

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Α' ΛΥΚΕΙΟΥ Α' τετραμήνου με θέμα:

“Ανάπτυξη του Εδώδιμου Μανιταριού  
Pleurotus ostreatus , σε Διάφορα  
Αποστεριώτα Υποστρώματα Γεωργικών  
Υπολειμμάτων.”

**Μαθητές:**

Γιάννος Γ., Γκαβρέση Δ., Γκίνος Ν., Ζούγκης Β., Καλόγηρος Α., Καρβούνης  
Α., Κάσσος Α., Κατσέλης Β., Κατσέλης Γ., Κατσουλίδης Γ., Λάμπρου Χ.,  
Μάρκος Α., Μουχαμέτη Α., Παπαδόπουλος Χ., Παπαϊωάννου Ι., Σιαδήμας  
Α., Σιαδήμας Χ., Σίνγκ Σ.

Υπό την επίβλεψη του καθηγητή: **Μπάρκα Γεωργίου** (Γεωπόνου-ΠΕ.14.04)

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2012

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	4
<b>ΣΥΝΤΙΜΗΣΕΙΣ</b> .....	5
<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	6
I.1. Γενικά περί Μυκήτων.....	7
I.2. Τι είναι το Μανιτάρι.....	7
I.3. Προέλευση της λέξης.....	9
I.4. Κατηγορίες μανιταριών ανάλογα με το καρπόσωμά τους.....	9
I.5. Χαρακτηριστικά των Μανιταριών.....	10
I.6. Το σώμα των Μυκήτων.....	11
I.7. Ανάπτυξη των Μυκήτων.....	13
I.8. Κατηγορίες Μυκήτων του γένους <u>Pleurotus</u> .....	13
I.9. Πώς τρέφονται τα Μανιτάρια.....	14
I.10. Πώς αναπαράγονται τα Μανιτάρια.....	15
I.11. Τα Μανιτάρια σαν τροφή.....	16
<b>II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	17
<b>II.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ</b> .....	19
II.1.1. Βιολογικό υλικό.....	21
II.1.2. Υπόστρώματα και τεχνική δημιουργίας.....	21
II.1.3. Τρόπος σποράς του μύκητα.....	21
II.1.4. Χρόνος σποράς.....	22
II.1.5. Ποσότητα σπόρου για κάθε εκλεκτικό υπόστρωμα.....	22
II.1.6. Πάστερίωση.....	22
II.1.7. Επώαση.....	22
<b>II.2. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΥΚΗΤΙΟΥ</b> .....	23
II.2.1. Εξάπλωση του μύκητα.....	23
II.2.2. Φαινολογικές παρατηρήσεις.....	23

II.2.3. Φύθμιση θερμοκρασίας, υγρασίας, φωτισμού, αέρα.....	24
<b>II.3. ΕΠΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΜΥΚΗΤΑ.....</b>	<b>24</b>
II.3.1. Τρόπος επαγωγής του μύκητα.....	25
II.3.2. Χρόνος εμφάνισης των καρποφοριών.....	25
II.3.3. Υπολογισμός του βάρους των καρποφοριών.....	26
II.3.4. Υπολογισμός της παραγωγής.....	26
II.3.5. Υπολογισμός της οικονομικής απόδοσης (Harvest Index).....	26
<b>III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>27</b>
III.1. Ανάπτυξη του μυκηλίου.....	27
III.2. Επαγωγή.....	28
III.3. Ανάπτυξη των καρποφοριών.....	28
III.4. Αποδόσεις στα διάφορα υποστρώματα.....	29
III.5. Η οικονομική απόδοση.....	30
<b>IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>31</b>
<b>V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>33</b>

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το πειραματικό μέρος της εργασίας αυτής έγινε από τους συμμετέχοντες μαθητές της Α' τάξης, στο εργαστήριο Φυσικών επιστημών, του Γενικού Λυκείου Ελεούσας, Ιωαννίνων.

Συντάχθηκε με σκοπό την παρουσίαση ερευνητικής εργασίας (Project), σύμφωνα με την σχετική εγκύκλιο του Υπουργείου Παιδείας.

Ιδιαίτερα ευχαριστούμε τον καθηγητή κ. **Μπάρκα Γεώργιο**, Γεωπόνο, που μας βοήθησε, σε όλες τις φάσεις του πειράματος και μας καθοδήγησε σε ένα άγνωστο περιβάλλον για μας, τους **μύκητες**. Πρέπει να τονίσουμε και την συμβολή του, στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων και στην παρουσίαση της εργασίας αυτής.

Ευχαριστούμε επίσης τον Δρ. κ. **Φιλιπούση Αντώνη**, Γεωπόνο-Μυκητολόγο, Τακτικό Ερευνητή ΕΛΓΟ, Προϊστάμενο Εργαστηρίου Εδώδιμων Μυκήτων ΙΤΕΤΕΠ, για την αποστολή ενημερωτικού υλικού καλλιέργειας μανιταριών και την αποστολή του σπόρου του μύκητα ***Pleurotus ostreatus***, για τα πειράματά μας.

