεργασίας. Γενικά η χαμηλή περιεκτικότητα του σε πρωτεΐνη και η υψηλή σε λιγνίνη και κυτταρίνη μειώνει την κτηνοτροφική του αξία. Η χρήση του συνιστάται μόνο σε ιδιαίτερες περιπτώσεις οπότε και χρησιμοποιείται στα σιτηρέσια ζώων σε χαμηλά επίπεδα (<10%).

Μετά την παραλαβή, ο ελαιοπυρήνας υποβάλλεται σε διαδικασία εκχύλισης με οργανικούς διαλύτες στα πυρηνελαιουργεία, οπότε και παράγεται το πυρηνέλαιο. Ο εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας (olive press cake) ή αλλιώς πυρηνόξυλο είναι το τελικό παραπροϊόν. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται η μέση σύσταση του πυρηνόξυλου μετά την εξαγωγή του πυρηνελαίου.

**Πίνακας 4 :** Χημική σύσταση (%) του πυρηνόξυλου (Manios & Balis 1983).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%) Ξ.Β.
Λιπη & έλαια	2.53
Πρωτεΐνη	6.63
Σακχαρα ολικά	2.23
Σακχαρα αναγωγικά	1.51
Κυτταρίνη	37.58
Ολικό άζωτο	1.06
Φωσφορος (P O )	0.11
Κάλιο (K <sub>2</sub> O )	0.83
Ημικυτταρίνες	13.07
Λιγνίνη	21.56
Ταφρα	2.95
Λοιπά	13.45
Υγρασία	16.09
Ολικός άνθρακας	56.0
Ασβέστιο (CaO)	0.82

Το πυρηνόξυλο χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμη ύλη ενώ σε μικρότερες ποσότητες για την παραγωγή ενεργού άνθρακα αλλά και μοριοπλακών (Γρηγορίου 1996). Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως στερεό υπόστρωμα κατά τη διαδικασία θερμόφιλης χώνευσης (composting) (Paradimitriou et al. 1997). Δεδομένου της μικρής σχετικά περιεκτικότητας των ελληνικών εδαφών σε οργανική ουσία, η σημασία της παραγωγής υποστρωμάτων σαν βελτιωτικά εδάφους γίνεται μεγαλύτερη. Σύμφωνα με τα πειράματα που έγιναν το πυρηνόξυλο μπορεί να αξιοποιηθεί ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια εδώδιμων ειδών βασιδιομυκήτων. Είδη του γένους *Pleurotus* έχουν καλλιεργηθεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά την παραγωγή εδώδιμων καρποφοριών. Ταυτόχρονα εμπλουτίζουν το υπόστρωμα και το μετατρέπουν σε προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω ως ζωοτροφή αλλά και σαν βελτιωτικό εδαφών (Zervakis et al. 1995, Zervakis & Balis 1996).

**B) Ελαιοπυρηνόλυμα ("alpeorujo") :** Είναι το κύριο απόβλητο που προκύπτει από τα ελαιοτριβεία δύο φάσεων (Σχήμα 2). Χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (60-70%) που του προσδίδει μορφή παχύρρευστης μάζας η οποία παρουσιάζει δυσκολίες στη μεταφορά και τη διαχείριση της.

Επίσης με την εξάλειψη των απόνερων, ένα μεγάλο ποσοστό πολυφαινόλων μεταφέρονται στο ελαιόλαδο, γεγονός καταρχήν θετικό αφού οι πολυφαινόλες ως φυτικά αντιοξειδωτικά αυξάνουν την σταθερότητα του ελαιόλαδου. Όμως η χρησιμοποίηση του ελαιοπυρηνολύματος ως ζωοτροφή παρουσιάζει δυσκολίες γιατί αναμένεται μείωση στην πεπτικότητα των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου ανάλογα με το είδος και την ποσότητα των πολυφαινόλων που κατακρατείται στο κλάσμα του ελαιοπυρηνολύματος. Το συγκεκριμένο απόβλητο δε μπορεί να εκχυλιστεί γιατί η διαδικασία που χρησιμοποιείται προϋποθέτει την ξήρανό του. Ωστόσο κατά τη θέρμανση του το υλικό καραμελοποιείται λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε σάκχαρα.

Στον Πίνακα 5 δίνονται οι σχετικές μέσες ποσότητες ελαιολάδου, υποπροϊόντων και αποβλήτων που προέρχονται από την επεξεργασία 100Kgr ελαιόκαρπου σε ελαιουργείο 2Φ.

**Πίνακας 5:** Μέσες ποσότητες ελαιολάδου και στερεών και υγρών υπολειμμάτων από την επεξεργασία 100 kgf ελαιοκάρπου σε ελαιουργείο 2Φ.

Προϊόντα και υπολείμματα	Σχετική ποσότητα σε Kgr
Ελαιόλαδο	20-25
Λιόφυλλα	3-5
Ελαιοπυρηνόλυμα	45-55

**Γ) Υγρά απόβλητα ελαιουργείων (Υ.Α.Ε.)** Παράγονται σε ποσότητα 1 m<sup>3</sup> τόννο καρπού. Είναι γνωστά ως “λιόζουμα ή μούργες”. Προέρχονται από το υδατινο κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου, τα νερά της πλύσεως και της μάλαξης και τα νερά που χρησιμοποιούνται στον ελαιοδιαχωριστήρα. Είναι υγρά σκούρου χρώματος, θολά, χαρακτηριστικής οσμής, πλούσια σε διαλυμένα οργανικά ή ανόργανα υλικά. Περιέχουν επίσης αιωρούμενα αδιάλυτα οργανικά τεμαχίδια αλλά και σταγονίδια ελαίου που τους δίνουν μορφή γαλακτώματος.

Τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των Υ.Α.Ε. (που προέρχονται είτε από διαφορετικά ελαιοτριβεία είτε από διαφορετικές παρτίδες καρπού) διαφοροποιούνται ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία για την εξαγωγή του ελαιόλαδου και σχετίζοντας άμεσα με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιοκάρπου και τον τρόπο συλλογής του (Bonari 1993, Balis 1989). Η ποικιλία της ελιάς, οι κλιματολογικές συνθήκες, το στάδιο ωρίμανσης, η κατάσταση θρέψης, η προσβολή ή όχι από παθογόνα, το σύστημα συλλογής και ο χρόνος παραμονής του ελαιοκάρπου στο ελαιοτριβείο είναι οι επιμέρους παράγοντες που διαφοροποιούν τη σύσταση του (Mendia et al. 1986).

Η χρησιμοποίηση πιεστικού (κλασικά ελαιοτριβεία) φυγοκεντρικού ή συστήματος δυο φάσεων επιδρά στη σύσταση αλλά και στον όγκο του τελικού αποβλήτου. Έτσι η ποσότητα των Υ.Α.Ε. που προκύπτει από ελαιοργεία δύο φάσεων είναι 8-9 φορές μικρότερη σε σχέση με τα ελαιοργεία 3 φάσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί στα ελαιοργεία 2Φ δεν προστίθεται νερό στη φάση της φυγοκέντρωσης για το διαχωρισμό του ελαιόλαδου από την ελαιοζύμη. Οπότε δεν παράγονται απόνερα γιατί τα φυτικά υγρά του ελαιόκαρπου παραμένουν στον ελαιοπυρήνα και τελικά προκύπτουν μόνο τα απόνερα του τελικού διαχωρισμού του ελαιόλαδου.

**Πίνακας 6 :** Σύσταση Υ.Α.Ε. (Codounis et al. 1983, Saiz – Jimenez et al. 1986).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ	ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ
Νερό (%)	83 – 92	Garcia et al. 1993
Οργανικό κλάσμα (%)	2 – 15	
Λιπή (%)	0.02 – 1	Υπολείμματα ελαίου
Αζωτούχες ουσίες (%)	0.4 – 2.4	Πρόληνη, Ισπιδίνη, Γλυκίνη, Αργινίνη, Αλανίνη, Ασπαρτικό οξύ, Βαλίνη, Γλουταμικό οξύ, Γλυκοζαμίνη, Θρεονίνη, Ισολευκίνη, Λευκίνη, Λυσίνη, Μεθειονίνη, Πρόληνη, Σερίνη, Τυροσίνη, Φαινυλαλίνη
Σακχαρά (%)	2 – 18	Γλακτόζη, Φρουκτόζη, Μαννόζη, Ραφίνοζη, Γαλακτόζη, Ξυλόζη, Ραμνόζη, Αραβινόζη
Πολυαυκόολες (%)	0.5 – 1.5	Γλυκερίνη, Μανιτόλη
Πικτίνες και τανίνες (%)	0.4 – 1.5	
Οργανικά οξέα (%)	0.3 – 1.5	Τρυγικό, Οξάλικο, Μηλικό, Γαλακτικό, Φουμαρικό, Κιτρικό, Οξικό, Μηλονικό, Ταρταρικό, κ.τ.λ.
Φαινολικές ουσίες (%)	0.5 – 2.4	Φλμβονοειδή (Απεργινίνη, Λουτεονίνη, Καρκεπίνη, Ρουτίνη), Φαινόλες (Κασσεϊκό οξύ, Κινναμικό οξύ, Κουμαρικό οξύ, Πρωτοκατεχικό οξύ, Βανιλικό οξύ, Βερετρικό οξύ, ρ. Υδροξυβενζοϊκό οξύ, Τυροσίνη, Υδροξυτοροσόλη, 2,6 - διυδροξυβενζοϊκό οξύ, Σιωνιλικό οξύ, Ανθοκυάνες (Κυανιδίνη, Παπονιδίνη, Δελονιδίνη), Ελευρωπαίνη, Βερμασσκοπίνη)
Ανοργανο κλάσμα (%)	1 – 1.8	K, P, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, S Ανθρακικά 21%, Φοσφορικά 14%, Άλατα Κάλιου 47%, Άλατα Νατρίου 7%, Υπόλοιπα 11%



Το πιο σημαντικό από ποσοτικής απόψεως, μέρος του οργανικού κλάσματος καταλαμβάνουν τα σάκχαρα. Οι πολυφαινόλες και οι λιπαρές ουσίες, αν και είναι ποσοτικά υποδεέστερες, είναι από ποιοτική άποψη τα πιο σημαντικά συστατικά διότι κυρίως σ' αυτά οφείλουν τα Υ.Α.Ε. τις χαρακτηριστικές τους ιδιότητες. Τα περισσότερα από τα φαινολικά συστατικά που έχουν ανιχνευτεί στα Υ.Α.Ε. (Πίνακας 6) ανήκουν στις κατηγορίες των φαινόλων, φλαβονοειδών παραγώγων και ανθοκυανών.

Τα Υ.Α.Ε. έχουν όξινο pH (4,5 – 5,5) και υψηλό οργανικό φορτίο όπως δείχνουν οι τιμές BOD (Biological Oxygen Demand : Βιολογική απαίτηση σε οξυγόνο), COD (Chemical Oxygen Demand : χημική απαίτηση σε οξυγόνο) και TOC (Total Organic Carbon : ολικός οργανικός άνθρακας) όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.

**Πίνακας 7 :** Ρυπαντικά χαρακτηριστικά των Υ.Α.Ε. (Fiestas 1977, 1991, Fiestas & Borja 1992).

pH	4 – 6	Πυκνότητα	1.015 – 1.024 gr/lit
Ολικά στερεά	24 – 125 gr/lit	Αγωγιμότητα	8 – 16 mS/cm
Πτητικές ουσίες	20 – 105 gr/lit	TOC	22 – 24
BOD	20 – 96 gr/lit	COD	20-150 gr/ lit

Το σημαντικό οργανικό φορτίο και το φαινολικό τους περιεχόμενο, καθιστά τα Υ.Α.Ε. ισχυρό παράγοντα ρύπανσης. Παρουσιάζονται μάλιστα μεγάλα προβλήματα στην προσπάθεια μείωσης του ρυπαντικού φορτίου και διάθεσης του αποβλήτου, αφού η πλούσια σε φαινόλες και λιπαρά οξέα σύνθεσή τους είναι υπεύθυνη για τις ισχυρές, φυτοτοξικές και αντιμικροβιακές τους ιδιότητες αλλά και για το έντονο σκούρο χρώμα του αποβλήτου (Perez et al. 1987, Paredes et al. 1986, Rodriguez et al. 1988, Gonzales et al. 1990).

Έτσι οι φαινολικές ενώσεις και οι λιπαρές ουσίες παρουσιάζουν ιδιαίτερο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον διότι :

- Περιορίζουν το φάσμα και τη δράση των μικροοργανισμών εκείνων που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν και να αποδομήσουν τα υπόλοιπα συστατικά των Υ.Α.Ε.
- Προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι φυτών καθώς και έναντι πολλών ευαίσθητων υδροβίων ζωικών ειδών.
- Βιοαποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες και σχετικά ολιγάριθμες ομάδες μικροοργανισμών (Balis 1989).

Τέλος, στο ανόργανο κλάσμα του αποβλήτου περιέχονται άλατα καλίου, φωσφόρου, μαγνησίου που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως λιπαντικά στοιχεία (Κ, Ρ, Να, Ca, Fe, Μn, Ζn, Cu, Cl, S, ανθρακικά 21%, φωσφορικά 14%, άλατα καλίου 47%, άλατα νατρίου 7%, υπόλοιπα 11%) (Codounis et al. 1983).

### **3.1 ΚΥΡΙΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ.**

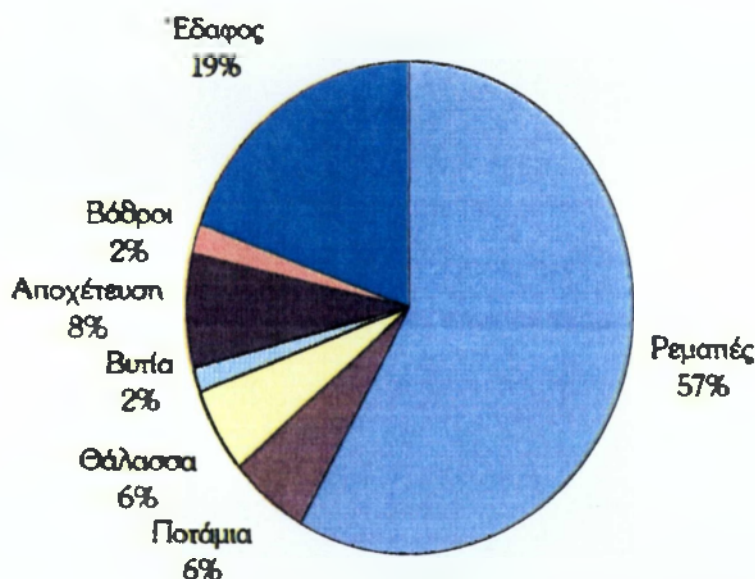
#### **Α. Διάθεση των Υ.Α.Ε. στο έδαφος και σε υδάτινους αποδέκτες**

Ο πιο συνηθισμένος, αλλά περιβαλλοντικά επιζήμιος τρόπος διάθεσης των αποβλήτων που εφαρμόζεται στην Ελλάδα είναι η απόρριψή τους σε υδάτινους αποδέκτες όπως κοντινούς χείμαρρους, ξερορέματα, θάλασσες ή λίμνες (Σχήμα 3).

Από τα στοιχεία όμως που ήδη προαναφέρθηκαν γίνεται φανερό ότι τα Υ.Α.Ε. είναι υδάτινο φυτικό εκχύλισμα μεγάλου οργανικού φορτίου με φυτοτοξικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες. Επομένως η άκριτη εισαγωγή του στο οικοσύστημα μπορεί να επιφέρει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι τιμές του BOD που αναφέρονται από την σχετική βιβλιογραφία είναι

ιδιαίτερα υψηλές ενώ η τιμή 25.000 mg/ lt είναι από τις χαμηλότερες που σημειώνονται. Ενδεικτικά λοιπόν αναφέρεται ότι 1lt Υ.Α.Ε. απαιτεί 25000 mg διαλυμένου οξυγόνου ώστε να μπορούν οι αερόβιοι μικροοργανισμοί του αποβλήτου να αποδομήσουν την οργανική ύλη του. Αυτό σε κανονικές συνθήκες μεταφράζεται σε 250 λίτρα τρεχούμενου νερού για κάθε λίτρο Υ.Α.Ε. Οι συνθήκες που δημιουργούνται με την διάθεση του απόβλητου σε υδάτινους αποδέκτες χωρίς καμία προεπεξεργασία, έχουν αρνητική επίδραση στην υδάτινη πανίδα και χλωρίδα. Έχει ήδη αποδειχθεί η τοξικότητα των Υ.Α.Ε. σε υδρόβιους οργανισμούς όπως και σε διάφορα είδη κυπρίνων. Το μέγεθος της οικολογικής καταστροφής που συντελείται διαφέρει ανάλογα με τον υδάτινο αποδέκτη και την δυνατότητα αυτοκαθαρισμού του.

**Σχήμα 3 :** Υφιστάμενη κατάσταση διάθεσης των Υ.Α.Ε. στην Ελλάδα (Μπαλής 1993).



Οι μικροοργανισμοί του εδάφους φαίνεται ότι μπορούν να αντιδράσουν καλύτερα στο υψηλό οργανικό φορτίο του αποβλήτου, το οποίο φαίνεται να εκμηδενίζεται από τη μικροβιακή δραστηριότητα ενώ ταυτόχρονα εμπλουτίζεται το έδαφος με P, K (Χατζηπαυλίδης και συνεργάτες 1986, Tomati et al. 1992). Η διάθεση των Υ.Α.Ε. στο έδαφος μπορεί να εφαρμοστεί υπό προϋποθέσεις, αφού στερούνται ουσιών υψηλής επικινδυνότητας (π.χ. βαρέα μέταλλα), δεν περιέχουν μη αποδομήσιμες συνθετικές ενώσεις και έχουν ευεργετική επίδραση στο έδαφος όπως δείχνει μια σειρά πειραμάτων που έγιναν. Ήδη από το 1960 οι Albi Romero & Fiestas Ros de Ursinos έδειξαν τις ευεργετικές επιδράσεις από τη διάθεση Υ.Α.Ε. σε γεωργικά εδάφη ενώ αργότερα το ίδιο απέδειξαν και άλλοι ερευνητές (Μπαλής και συνεργάτες 1995) οι οποίοι πειραματίστηκαν σε συνθήκες αγρού αλλά και σε ελεγχόμενο περιβάλλον. Ως εκ τούτου η γεωργική γη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάθεση του αποβλήτου αυτού χάρη στην ικανότητά της να δρα ως ένα βιολογικά ενεργό φίλτρο και έτσι να προσφέρει τη δυνατότητα επανακύκλωσης διαφόρων ενώσεων μέσω της παραγωγής φυτικών προϊόντων.

Παρόλα' αυτά επισημαίνεται :

- η ακραία περίπτωση καταστροφής της δομής του εδάφους λόγω αύξησης της αλατότητάς του. Με μακροχρόνια εφαρμογή Υ.Α.Ε. στο έδαφος αυξάνεται η αγωγιμότητά του άρα αυξάνεται και το ποσοστό Na το οποίο είναι δυνατόν να αντικαταστήσει το υπάρχον εδαφικό Ca.
- ο κίνδυνος να επηρεαστεί αρνητικά η βιοχημική ισορροπία τους εδάφους λόγω του υψηλού φυτοτοξικού τους περιεχομένου κυρίως σε φαινόλες (Tomati 1992).

## **B. Φυσικές και φυσικοχημικές μέθοδοι κατεργασίας**

Στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες τεχνικές επεξεργασίας των υγρών υποβλήτων με χρήση φυσικών και φυσικοχημικών μεθόδων:

- Διήθηση: Χρησιμοποιήθηκε σύστημα διήθησης που αποτελούνταν από σειρά προοδευτικά λεπτότερων κοσκίνων που δονούνται για την απομάκρυνση των στερεών συστατικών από τα απόβλητα (Davis & Reily 1980).
- Φυγοκέντρωση: Απλή φυγοκέντρωση για την προεπεξεργασία των αποβλήτων, είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση των BOD, COD και των ολικών στερεών των αποβλήτων (Vaccarino et al. 1986).
- Διοχέτευση σε δεξαμενές ή τεχνητές λεκάνες για εξάτμιση. Στόχος είναι η μείωση του όγκου του αποβλήτου λόγω φυσικής εξάτμισης και παράλληλη μείωση του BOD, COD καθώς και φαινολικού τους περιεχομένου. Εκτός από την φυσική εξάτμιση έχει εφαρμοσθεί και η εξαναγκασμένη με ειδικές διατάξεις (Ψεκαστικά, αντλίες) που μπορούν να αυξήσουν ως και 40 φορές την απόδοση των αβαθών λεκανών (Fiestas de Ursinos & Borja Badilla, 1992). Η τεχνητή εξάτμιση συντελεί στην μείωση του COD μέχρι και 90%.
- Προσρόφηση: Είναι δυνατή η απομάκρυνση του χρώματος των φυτικών υγρών χρησιμοποιώντας ενεργό άνθρακα (Curi et al. 1980).
- Θρόμβωση και καθίζηση: Η μέθοδος αυτή δεν είχε μεγάλη επιτυχία όσον αφορά την μείωση του BOD των αποβλήτων, εξαιτίας της λεπτά διαμερισμένης και μερικώς γαλακτοποιημένης φύσης των σωματιδίων που αιωρούνται (Fiestas Ros de Ursinos 1977).
- Επίπλευση: Είναι μια επιτυχημένη φυσική μέθοδος κατεργασίας. Τα απόβλητα αρχικά υφίστανται κατεργασία με θρομβωτικά μέσα, στη συνέχεια διοχετεύονται σ' αυτά υπό πίεση λεπτές φυσαλίδες αέρα ή μίγματος CO<sub>2</sub> και αέρα που προσκολλώνται στο λάδι και στα στερεά των αποβλήτων και τα παρασύρουν στην επιφάνεια απ' όπου απομακρύνονται με παράλληλη μείωση του BOD. Τα στερεά που αποχωρίζονται μπορούν

να χρησιμοποιηθούν για ζωοτροφή ή λίπασμα (Choffel 1976, Curi et al. 1980, Davis & Reily 1980, Μάτης 1981).

- Εξαγωγή με διαλύτη: Με το διαλύτη απομακρύνονται τα υπολείμματα λαδιού που γαλακτοματοποιούν τα απόνερα και περιορίζουν την αποτελεσματικότητα των μεθόδων κατεργασίας.
- Υπερδιήθηση: Εφαρμογή της μεθόδου αυτής, με τύπο μεμβράνης που είχε ως βάση φθοριωμένα πολυμερή, πέτυχε με μικρή κατανάλωση ενέργειας να επανακτήσει το λάδι και τα αποχωριζόμενα στερεά των αποβλήτων και να περιορίσει το οργανικό φορτίο κατά 50% (Vigo et al. 1981).
- Αντίστροφη όσμωση: Αναφέρεται ότι ένα σύστημα δύο σταδίων με πρώτο στάδιο την υπερδιήθηση και δεύτερο την αντίστροφη όσμωση επιτυγχάνει μείωση του BOD κατά 97.4% (Jelmini et al. 1976).

## **Γ. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΛΙΓΝΟΚΥΤΤΑΡΙΝΟΛΥΤΙΚΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ**

Μια άλλη προσέγγιση για τη διαχείριση των Υ.Α.Ε. είναι η απόρριψή τους σε τεχνητές λίμνες ή δεξαμενές και στην συνέχεια η βιολογική επεξεργασία τους με στόχο τη μείωση του οργανικού τους φορτίου κάτω από αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες. Η αερόβια επεξεργασία συνήθως αποδίδει σε απόβλητα με BOD μικρότερο από 5000ppm, λόγω της χαμηλής ταχύτητας μεταφοράς του O<sub>2</sub> από την αέρια στην υγρή φάση.

Η αναερόβια ζύμωση περιλαμβάνει μια σειρά μικροβιολογικών διαδικασιών που μετατρέπουν την οργανική ύλη σε μεθάνιο. Τα τελευταία χρόνια η κατανόηση της μικροβιολογικής αυτής διαδικασίας και ο σχεδιασμός εξελιγμένων τύπων βιοαντιδραστήρων επέτρεψαν τη χρήση της αναερόβιας επεξεργασίας Υ.Α.Ε. η οποία είναι οικονομικότερη από την αερόβια. Παρόλα αυτά υπάρχουν και ανασταλτικοί παράγοντες στην εφαρμογή της, όπως ο

μεγάλος χρόνος κατακράτησης, η μεγάλη επιφάνεια γης που απαιτείται και η τάση προς σχηματισμό δύσσομων ενώσεων.

Στην προσπάθεια βιοαποδόμησης και αξιοποίησης των αποβλήτων ελαιουργείων έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν πολλοί μικροοργανισμοί (Πίνακας 8).

**Πίνακας 8:** Είδη μικροοργανισμών και η χαρακτηριστική τους αντίδραση σε υποστρώματα με βάση το υγρό απόβλητο ελαιουργείου (κατσίγαρος)

Οργανισμός	Αποτέλεσμα	Βιβλιογραφία
<i>Lactobacillus sp.</i>	Παρεμπόδιση από ελεμφολαΐνη	Ramos - Cormanzana 1963
<i>Bacillus megaterium</i>	Παρεμπόδιση από φαινολικές ουσίες	Rodriguez et al. 1988, Perez et al. 1992
<i>Pseudomonas spp.</i>	Αποδόμηση φαινολικών ουσιών	Perez et al. 1990
<i>Azotobacter spp., A. chroococum, A. vinelandii</i>	Εμπλουτισμός εδάφους. Καλή ανάπτυξη στο ΥΑΕ και αζωτοδέσμευση	Balis 1987, Servis 1988, Balis et al. 1989, Flouri et al. 1990, Balis et al. 1991
<i>A. chroococum</i>	Καλή ανάπτυξη στο ΥΑΕ και αζωτοδέσμευση	Garcia - Barrionuevo et al. 1992
Σπορογόνα Gram θετικά βακτήρια	Παρεμπόδιση	Peredes et al. 1986
<i>Torulopsis utilis</i>	Παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης	Fiestas Ros de Ursinos 1961, 1966
<i>Aspergillus flavus</i>	Αποδόμηση φαινολικών ουσιών	Oka et al. 1971
<i>Giberella fujikuroi</i>	Παραγωγή γιβερίλλικού οξέος	Hernandez & Mendoza 1976
<i>Aspergillus niger</i>	Παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης	Raimbult & Mazard 1980
<i>Aspergillus oryzae, A. niger, Trichoderma viride, Sporotrichum pulvurentum</i>	Αποδόμηση κυτταρίνης, εμπλουτισμός υποστρώματος από πυρηνόξυλο σε πρωτεΐνη	Karapinar & Worgan 1983
<i>Saccharomyces lipolitica</i>	Παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης	Ercoli & Ertola 1983



Οργανισμός	Αποτέλεσμα	Βιβλιογραφία
<i>Eurotium echinolatum</i> , <i>Trametes versicolor</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Corioloopsis galica</i> , <i>Trichoderma viride</i>	Ανάπτυξη σε ΥΑΕ	Saiz - Jimenez & Gomez - Alarcon 1986
<i>Aspergillus versicolor</i> , <i>Cladosporium sphaerospermum</i> , <i>Pycnoporus cinnabarinus</i> , <i>Penicillium spp.</i>	Καλή ανάπτυξη σε ΥΑΕ	Saiz - Jimenez & Gomez - Alarcon 1986
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Καλή ανάπτυξη και αποχρωματισμός ΥΑΕ	Saiz - Jimenez & Gomez - Alarcon 1986
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Αποχρωματισμός ΥΑΕ	Perez et al. 1987, Sayadi & Ellouz 1992
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Παραγωγή μυκηλίου	Galli et al. 1988
<i>Candida wickerhamii</i> , <i>C. Molischiana</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Παραγωγή αιθανόλης	Bombalov et al. 1989
<i>Aureobasidium pullulans</i>	Παραγωγή πολυσακχαριδίων	Quevedo - Sarmiento et al. 1991
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Αποδόμηση φαινολικών ουσιών	Tomati et al. 1991
<i>Pleurotus eryngii</i> , <i>P. ostreatus</i> , <i>P. "sajor-caju"</i> , <i>P. "florida"</i>	Παραγωγή εδώδιμων μυκηταρίων, μείωση τοξικότητας ΥΑΕ	Sunjust et al. 1991
<i>Lentinus edodes</i>	Καλή ανάπτυξη και αποδόμηση φαινολικών ουσιών	Grappelli et al. 1991
<i>Aspergillus niger</i>	Αποτοξικοποίηση και βελτίωση των χαρακτηριστικών του ΥΑΕ	Hamdi et al. 1991, Hamdi & Ellouz 1992

Οργανισμός	Αποτέλεσμα	Βιβλιογραφία
<i>Aspergillus terreus</i>	Λιποδόμηση φαινολικών ουσιών	Martinez Nieto et al. 1991
<i>Saccharomyces rouxii</i> , <i>S. chevalerie</i> , <i>Candida Krusei</i>	Παραγωγή μονοκοιτταρικής πρωτεΐνης	Gharsallah 1993
<i>Phanerochaete chrysosporium</i> , <i>Dichomitus squalens</i> , <i>Phlebia radiata</i> , <i>Polyporus frondosus</i> , <i>Trametes versicolor</i>	Αποχρωματισμός ΥΑΕ	Sayadi & Ellouz 1993
<i>Pleurotus spp.</i>	Καλή ανάπτυξη και αποχρωματισμός ΥΑΕ	Flouri et al. 1995
<i>Pleurotus pulmonarius</i> , <i>P. ostreatus</i> , <i>P. eryngii</i>	Αποτοξικοποίηση ΥΑΕ, παραγωγή μανιταριών από υπόστρωμα πυριινόξυλου εμπλουτισμένο με κασίγαρο	Zervakis et al. 1996
<i>Pleurotus eryngii</i> , <i>Lentinula edodes</i> , <i>Agrocybe aegerita</i> , <i>Auricularia auricula-judae</i>	Ανάπτυξη μικηλίου σε ελαιοπυρινόλυμα, παραγωγή καρποφοριών <i>A. aegerita</i> σε ελαιοπυρινόλυμα, παραγωγή μανιταριών σε υποπροϊόντα ελαιοουργίας	Zervakis et al. 1997

Η ανάπτυξη των περισσότερων ειδών μικροοργανισμών παρεμποδίζεται από τα Υ.Α.Ε. ενώ υπάρχουν και είδη που κατορθώνουν και αναπτύσσονται βιοαποδομώντας το απόβλητο. Όπως συμβαίνει και με άλλα φυτικά εκχυλίσματα οι φαινολικές ουσίες και τα λιπαρά οξέα που περιέχονται στα Υ.Α.Ε. δημιουργούν εκλεκτικό περιβάλλον.

Στις ερευνητικές προσπάθειες που έγιναν για το χειρισμό και την αποτοξικοποίηση των Υ.Α.Ε., ο ρόλος των μυκήτων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Η ικανότητά τους να βιομετατρέπουν τα Υ.Α.Ε. αξιοποιήθηκε προς δύο κατευθύνσεις :

- Μέσω της παραγωγής ενδιάμεσου προϊόντος επιδεκτικού σε περαιτέρω φυσικοχημικούς και βιολογικούς χειρισμούς.
- Με την παραγωγή ενός τελικού χρήσιμου προϊόντος. Έτσι όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στον Πίνακα 8 αρκετά είδη μυκήτων παρουσίασαν ιδιαίτερα καλά αποτελέσματα όσον αφορά την ανάπτυξή τους σε Υ.Α.Ε. παράγοντας μονοκυτταρική πρωτεΐνη, αποδομώντας φαινολικές ουσίες, αποχρωματίζοντας και αποτοξικοποιώντας τα αποβλήτα.

Αρκετές από τις αρωματικές ενώσεις της ομάδας των φαινολών έχουν χαρακτηριστεί ως υπεύθυνες για την τοξικότητα του αποβλήτου και το μαύρο χρώμα του. Οι φαινολικές ουσίες των Υ.Α.Ε. έχουν συγγενή δομή με τη λιγνίνη ή με ενώσεις που προκύπτουν απ' την αποδόμησή της. Το πυρηνόξυλο είναι πλούσιο σε λιγνίνη. Οι οργανισμοί που είναι στη φύση κυρίως υπεύθυνοι για την αποδόμηση της λιγνίνης είναι οι μυκηλιακοί μύκητες, ενώ οι πιο ταχείς αποδομητές της κατηγορίας αυτής είναι οι βασιδιομύκητες (Hammel 1997). Για το λόγο αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κύριο λόγο για την επεξεργασία των αποβλήτων ελαιουργείων οι λιγνοκυτταρινολυτικοί Βασιδιομύκητες.

Η κυτταρίνη είναι το πρωτεύον οργανικό συστατικό των ανωτέρων φυτών και πιθανώς η πιο άφθονη οργανική ουσία στη φύση. Είναι ένας υδατάνθρακας αποτελούμενος από μονάδες γλυκόζης οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους

σχηματίζοντας γραμμικές αλυσίδες. Μια μεγάλη κατηγορία μικροοργανισμών χρησιμοποιεί την κυτταρίνη ως πηγή άνθρακα και ενέργειας. Ισχυρά κυτταρινολυτικοί μύκητες αντιπροσωπεύονται από είδη των γενών *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Memnoniella*, *Phoma*, *Thielevia*, *Trichoderma* κ.λ.π. Οι μύκητες είναι κύριοι παράγοντες αποδόμησης της κυτταρίνης στα υγρά εδάφη, ενώ τα βακτήρια έχουν σημαντικότερο ρόλο στις ημιξηρικές τοποθεσίες. Στην αποσύνθεση δασικών υπολειμμάτων και γενικά ξυλωδών ιστών, οι κυτταρινολυτικοί βασιδιομύκητες έχουν εξέχοντα ρόλο.

Η λιγνίνη εντοπίζεται στο δευτερογενές κυτταρικό τοίχωμα του φυτού αλλά και σε κάποια έκταση στα μεσοκυττάρια διαστήματα. Αποτελέσματα μελετών έδειξαν ότι η λιγνίνη είναι ένα τροποποιημένο παράγωγο του βενζενίου. Το μόριο είναι ένα αρωματικό πολυμερές το οποίο σχηματίζεται με την επανάληψη βασικών μονάδων. Η τυχαία δόμηση σε συνδυασμό με τους ισχυρούς δεσμούς μεταξύ των βασικών δομικών μονάδων, καθιστούν τη λιγνίνη ιδιαίτερα ανθεκτική στη μικροβιακή αλλά και στη χημική αποδόμηση.

Η αποδόμηση της λιγνίνης προκαλείται κυρίως από μύκητες σε αερόβιο περιβάλλον. Στο νεκρό ξύλο ζουν τρεις συγκεκριμένοι τύποι μυκήτων οι οποίοι αποδομούν επιλεκτικά ένα ή περισσότερα από τα συστατικά της (Ander & Eriksson 1978):

- Οι μύκητες φαιάς σήψης (brown-rot) είναι μια μικρή σχετικά ομάδα των βασιδιομυκήτων και αποσυνθέτουν επιλεκτικά την κυτταρίνη του ξύλου. Δεν αποδομούν εκτεταμένα τη λιγνίνη, απλώς την τροποποιούν απομεθυλιώνοντάς την.
- Οι μύκητες μαλακής σήψης (soft-rot) είναι κυρίως ασκομύκητες και δευτερομύκητες. Γενικά, είναι πιο αργοί και λιγότερο αποτελεσματικοί αποδομητές σε σχέση με τους μύκητες της λευκής και φαιάς σήψης. Αποδομούν αποτελεσματικά την κυτταρίνη και ίσως μερικώς τη λιγνίνη. Ο μηχανισμός δράσης τους δεν έχει μελετηθεί επαρκώς.

➤ Οι μύκητες λευκής σήψης (white-rot) είναι κυρίως βασιδιομύκητες. Είναι οι πιο συχνοί αποδομητές στη φύση και οι μόνοι που διαθέτουν την ικανότητα να αποδομούν κυτταρίνη και λιγνίνη, μερικοί μάλιστα αποδομούν επιλεκτικά τη λιγνίνη. Το πρώτο βήμα της στρατηγικής, βάση της οποίας δρουν είναι η αποσύνθεση της λιγνίνης ώστε να είναι ευκολότερη η πρόσβασή τους στην κυτταρίνη και τις ημικυτταρίνες που προστατεύονται από αυτή. Από τους βασιδιομύκητες λευκής σήψης, οι μύκητες *Aphyllphorales* είναι οι πιο αποδοτικοί αποδομητές της λιγνίνης.

Το λιγνολυτικό σύστημα των μυκήτων λευκής σήψης είναι κατά μεγάλο μέρος οξειδωτικό και μη εξειδικευμένο. Τα ένζυμα που εμπλέκονται είναι η λιγνινάση (ligninase), η υπεροξειδάση του μαγγανίου (manganese peroxidase) και η λακκάση (laccase), γνωστά και ως φαινολοξειδάσες. Η οξείδωση φαινολικών υποστρωμάτων από τη λιγνινάση οδηγεί στον αποπολυμερισμό τους. Η διάσπαση των αρωματικών δακτυλίων αποτελεί ουσιαστικό γεγονός για την ανοργανοποίηση της λιγνίνης και οι μύκητες λευκής σήψεως είναι αυτοί που επιτυγχάνουν τη βιοαποδόμηση της.

Μύκητες της ομάδας λευκής σήψης όπως *Phlebia radiata*, *Dichomitus squalens*, *Polyporus frondosus*, *Trametes versicolor*, *Phanerochaete chrysosporium* αξιολογήθηκαν για την ικανότητά τους να αποχρωματίσουν τα Υ.Α.Ε. Τη σημαντικότερη ικανότητα αποδόμησης φαινολικών ουσιών και αποχρωματισμού των αποβλήτων έχει επιδειξει ο μύκητας *P. chrysosporium* (Saiz – Jimenez & Gomez Alarcon 1986, Perez et al. 1987, Sayadi & Ellouz 1992, 1993).

Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα ήταν η μελέτη των Grappelli et al. (1991) όπου διαπιστώθηκε η ικανότητα του μύκητα *Lentinula edodes* να μειώνει το φαινολικό περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων με ταυτόχρονη παραγωγή μυκηλιακής βιομάζας. Αξιοσημείωτη είναι η πρόταση των ερευνητών για ενδεχόμενη παραγωγή και χρήση υγρού προϊόντος που θα είναι πλούσιο σε ένζυμα αποδόμησης λιγνινοκυτταρινούχων υλικών. Αξίζει να σημειωθεί πως ο

μύκητας *Lentinula edodes* είναι επιλεκτικός αποδομητής της λιγνίνης, δηλαδή αποδομεί πρώτα τη λιγνίνη και μετά την κυτταρίνη και μάλιστα σε σύντομο χρονικό διάστημα (Leatham & Kirk 1983).

Οι μύκητες του γένους *Pleurotus* είναι επίσης εκλεκτικοί αποικοδομητές της λιγνίνης (Ketem et al. 1992) και μεταξύ των πιο αποδοτικών μυκήτων όσον αφορά την παραγωγή κυτταρινολυτικών και λιγνινολυτικών ενζύμων (Platt et al. 1983). Στο γένος *Pleurotus* η αποικοδόμηση έχει συσχετισθεί με την παρουσία φαινολοξειδασών ενώ σε πειράματα καλλιέργειας του *Pleurotus ostreatus* σε υποστρώματα κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες δεν έγινε δυνατή η ανίχνευση υπεροξειδάσης της λιγνίνης (Ζερβάκης και συνεργάτες, αδημοσίευτα στοιχεία). Κατά τη χρήση ειδών *Pleurotus* για την αποδόμηση αχυρου σιταριού, παρατηρήθηκε παραγωγή μόνο υπεροξειδάσης του μαγγανίου και λακκάσης, ενώ έγινε εκλεκτική αποδόμηση της λιγνίνης (Martinez et al. 1994). Τα στοιχεία αυτά αποδεικνύουν ίσως ότι η αποικοδόμηση της λιγνίνης συμβαίνει μέσω διαφορετικών μεταβολικών οδών από ότι σε άλλους μύκητες λευκής σήψης. Νεώτερες έρευνες σε σχέση με τη δυνατότητα μείωσης του φαινολικού περιεχομένου των Υ.Α.Ε. και της τοξικότητάς τους, μέσω του μεταβολικού συστήματος του *Pleurotus ostreatus* έδειξαν ότι ο ρόλος των φαινολοξειδασών είναι μεν σημαντικός αλλά εμπλέκονται και άλλοι παράγοντες στον πολύπλοκο μετασχηματισμό των τοξικών ενώσεων (Luca - Martinari et al. 1996).

Πειράματα σχετικά με την επίδραση του pH στην ενεργότητα της λακκάσης του *Pleurotus ostreatus*, δείχνουν ότι οι ιδανικές τιμές για το παραπάνω ένζυμο είναι μεταξύ 5,5 και 6,5 (Giovanozzi Sennani & Luna 1981). Η θερμοκρασία για μέγιστη δραστηριότητα των λακκασών ήταν της τάξης των 50°C. Αν και ο μύκητας αναπτύσσεται στους 20° C, θερμοκρασία που διαφέρει αισθητά από την προηγούμενη, θα μπορούσε να υποτεθεί ότι η δράση της λακκάσης στους 15 – 25°C είναι αρκετή και ικανή να στηρίξει το ρυθμό ανάπτυξης του μύκητα.

Στελέχη μυκήτων του γένους *Pleurotus* μείωσαν σημαντικά το φαινολικό περιεχόμενο του αποβλήτου με σύγχρονη παραγωγή καρποφοριών (μανιτάρια) όταν αναπτύχθηκαν σε περλίτη εμπλουτισμένο με Υ.Α.Ε. (Sanjust et al. 1991). Η ανάπτυξη σε Υ.Α.Ε. στελεχών *Pleurotus* είχε σαν αποτέλεσμα ικανοποιητική παραγωγή μυκηλιακής βιομάζας και αποδόμηση των φαινολικών ουσιών του αποβλήτου (Tomati et al. 1991, Zervakis et al. 1996).

#### 4. ΒΑΣΙΔΙΟΜΥΚΗΤΕΣ

Το φύλο Basidiomycota αποτελεί μια μεγάλη και ετερογενή ταξινομική κατηγορία που περιλαμβάνει τα γνωστά μανιτάρια. Βασικό χαρακτηριστικό των βασιδιομυκήτων είναι η παραγωγή σποριών εγγενούς αναπαραγωγής (βασιδιοσπόρια) πάνω σε εξειδικευμένα, μικροσκοπικά γαμετάγγεια που ονομάζονται βασίδια. Τα βασιδιοσπόρια είναι απλοειδή και συνήθως αποκαλούνται βαλλιστοσπόρια επειδή εκτινάσσονται βίαια χάρις σε ένα ειδικό μηχανισμό απελευθέρωσης. Σχηματίζονται συνήθως ανά 4 σε κάθε βασίδιο στην κορυφή αποφύσεων που ονομάζονται στηρίγματα μετά από μια διαδικασία καρυογαμίας (σύντηξη πυρήνων) και μείωσης. Τα κυτταρικά τοιχώματα των βασιδιομυκήτων αποτελούνται από χητίνη και γλυκάνες.

Συνήθως η καρποφορία (μανιτάρι) των βασιδιομυκήτων αποτελείται από τον πύλο (καπέλο) και στο στύλο (ποδίσκος). Στην κάτω επιφάνεια του πύλου υπάρχει το υμένιο (γόνιμο στρώμα) το οποίο αποτελείται συνήθως από ελάσματα σε ακτινωτή διάταξη ή από μικρούς πόρους ή από ακίδες. Πάνω στην επιφάνεια του υμενίου σχηματίζονται τα βασίδια καθώς και στείρα κύτταρα που ονομάζονται βασιδιόλες και κυστίδια. Τα βασίδια έχουν συνήθως ροπαλοειδές σχήμα και είναι μονοκύτταρα (Ομοβασιδιομύκητες). Τα βασιδιοσπόρια είναι γενικώς μονοκύτταρα, απλοειδή και συνήθως περιέχουν μόνο ένα πυρήνα. Έχουν διάφορα μεγέθη, σχήματα χρώματα και μορφές που αποτελούν σημαντικά ταξινομικά γνωρίσματα. Τα βασιδιοκάρπια μπορεί να έχουν το υμένιο εκτεθειμένο από τα αρχικά στάδια σχηματισμού του ή μόνο όταν ωριμάσουν, ή καλυμμένο ως την αποσύνθεσή τους. Η δομή και η θέση του υμενίου πάνω στις καρποφορίες χρησιμοποιείται για τη διάκριση των βασιδιομυκήτων σε τάξεις και οικογένειες.

Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα ερευνητικά ευρήματα, που βασίζονται σε μορφολογικούς χαρακτήρες και στην ανάλυση της αλληλουχίας του DNA, οι βασιδιομύκητες διαχωρίζονται σε 3 μεγάλες ταξινομικές ομάδες :



- ❖ *Hymenomycetes*
- ❖ *Ustilaginomycetes*
- ❖ *Urediniomycetes*

Οι Υμενομύκητες με τη σειρά τους διακρίνονται στις ακόλουθες τάξεις και ομάδες :

- ❖ *Gasteromycetes*
- ❖ *Aphyllophorales*
- ❖ *Auriculariales*
- ❖ *Dacrymycetales*
- ❖ *Ceratobasidiales*
- ❖ *Tulasnellales*
- ❖ *Tremellales*

Η συνολική παγκόσμια παραγωγή εδωδιμών ειδών μανιταριών ανέρχεται στους 5.000.000 τόννους με μια γενική αυξητική τάση ύψους 8%. Είναι αξιοσημείωτο ότι η συνολική αξία του προϊόντος κατά το έτος 1994 έφτασε τα \$ 10.000.000.000. Οι λόγοι που έχουν αναδείξει τα μανιτάρια σε καλλιέργεια με μεγάλη οικονομική σημασία μπορούν να συνοψιστούν ως εξής (Φιλιπούσης & Ζερβάκης 1998):

- Αξιοποιούνται ανανεώσιμες πρώτες ύλες μικρής οικονομικής αξίας όπως υπολείμματα γεωργικών εκμεταλλεύσεων, παραπροϊόντα βιομηχανιών, υπολείμματα υλοτομίας και επεξεργασίας ξύλου.
- παράγονται υποπροϊόντα όπως το εξαντλημένο υπόστρωμα καλλιέργειας που μπορούν να διατεθούν ως ζωοτροφές βιολιπάσματα ή βελτιωτικά εδάφους.
- απασχολείται στην παραγωγική διαδικασία εργατικό δυναμικό.

- μετατρέπονται απ' ευθείας άχρηστα και πιθανώς περιβαλλοντικώς επιζήμια οργανικά υλικά σε τροφή με αξιόλογες οργανοληπτικές ιδιότητες.
- τελικά, πρόκειται για συμφέρουσα καλλιέργεια αφού το ποσοστό πρωτεΐνης ανά μονάδα καλλιεργούμενης επιφάνειας που παράγεται είναι ιδιαίτερα υψηλό.

Τα μανιτάρια είναι γενικά τροφή ιδιαίτερης διαιτητικής αξίας. Αποτελούνται κυρίως από νερό (85 – 95%). Η ξηρή ουσία τους περιέχει :

- 20 – 40% πρωτεΐνες (μεγάλη αναλογία σε γλουταμινικό και ασπαρτικό οξύ, προλίνη, φαινυλανίνη, αργινίνη)
- 2 – 8% λιπαρά (υψηλή περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα οξέα και ειδικά σε λινολεϊκό)
- 3 – 28% υδατάνθρακες (κυρίως μανιτόλη και μανόζη)
- 3 – 32% ίνες (χητίνη)

Επίσης περιέχουν άφθονο φολικό οξύ, βιταμίνες του Β, Κ, C και ριβοφλαβίνη καθώς και ανόργανα άλατα P, Na και K (Crisan & Sands 1978).

Οι φαρμακευτικές τους ιδιότητες έχουν εξετασθεί και έχει διαπιστωθεί ότι περιέχουν ουσίες οι οποίες δρουν κατασταλτικά στην εμφάνιση και ανάπτυξη διαφόρων παθήσεων και ιώσεων.

## 4.1 ΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *PLEUROTUS*

### 4.1.1 ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ

Η ταξινομική θέση του γένους *Pleurotus* είναι η ακόλουθη (Hawksworth et al. 1995):

- ΚΛΑΣΗ.....Basidiomycotina
- ΥΠΟΚΛΑΣΗ.....Homobasidiomycetes
- ΤΑΞΗ.....Poriales
- ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ.....Lentinaceae
- ΓΕΝΟΣ.....*Pleurotus*

Τα πιο αντιπροσωπευτικά είδη του γένους *Pleurotus* κατατάσσονται στα παρακάτω υπογένη (Hilber 1982) :

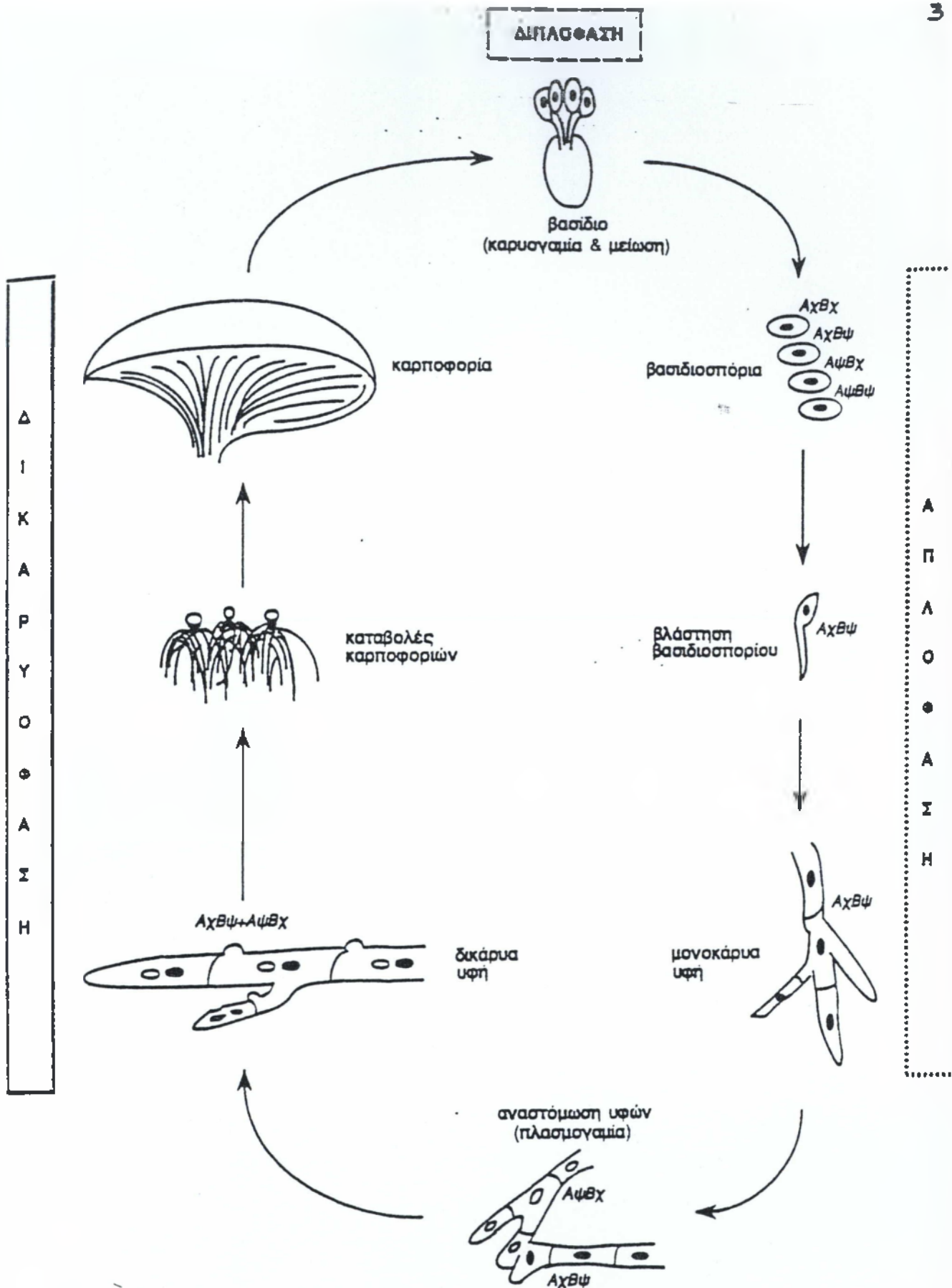
- I. *Lentodiopsis* .....*P. dryinus* (Pers. : Fr.) Kummer
- II. *Pleurotus* .....*P. ostreatus* (Jacq. : Fr.) Kummer
  - P. pulmonarius* (Fr.) Quel.
  - P. eryngii* (D.C. : Fr.) Quel.
  - P. cornucopiae* (Paul.) Roll.
- III. *Coremiopleurotus* .....*P. cystidiosus* O.K. Miller
- IV. *Tuberregium* .....*P. tuberregium* (Fr.) Sing.

#### 4.1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *PLEUROTUS*

Ο βιολογικός κύκλος των μυκήτων του γένους *Pleurotus* είναι τυπικός της κατηγορίας των Υμενομυκήτων. Αποτελείται από 3 ευδιάκριτες φάσεις (Σχήμα 4):

- Διπλοειδής : Λαμβάνει χώρα μετά από τη σύντηξη δύο διαφορετικών πυρήνων (καρυογαμία) η οποία πραγματοποιείται σε ειδικά ελάκρια αναπαραγωγικά κύτταρα τα βασίδια. Αυτά βρίσκονται στο γόνιμο στρώμα του βασιδιοκαρπίου, το υμένιο. Μετά την καρυογαμία ακολουθεί μειωτική διαίρεση και οι τέσσερις νεοπαραγόμενοι απλοειδείς πυρήνες μεταναστεύουν στα βασιδιοσπόρια.

- Ομοκάρυος ή μονοκάρυος : Αρχίζει με την βλάστηση του βασιδιοσπορίου και στο σχηματισμό μονοκαρούου υφής. Η φάση αυτή διαρκεί για λίγο και διατηρείται ώσπου οι μονοκάρυες υφές να έρθουν σ' επαφή με άλλες υφές αντιθέτου συζευκτικού τύπου.
- Ετεροκάρυος ή δικάρυος : Στη φάση αυτή έχει συντελεσθεί η σύντηξη υφών (πλασμογαμία) διαφορετικού συζευκτικού τύπου (συμβατών ομοκαρούων) και ακολουθεί η μετανάστευση πυρήνων ανά δύο στα κύτταρα του νεοσχηματισθέντος μυκήλιου. Διακρίνεται από την ύπαρξη κυττάρων με δύο πυρήνες αλλά και από μια χαρακτηριστική πλευρική σύνδεση μεταξύ δύο παρακείμενων κυττάρων που ονομάζεται κρίκος. Το δικάρυο μυκήλιο σχηματίζει και αυτό δικάρυα συννήματα και τα κορεμιοσπόρια τα οποία προκύπτουν δίνουν γένεση σε νέο δικάρυο μυκήλιο κ.ο.κ. Με την επίδραση των κατάλληλων περιβαλλοντικών παραγόντων το δικάρυο μυκήλιο σχηματίζει καρποφορίες.



Σχήμα 4: Γενικευμένος βιολογικός κύκλος μυκήτων του γένους *Pleurotus* (Zervakis 1992)

### 4.1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *PLEUROTUS*

Συνοπτικά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του γένους *Pleurotus* είναι τα εξής : (Singer 1986, Zervakis 1992):

Ετεροκάρυο, συνήθως, μυκήλιο με ρυθμική ανάπτυξη (σε ομόκεντρες ζώνες) έως και ακανόνιστη, με ή χωρίς ατελή μορφή (κορέμια, χλαμυδοσπόρια) λευκού ως καστανού χρώματος, με ή χωρίς σχηματισμό κίτρινων χρωστικών και οσμής φρουτώδους, άνισου ή ουδέτερης. Πάνω στις υφές σχηματίζονται συχνά εξειδικευμένες κατασκευές παγίδευσης-ακινητοποίησης νηματωδών. Οι καταβολές καρποφοριών σχηματίζονται με ή χωρίς τη μεσολάβηση ψυχρού ερεθίσματος.