Τέλος, ευχαριστίες οφείλουμε και στον διευθυντή του σχολείου μας κ. **Παππά Νικόλαο**, για την βοήθεια και συμπαράστασή του.

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2011-12

Η ομάδα των μαθητών της Α' τάξης

Γιάννος Γ., Γκαβρέση Δ., Γκένος Ν., Ζούγκης Β., Καλόγηρος Α.,

Καρβούνης Α., Κόσσοι Α., Κρατσέλης Β., Κρατσέλης Γ., Κρατούλιδης Γ., Λάκκας Β.,

Λάμπρου Χ., Μάρκος Α., Μουχαμέτη Α., Πασαδόπουλος Χ., Παπαϊωάννου Ι.,

Σιαδήμας Α., Σιαδήμας Χ., Σίνγκ Σ.

## ΣΥΝΤΥΜΗΣΕΙΣ

*Γ.Υ.* = *Γεωργικά Υπολείμματα*

*P. o.* = *Pleurotus ostreatus*

*H.I.* = *Harvest Index* ( Δείκτης Οικονομικής Απόδοσης)

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το *Pleurotus ostreatus* είναι ένα βρώσιμο μανιτάρι μεγάλου βιοτεχνολογικού ενδιαφέροντος, όχι μόνο για την ικανότητά του να αναπτύσσεται σε πολλά γεωργικά υπολείμματα και να παράγει μανιτάρια υψηλής οργανοληπτικής ποιότητας (Rajarathnam & Bano, 1987), αλλά και γιατί αυτός ο μύκητας παράγει δευτερογενείς μεταβολίτες με φαρμακευτικές εφαρμογές και κάποιες πρωτεΐνες βιομηχανικής χρήσης, αμινοξέα, βιταμίνες κλπ. Για τους παραπάνω λόγους αυξήθηκε σημαντικά η εμπορική του αξία, τα τελευταία χρόνια (Bunyard et al, 1996, Ζερβάκης & Μπαλής, 1996).

Στην φύση παράγεται σε τοποθεσίες με μέση θερμοκρασία 15 °C (Zadrazil, 1978). Υπάρχουν ωστόσο ποικιλίες του ίδιου μύκητα, που αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες άνω των 25 °C, όπως περιγράφεται από τους Eger et al (1976), Eger (1978) και Kijunagawa et al, (1997).

Ο στόχος αυτής της εργασίας, είναι κυρίως εκπαιδευτικός και παράλληλα “εισαγωγικός”, στην πειραματική έρευνα, των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, που έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή, με ερευνητικές εργασίες (projects), μετά την θεσμοθέτηση με τον πρόσφατο νόμο (2011), για την παιδεία.

Χρησιμοποιούμε το ελάχιστο των απαιτούμενων αλληλοεξαρτημένων μεταβλητών (δύο), για να δείξουμε και να κατανοήσουν οι μαθητές, επιστημονικούς όρους, που διδάσκονται κυρίως θεωρητικά και μόνο, στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η αλληλεπίδραση αυτών των μεταβλητών, που χρησιμοποιούμε, βασίζεται σε **φυσικούς νόμους**, για να μπορέσουν οι μαθητές μας, να κατανοήσουν τις **αλήθειες**, που έρχονται μέσα από τη φύση. Τα συμπεράσματά, τα εξετάζουμε από την πλευρά την **οικονομική, κοινωνική, πολιτική, πολιτιστική, περιβαλλοντολογική, τεχνολογική και τεχνική**.

Δεν πρέπει να ξεχνούμε, εμείς οι εκπαιδευτικοί, πως ο τελευταίος στόχος κάθε παιδείας, είναι να διαπλάσει έτσι το νέο, ώστε την ορισμένη στιγμή, που θα αποδοθεί στο στίβο της ζωής, να μπορεί να προσαρμόζεται στην άγρια ανάγκη των πραγμάτων και των ανθρώπων.

(Ο εκπαιδευτικός τους, Μάρκας Γεώργιος, 2011-12).

## **1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΥΚΗΤΩΝ**

Οι μύκητες αποτελούν ένα ξεχωριστό βασίλειο από τα πέντε των έμβιων όντων που περιλαμβάνει μονοκύτταρους ή πολυκύτταρους ευκαρυωτικούς οργανισμούς. Οι μύκητες εμφανίζουν τεράστια ποικιλία και υπάρχουν παντού. Οι περισσότεροι ανευρίσκονται στο έδαφος και στα φυτά, τρέφονται με οργανικά συστατικά ζώντων ή νεκρών οργανισμών γι' αυτό και θεωρούνται το "βιολογικό εργαστήριο αποδόμησης των οργανικών ουσιών".

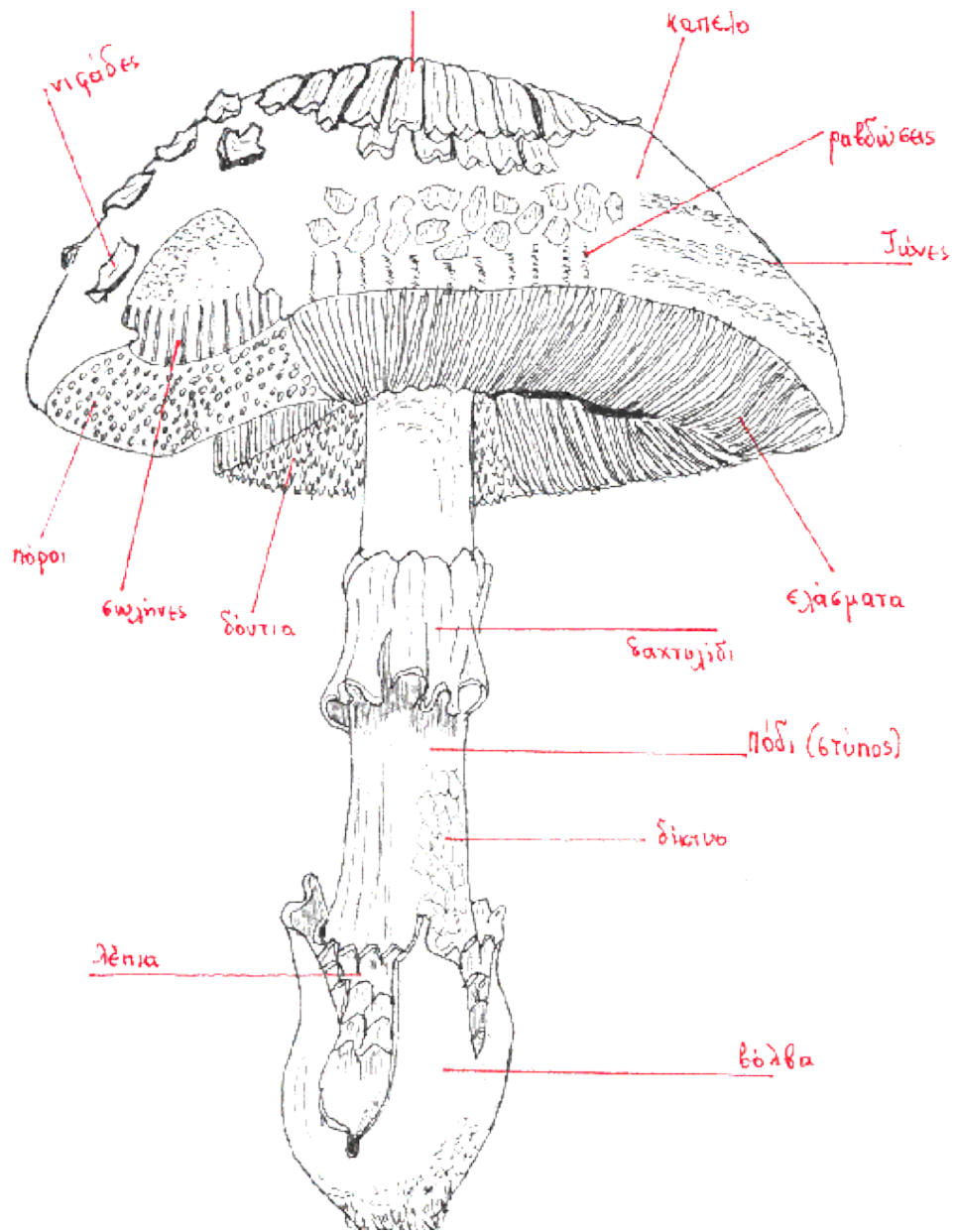
## **1.2. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΜΑΝΙΤΑΡΙ**

Μανιτάρι ονομάζεται το ορατό μέρος πολυκύτταρων μυκήτων με τη χαρακτηριστική συνήθως **ομβρελοειδή** μορφή . Στην πραγματικότητα αυτό που βλέπουμε είναι το σώμα του μανιταριού , δηλαδή το όργανο στο οποίο θα αναπτυχθούν τα σπόρια που θα εξασφαλίσουν τη διαίωσιση του είδους . Το κύριο μέρος του μύκητα είναι υπόγειο και σχεδόν πάντα αθέατο το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου . Αυτό είναι το μυκήλιο που αναπτύσσεται στο υπόστρωμα με τη μορφή των μυκηλιακών υφών .Το μυκήλιο είναι το βλαστικό σώμα του μανιταριού, δηλαδή αυτό από το οποίο θα προέλθει το καρπόσωμα (το ορατό μέρος του μανιταριού ).

Το μυκήλιο μπορεί να ζήσει αρκετά χρόνια, αντίθετα με το καρπόσωμα, που ζει από λίγες ώρες έως ημέρες, αφού προσβάλλεται εύκολα από έντομα, βακτήρια, ζύμες. Εξάίρεση αποτελούν τα καρποσώματα με ξυλώδη ή φελλώδη σύσταση που μπορούν να ζήσουν έως και δεκαετίες. (βλ. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)).