Ο πύλος έχει μέγεθος 1,5 – 20 cm. Είναι αρχικά κυρτός στη συνέχεια γίνεται οστρακόμορφος ως δισκόμορφος και τελικά επίπεδος ή κοίλος ως χωνοειδής. Το χρώμα του ποικίλει από λευκό έως κίτρινο ή από καστανό έως πορφυρό ή κυανότεφο. Η περιφέρεια του είναι συχνά αναδιπλωμένη προς τα κάτω. Η εξωτερική του επιφάνεια είναι λεία ή με ελαφρές σχισμές, λέπια, φολίδες και το εσωτερικό (σάρκα) είναι συνήθως συμπαγές με λευκό έως ανοιχτό κίτρινο χρώμα. Διαθέτει ελάσματα μακρόστενα, λεία, ολόκληρα, ακτινωτά διατεταγμένα, τα οποία καλύπτουν την κάτω επιφάνεια του πύλου έως και την κορυφή του στίπου. Τα ελάσματα έχουν χρώμα λευκό έως και ανοιχτό ερυθρό.

Ο στίπος είναι συνήθως οριζόντιος έως έκκεντρος ή ελλείπων, μακρὺς και λεπτὸς έως κοντὸς και χονδρὸς, λείος ή και χνοώδης. Το χρώμα του διαφέρει από λευκό έως τεφροκάστανο.

Τα βασιδιοσπόρια έχουν σχήμα υποκυλινδρικό έως κυλινδρικό ή ελλειψοειδές, με λεπτά και λεία τοιχώματα, μη αμυλώδη.

#### 4.1.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ/ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ *PLEUROTUS*

Οι πρώτες προσπάθειες για καλλιέργεια των *Pleurotus* έγιναν το 1917 στη Γερμανία. Τότε καλλιεργήθηκε το είδος *Pleurotus ostreatus* πάνω σε κούτσουρα και κομμένους κορμούς δένδρων. Αργότερα το 1959 ο Block παρήγαγε καρποφορίες σε αποστειρωμένα μίγματα πριονιδιού και βρώμης. Η μαζική καλλιέργεια των *Pleurotus* με υπόστρωμα το άχυρο αναφέρεται κατά το 1962 από τους Bano & Spivastava ενώ μεγάλες μονάδες καλλιέργειας εμφανίστηκαν στην Ευρώπη στις αρχές της δεκαετίας του '70 (Wood & Smith 1987). Σήμερα η καλλιέργεια έχει σχεδόν τυποποιηθεί όσον αφορά τα χρησιμοποιούμενα υποστρώματα και γίνεται σε άχυρο (το οποίο προέρχεται συνήθως από σιτάρι, κριθάρι, ρύζι) το οποίο εμπλουτίζεται με υλικά πλούσια σε άζωτο (π.χ. αλεύρι ψυχανθών, σπαδικές αραβοσίτου).

Ιδιαίτερα αξιοσημείωτος είναι ο υπερτετραπλασιασμός της παραγωγής ειδών *Pleurotus* από 169.000 σε 797.000 τόνους κατά την οκταετία 1986 – 1994. Η ευρεία εξάπλωση και η εντατικοποίηση που γνώρισε πρόσφατα η συγκεκριμένη καλλιέργεια παγκοσμίως, οφείλεται κυρίως στην εύκολη και ταχεία ανάπτυξή τους σε ένα μεγάλο εύρος φθηνών λιγνινοκυτταρινούχων υποστρωμάτων καθώς και στις μικρές σχετικά απαιτήσεις σε εγκαταστάσεις παραγωγής και καλλιεργητικές φροντίδες (Zadrzil 1978, Zervakis & Balis 1992, Poppe & Hofle 1995). Σε βιομηχανική κλίμακα κυρίως καλλιεργούνται τα είδη *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, *P. eryngii*, *P. cornucopiae*, *P. djamor*, *P. cystidiosus*.

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια *Pleurotus* σε εμπορική κλίμακα είναι μια σχετικά καινούργια παραγωγική δραστηριότητα. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσοστό παραγωγής του *Pleurotus ostreatus* από 4% στο σύνολο της εγχώριας παραγωγής το 1988, υπερδιπλασιάστηκε και ανήλθε στο 10% το 1994. Η συνολική παραγωγή *Pleurotus* στην Ελλάδα έχει σταθεροποιηθεί τα τελευταία

χρόνια γύρω στους 100 τόνους ετησίως ενώ κατά το χρονικό διάστημα 1990 – 1995 το ποσοστό αύξησης παραγωγής *Pleurotus* ανέρχεται στο 43%.

Αναφορικά με τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες αξίζει να σημειωθεί ότι στους μύκητες *Pleurotus* υπάρχει η ουσία εριταδενίνη, η οποία δρα ανασταλτικά κατά των καρδιοπαθειών αλλά ρυθμίζει και τη χοληστερόλη στο αίμα (Cochran 1978).

## 4.2 Ο ΜΥΚΗΤΑΣ *AURICULARIA AURICULA – JUDAE*

### 4.2.1 ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ

- ΚΛΑΣΗ.....Basidiomycotina
- ΥΠΟΚΛΑΣΗ.....Heterobasidiomycetes
- ΤΑΞΗ..... Auriculariales
- ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ..... Auriculariaceae
- ΓΕΝΟΣ..... *Auricularia*

Τα πιο αντιπροσωπευτικά είδη του γένους *Auricularia* είναι τα :

- I. *Auricularia auricula – judae*
- II. *Auricularia polytricha*
- III. *Auricularia fuscosuccinea*
- IV. *Auricularia cornea*



#### 4.2.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *AURICULARIA*

Ο θαλλός του *Auricularia auricula-judae* αποτελείται από δικάρυες υφές που φέρουν κρίκους. Το υμένιο σχηματίζεται σε μια μόνο επιφάνεια του χαρακτηριστικού βασιδιοκαρπίου. Αυτό είναι λείο, με διογκώσεις σε μορφή δικτύου. Ένας μεγάλος αριθμός επάκριων υφών του υμενίου εξελίσσονται σε βασίδια. Τα αρχικώς δικάρυα βασίδια, γίνονται μονοκάρυα μετά από καρνογαμία. Ο ζυγωτός πυρήνας τελικά υφίσταται μείωση, και το επιμηκυσμένο βασίδιο διαιρείται σε τέσσερα κύτταρα με εγκάρσια σέπτα. Ένα σέπτο σχηματίζεται μετά την πρώτη πυρηνική διαίρεση, και τα άλλα 2 μετά τη δεύτερη. Στη συνέχεια, σε κάθε κύτταρο σχηματίζεται μια επιμήκης κατασκευή (επιβασίδιο). Η ανάπτυξη συνεχίζεται έως ότου τα επιβασίδια διαρρήξουν το προστατευτικό στρώμα που καλύπτει το βασιδιοκάρπιο, ενώ παράλληλα ο πυρήνας μεταναστεύει στην άκρη του επιβασιδίου. Από τη στιγμή αυτή σχηματίζεται το βασιδιοσπόριο που εμπεριέχει τον πυρήνα. Με την ωρίμανση τα βασιδιοσπόρια αποσπώνται από το επιβασίδιο και βρισκόμενα σε κατάλληλες συνθήκες είτε σχηματίζουν απευθείας βλαστικές υφές είτε παράγουν κονίδια.

#### 4.2.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το μυκήλιο είναι επιμήκες γραμμικό. Με το πέρασμα του χρόνου γίνεται όλο και πιο παχύ και μετατρέπεται σε πυκνό και βαμβακώδες. Το χρώμα του μυκηλίου γίνεται τελικά λευκό με καφέ αποχρωματισμούς. Έχει οσμή δυσάρεστη, που θυμίζει μούχλα.

Ο πύλος έχει μέγεθος 2-15cm (πλάτος). Έχει σχήμα αυτιού. Το χρώμα του ποικίλει από γκρι κοκκινοκαφέ ως βαθύ καφέ. Η εξωτερική του επιφάνεια είναι λεία με ελαφρές πτυχώσεις προς το κέντρο. Είναι καλυμμένο εξωτερικά από ένα στρώμα λεπτών τριχών. Η περιφέρειά του συνήθως είναι διπλωμένη προς τα πάνω.

Με μικροσκοπική εξέταση παρατηρούνται σπόρια λευκά ή υαλώδη με σχήμα κυλινδρικό.

#### 4.2.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ / ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ *AURICULARIA AURICULA – JUDAE.*

Τα “ξύλινα αυτιά”, όπως αποκαλούνται, είναι παράξενα στην εμφάνιση μανιτάρια και συμπεριλαμβάνονται στα πρώτα είδη που καλλιεργήθηκαν. Αναφέρεται ότι καλλιεργούνται από το 300 μ.Χ. στην Κίνα και Ιαπωνία. Το εκτεταμένο εμπόριο αυτών των μανιταριών εξακολούθησε ως το 1.800 μ.Χ. από τη Ν. Ζηλανδία στην Κίνα και στο Χονγκ Κονγκ. Τα συγκεκριμένα μανιτάρια προσδίδουν μια μοναδική και ευχάριστη γεύση σε πολλά φαγητά, κυρίως σούπες και σάλτσες και αποτελούν βασικό συστατικό της Ασιατικής κουζίνας. Απαντώνται ευρέως στην φύση σε υπολείμματα ξύλου ή πάνω σε μικρά δέντρα και αναπτύσσονται ως σαπρότροφα.

Τα μανιτάρια του γένους *Auricularia* είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στην Ασία και πολύ λιγότερο στην Ευρώπη και στην Αμερική. Διατίθενται στην αγορά ως φρέσκα αλλά και αποξηραμένα. Η ευκολία στη χρήση τους είναι ότι ακόμη κι όταν βρίσκονται σε ξηρή μορφή, αν ενυδατωθούν, μεγεθύνονται και παίρνουν ακριβώς την αρχική τους μορφή. Εξάλλου, μπορούν να αξιοποιηθούν πρώτες ύλες μικρής οικονομικής αξίας και να μετατραπούν σε τροφή ιδιαίτερης διαιτητικής αξίας όπως για παράδειγμα νεκροί κορμοί δένδρων. Η πιο γνωστή τεχνική καλλιέργειας προερχόμενη από την Ασία, ήταν πάνω σε κορμούς ακακίας. Οι κορμοί αυτοί ήταν τρυπημένοι σ' όλο το μήκος τους και μέσα σ' αυτά τα κοιλώματα είχε εμβολιαστεί το μανιτάρι. Σήμερα, έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία ως υπόστρωμα ακόμη και το άχυρο σιταριού εμπλουτισμένο με πριονίδια.

Τα συγκεκριμένα μανιτάρια άρχισαν σχετικά πρόσφατα να εμφανίζονται στο διεθνές προσκήνιο. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η παραγωγή κατά το έτος 1990 ανερχόταν σε 400.000 τόνους ενώ το 1994 ήταν 420.000 τόνους (Chang 1996). Παρατηρείται δηλαδή μια μικρή αύξηση της τάξεως 0.5% ενώ εισαγωγές γίνονται από την Κίνα και την Ιαπωνία προς τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Φιλιπούσης & Ζερβάκης 1998).

Όπως όλα τα μανιτάρια έτσι και αυτό αποτελείται κυρίως από νερό (90% κ.β.). Η ξηρή τους ουσία περιέχει:--

- 8 – 10% πρωτεΐνες
- 0.8 – 1.2% λιπαρά
- 84 – 87% υδατάνθρακες
- 9 – 14% ίνες
- 4 – 7% τέφρα

Όσον αφορά στις φαρμακευτικές τους ιδιότητες, αναφέρεται ότι το συγκεκριμένο μανιτάρι είναι αποτελεσματικό για την καταπολέμηση του καρκινώματος Ehrlich και του σαρκώματος 180, ενώ παρουσιάζει και αντιπηκτικές – αντιθρομβωτικές ιδιότητες .

### 4.3 Ο ΜΥΚΗΤΑΣ *AGROCYBE AEGERITA*

#### 4.3.1 ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ

- ΚΛΑΣΗ..... Basidiomycotina
- ΥΠΟΚΛΑΣΗ..... Homobasidiomycetes
- ΤΑΞΗ..... Agaricales
- ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ..... Bolbitiaceae
- ΓΕΝΟΣ..... *Agrocybe*

Τα πιο αντιπροσωπευτικά είδη του γένους *Agrocybe* είναι :

- I. *Agrocybe aegerita*
- II. *Agrocybe molesia*
- III. *Agrocybe praecox*

#### 4.3.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Είναι ανάλογος με τον βιολογικό κύκλο των μυκήτων του γένους *Pleurotus* που έχει ήδη προαναφερθεί (§4.1.2.).

#### 4.3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το μυκήλιο είναι επίμηκες γραμμικό, βαμβακώδες, συνήθως επιφανειακό. Το χρώμα του αρχικά είναι λευκό, σύντομα αποκτάει στίγματα καφέ και τελικά παίρνει χρώμα κιτρινόμαυρο καφέ. Η οσμή του είναι αλευρώδης, όχι ιδιαίτερα ευχάριστη.

Ο πύλος έχει διάμετρο ως 25 cm. Το σχήμα του είναι κυρτό ως ημισφαιρικό αρχικά ενώ το στάδιο της ωριμότητας γίνεται λείο. Το χρώμα του είναι κίτρινο – γκριζο έως γκριζοκαφέ έως κιτρινόμαυρο έως βαθύ καφέ ενώ είναι σκουρότερος προς το κέντρο. Παρατηρούνται λέπια χρώματος γκριζου αρχικά, τα οποία στη συνέχεια γίνονται σοκολατένια καφέ.

Ο στίπος έχει χρώμα άσπρο. Φέρει καλά αναπτυγμένο μεμβρανοειδές δακτύλιο συνήθως χρώματος καφέ απ' τα σπόρια που πέφτουν. Τα σπόρια είναι χρώματος καφέ, λεία με σχήμα ωοειδές ή ελαφρά ελλειψοειδές.

#### 4.3.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ / ΔΙΑΓΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ *AGROCYBE AEGERITA*.

Μανιτάρια αυτού του γένους απαντώνται ευρέως σε εύκρατες περιοχές σε όλο τον κόσμο. Αναπτύσσονται σαπροτροφικά πάνω σε κούτσουρα, μέσα σε κουφάλες δένδρων ή πάνω σε υπολείμματα φύλλων. Συνήθως προτιμάει ιτιές, λεύκες και σφενδάμους. Οι καρποφορίες του αναπτύσσονται στη φύση από την ανοιξιά ως το φθινόπωρο.

Πρόκειται για ένα εύγευστο μανιτάρι με γλυκό και ελκυστικό άρωμα σε νεαρή ηλικία. Διατίθεται στην αγορά ως φρέσκο αλλά το εμπόριο του παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα.

Ανηκει και αυτό στα νέα είδη μανιταριών που εμφανίστηκαν πρόσφατα στην παγκόσμια αγορά. Εισαγωγές γίνονται από την Κίνα, Χονγκ Κονγκ, Φορμόζα, Ιαπωνία προς τις Ευρωπαϊκές χώρες σε κονσερβοποιημένα ή συντηρημένα σε άλμη μανιτάρια (Φιλιπούσης & Ζερβάκης 1998).

Όσον αφορά τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες, δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη- χαρακτηριστική του είδους. Παρόλα αυτά αρκετά συγγενή είδη παράγουν χρήσιμες αντιβιοτικές ουσίες.

### 4.4 Ο ΜΥΚΗΤΑΣ *LENTINULA EDODES* ('shiitake')

#### 4.4.1 ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ

- ΚΛΑΣΗ..... Basidiomycotina
- ΥΠΟΚΛΑΣΗ.....Homobasidiomycetes
- ΤΑΞΗ..... Agaricales
- ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ..... Tricholomataceae
- ΓΕΝΟΣ.....*Lentinula*

#### 4.4.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Είναι ανάλογος με το βιολογικό κύκλο των μυκήτων του γένους *Pleurotus* που έχει είδη προαναφερθεί (§4.1.2).

#### 4.4.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Έχει σχήμα επίμηκες γραμμικό και βαμβακώδη υφή. Το χρώμα του είναι αρχικά λευκό ενώ εξελίσσεται σε σκούρο καφέ στο στάδιο της ωρίμανσης. Η οσμή του μπορεί να χαρακτηριστεί γλυκιά, φρέσκια σχεδόν ευχάριστη. Ο πύλος έχει πλάτος 5 – 25 cm. Είναι ημισφαιρικός αρχικά ενώ αργότερα γίνεται επίπεδος. Το χρώμα του αρχικά είναι σκούρο καφέ σχεδόν μαύρο και εξελίσσεται σε ανοιχτό καστανό με το πέρασμα του χρόνου. Η περιφέρεια του πύλου είναι ομαλή ως ακανόνιστη. Αρχικά είναι συνεστραμμένη προς τα μέσα ενώ τελικά γίνεται κυματοειδής έως επίπεδη. Οι καρποφορίες φέρουν λευκές ωολίδες στην πάνω επιφάνεια του πύλου και τα ελάσματα είναι λευκά. Ο στίπος είναι έκκεντρα συνδεδεμένος με τον πύλο. Είναι ινώδης και σκληρός. Η σάρκα έχει χρώμα μαύρο – καστανό. Τα βασίδια φέρουν 4 σπόρια. Τα σπόρια είναι λευκά, με σχήμα ωοειδές έως επίμηκες ελλειψοειδές ενώ μετά το σχηματισμό των καρποφοριών παίρνουν σκούρο καφέ χρώμα. Στα σέπτα παρατηρούμε κρίκους.

#### 4.4.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ / ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ

##### *LENTINULA EDODES*

Η καλλιέργεια των μανιταριών “shiitake” αποτελεί βασικό κομμάτι της Ασιατικής κουλτούρας. Αναφέρεται ότι πρωτοκαλλιεργήθηκαν το 1300 μ.Χ. στην Κίνα, Ιαπωνία και ήταν σοβαρή πηγή εισοδήματος για τις αγροτικές

οικογένειες για πολλά χρόνια. Είναι τα παραδοσιακά καλλιεργούμενα μανιτάρια στην Ιαπωνία, Κίνα και Κορέα και θεωρούνται ως τα πιο δημοφιλή εδώδιμα μανιτάρια. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί βελτιωμένες τεχνικές για συντόμευση της διάρκειας του κύκλου καλλιέργειας.

Πρόκειται για ένα από τα πιο νόστιμα είδη μανιταριών. Το *Lentinula edodes* διαθέτει πολύ καλές οργανοληπτικές ιδιότητες και θα μπορούσε να προσφέρει αξιόλογο εισόδημα στους παραγωγούς, αφού μπορεί να καλλιεργηθεί σχετικά εύκολα εκμεταλλευόμενο ένα μεγάλο εύρος υποστρωμάτων και κλιματικών συνθηκών.

Αξιίζει να σημειωθεί ότι το “shiitake” βρίσκεται στη δεύτερη θέση της παγκόσμιας παραγωγής με 830.000 τόνους (1994) περίπου ετησίως ενώ η παραγωγή το 1990 ανερχόταν σε 393.000 τόνους. Παρατηρείτε δηλαδή αύξηση της τάξεως 110.2% (Chang 1996).

Τα μανιτάρια “shiitake” είναι εμπορεύσιμα ως νωπά, αποξηραμένα, κονιορτοποιημένα σε σκόνη και ως εκχύλισμα. Επιπλέον στην Ιαπωνία, υπάρχουν στο εμπόριο κρασιά, μπισκότα, ακόμη και γλυκά που έχουν παρασκευαστεί από τις καρποφορίες του *Lentinula edodes*.

Η ξηρή τους ουσία αποτελείται από τα εξής συστατικά :

- Πρωτεΐνες.....13 – 18%
- Νιασίνη .....55mg / 100gr.
- Θειαμίνη.....7.8mg / 100gr
- Ριβοφλαβίνη..... 5.0mg / 100gr
- Τέφρα ..... 3,5 – 6,5%
- Ίνες .....6 – 15%
- Λιπαρά .....2 – 5%

Σχετικά με τις θεραπευτικές τους ιδιότητες αξίζει να αναφερθεί ότι η λεντινάνη, ένας πολυσακχαρίτης που παράγεται απ' αυτά τα μανιτάρια, θεωρείται ως αντικαρκινικό φάρμακο στην Ιαπωνία. Ο Ιάπωνας ερευνητής

Chihara δημοσίευσε πρώτος τις αντικαρκινικές ιδιότητες αυτών των μανιταριών. Επίσης, σε πειράματα σε ποντίκια βρέθηκε ένας άλλος μεγάλου βάρους πολυσακχαρίτης ονομαζόμενος KS - 2 με κατασταλτικές ιδιότητες στο σάρκωμα 180 και στο καρκίνωμα Ehrlich.

Τέλος, υπάρχουν και άλλα πρωτεϊνικά κλάσματα στα *Lentinula*, που εμφάνισαν θετική δράση όσον αφορά στη μείωση της χοληστερόλης στο αίμα αλλά και στην καλή λειτουργία του κυκλοφοριακού συστήματος.



## 5. ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στο παρελθόν, όπως είδαμε, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες με διαφόρους μικροοργανισμούς, για τη βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων και παραπροϊόντων ελαιοτριβείων. Ένας μεγάλος αριθμός εδώδιμων μυκήτων έχει μελετηθεί ως προς τη βελτίωση της διαιτητικής αξίας και της πεπτικότητας αυτών των υπολειμμάτων εξασφαλίζοντας υψηλή παραγωγή μανιταριών και δίνοντας παράλληλα μια ουσιαστική λύση στο πρόβλημα διάθεσής τους.

Στα πλαίσια αυτών των ερευνητικών προσπαθειών κινήθηκε και το πειραματικό μέρος αυτής της πτυχιακής εργασίας. Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει:

- α. τη δυνατότητα βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων ελαιοτριβείων δύο φάσεων (ελαιοπυρηνόλυμα) με επιλεγμένα στελέχη βασιδιομυκήτων και
- β. τη δυνατότητα αξιοποίησης των παραπροϊόντων πυρηνελαιουργιών (πυρηνόξυλο) ως υπόστρωμα καλλιέργειας εδώδιμων μανιταριών.

Χρησιμοποιήθηκαν τα είδη: *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Agrocybe aegerita*, *Lentinula edodes*, *Auricularia auricula – judae* και μελετήθηκαν χαρακτήρες όπως η πρωιμότητα, το ύψος παραγωγής, η βιολογική αποδοτικότητα, το μέσο βάρος καρποφοριών και η παραγωγή ανά κύμα.

Στη συνέχεια αξιολογήθηκαν τα πειραματικά ευρήματα και σχολιάζονται αναφορικά με τη δυνατότητα εκμετάλλευσης των παραπάνω υποστρωμάτων σε σχήματα εμπορικής καλλιέργειας των συγκεκριμένων ειδών μανιταριών.

## 6. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 6.1 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Για το πειραματικό μέρος της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πέντε δικάρυα στελέχη βασιδιομυκήτων: *Pleurotus pulmonarius* (LGAM P26) [Ppl], *Pleurotus eryngii* (LGAM P63) [Per] καθώς και τα *Agrocybe aegerita* (strain NAGREF-IK10) [Agr], *Auricularia auricula-judae* (NAGREF-IK11) [Aaj] και *Lentinula edodes* (SIEF 0231) [Led]. Τα στελέχη αυτά διατηρούνται στη Μυκητολογική Συλλογή του Ινστιτούτου Ελαιάς και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας (ΕΘΙΑΓΕ), σε δοκιμαστικούς σωλήνες με Complete Yeast Medium στους 4°C.

Αναλυτικά τα στοιχεία της ταυτότητας κάθε δικάριου στελέχους που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται στον Πίνακα 9.

**Πίνακας 9:** Ταυτότητα των δικάρυων στελεχών Βασιδιομυκήτων που χρησιμοποιήθηκαν στο πειραματικό μέρος της εργασίας.

Είδος	Στέλεχος / κωδικός*	Υποστρώμα	Προέλευση
<i>P. pulmonarius</i>	LGAM P 26 [Ppl]	Οξιά ( <i>Fagus sylvatica</i> )	Φθιώτιδα
<i>P. eryngii</i>	LGAM P 63 [Per]	Φερούλια ( <i>Ferula</i> sp.)	Έβρος
<i>Agrocybe aegerita</i>	NAGREF-IK10 [Agr]	Λεύκα ( <i>Populus alba</i> )	Φθιώτιδα
<i>A. auricula – judae</i>	NAGREF-IK 11 [Aaj]	Πλάτανος ( <i>Platanus orientalis</i> )	Μαγνησία
<i>Lentinula edodes</i>	SIEF 0231 [Led]	Εμπορικό στέλεχος	Κίνα

\*NAGREF-IK: ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Ελαιάς και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας.

LGAM: Εργαστήριο Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας, Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

SIEF: Ινστιτούτο Εδώδιμων Μανιταριών Σαγκάης, Κίνα.

## 6.2 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Τα θρεπτικά υλικά και τα υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την καλλιέργεια των μυκήτων και την παραγωγή μανιταριών έχουν ως εξής:

1. Complete Yeast Medium (C.Y.M.) : 20 gr γλυκόζη, 2 gr πεπτόνη, 2 gr yeast – extract, 0,5 gr Mg SO<sub>4</sub> 7 H<sub>2</sub>O, 0,46 gr KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>, 1 gr K<sub>2</sub>H PO<sub>4</sub> 3H<sub>2</sub>O, 15 gr agar και 1 lt απιονισμένο νερό.
2. Υπόστρωμα με βάση το άχυρο σιταριού (ΑΧΥΡ) : Το άχυρο κόπηκε σε μικρά τεμάχια μεγέθους 5 – 10 cm. Στη συνέχεια και προκειμένου να ρυθμιστεί η υγρασία στο επιθυμητό επίπεδο (60-70%) τοποθετήθηκε σε λεκάνες με νερό για 48 ώρες και αναδευόταν σε τακτικά χρονικά διαστήματα. Το υπόστρωμα αφού στραγγίστηκε, εμπλουτίστηκε σε άζωτο με την προσθήκη πίτουρου σε αναλογία 5:1 (άχυρο:πίτουρο) ενώ το pH του υποστρώματος ρυθμίστηκε με την προσθήκη ανθρακικού ασβεστίου (CaCO<sub>3</sub>) σε αναλογία 3% (κ.β.).
3. Υπόστρωμα με βάση τον εκχυλισμένο ελαιοπυρήνα (πυρηνόξυλο) (ΠΥΡΝ): Το πυρηνόξυλο τοποθετήθηκε σε λεκάνες με νερό για 48 ώρες για να αποκτήσει την απαιτούμενη υγρασία (60-70%). Στη συνέχεια στραγγίστηκε και εμπλουτίστηκε σε άζωτο (N) με την προσθήκη πίτουρου σε αναλογία 5:1 (πυρηνόξυλο:πίτουρο). ενώ για τη ρύθμιση του pH προστέθηκε σε αυτό ανθρακικό ασβέστιο (CaCO<sub>3</sub>) σε ποσοστό 3% ( κ.β.).
4. Υποστρώματα με βάση το απόβλητο ελαιοτριβείων δύο φάσεων (ελαιοπυρηνόλυμα).
  - Α.Υπόστρωμα (ΑΕΠ<sub>1</sub>) :Χρησιμοποιήθηκε μίγμα από ελαιοπυρηνόλυμα και πυρηνόξυλο σε αναλογία 1:1. Το μίγμα είχε υποστεί αερόβια επεξεργασία (ζύμωση) επί δύο εβδομάδες. Η υγρασία του ρυθμίστηκε στο 60% και προστέθηκε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO<sub>3</sub>) σε αναλογία 3% κ.β. επί της αρχικής νωπής ουσίας, για τη ρύθμιση του pH στο 6,1.

**B. Υπόστρωμα (ΑΕΠ<sub>2</sub>):** Χρησιμοποιήθηκε μείγμα από ΑΕΠ<sub>1</sub> και πυρηνόξυλο σε αναλογία 1:1 χωρίς να προηγηθεί ζύμωση. Η υγρασία του ρυθμίστηκε στο 60% και προστέθηκε (CaCO<sub>3</sub>) σε αναλογία 3% κ.β. επί της νωπής ουσίας για τη ρύθμιση του pH του υποστρώματος στο 6,1.

### 6.3 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΙΚΙΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Τα υποστρώματα με βάση το άχυρο (ΑΧΥΡ) και το πυρηνόξυλο (ΠΥΡΝ) τοποθετήθηκαν σε γυάλινα κυλινδρικά βάζα (χωρίς καπάκια) των 350 ml και αφού καλύφθηκαν με αλουμινόχαρτο, αποστειρώθηκαν δύο φορές (121° C / 1,1 atm. για 1 ώρα κάθε φορά). Μετά την αποστείρωση τα βαζάκια αφέθηκαν να κρυώσουν και εμβολιάστηκαν ασηπτικά με το μυκήλιο των στελεχών *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus eryngii*, *Agrocybe aegerita*, *Lentinula edodes*. Για τον εμβολιασμό χρησιμοποιήθηκαν 2 κυκλικά δίσκια διαμέτρου 1cm από την περιφέρεια αποικίας που αναπτύχθηκε σε άγαρ. Έγιναν τέσσερις επαναλήψεις σε κάθε υπόστρωμα. Στη συνέχεια τα βαζάκια τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι στους 27° C μέχρι να γίνει πλήρης αποικισμός του υποστρώματος από το μυκήλιο.

Τα υποστρώματα με βάση το απόβλητο 2 φάσεων (ΑΕΠ<sub>1</sub>-ΑΕΠ<sub>2</sub>) τοποθετήθηκαν σε κωνικές φιάλες Erlenmeyer των 250ml οι οποίες περιείχαν 110gr υποστρώματος και αποστειρώθηκαν για 20 min (121°C / 1,1 atm). Μετά την αποστείρωση οι φιάλες αφέθηκαν να κρυώσουν και εμβολιάστηκαν ασηπτικά με ένα κυκλικό δίσκο από άγαρ αποικισμένο από μυκήλιο στελεχών των ειδών *Pleurotus eryngii*, *Lentinula edodes*, *Agrocybe aegerita*, *Auricularia auricula-judae*. Για κάθε στέλεχος έγιναν τρεις επαναλήψεις σε κάθε υπόστρωμα. Κατόπιν αφέθηκαν στο σκοτάδι για επώαση ώσπου να ολοκληρωθεί ο αποικισμός του υποστρώματος από το μυκήλιο.

#### 6.4 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΩΝ

Μόλις ολοκληρώθηκε ο αποικισμός των υποστρωμάτων άχυρου και πυρηνόξυλου, τα βάζα μεταφέρθηκαν σε ειδικό θάλαμο καλλιέργειας αφού πρώτα απομακρύνθηκε το κάλυμμα από αλουμινόχαρτο ώστε η επιφάνεια του μυκηλίου να είναι εκτεθειμένη στην επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών. Στην αρχή οι συνθήκες περιβάλλοντος μέσα στο θάλαμο παραγωγής ρυθμίστηκαν ώστε να ευνοήσουν το σχηματισμό καταβολών (Πίνακες 10-14). Για να εξασφαλιστεί υψηλό ποσοστό υγρασίας, κάθε βάζακι τοποθετήθηκε μέσα σε ειδική μικρή διάφανη σακούλα όπου γινότανε καθημερινός ψεκασμός νερού (moist chamber). Μετά από 5 – 10 ημέρες (ανάλογα με το στέλεχος και την πρόοδο του σχηματισμού καταβολών) οι συνθήκες περιβάλλοντος άλλαξαν ώστε να ευνοηθεί ο σχηματισμός καρποφοριών (Πίνακες 10-14).

Η περίοδος συγκομιδής των καρποφοριών έδωσε δύο κύματα παραγωγής (flushes) ανά στέλεχος και η συλλογή τωνμανιταριών πραγματοποιούταν πριν την πλήρη τους ωρίμανση.

Ειδικότερα, οι παράμετροι ανάπτυξης για κάθε στάδιο που απαιτεί κάθε στέλεχος ξεχωριστά δίνονται στους παρακάτω πίνακες (Zervakis & Balis 1992, Stamets 1993).

**Πίνακας 10:** Απαιτούμενες περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης και παραγωγής καρποφοριών του μύκητα *P. eryngii*

	ΕΠΩΑΣΗ	ΚΑΤΑΒΟΛΕΣ	ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	24°C	10-15°C	15-21°C
ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	90-95%	95-100%	85-90%
ΔΙΑΡΚΕΙΑ	12-16 ημέρες	4-5 ημέρες	4-8 ημέρες
CO <sub>2</sub>	5.000-20.000 ppm	500-1.000 ppm	<2.000 ppm
ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ	1 ανά ώρα	4-8 ανά ώρα	4-5 ανά ώρα
ΦΩΣ	—	500-1.000 lux	500-1.000 lux

**Πίνακας 11:** Απαιτούμενες περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης και παραγωγής καρποφοριών του μύκητα *P. pulmonarius*

	<b>ΕΠΩΑΣΗ</b>	<b>ΚΑΤΑΒΟΛΕΣ</b>	<b>ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑ</b>
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	24-29°C	10-24°C	18-24°C
ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	90-100°C	90-100°C	85-90°C
ΔΙΑΡΚΕΙΑ	8-14 ημέρες	3-5 ημέρες	3-5 ημέρες
CO <sub>2</sub>	>5.000 ppm	400-800 ppm	400-800 ppm
ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ	1 ανά ώρα	5-7 ανά ώρα	5-7 ανά ώρα
ΦΩΣ	---	1.000-1500 lux	1.000-1500 lux

**Πίνακας 12:** Απαιτούμενες περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης και παραγωγής καρποφοριών του μύκητα *A. auricula-judae*.

	<b>ΕΠΩΑΣΗ</b>	<b>ΚΑΤΑΒΟΛΕΣ</b>	<b>ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑ</b>
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	24-30°C	12-20°C	21-30°C
ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	90-95°C	90-100°C	85-90°C
ΔΙΑΡΚΕΙΑ	25-40 ημέρες	5-10 ημέρες	5-7 ημέρες
CO <sub>2</sub>	5.000-20.000 ppm	600-1.000 ppm	2.000-5.000 ppm
ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ	1 ανά ώρα	5-8 ανά ώρα	4-5 ανά ώρα
ΦΩΣ	---	500-1.000 lux	500-1.000 lux

**Πίνακας 13:** Απαιτούμενες περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης και παραγωγής καρποφοριών του μύκητα *A. aegerita*.

	ΕΠΩΑΣΗ	ΚΑΤΑΒΟΛΕΣ	ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	21-27°C	10-16°C	13-18°C
ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	95-100°C	95-100°C	90-95°C
ΔΙΑΡΚΕΙΑ	20-28 ημέρες	7-14 ημερες	4-6 ημέρες
CO <sub>2</sub>	>20.000 ppm	<2.000 ppm	<2.000 ppm
ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ	1 ανά ώρα	4-8 ανά ώρα	4-8 ανά ώρα
ΦΩΣ	—	500-1.000 lux	500-1.000 lux

**Πίνακας 14:** Απαιτούμενες περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης και παραγωγής καρποφοριών του μύκητα *L. edodes*.

	ΕΠΩΑΣΗ	ΚΑΤΑΒΟΛΕΣ	ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	21-27°C	10-16°C	16-18°C
ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	95-100°C	95-100°C	60-80°C
ΔΙΑΡΚΕΙΑ	35-37 ημέρες	5-7 ημερες	5-8 ημέρες
CO <sub>2</sub>	>10.000 ppm	<1.000 ppm	<1.000 pp
ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ	1 ανά ώρα	4-7 ανά ώρα	4-8 ανά ώρα
ΦΩΣ	50-100 lux	500-2.000 lux	500-2.000 lux

## 6.5 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

Στην προσπάθεια να εκτιμηθούν και να συγκριθούν τα υποστρώματα άχυρου και πυρηνόξυλου αλλά και να αξιολογηθούν τα στελέχη *P. pulmonarius*, *P. eryngii*, *A. aegerita*, *L. edodes*, σε σχέση με την καλλιεργητική τους απόδοση επιλέχτηκαν μια σειρά από χαρακτήρες όπως η πρωιμότητα, το ύψος της παραγωγής, η βιολογική αποδοτικότητα, το μέσο βάρος καρποφοριών, η παραγωγή ανά κύμα.

Ως πρωιμότητα ορίστηκε η χρονική περίοδος που μεσολάβησε μεταξύ του εμβολιασμού και της πρώτης εμφάνισης των καταβολών των καρποφοριών. Μετά τη συγκομιδή υπολογίστηκε το συνολικό βάρος μανιταριών κάθε στελέχους (ύψος παραγωγής) και η βιολογική αποδοτικότητα η οποία ορίστηκε σαν το λόγο επί τοις εκατό του νωπού βάρους των καρποφοριών προς το νωπό βάρος του αρχικού υποστρώματος. Το μέσο βάρος καρποφοριών δίνεται από το λόγο του συνολικού βάρους καρποφοριών ανά κύμα κάθε στελέχους προς τον αριθμό των καρποφοριών.

Όσον αφορά τα άλλα δύο υποστρώματα που δημιουργήθηκαν με βάση το αποβλητό των ελαιοτριβείων δύο φάσεων (ελαιοπυρηνόλυμα) εκτιμήθηκε ο βαθμός αποικισμού του υποστρώματος από τα στελέχη *P. eryngii*, *L. edodes*, *A. aegerita*, *A. auricula - judae*. Οι παρατηρήσεις για τα αποτελέσματα ανάπτυξης του μυκηλίου έγιναν για χρονικό διάστημα τριών μηνών.



## 7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ:

Μελετήθηκαν 4 διαφορετικά υποπροϊόντα γεωργικής προέλευσης: άχυρο (ΑΧΥΡ), πυρηνόξυλο (ΠΥΡΝ), απόβλητο ελαιοτριβείων 2 φάσεων (ΑΕΠ<sub>1</sub>, ΑΕΠ<sub>2</sub>) ως προς τη δυνατότητα τους να χρησιμεύσουν για την καλλιέργεια διαφορετικών ειδών εδώδιμων μανιταριών.