Το μυκήλιο αποτελείται από μικροσκοπικούς σωλήνες που διακλαδίζονται και μπλέκονται μεταξύ τους, τις μυκηλιακές υφές, που δεν φαίνονται με γυμνό μάτι. Με αυτές διακλαδίζεται μέσα στη γη και στους ιστούς των νεκρών ή ζωντανών οργανισμών και απορροφά τις τροφές για να ζήσει και να αναπτυχθεί το μανιτάρι.

Το καρπόσωμα έχει διάφορες μορφές και σχήματα, με πιο γνωστό αυτό της ανοιχτής ομπρέλας.



Εικόνα 1: Το σώμα του μανιταριού.



### 1.3. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΛΕΞΗΣ

Η λέξη μανιτάρι προέρχεται από τη λέξη της αρχαίας ελληνικής “αμανίτης”. Αρχαιοελληνική προέλευση έχει και η ονομασία του είδους *Boletus* (βασιλομανιτάρο) και *Edulis* (εδώδιμο, που μπορεί να φαγωθεί, από τον μέλλοντα του ρήματος εσθίω=τρώγω, έδομαι). (βλ. <http://el.wikipedia.org>).

### 1.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΚΑΡΠΙΟΣΩΜΑ ΤΟΥΣ

#### Βασιδιομόκητες

Οι βασιδιομόκητες είναι υποδιαίρεση ανώτερων μυκήτων, η οποία περιλαμβάνει περίπου το 25% του συνόλου των μυκήτων. Αριθμεί περισσότερα από 450 γένη, διαδεδομένα σε όλες τις χερσαίες περιοχές της γης που αποτελούν αντικείμενο της βοτανικής και γεωπονικής. Έχουν μεγάλη ποικιλία στο μέγεθος και στη μορφή. Υπάρχουν μικροσκοπικοί κυρίως παράσιτα ανώτερων φυτών και πολύ μεγάλοι σαπροφυτικοί που ταξινομούνται στους τελειομόκητες, τους υμενομόκητες και τους γαστερομόκητες.

Τα σπόρια παράγονται πάνω σε μικροσκοπικές ροπαλόμορφες βάσεις (Βασίδια). Έχουν σχήμα ομπρέλας, χωνιού, κυλίνδρου, κοραλλιού, κυπέλου, αστεριού. Το πιο κοινό σχήμα είναι αυτό της ομπρέλας (καπέλο ή πίλος) που στηρίζεται σε πόδι (στύπος) και κάτω από αυτό υπάρχουν ελάσματα σε ακτινωτή διάταξη (Αμανίτες) ή σωλήνες που καταλήγουν σε πόρους (Βωλίτες) ή αγκαθωτές προεξοχές (Υδνες). Στα ελάσματα υπάρχουν τα βασίδια που παράγουν τα σπόρια και τα κυστίδια που είναι στείρα.

#### Ασκομόκητες

Τα σπόρια παράγονται μέσα σε σάκους. Έχουν σχήμα πατάτας, σφαίρας, βολβού, κυπέλου, δίσκου κλπ. (<http://el.wikipedia.org>).

## **1.5. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ**

Τα μανιτάρια μπορεί να δημιουργούν αρμονικές συμβιωτικές σχέσεις αλληλοβοήθειας (μυκόρριζα), να αποτελούν παράσιτο ζωντανών ή ετοιμοθάνατων δέντρων και φυτών, ή να είναι σαπρόφυτα που τρέφονται από νεκρή οργανική ύλη την οποία αποσυνθέτουν παίζοντας το δικό τους σημαντικό ρόλο στο οικοσύστημα. Είναι ετερότροφοι, μη φωτοσυνθετικοί οργανισμοί. Τα μανιτάρια χαρακτηρίζονται από την απότομη ανάπτυξη και εμφάνισή τους, εξ ου και η έκφραση "φύτρωσε σαν μανιτάρι".

Η οικολογία τους περιλαμβάνει πολλούς και διαφορετικούς βιότοπους, από τις δασωμένες πλαγιές και τα ρέματα των βουνών, τα ορεινά και ημιορεινά λιβάδια μέχρι και τις χορταριασμένες και υγρές μεριές μέσα σε πόλεις ή και τις αυλές των σπιτιών. Μπορούν να είναι εξαιρετικά βραχύβια ή και πολυετή. Στην πλειοψηφία τους, βγαίνουν το φθινόπωρο, όταν λόγω των βροχών ευνοείται από τις συνθήκες υγρασίας η καρποφορία τους. Καρποφορίες υπάρχουν και την άνοιξη, αλλά και όλο το χρόνο.

Τα διάφορα είδη μυκήτων ποικίλλουν από τους χρήσιμους για τον άνθρωπο ζυμομύκητες έως τους παθογόνους μικρομύκητες έως και τα γνωστά εδώδιμα μανιτάρια. Πάντως, από τα 50.000 - 250.000 είδη μυκήτων που έχουν περιγραφεί, λιγότερα από 300 έχουν συσχετισθεί με νόσο στον άνθρωπο. (βλ. Δήμου, 1992).

## **1.6. ΤΟ ΣΩΜΑ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ**

Στον πρώτο τύπο ανήκουν εκείνοι όπου το σώμα του κάθε ατόμου αποτελείται από ένα και μόνο κύτταρο, σφαιρικού, ωοειδούς, ελλειφοειδούς κλπ σχήματος. Οι μύκητες αυτοί ονομάζονται μονοκύτταροι και δεν είναι άλλοι από τις γνωστές ζύμες.

Στο δεύτερο τύπο ανήκουν μύκητες των οποίων το σώμα αποτελείται από λεπτότατα διακλαδιζόμενα νημάτια μικροσκοπικής διαμέτρου (συνήθως 2-10 μm) τα οποία ονομάζονται υφές. Το σύνολο των υφών που απαρτίζει το σώμα του μύκητα

ονομάζεται μυκήλιο και μπορεί να πάρει μακροσκοπικές διαστάσεις αν υπάρχουν διαθέσιμη τροφή και ευνοϊκές συνθήκες αύξησης. Οι μύκητες που έχουν σώμα από υφές (μυκήλιο) ονομάζονται μυκηλιακοί. Κάθε υφή μοιάζει με ένα μικροσκοπικό σωλήνα μέσα στον οποίο υπάρχει το πρωτόπλασμα (με τα κυτταρικά οργανίδια) περιβαλλόμενο από την πρωτοπλασματική μεμβράνη και το κυτταρικό τοίχωμα. Οι υφές αυξάνονται μόνο στο ακρότατο σημείο τους. Η αύξηση της πρωτοπλασματικής μάζας με επιμήκυνση και διακλάδωση των υφών συνοδεύεται από μιτωτικό πολλαπλασιασμό των πυρήνων έτσι ώστε κάθε μυκηλιακό άτομο να είναι ένας πολυπύρηνος οργανισμός. Κάθε κομμάτι μυκηλίου ή και ένα μόνο τμήμα υφής μπορεί να αναπτυχθεί σε καινούργιο μυκήλιο (σωματικός ή βλαστικός τρόπος πολλαπλασιασμού). (βλ. Δήμου, 1992).

Διακρίνουμε δύο τύπους υφών: α) υφές οι οποίες κατά διαστήματα φέρουν εγκάρσια διαφράγματα και στο οπτικό μικροσκόπιο φαίνεται να αποτελούνται από κύτταρα γι' αυτό και ονομάζονται πολυκύτταρες υφές και οι μύκητες αυτοί πολυκύτταροι μύκητες. Οι μύκητες που σχηματίζουν μανιτάρια, δηλαδή οι Βασιδιομύκητες και οι Ασκομύκητες, είναι πολυκύτταροι μύκητες. β) υφές με ενιαίο εσωτερικό χώρο, χωρίς διαφράγματα κατά μήκος τους οι οποίες ονομάζονται κοινοκύτταρες υφές και οι αντίστοιχοι μύκητες κοινοκύτταροι μύκητες. Τέτοιοι είναι οι Ζυμομύκητες.

Τα εγκάρσια διαφράγματα στις πολυκύτταρες υφές δεν είναι στην πραγματικότητα πλήρη αλλά στο κέντρο τους φέρουν πολύ μικρή οπή (δεν φαίνεται στο κοινό οπτικό μικροσκόπιο). Οι υφές αυτές λοιπόν δεν αποτελούνται στην πραγματικότητα από ξεχωριστά κύτταρα αφού μέσα από τα μικροσκοπικά αυτά ανοίγματα το πρωτόπλασμα μπορεί να ρέει ελεύθερα κατά μήκος των υφών. Τα κυτταρικά οργανίδια, συμπεριλαμβανομένων των πυρήνων (οι οποίοι στους μύκητες είναι πολύ μικροί και δεν φαίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο παρά με ειδική χρώση) μπορούν να μεταναστεύουν από διαμέρισμα σε διαμέρισμα. Εξαιρέση στην ελεύθερη μετακίνηση σημειώνεται στο δικάρυο μυκήλιο των βασιδιομυκήτων εξαιτίας της ειδικής κατασκευής των λεγόμενων δολιπόρων σέπτων. Συνεπώς το μυκήλιο τόσο ενός

πολυκύτταρου όσο και ενός κοινοκύτταρου μύκητα περιέχει ένα ενιαίο πολυπύρηνο πρωτόπλασμα.

Πλήρη εγκάρσια διαφράγματα σχηματίζονται τόσο στους πολυκύτταρους όσο και στους κοινοκύτταρους μύκητες σε δύο ειδικές περιπτώσεις: α) για να απομονωθούν τραυματισμένα ή γερασμένα τμήματα υφών, β) όταν σχηματίζονται οποιασδήποτε μορφής αναπαραγωγικά όργανα.