Στο παρελθόν είχαν γίνει προσπάθειες για βιοαποδόμηση των αποβλήτων ελαιουργείων τριών φάσεων με χρήση μυκήτων. Μύκητες που ανήκουν στα γένη *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* και *Puccinoporus* παρήγαγαν μεγάλες ποσότητες βιομάζας αποδομώντας τα πολυφαινολικά συστατικά των αποβλήτων ελαιοτριβείων (Saiz – Jimenez, Gomez – Alarcon 1986, Martinez – Nieto et al 1992). Η ικανότητα των μυκήτων λευκής σήψης να βιοαποδομούν φαινολικές ουσίες μεγάλου μοριακού βάρους, "συγγενείς" με τη λιγνίνη, αξιοποιήθηκε για τον αποχρωματισμό και την αποτοξικοποίηση ρυπογόνων ουσιών. Στα πλαίσια αυτής της προσέγγισης και με στόχο την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας τα είδη των μυκήτων *Pleurotus* έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί με επιτυχία. Αρχικά για να αποδόμησησουν το υγρό απόβλητο ελαιοτριβείων, για να παράγουν μυκηλιακή βιομάζα (Galli et al. 1998, Tomati et al. 1991) και αργότερα μανιτάρια (Zervakis et al. 1996). Επιπρόσθετα, το είδος *Lentinula edodes* αναπτύχθηκε καλά στο ίδιο υγρό μέσο μειώνοντας την συγκέντρωση των φαινολικών (Grapelli et al. 1991). Στο παρελθόν, σε πολύ λίγες περιπτώσεις υποπροϊόντα της βιομηχανίας του ελαιολάδου όπως ο εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας χρησιμοποιήθηκαν ως μέσο ανάπτυξης μυκήτων (Karapinar & Worgan. 1983). Πρόσφατα παράχθηκαν μανιτάρια του είδους *Pleurotus*, χρησιμοποιώντας σαν υπόστρωμα εκχυλισμένο ελαιοπυρήνα, αναδεικνύοντάς τον σαν ένα εναλλακτικό μέσο καλλιέργειας (Zervakis & Balis 1996).

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εξετάστηκε για πρώτη φορά το απόβλητο ελαιοτριβείων δύο φάσεων ως υπόστρωμα ανάπτυξης-καλλιέργειας

εδώδιμων μακρομυκήτων αφού τόσο η χημική του σύσταση όσο και η περιεκτικότητά του σε υγρασία φαινόταν να μπορούν να προσφέρουν μια διέξοδο στο πρόβλημα διαχείρισης του με την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας. Ο σκοπός του πειράματος ήταν να διαπιστωθεί αν ήταν εφικτός ο αποικισμός του ελαιοπυρηνόλυματος από το μυκήλιο επιλεγμένων ειδών Βασιδιομυκήτων.

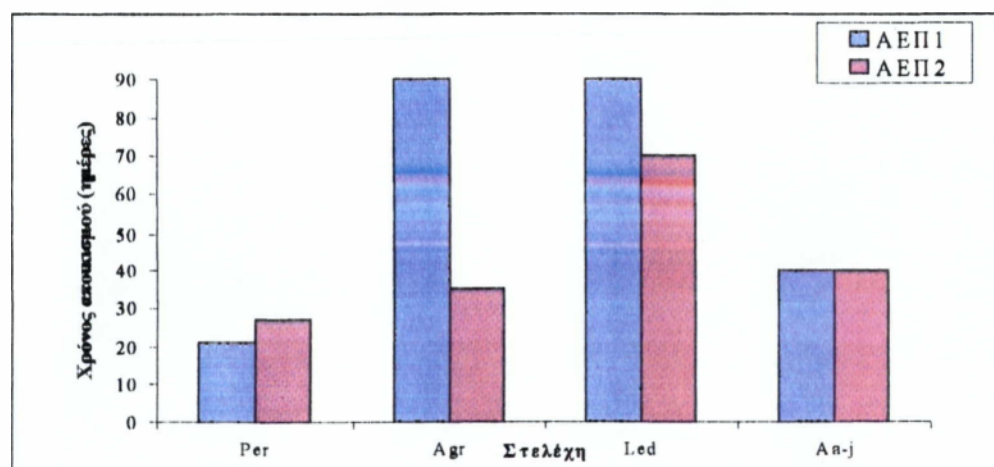
Σε πρώτο στάδιο, εξετάσθηκαν πέντε διαφορετικά είδη Βασιδιομυκήτων που ανήκαν σε τρία διαφορετικά γένη όσον αφορά την ικανότητά τους να αποικίσουν το ελαιοπυρηνόλυμα, (ακατέργαστο: ΑΕΠ<sub>1</sub> ή κομποστοποιημένο: ΑΕΠ<sub>2</sub> αναμιγμένο με ίσες ποσότητες πυρηνόξυλου). Όλα τα είδη που εξετάσθηκαν αποίκησαν γρηγορότερα το ΑΕΠ<sub>2</sub> απ' ό,τι το ΑΕΠ<sub>1</sub> (Πίνακας 16), και μόνο σε μία περίπτωση στον ίδιο περίπου χρόνο. Ο χειρισμός της κομποστοποίησης που προηγήθηκε και διήρκησε δύο εβδομάδες, αποτοξικοποίησε μερικώς το ελαιοπυρηνόλυμα και ταυτόχρονα το εμπλούτισε με ευκόλως αφομοιώσιμες ουσίες λόγω της δράσης θερμοφίλων μικροοργανισμών. Εξασφαλίστηκε επίσης, η παρουσία πρόδρομων ενώσεων, που λειτούργησαν επαγωγικά διευκολύνοντας τη δραστηριότητα του λιγνολυτικού ενζυμικού συστήματος των μυκήτων λευκής σήψης (Bumbus et al. 1985, Faison & Kirk 1985). Έτσι, οι οργανισμοί αυτής της κατηγορίας αναπτύχθηκαν σε σημαντικά μικρότερο χρονικό διάστημα στα υποστρώματα με βάση το ελαιοπυρηνόλυμα. Πιο συγκεκριμένα το *Pleurotus eryngii* ολοκλήρωσε τον αποικισμό σε 21-25 ημέρες, ενώ το *Auricularia auricula-judae* χρειάστηκε τον ίδιο χρόνο, δηλαδή 40 περίπου ημέρες και για τα δύο υποστρώματα. Αξιοσημείωτα ήταν τα πειραματικά δεδομένα του *Lentinula edodes* το οποίο χρειάστηκε 90 ημέρες για να αποικίσει το ακατέργαστο ΑΕΠ<sub>1</sub> υλικό και 70 ημέρες για το ΑΕΠ<sub>2</sub> λόγω της συγκριτικά μεγαλύτερης διάρκειας του βιολογικού του κύκλου. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα που έδωσε το είδος *Agrocybe aegerita* το οποίο ανήκει στην ομάδα μυκήτων φαιάς σήψης, καθώς εμφάνισε μεγάλη διαφορά στο χρόνο αποικισμού των δύο υποστρωμάτων. Έτσι, ενώ η περίοδος αποικισμού του

ΑΕΠ<sub>1</sub> υποστρώματος ήταν περίπου 90 ημέρες, για το ΑΕΠ<sub>2</sub> χρειάστηκαν μόλις 35 ημέρες. Το *Agrocybe aegerita* παρουσιάζει ιδιαίτερες ενζυματικές ιδιότητες οι οποίες δεν ευνοούνται απ' τις υψηλές συγκεντρώσεις σε λιγνινομακρομόρια που υπάρχουν στο ακατέργαστο υλικό. Μόνο στην περίπτωση του *Agrocybe aegerita* παράχθηκαν με αφθονία καρποφορίες μέσα στις κωνικές φιάλες με το ΑΕΠ<sub>2</sub>, μετά από μία περίοδο 45 ημερών από την ημέρα εμβολιασμού, ενώ τα υπόλοιπα είδη σχημάτισαν καταβολές οι οποίες δεν αναπτύχθηκαν εξαιτίας της έλλειψης των κατάλληλων περιβαλλοντικών και πιθανότατα τροφικών συνθηκών.

Στον Πίνακα 15 που ακολουθεί αναφέρεται το χρονικό διάστημα σε ημέρες που χρειάστηκε κάθε στέλεχος για πλήρη αποικισμό των υποστρωμάτων με βάση το ελαιοπυρηνόλυμα ( ΑΕΠ<sub>1</sub> και ΑΕΠ<sub>2</sub> με ίσες ποσότητες πυρηνόξυλου).

**Πίνακας 15:** Χρόνος ολοκλήρωσης του αποικισμού (ημέρες) των δυο υποστρωμάτων με βάση το ελαιοπυρηνόλυμα (ΑΕΠ<sub>1</sub> και ΑΕΠ<sub>2</sub>) από το μυκήλιο 5 ειδών Βασιδιομυκήτων.

Είδη	ΑΕΠ <sub>1</sub>	ΑΕΠ <sub>2</sub>
<i>Pleurotus eryngii</i> P63	21±0	27±2
<i>Agrocybe aegerita</i> IK10	90±4	35±1
<i>Lentinula edodes</i> SIEF 0231	90±5	70±4
<i>Auricularia auricula-judae</i> IK11	40±1	40±2



**Διάγραμμα 1:** Χρόνος ολοκλήρωσης αποικισμού (ημέρες) των δύο υποστρωμάτων με βάση το ελαιοπυρηνόλυμα (ΑΕΠ<sub>1</sub>, ΑΕΠ<sub>2</sub>) από τα στελέχη *Pleurotus eryngii* (Per), *Agrocybe aegerita* (Agr), *Lentinula edodes* (Led), *Auricularia auricula judae* (Aa-j).

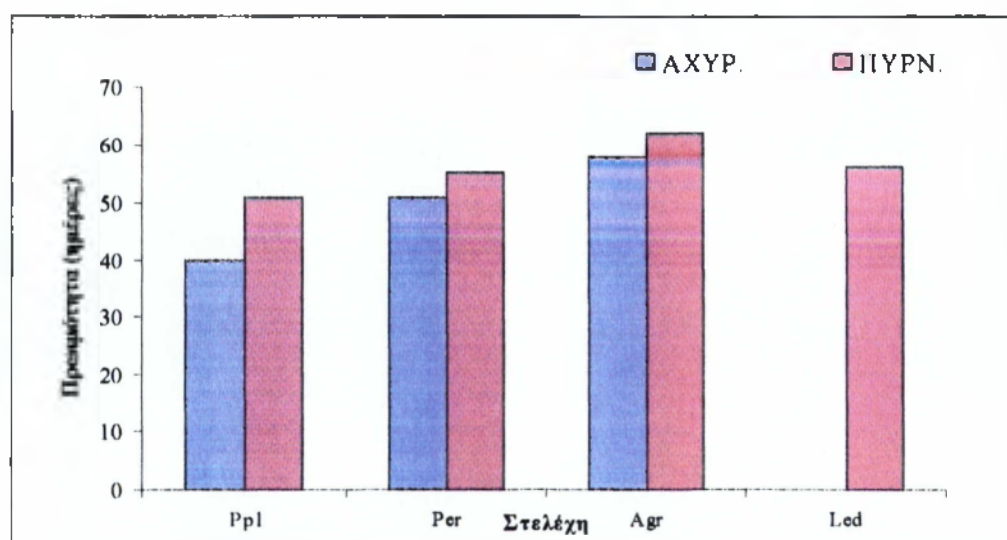
Οι παραπάνω μετρήσεις δείχνουν ότι το ελαιοπυρηνόλυμα μπορεί να αποικισθεί από το μυκήλιο εδάδιμων ειδών μανιταριών σε χρόνους που είναι συγκρίσιμοι με εκείνους που παρατηρούνται στα συμβατικά υποστρώματα καλλιέργειας (ειδικά όσον αφορά τα είδη *Pleurotus*, *Lentinula edodes* και *Auricularia auricula-judae*). Γενικά καλύτερο εμφανίστηκε το υπόστρωμα ΑΕΠ<sub>2</sub> (ειδικά όσον αφορά το *Pleurotus ostreatus*, *Agrocybe aegerita* και το *Lentinula edodes*), στο οποίο επιπλέον καταγράφηκε παραγωγή καρποφοριών του είδους *Agrocybe aegerita*.

Στο δεύτερο μέρος αυτής της εργασίας έγιναν δοκιμές καλλιέργειας των *Pleurotus pulmonarius* P26, *Pleurotus eryngii* P63, *Agrocybe aegerita* IK10, *Lentinula edodes* SIEF 0231 σε δύο υποστρώματα: ένα συμβατικό με βάση το άχυρο (ΑΧΥΡ) και ένα μη συμβατικό με βάση τον εκχυλισμένο ελαιοπυρήνα (ΠΥΡΝ) (και τα δύο υποστρώματα συμπληρώθηκαν με ποσότητα πίτουρου σε αναλογία 5:1). Ο εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας εξετάστηκε για πρώτη φορά ως υπόστρωμα για την παραγωγή εδάδιμων μανιταριών *Agrocybe aegerita* και *Lentinula edodes*. Μελετήθηκαν καλλιεργητικοί χαρακτήρες όπως η πρωιμότητα, το ύψος παραγωγής, η παραγωγή ανά κύμα και η βιολογική αποδοτικότητα. Σε γενικές γραμμές το άχυρο φάνηκε να πλεονεκτεί σαν υπόστρωμα σε σχέση με το πυρηνόξυλο.

Η πρώτη παράμετρος που εκτιμήθηκε ήταν η πρωιμότητα, δηλαδή μετά από πόσες ημέρες από τον εμβολιασμό των υποστρωμάτων έκαναν την εμφάνισή τους οι πρώτες καταβολές καρποφοριών. Στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται οι τιμές της πρωιμότητας που έδωσε κάθε είδος ξεχωριστά, τόσο για το πρώτο όσο και για το δεύτερο κύμα καρποφορίας σε κάθε υπόστρωμα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε το μικρό χρονικό διάστημα που χρειάστηκε για να παραχθούν καταβολές.

**Πίνακας 16:** Πρωιμότητα (ημέρες) των στελεχών *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus eryngii*, *Agrocybe aegerita* και *Lentinula edodes*, τα οποία καλλιεργήθηκαν σε υποστρώματα με βάση το άχυρο και το πυρηνόξυλο.

Είδη	Άχυρο		Πυρηνόξυλο	
	α κύμα	β κύμα	α κύμα	β κύμα
<i>P. pulmonarius</i> P26	31	49	44	58
<i>P. eryngii</i> P63	39	63	48	62
<i>A. aegerita</i> IK10	50	65	62	—
<i>L. edodes</i> SIEF0231	—	—	56	—



**Διάγραμμα 2:** Πρωιμότητα (ημέρες) των στελεχών *Pleurotus pulmonarius* (Ppl), *Pleurotus eryngii* (Per), *Agrocybe aegerita* (Agr) και *Lentinula edodes* (Led), σε υποστρώματα με βάση το άχυρο και το πυρηνόξυλο.

Γενικά, οι τιμές της πρωιμότητας ήταν αυξημένες από 9 έως 13 ημέρες περισσότερο στο πυρηνόξυλο απ' ό τι στο άχυρο (λιγότερο στο *P. eryngii* και περισσότερο στο *P. pulmonarius*). Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 16 το στέλεχος του *P. pulmonarius* ήταν το πιο πρώιμο απ' όλα τα στελέχη και στα δύο υποστρώματα. Οι πρώτες του καταβολές εμφανίστηκαν στο άχυρο στις 31 ημέρες και στο πυρηνόξυλο στις 44 ημέρες. Ακολούθησε το *P. eryngii* δίνοντας τις πρώτες καταβολές στο άχυρο στις 39 ημέρες και στο πυρηνόξυλο στις 48 ημέρες, από την ημέρα εμβολιασμού του. Το *Agrocybe aegerita* αποδείχθηκε το πιο όψιμο τόσο στο άχυρο όσο και στο πυρηνόξυλο αφού χρειάστηκε 50 και 62 ημέρες αντίστοιχα για να δώσει καταβολές. Το στέλεχος *Lentinula edodes* δεν κατάφερε να δώσει καταβολές στο άχυρο ενώ στο πυρηνόξυλο έδωσε μετά από 56 ημέρες απ' τον εμβολιασμό του.

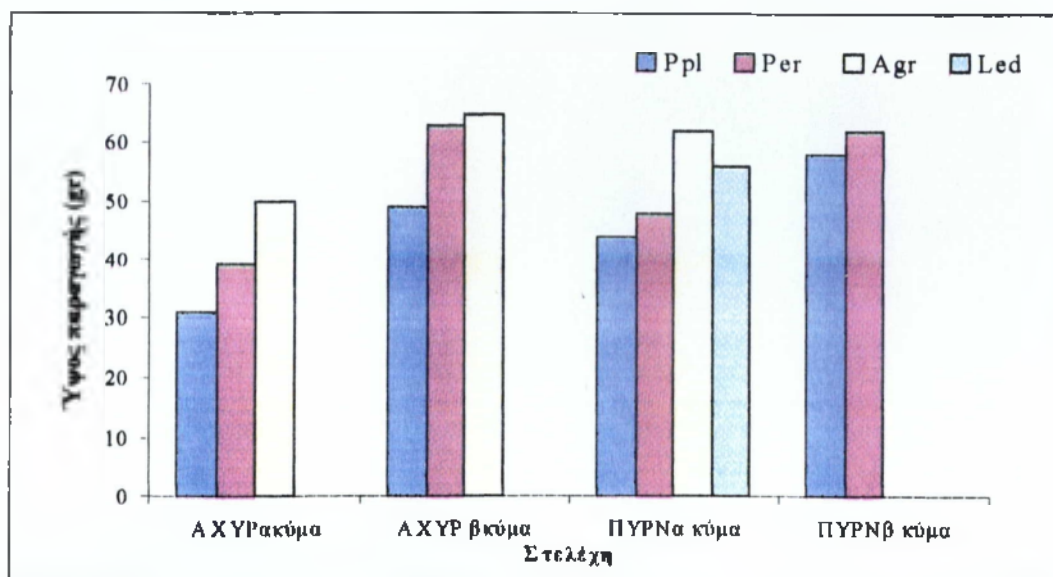
Το ύψος παραγωγής και η βιολογική αποδοτικότητα ήταν σχετικά συγκρίσιμες (και για τα δύο υποστρώματα) μόνο στην περίπτωση του *Pleurotus eryngii*, ενώ για το *Agrocybe aegerita* και το *Pleurotus pulmonarius* η βιολογική αποδοτικότητα ήταν 3 με 4 φορές μεγαλύτερη στο άχυρο. Το στέλεχος *Lentinula edodes* δεν έδωσε καρποφορίες στο άχυρο, αλλά αντίθετα έδειξε ικανοποιητικά αποτελέσματα στο πυρηνόξυλο.

Όσο αφορά το ύψος της παραγωγής μανιταριών είναι φανερό ότι ήταν μεγαλύτερο στο άχυρο και περίπου το ίδιο για όλα τα στελέχη απ' ό τι στο πυρηνόξυλο. Στον Πίνακα 17 δίνεται το ύψος της παραγωγής (gr) που έδωσε κάθε στέλεχος ξεχωριστά.

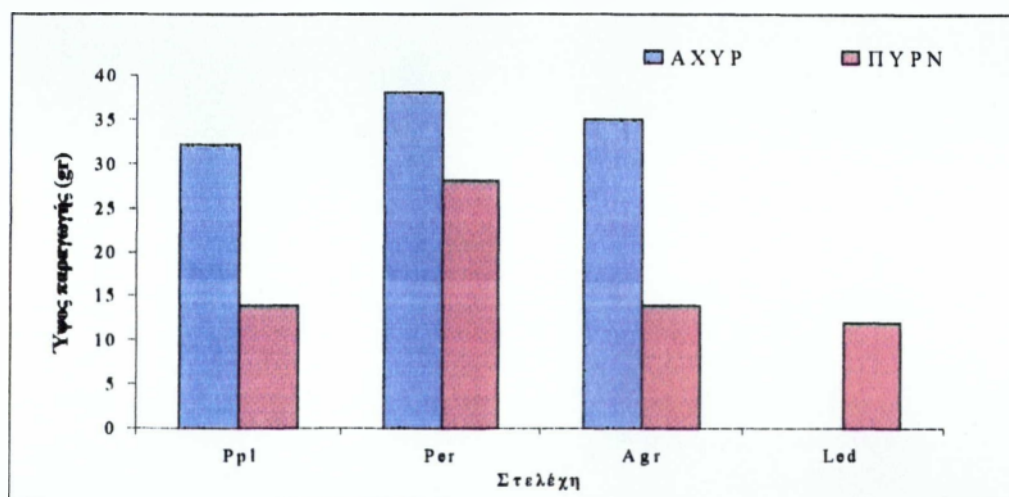
**Πίνακας 17:** Η παραγωγή/ κύμα (gr), η συνολική παραγωγή (gr) και η μέση παραγωγή/ κύμα (gr) για κάθε στέλεχος Βασιδιομύκητα στα υποστρώματα άχυρο και πυρηνόξυλο.

Υπόστρωμα Κύμα	Άχυρο		Πυρηνόξυλο		Συνολική παραγωγή (gr)		Μέση παραγωγή /κύμα (gr)	
	A	B	A	B	Άχυρο	Πυρηνόξυλο	Άχυρο	Πυρηνόξυλο
<i>P. pulmonarius</i>	21 65,6 %	11 34,4%	9 64,0 %	5 36,0 %	32	14	16	7
<i>P. eryngii</i>	34 89,5%	4 10,5%	19 68,0 %	9 32,0 %	38	28	19	14
<i>A. asperita</i>	28 80,0 %	7 20,0 %	14 61,0 %	9 39,0 %	35	23	17,5	11,5
<i>L. edodes</i>	0	0	12 100%	0	0	12	0	12





**Διάγραμμα 3:** Ύψος παραγωγής / κόμα (gr) των στελεχών *Pleurotus pulmonarius* (Ppl), *Pleurotus eryngii* (Per), *Agrocybe aegerita* (Agr) και *Lentinula edodes* (Led), σε υποστρώματα άχυρου και πυρηνόξυλου.



**Διάγραμμα 4:** Ύψος παραγωγής μανιταριών (gr) των στελεχών *Pleurotus pulmonarius* (Ppl), *Pleurotus eryngii* (Per), *Agrocybe aegerita* (Agr) και *Lentinula edodes* (Led), σε υποστρώματα άχυρου και πυρηνόξυλου.

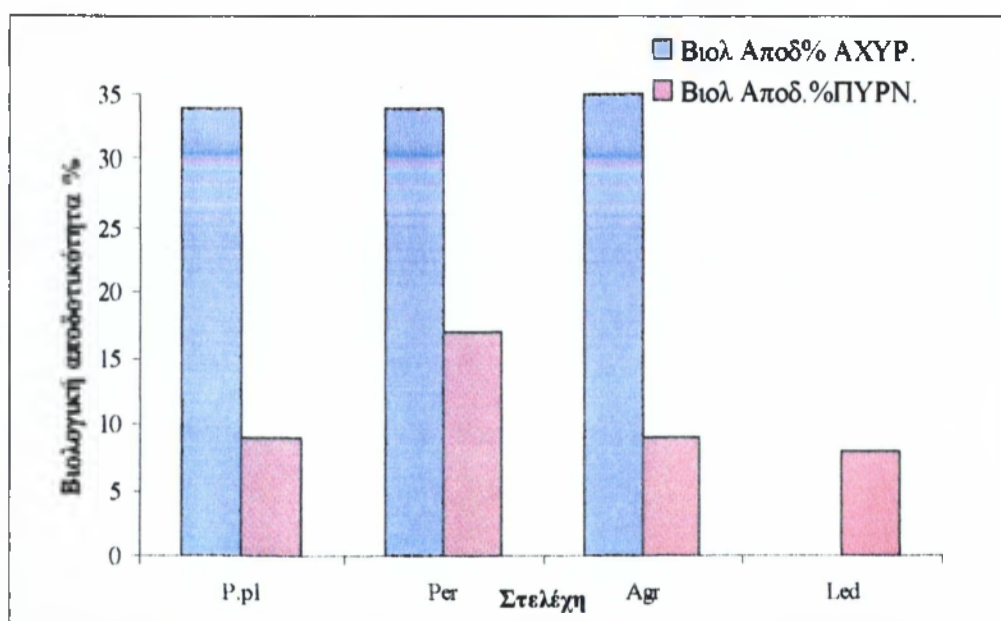
Είναι φανερό ότι το ύψος παραγωγής ήταν μεγαλύτερο στο άχυρο εκτός απ' την περίπτωση του *Lentinula edodes* το οποίο καρποφόρησε μόνο στο πυρηνόξυλο. Ειδικότερα το πιο αποδοτικό ήταν το *Pleurotus eryngii*, ακολούθησε το *Agrocybe aegerita* και το *P. pulmonarius* με πολύ μικρές διαφορές στα ύψη παραγωγής. Μόνο το *L. edodes* δεν καρποφόρησε στο άχυρο. Όσον αφορά το πυρηνόξυλο οι τιμές ήταν συγκριτικά χαμηλότερες, με το *P. eryngii* να δίνει σημαντικά μεγαλύτερη παραγωγή από τα *P. pulmonarius* και *A. aegerita*, ενώ ικανοποιητικά χαρακτηρίζονται και τα αποτελέσματα που έδωσε το *Lentinula edodes*.

Σχετικά με τη διαβάθμιση της παραγωγής ανά κύμα δεν υπήρξαν διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα δύο υποστρώματα, αφού για όλα τα στελέχη που εξετάστηκαν το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής παραγωγής σημειώθηκε στο πρώτο κύμα καρποφορίας (Πίνακας 18). Για παράδειγμα, εκτός απ' το *Lentinula edodes* που έδωσε ένα μόνο κύμα παραγωγής στο πυρηνόξυλο και κανένα στο άχυρο, τα *P. pulmonarius* και *P. eryngii* παρουσίασαν ποσοστά παραγωγής στο πυρηνόξυλο 64%-68% αντίστοιχα στο πρώτο κύμα και 36%-32% στο δεύτερο.

Μελετήθηκε τέλος η βιολογική αποδοτικότητα για όλα τα στελέχη και για τα δύο υποστρώματα άχυρο και πυρηνόξυλο. Η μεγαλύτερη βιολογική αποδοτικότητα σημειώθηκε στο άχυρο από το *Agrocybe aegerita* (35%) με ελάχιστη διαφορά από τα *P. eryngii* και *P. pulmonarius* (34%). Όσον αναφορά το πυρηνόξυλο, το *P. eryngii* παρουσίασε τη μεγαλύτερη βιολογική αποδοτικότητα (17%), ακολούθησαν το *Agrocybe aegerita* και το *P. pulmonarius* (9%) και το *Lentinula edodes* (8%) (Πίνακας 18).

**Πίνακας 18:** Βιολογική αποδοτικότητα των στελεχών *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus eryngii*, *Agrocybe aegerita* και *Lentinula edodes* σε υποστρώματα με βάση το άχυρο και το πυρηνόξυλο.

Είδος	Άχυρο	Πυρηνόξυλο
<i>P. pulmonarius</i> P26	34	9
<i>P. eryngii</i> P63	34	17
<i>A. aegerita</i> IK10	35	9
<i>L. edodes</i> SIEF0231	—	8



**Διάγραμμα 5:** Βιολογική αποδοτικότητα (%) των στελεχών *Pleurotus pulmonarius* (Ppl), *Pleurotus eryngii* (Per), *Agrocybe aegerita* (Agr) και *Lentinula edodes* (Led) σε υποστρώματα άχυρου και πυρηνόξυλο.

Η βιολογική αποδοτικότητα μπορεί να βελτιωθεί με ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών και κατάλληλη σύσταση του υποστρώματος. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα πειράματα παραγωγής μανιταριών που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, υλοποιήθηκαν εντός του ίδιου θαλάμου καλλιέργειας. Έτσι δεν έγινε δυνατή η εξασφάλιση των βέλτιστων περιβαλλοντικών συνθηκών για κάθε είδος μανιταριού με προφανείς δυσμενείς επιδράσεις στις τελικές τιμές των αποτελεσμάτων. Από την άλλη πλευρά, οι οργανοληπτικές ιδιότητες των μανιταριών που παράχθηκαν ήταν εξαιρετικές και για τα δύο υποστρώματα που εξετάστηκαν.

Στο παρελθόν διάφοροι ερευνητές χρησιμοποίησαν υποπροϊόντα αγροτοβιομηχανιών σαν υπόστρωμα για την καλλιέργεια διαφόρων ειδών μακρομυκήτων. Οι Silanikove et al. (1988) χρησιμοποίησαν στελέχη βαμβακιού μαζί με άχυρο σιταριού για την ανάπτυξη *Pleurotus* με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η μεγαλύτερη παραγωγή παρατηρήθηκε όταν το υπόστρωμα αποτελείτο από 50% άχυρο σιταριού και 50% στελέχη βαμβακιού. Μετά την καλλιέργεια το εξαντλημένο υπόστρωμα ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή. Αυτό οφείλεται στο σημαντικό εμπλουτισμό του σε πρωτεΐνη (λόγω του αποικισμού του από το μυκήλιο του μανιταριού) και στην αύξηση της πεπτικότητας του εξ' αιτίας της επιλεκτικής βιοαποδόμησης της λιγνίνης.

Επίσης στέλεχος του *P. ostreatus* αναπτύχθηκε σε υπόστρωμα με βάση υπολείμματα που προέρχονται από τη διαδικασία εξαγωγής ζάχαρης από ζαχαροκάλαμο και αποδείχθηκε ότι αυτό όταν εμπλουτισθεί με πολύ από καφέ και άχυρο κριθαριού (λόγω του χαμηλού αζώτου που περιέχει) μπορεί να δώσει καλή παραγωγή και μεγάλους δείκτες βιολογικής αποδοτικότητας (Martinez-Carrera et al. 1990).

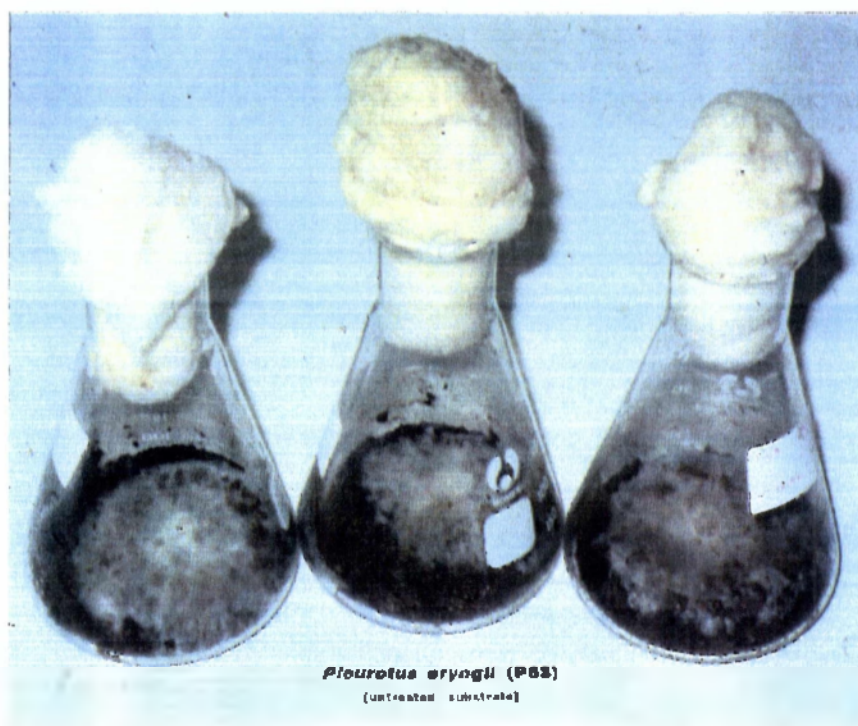
Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας με αυτά προηγούμενων ερευνών, που χρησιμοποίησαν υποπροϊόντα αγροτοβιομηχανιών ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια ειδών *Pleurotus*, και στελεχών του *Agrocybe aegeria* φαίνεται ότι τα υπολείμματα δημητριακών αλλά και οι σπάδικες

καλαμποκιού δίνουν παραγωγή υψηλότερη και μεγαλύτερους δείκτες βιολογικής αποδοτικότητας σε σχέση με τις τιμές που έδωσε το πυρηνόξυλο. Αντίθετα, οι τιμές της πρωιμότητας κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα ανεξάρτητα απ' το μέσο καλλιέργειας. Συγκριτικά με το πυρηνόξυλο οι καρποφορίες εμφανίστηκαν πιο γρήγορα στο υπόστρωμα με τον αραβόσιτο, ενώ το υπόστρωμα με το εμπλουτισμένο σιτάρι έδωσε μεγαλύτερη παραγωγή καρποφοριών (Imbermon et al. 1983, Royses et al. 1991, Zervakis & Balis 1992, Zadrzil 1994, Zervakis et al. 1996). Αντίθετα το πυρηνόξυλο φαίνεται να είναι ιδανικό υπόστρωμα για την καλλιέργεια του *Lenzula edodes* πιθανόν λόγω των ομοιοτήτων που παρουσιάζει η σύνθεση και σύστασή του με τα υποστρώματα πριονιδίου που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για την καλλιέργεια του συγκεκριμένου μανιταριού (Wood and Smith 1987, Delpech and Olivier 1991).

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι το απόβλητο ελαιοτριβείων δύο φασεων και το πυρηνόξυλο αποτελούν δύο εναλλακτικά υποστρώματα για την καλλιέργεια νέων “εξωτικών” ειδών μανιταριών όπως το *Agrocybe aegerita*, το *Auricularia auricula – judae* και το *Lenzula edodes*.

Τα παραπάνω είδη μαζί με ορισμένα είδη *Pleurotus* έχουν μεγάλο καλλιεργητικό ενδιαφέρον και πολύ καλά οργανοληπτικά συστατικά, όμως η εμπορική παραγωγή τους δεν είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένη. Στο πειραματικό μέρος αυτής της εργασίας αποδείχθηκε ότι τα παραπάνω είδη είναι ικανά να βιοαποδομήσουν αγροτικά παραπροϊόντα ή και απόβλητα της ελαιουργικής βιομηχανίας χαμηλής οικονομικής αξίας και να τα αξιοποιήσουν παράγοντας προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας όπως τα μανιτάρια. Από την παραπάνω μελέτη είναι φανερό επίσης ότι κάθε ένα από τα στελέχη που εξετάστηκαν παρουσιάζει και ξεχωριστές καλλιεργητικές απαιτήσεις για τον αποικισμό τέτοιων υποστρωμάτων. Έτσι, απαιτείται εντατικοποίηση της σχετικής έρευνας προς τη κατεύθυνση βελτίωσης των υποστρωμάτων καλλιέργειας και των συνθηκών παραγωγής, ώστε να προκύψει μια εμπορικά εκμεταλλεύσιμη μεθοδολογία.

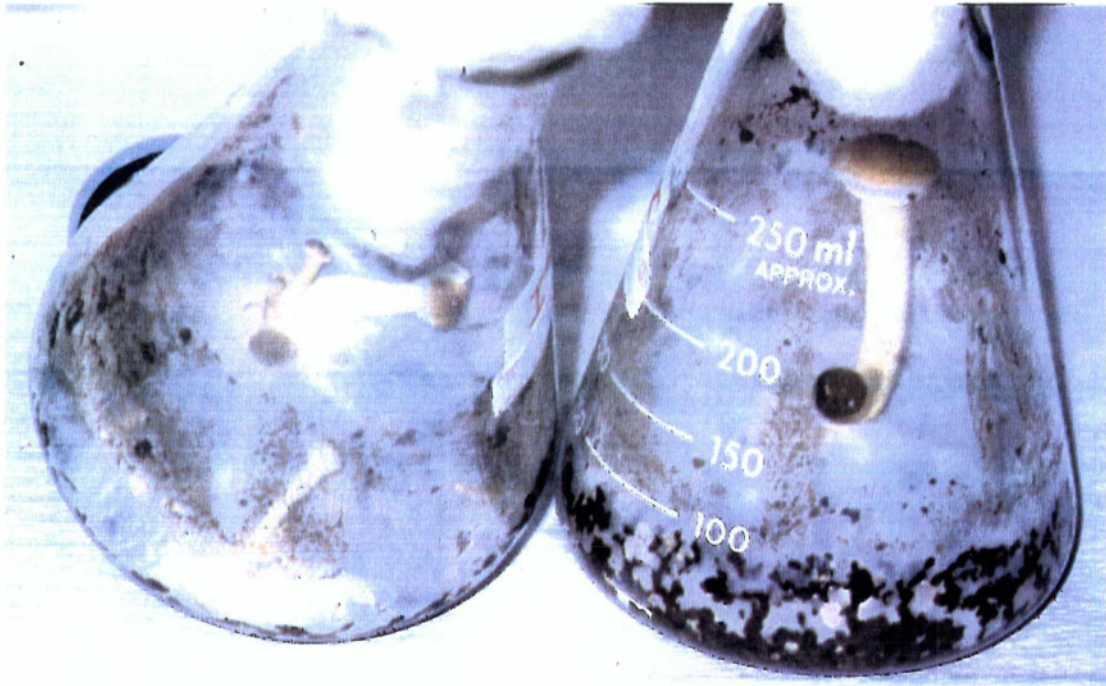
# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ



Εικόνα 1. Καλλιέργεια μυκήτων του είδους *Pleurotus eryngii* σε υπόστρωμα αποτελούμενο από ελαιοπυρηνόλιμα ελαιοτριβείων δύο φάσεων.