Οι πολυκύτταρες υφές ορισμένων μυκήτων έχουν δύο ιδιότητες που παίζουν ρόλο στο σχηματισμό των μανιταριών και που δεν συναντώνται στις κοινοκύτταρες υφές. Πρώτο, μπορούν να αναστομώνονται μεταξύ τους, δηλαδή γειτονικές υφές που έρχονται σε επαφή αποκαθιστούν άμεση επικοινωνία του πρωτοπλάσματός τους αφού διαλυθεί εκατέρωθεν στο σημείο επαφής κυτταρικό τοίχωμα και πρωτοπλασματική μεμβράνη και αποκατασταθούν νέα ενιαία. Δεύτερο, οι υφές αυτές υπό ορισμένες συνθήκες αναπτύσσονται όχι επεκτείνοντας το σώμα του μύκητα (μυκήλιο) αλλά σχηματίζοντας με πολύ πυκνή συνύφανσή τους και αναστόμωσή τους, συμπαγή μάζα η οποία ονομάζεται ψευδοϊστός. Οι μύκητες αυτοί σχηματίζουν από τέτοιο ψευδοϊστό διάφορες, μικροσκοπικών διαστάσεων, μυκηλιακές κατασκευές, όπως, τα σκληρώτια, τα ριζόμορφα, τα στρώματα, και τις σύνθετες καρποφορίες αγενούς και εγγενούς αναπαραγωγής (μεταξύ των οποίων και τα μανιτάρια).

### **1.7. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ**

Οι άριστες θερμοκρασίες ανάπτυξης για τους περισσότερους μύκητες κυμαίνονται μεταξύ των 25°C και 30°C. Όσον αφορά το pH, οι περισσότεροι μύκητες ευνοούνται από ελαφρά όξινες τιμές αλλά γενικά προτιμούν επίπεδα τιμών 4-7. Οι μύκητες μπορούν γενικά να χαρακτηριστούν ως αερόβιοι μικροοργανισμοί, αν και υπάρχουν ορισμένες εξαιρέσεις όπως κάποια είδη ζυμών (προαιρετικά αναερόβια) ή πολλοί χυτρίδιομύκητες (υποχρεωτικά αναερόβιοι). Το φως, παρόλο που δεν είναι απαραίτητο για τη βλαστική

ανάπτυξη των μυκήτων, είναι συχνά αναγκαίο για τον σχηματισμό αγενών και εγγενών καρποφοριών σε πολλά είδη, καθώς επίσης και στην απελευθέρωση σπορίων αναπαραγωγής. (βλ. Κουτρώτσιος, 2009)

Θερμοκρασίες μεταξύ 25 και 30 °C θεωρούνται άριστες για την ανάπτυξη του μυκηλίου ανάλογα με το είδος. Σε θερμοκρασίες πάνω από 35 °C και κάτω από 15°C μειώνεται αισθητά η ανάπτυξη του μυκηλίου, ενώ το μυκήλιο νεκρώνεται όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 40 °C.

### **I.8. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΥΚΗΤΩΝ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ PLEUROTUS**

Το γένος *Pleurotus* υπάγεται στους βασιδιομύκητες και περιλαμβάνει είδη που παράγουν μανιτάρια. Καταγράφηκε ως ανεξάρτητο είδος και περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Kummer (1871). Η ταξινομική του θέση είναι η ακόλουθη:

- Κλάση **Basidiomycetes**
- Υποκλάση **Omobasidiomycetes**
- Τάξη **Poriales**
- Οικογένεια **Pleurotaceae**
- Γένος **Pleurotus**

Τα σημαντικότερα είδη του γένους *Pleurotus* κατατάσσονται στις ακόλουθες υποδιαίρεσεις (Singer, 1986):

- **Lepiotarii** (Fr.) Pilat: *P. dryinus* (Pers.: Fr.) Kummer
- **Calyptrati** Sing, *P. calyptratus* (Lindb.) Sacc.
- **Pleurotus**: *P. ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer, *P. pulmonarius* (Fr.) Quel, *P. eryngii* (D.C: Fr.)
- **Quel.** *P. cornucopiae* (Paul) Roll.
- **Coremiopleurotus** (Hilber): *P. cystidiosus* O.K. Miller

## **1.9. ΠΩΣ ΤΡΕΦΟΝΤΑΙ ΤΑ ΜΑΝΙΤΑΡΙΑ**

Τα μανιτάρια είναι ετερότροφοι οργανισμοί που έχουν αναπτύξει 3 τρόπους για να παίρνουν την τροφή τους. Τον παρασιτικό, τον σαπροφυτικό και τον μυκορριζικό .

Τα παρασιτικά μανιτάρια ζουν σε βάρος άλλων ζωντανών υπάρξεων (φυτών και ζώων) στα οποία προκαλούν προβλήματα. Τα περισσότερα από αυτά είναι μικροσκοπικά, ελάχιστα ανήκουν στα μεγάλα είδη, όπως οι ίσκες που σαπίζουν το ξύλο των δέντρων και το τρώνε. Τα μανιτάρια αυτής της κατηγορίας είναι τα λιγότερα έτσι μικρός είναι και ο αριθμός των προβλημάτων που προκαλούν.

Τα σαπροφυτικά μανιτάρια είναι τα πολυπληθέστερα. Πάιρνουν την τροφή τους από νεκρή οργανική ύλη την οποία μπορούν να διασπάσουν με τη βοήθεια των ενζύμων που ελευθερώνουν. Συγχρόνως, πλουτίζουν το έδαφος με χρήσιμη για τα φυτά ουσίες. Από αυτή την άποψη ο ρόλος τους στην ανακύκλωση της ύλης είναι πολύτιμος, αφού αλλιώς τα πεσμένα φύλλα και τα νεκρά ξύλα θα σωρεύονταν στο δάσος οδηγώντας το στο θάνατο.

Πολλά από τα μανιτάρια αυτής της κατηγορίας μπορούν να διασπάσουν την κυτταρίνη και την ημικυτταρίνη των φυτικών κυττάρων. Λίγα όμως έχουν την ικανότητα να διασπούν την λιγνίνη που θα αποτελέσει βασικό συστατικό του χούμου. Αυτό είναι το πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά στρώμα του εδάφους από όπου αντλούν την τροφή τους τα φυτά. Τα μανιτάρια αυτά ανήκουν στις οικογένειες των Αγαρικών και την Βωλιτών .

Τα μυκορριζικά ή συμβιωτικά μανιτάρια που συζούν με τα φυτά έχοντας αμοιβαίο όφελος στην περίπτωση αυτή το μυκήλιο του μανιταριού σχηματίζει με τις λεπτές διακλαδώσεις της ρίζας του φυτού ένα σύνθετο όργανο που λέγεται μυκορριζα. Με αυτή το μανιτάρι τροφοδοτεί το φυτό με ανόργανα χημικά στοιχεία που μόνο του το φυτό δεν μπορεί να πάρει, και κυρίως με φώσφορο. Επίσης του προσφέρει νερό όταν έχει ξηρασία, και το κάνει πιο ανθεκτικό στις ασθένειες. Σαν ανταλλάγμα, το φυτό προσφέρει στο μανιτάρι υδατάνθρακες, που σχηματίζει με τη φωτοσύνθεση. Χωρίς τα μανιτάρια αυτής

της κατηγορίας δεν θα υπήρχαν γιγάντια δέντρα αλλά και η αναδάσωση θα ήταν προβληματική. Κάποια μανιτάρια συμβιώνουν με ορισμένα δέντρα, ενώ αλλά συμβιώνουν με ποικιλία φυτών.

#### **1.10. ΠΩΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΤΑ ΜΑΝΙΤΑΡΙΑ**

Τα μανιτάρια αναπαράγονται με σπόρια, που ελευθερώνουν από το καρπόσωμά τους όταν αυτό ωριμάσει. Τα σπόρια συγκρατούνται σε ελάσματα κάτω από το καπέλο, είτε αποθηκεύονται σε ασκό. Όταν ελευθερωθούν με τη δύναμη του αέρα συνήθως, το καρπόσωμα αρχίζει να σαπίζει, ενώ το μυκήλιο συνεχίζει να ζει για χρόνια.

Είναι χαρακτηριστικός ο τεράστιος αριθμός σπορίων που παράγει κάθε μανιτάρι. Έχει υπολογιστεί ότι ένα μανιτάρι με καπέλο διαμέτρου 10 cm μπορεί να δώσει 16 δισεκατομμύρια σπόρια, δηλαδή κάθε ώρα παράγει 100 εκατομμύρια σπόρια.

#### **1.11. ΤΑ ΜΑΝΙΤΑΡΙΑ ΣΑΝ ΤΡΟΦΗ**

Τα μανιτάρια διακρίνονται στα τοξικά και στα μη τοξικά. Τα τοξικά προκαλούν παρενέργειες με την κατανάλωσή τους, που μπορούν να φτάσουν μέχρι και το θάνατο. Τα μη τοξικά χωρίζονται σε αυτά που τρώγονται (εδώδιμα) και σε αυτά που δεν είναι εύγευστα και δεν έχουν γαστρονομικό ενδιαφέρον.

Πρέπει όμως να πούμε ότι ακόμη και τα εδώδιμα, πιθανόν να προκαλέσουν παρενέργειες αν δεν μαζευτούν όπως πρέπει, ή αν δεν μαγειρευτούν σωστά. Ακόμη, δεν πρέπει να καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες γιατί προκαλούν δυσπεψία, αφού περιέχουν υψηλό ποσοστό μυκοχιτίνης που είναι δύσπεπτη. Γενικά όμως, τα μανιτάρια είναι νόστιμη και υγιεινή τροφή αφού:



Έχουν λίγες θερμίδες. Περιέχουν πολλά λευκώματα και ινώδεις ουσίες, μεταλλικά άλατα και ιχνοστοιχεία, βιταμίνες και ένζυμα. Είναι φτωχά σε υδατάνθρακες και λίπη.

Είναι νόστιμα αφού περιέχουν αρωματικές και γευστικές ουσίες. Όση μικρή ποσότητα και να φάμε, αισθανόμαστε χορτάτοι.