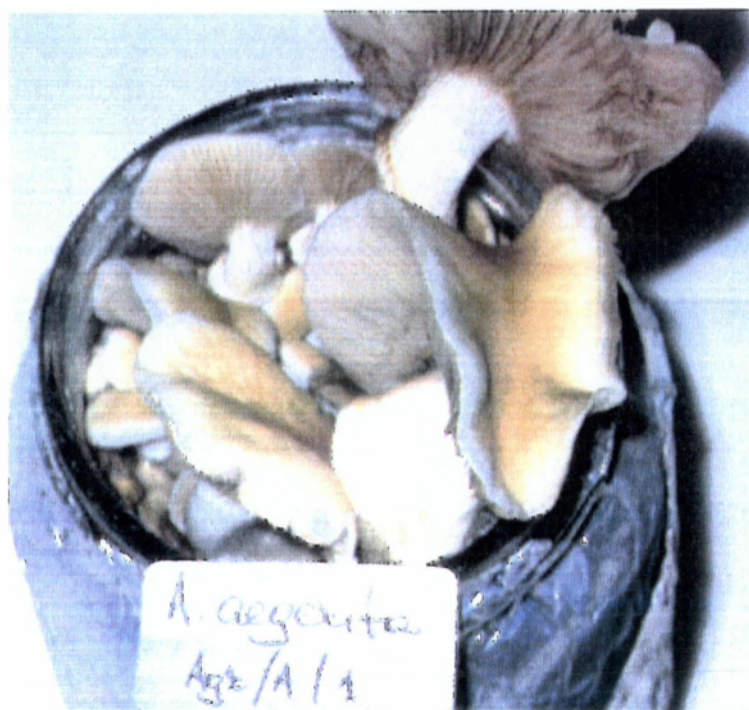


Εικόνα 2. Καλλιέργεια μυκήτων του είδους *Auricularia auricula-judae* σε υπόστρωμα αποτελούμενο από ελαιοπυρήνα ελαιοτριβείων δύο φάσεων.



Εικόνα 3. Καλλιέργεια μανιταριών του είδους *Agroclybe aegerita* σε υπόστρωμα αποτελούμενο από ελαιοπυρηνόλυμα ελαιοτριβείων δύο φάσεων.





Εικόνα 4. Καλλιέργεια μανιταριών του είδους *Agrocybe aegerita* σε υπόστρωμα με βάση το άχυρο.



Εικόνα 5. Καλλιέργεια μανιταριών του είδους *Pleurotus pulmonarius* σε υπόστρωμα με βάση το άχυρο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ander, P. & Eriksson, K.** (1978). Lignin degradation and utilization by microorganisms. In: *Progress in Industrial Microbiology*, pp. 1-58. (ed. Bull) Elsevier. Amsterdam.
- Balis, C., Flouri, F., Servis, D. & Tjerakis, C.** (1987). Study and remediation measures coping with the environmental pollution of olive mills wastewaters. *Progress Report to the Greek Ministry of Agriculture.*
- Balis, C.** (1989). The dynamics of the aerobic valorization of olive oil mills wasterwaters. (In Greek). In: *Management of olive mills wastes. Proceedings of Scientific Conference.* Irakleion. Crete, March 1989 Geotechnical chamber of Greece.
- Bombalov, G., Israllidis, C. & Tanchen, S.** (1989). Alcohol fermentation in olive oil extraction effluent. *Biological Wastes* 27, 71-75.
- Bonari, E., Marccchia, M., & Ceccarini, L.** (1993). The waste waters from olive oil extraction: their influence on the germinative characteristics of some cultivated and weed species. *Agricoltura Mediterranea* 123, 273-280.
- Bumbus, J., M. Tien, D. Wright. & S. Aust.** (1985). Oxidation of persistent environmental pollutants by a white- rot fungus. *Science* 228, 1434-1436.
- Choffel, G.** (1976). Liquid waste treatment in the vegetable processing industry-European practices. *Journal of American Oil Chemists Society* 53, 446-450.
- Chang, S.T.** (1996). Mushroom Research and Development-Equality and Mutual benefit. In: *Proceedings of the Second International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, pp. 1-10. (ed.D. Royse) Pennsylvania.
- Cochran, K.** (1978). Medical effects. In: *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*, pp. 169-187, (ed. S.T. Chang & W.A. Hayes) Academic Press, New York.

- Codounis, M. Katsaboxakis, K., & Papanicolaou, D.** (1983). Progress in the extraction and purification of anthocyanin pigments from the effluents of olive oil extracting plants. *LWT* 7, 567-572.
- Crisan, E. & Sands, A.** (1978). Nutritional value. In: *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*, pp. 137-168, (ed. S.T. Chang & W.A. Hayes). Academic Press, New York.
- Curi, C. Veliogloy, S.G. & Diamandoglou, V.** (1980). Treatment of olive oil production wastes. In: *Treatment and disposal of liquid and solid industrial wastes*, p. 189 Pergamon Press, London.
- Davis, J.B. & Reily, P.J.A.** (1980). Palm oil mill effluent. A summary of treatment methods. *Oleagineux* 35, 325.
- Delpech, P. & J. Olivier.** (1991). Cultivation of Shiitake on straw based pasteurized substrates. In: *Science and Cultivation of Edible Fungi* 13, pp. 523-528. (ed. M. Maher) Balkema, Rotterdam.
- Ercoli, E. & Ertola, R.** (1983). SCP production from olive black water. *Biotechnology Letters* 5, 457-462.
- Faison, B. & T. Kirk.** (1985). Factors involved in the regulation of a ligninase activity in *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and Environmental Microbiology* 49, 299-304.
- Fiestas Ros de Ursinos, J.A.** (1958). Alpechines. *Grasas y Aceites* 9, 126-135.
- Fiestas Ros De Ursinos, J.A.** (1961). Estudio del alpechin para su aprovechamiento industrial V. Cinetica del desarrollo de la levadura *Torulopsis utilis* en el alpechin, *Grasas y Aceites* 1257.
- Fiestas Ros de Ursinos, J.A.** (1977). Depuracion de aguas residuales en las industrias de aceitunas y aceite de oliva. *Grasas y Aceites* 28, 113-121.
- Fiestas Ros de Ursinos, J.A. & R. Borja Badilla.** (1992). Use and treatment of olive mill wastewater: Current situation and prospects in Spain. *Grasas y Aceites* 43 Fasc. 2, 101-106.

- Flouri, F., Chatjipavlidis, J., Balis, C., Servis, D. & Tjerakis, C.** (1990). Effect of olive oil mills wastes on soil fertility. In: *Tratamiento de alpechines*, Cordoba.
- Flouri, F., Soterchos, D., Ioannidou, S. & Balis, C.** (1995). Decolourization of olive oil mill liquid wastes by chemical and biological means. In: *Proceedings of the International Symposium on Olive Oil Processes and By-Products Recycling*. Granada. (In press).
- Galli, E., Tomati, U., Grapelli, A. & Buffone, R.** (1998). Recycle of olive oil waste waters for *Pleurotus* mycelium production in submerged culture. *Agrochimica* 32, 451.
- Gharsallah, N.** (1993). Production of single cell protein from olive oil mill waste waters for *Pleurotus* mycelium production in submerged culture. *Agrochimica* 32, 451.
- Giovanozzi – Sermanni, G., Luna, M.** (1981). Laccase activity of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*. *Mushroom Science* XI: 484-497.
- Gonzales, M.D., Moreno, E., Quevedo – Sarmiento, J. & Ramos – Gormenzana, A.** (1990). Studies on antibacterial activity of wastes waters from olive oil mills (alpechin): Inhibitory activity of phenolic and fatty acids. *Chemosphere* 20,423-432.
- Grappelli, A., W. Pietrosanti, L. Pasetti, & A. Carilli,** (1991). Metabolites production during the growth of *Lentinus* species on agricultural waste waters. In: *Science and Cultivation of Edible Fungi* 13. pp. 717-720 (ed. M. Maher) Balkema. Rotterdam.
- Hamdi, M., Bouhamed, H. & Ellouz, R.** (1991). Optimization of the fermentation of olive mill waste-waters by *Aspergillus niger*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 36, 285-288.
- Hammel, K.E.** (1997). Fungal degradation of lignin. In: "*Driven by nature plant litter Quality and Decomposition*" pp. 33-46, (eds. G. Cadisch and K.E. Giller) CAB INTERNATIONAL. Wye College. University of London.

- Hartmann, H.T. & Bugas, P.C.** (1970). Olive Production in Greece. *Economic Botany* 24,443.
- Hernandez, E. & Mendoza, M.D.** (1976). Production de acido giberilico por *Giberella fujikuroi* en substratos que contienen pulpa de aceituna, aceite de oliva o subproductos de la extraccion de este ultimo. *Revista de Agroquimica y Tecnologia de Alimentos* 16, 357.
- Imbernon, M., Brian, C. & Granit, S.** (1983) New strains of *Pleurotus*. *Mushroom Journal* 124, 117-123.
- Karapinar, M., & J.T. Worgan.** (1983). Bioprotein production from the waste products of olive oil extraction. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 33, 185-188.
- Kerem, Z., Friesem, D. & Hadar, Y.** (1992). Lignocellulose degradation during solid state fermentation: *Pleurotus ostreatus* versus *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and Environmental Microbiology* 58, 1121-1127.
- Jelmini, M., Sanna, M. & Pelosi, N.** (1976). Inquiry on waste water of edible oil Industries in the province of Rome: Purifying possibility. *Industries Alimentari* 15 (11), 123-131.
- Leatham, G.F. & Kirk, T.K.** (1983). Regulation of lignolytic activity by nutrient nitrogen in white – rot basidiomycetes. *FEMS Microbiology Lett.* 16.
- Manios, V. & Balis, C.** (1983). Respirometry to determine optimum conditions for the biodegradation of extracted olive press – cake. *Soil Biology and Biochemistry* 15, 75-83.
- Martinez – Nieto, L., Ramos Cormenzana, A., Garcia Parezja, M.P. & Garrido Hoyos, S.E.** (1992). Biodegradation de compuestos fenolicos del alpechin con *Aspergillus terreus*. *Grasas y Aceites* 43, 75-81.
- Martinez – Carrera, D., Morales, P. & Sobal, M.** (1990). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on sugar cane baggasse supplemented with coffee pulp or barley straw. *Micologia Neotropical Aplicada* 3,49-52.

- Martinez, A.T., Gonzalez, A.E., Valmaseda, M., Dale, M.E., Lambregts, M.J. & Haw, J.F.** (1991). Solid-state NMR studies of lignin and plant polysaccharid degradation by fungi. *Holzforschung* 45 Suppl., 49-54.
- Mendia, L., Carbone, P., G. D' Antonio & Mendia, M.** (1986). Treatment of olive oil wastes waters. *Water and Science Technology* 18, 125-136.
- Oka, T., Simpson, F.J., Child, J.J. & Mills, S.** (1971). Degradation of rutin by *Aspergillus flavus* – Purification of the dioxigenase. quercitinase. *Canadian Journal of Microbiology* 17, 111-118.
- Papadimitriou, E.K., Chatzipavlidis I. & Balis, C.** (1997) Application of composting to olive mill wastewater treatment. *Environmental Technology* 18, 101-107.
- Paredes, M.J., Monteoliva – Sanches, M. Moreno, E. Perez, J., Ramos-Cormenzana, A. & Martinez, J.** (1986). Effect of waste waters from olive oil extraction plants on the bacterial population of soil. *Chemosphere* 15, 659-664.
- Perez, J., Hernandez, M. T., Ramos Cormenzana, A. & Martinez, J.** (1987). Caracterizacion de fenoles del pigmento del alpechin y transformacion por *Phanerochaete chrysosporium*. *Grasas y Aceites* 6, 367-371.
- Perez, J., Ramos – Cormenzana, A. & Martinez, J.** (1990). Bacteria degrading phenolic acids isolated on a polymeric phenolic pigment. *Journal of Applied Bacteriology* 69, 38-42.
- Perez, J., Rubia de la T., Moreno, G., & Martinez, J.** (1992). Phenolic content and antibacterial activity of olive oil waste waters. *Environmental Toxicology and Chemistry* 11, 489-495.
- Platt, M.W., Hadar, Y., Henis, Y. & Chet,** (1983). I. Increased degradation of straw by *Pleurotus ostreatus*. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 17, 140-142.
- Poppe, J.A. & Hofle, M.** (1992). Twenty wastes for twenty cultivated mushrooms. *Mushroom Science XII*, 1, Proceedings of the 14<sup>th</sup> International

Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, pp. 171-179, Oxford, U.K.

**Raimbault, M. & Mazard, D.** (1980). Culture method to study fungal growth in solid fermentation. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 9, 199-209.

**Ramos – Cormenzana, A.** (1963). Interaccion de microorganismos del suelo con residuos de industria de aceite. In: *Congreso Latinoamericano de Microbiologia*, Sao Paulo, 1983.

**Rodriguez, M.M., Peres, J., Ramos – Cormenzana, A. & Martinez, J.** (1988). Effect of extracts obtained from olive oil mill waste waters on *Bacillus megaterium* ATCC 33085. *Journal of Applied Bacteriology* 64, 219-226.

**Royse, D.J., Fales, S. & Karunanandaa, K.** (1991). Influence of formaldehyde – treated soybean and commercial nutrient supplementation on mushroom (*Pleurotus* {“sajor – caju”) yield and in-vitro dry matter digestibility of spent substrate. *Applied Microbiology and Biotechnology* 36, 425-429.

**Saiz- Jimenez, C. Gomez – Alarcon, G. & De Leenus, J.W.** (1986). Effects of vegetation water on fungal microflora. In : *International Symposium on Olive By – Products Valorization*, pp. 61-76 Sevilla.

**Sanjust, E., Pompei, R., Rescigno, A. Rinaldi, A. & Ballero, M.** (1991). Olive milling wastewater as a medium for growth of four *Pleurotus* species. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 31, 223-235.

**Sayadi, S. Ellouz, R.** (1992). Decolourization of olive mill waste –waters by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*: involvement of the lignin – degrading system. *Applied Microbiology and Biotechnology* 37, 813-817.

**Sayadi, S. & Ellouz, R.** (1993). Screening of white rot fungi for the treatment of olive mill waste – waters. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 57, 141-146.

**Servis, D.** (1988). The soil as a receiving body of olive oil mills wastewaters. (In Greek). *M. Sc. Thesis*, Agricultural University of Athens.

- Silanikove, N., Danai, O. & Levanon, D.** (1988). Composted cotton straw silage as a substrate for *Pleurotus* sp. Cultivation. *Biological Wastes* 25, 219-226.
- Singer, R.** (1986). The Agaricales in Modern Taxonomy (4<sup>th</sup> Edition) Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Stamets P.,** (1993). Growing gourmet and medicinal mushrooms. *Ten Speed Press*. Barkeley C.A.
- Standish, R.** (1960). *The first of trees. The story of the olive.* Phoenix House Ltd. London.
- Tomati, U. Galli, E., Di Lena, G. & Buffone, R.** (1991). Induction of laccase in *Pleurotus ostreatus* mycelium grown in olive mill waste waters. *Agrochimica* 35, 275-279.
- Tomati, U. & Galli, E.** (1992). The fertilizing value of waste waters from the olive processing industry. Elsevier Science Publishers.
- Vaccarino, C., Lo Curto, R., Tripodo, M.M., Lagana, G., Patane, R. & Munao, F.** (1986). Vegetation water treatment by aerobic fermentation with fungi. In: *International Symposium on Olive By-products Valorization*, pp.19-40 Sevilla.
- Vigo, F., Giordani, M. & Capanelli, G.** (1981). Ultrafiltrazione di acque di vegetazione da frantoi di olive. *Rivista Italiana Sostanze Grasse* 58, 70.
- Wood, D.A & Smith, J. F.** (1987). The cultivation of mushrooms. In: *Essays in Agricultural and Food Microbiology*, pp. 309-343 (ed. Norris JR & Pettipher GL) John Wiley & Sons Ltd. New York.
- Zadrazil, F.** (1978). Cultivation of *Pleurotus*. In: *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*, pp.521-557 (ed. by S.T. Chang & W. Hayes) Academic Press, New York.
- Zadrazil, F. & Puniya A.K.** (1994). Influence of carbon dioxide on lignin degradation and digestibility of lignocellulosics treated with *Pleurotus "sajor-caju"*. *International Biodeterioration & Biodegradation* 33 (3), 237-244.



- Zervakis, G. & Balis, C.** (1992). Comparative study on the cultural characters of *Pleurotus* species under the influence of different substrates and fruiting temperatures. *Micologia Neotropical Aplicada* 5, 39-47.
- Zervakis, G., Yiatras, P., & Balis, C.** (1995). Edible Mushrooms from Olive Mill Wastes. *International Biodeterioration & Biodegradation* 38,237-243.
- Zervakis, G., & Balis, C.** (1996). A pluralistic approach in the study of *Pleurotus* species with emphasis on compatibility and physiology of the European morphotaxa. *Mycological Research*.
- Γρηγορίου, Α.** (1996). Αξιοποίηση των λιγνινοκυτταρικής φύσεως υπολειμμάτων των πυρηνέλαιουργείων στην παραγωγή μοριοπλακών. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 7,27-37. 65-68.
- Ζερβάκης, Γ.** (1992). Γενετική και Ταξινομική Ανάλυση Μυκήτων του Γένους *Pleurotus*. Διδακτορική διατριβή. Εργαστήριο Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας Γ.Π.Α.
- Ζερβάκης, Γ., Ιωαννίδου, Σ., Μυλωνά, Γ., Ντούλα, Κ., Δήμου, Δ. & Μπαλής, Κ.** (1997). Καλλιέργεια νέων ειδών μανιταριών σε απόβλητα από ελαιοτριβεία δύο φάσεων και σε παραπροϊόντα πυρηνέλαιουργείων. Πρακτικά Συνεδρίου "Τα απόβλητα της ελιάς"(υπό εκτύπωση).
- Κυριτσάκης, Α.** (1988). Το ελαιόλαδο. Θεσσαλονίκη
- Μάτης, Κ.Α.** (1981). Η επίπλευση και η εφαρμογή της στη διεργασία καθαρισμού των βιομηχανικών αποβλήτων. *Χημικά Χρονικά* 46, 27.
- Μπαλής, Κ.** (1993). Υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων. Μέθοδος βιολιπασματοποίησης τους. *Γεωργία και Κτηνοτροφία* 7, 27-31.
- Μπαλής, Κ. Χατζηπαυλίδης, Ι., Φλουρή, Φ. & Αντωνάκου, Μ.** (1995). Απόβλητα ελαιοτριβείων. Η βιοεπεξεργασία και η χρήση τους ως βιολίπασμα. *Δημερίδα Διαχείρισης Αποβλήτων*, Οκτώβρης 1995. Θεσσαλονίκη.

**Φιλλιπούσης, Α. & Ζερβάκης, Γ.** (1998). Παραγωγή και κατανάλωση των εδώδιμων μανιταριών στην Ελλάδα και διεθνώς. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 9.

**Χατζηπαυλίδης Ι. , Σέρβης Δ., Τζεράκης Κ. & Μπαλής, Κ.** (1986). Βιολογική δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου και βελτίωση εδαφών με τη χρήση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων. *Συνέδριο της ελληνικής Βιολογικής Εταιρίας*, Ιωάννινα, σελ. 25-27.