Υπολογίζεται ότι στη χώρα μας υπάρχουν 150 περίπου είδη εδώδιμωνμανιταριών. Τα μανιτάρια τρώγονται όμως και από τα ζώα. Είναι

αγαπημένη τροφή για χελώνες, κατσίκια, γυμνοσάλιαγκες, λαγούς, ασβούς, ζαρκάδια. Ακόμη, τρώγονται και από ποντίκια, πρόβατα, αγελάδες, άλογα, αγριογούρουνα, αλλά και αρκούδες και σκυλιά, όταν δεν υπάρχει άλλη τροφή. (Κουτρώτσιος, 2009).

Τα άγρια, αυτοφυή μανιτάρια θεωρούνται ιδανική τροφή. Πέρα από την εξαιρετική γεύση και το μοναδικό άρωμά τους, έχουν το πλεονέκτημα να είναι απαλλαγμένα από χημικά λιπάσματα, ορμόνες, φυτοφάρμακα. Αν και τα κριτήρια που αφορούν στη γεύση είναι υποκειμενικά, οι περισσότερες απόψεις συγκλίνουν στην εκτίμηση των εξαιρετικών ειδών.

## II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σ' αυτό το πείραμα χρησιμοποιήθηκε ένα στέλεχος του μύκητα Pleurotus ostreatus, σαν **εξαρτημένη** μεταβλητή, που μας το έστειλε καλλιεργημένο σε σπόρους κεχριού, ο Δρ. κ. **Φιλιπούσης Αντώνης**, Γεωπόνος - Μυκητολόγος, Τακτικός



Ερευνητής ΕΛΓΟ, Προϊστάμενος Εργαστηρίου Εδώδιμων Μυκήτων ΙΤΕΓΕΠ, στην Λυκόβρυση Αττικής. Αποτελεί δε, **φυσικό πόρο** στα δάση του νομού μας.

Σ' αυτή την μεταβλητή, παρακολουθήσαμε την ανάπτυξη της, μετρώντας το **πλάτος σε εκατοστόμετρα (cm) του μυκηλίου, ανά ημέρα**, από την σπορά (24-11-2011), μέχρι να επικαλυφθεί όλη η επιφάνεια των χρησιμοποιημένων υποστρωμάτων, (07-12-2011), διατηρούντες όλα τα πειραματικά δείγματα στον ίδιο χώρο (παλαιό φυκτικό θάλαμο) με σταθερή θερμοκρασία 27 °C και υγρασία 70% και σε απόλυτο σκοτάδι.

Χρησιμοποιήσαμε με υπόδειξη του καθηγητή μας, για την δεύτερη **ανεξάρτητη** μεταβλητή, **(το υπόστρωμα)**, γεωργικά υπολείμματα της περιοχής μας και όχι μόνο, όπως το **άχυρο** των σιταριών, τα **πίτυρα** από άλεση σιταριού και την **βαμβακόπιτα**, που είναι γεωργικό υπόλειμμα, μετά την εκκόκκιση του βάμβακος. Επειδή για τα δεδομένα του Λυκείου μας, δεν είχαμε τρόπο και χρόνο για παστεριώσεις ή αποστειρώσεις των χρησιμοποιούμενων υποστρωμάτων, αποφασίσαμε να πειραματισθούμε με **ασπαστερίωτα** υποστρώματα.

Για κάθε υπόστρωμα χρησιμοποιήσαμε τρία δείγματα, με τρεις επαναλήψεις ή συνολικά είκοσι επτά (27) δείγματα. Μόλις ο μύκητας αναπτύχθηκε σε όλη την επιφάνεια των δειγμάτων, δεν προβήκαμε καθώς έπρεπε στην **επαγωγή** του, λόγω κατάληψης του σχολείου μας, από τους μαθητές. Πραγματοποιήσαμε την επαγωγή μετά από παρέλευση δύο (2) εβδομάδων δηλ. στις 22-12-2011. Η επαγωγή είναι, η αλλαγή του περιβάλλοντος ανάπτυξης του μύκητα, για να προκαλέσουμε την καρποφορία, ήτοι **μείωση της θερμοκρασίας στους 14 °C, δημιουργία τεχνητού φωτισμού (12 ώρες φως με μία λυχνία φθορισμού 40 Watt), αερισμό των δειγμάτων και δημιουργία σχισμών σε όλες τις σακούλες 5 cm και 15 σχισμές ανά σακούλα.**

Την 7<sup>η</sup> εβδομάδα παρατηρήσαμε την έναρξη των πρώτων καρποφοριών, ενώ την 8<sup>η</sup> εβδομάδα είχαμε την πρώτη συλλογή της καρποφορίας σε μανιτάρια, τα οποία συλλέγαμε και ζυγίζαμε ξεχωριστά για το κάθε δείγμα. Για τον έλεγχο των οικονομικών συμπερασμάτων, μετρήσαμε τον δείκτη **Harvest Index** (οικονομικής απόδοσης), αθροίζοντας την συνολική παραγωγή των μανιταριών, που βγήκαν κατά κύματα σε κάθε δείγμα, και πήραμε το μέσο βάρος ανά σακούλα. Όλα τα δείγματα κατά

την σπορά ζυγίσθηκαν, αριθμήθηκαν και έτσι υπολογίσαμε στο τέλος της συνολικής καρποφορίας, την μετατροπή του υποστρώματος σε **τροφή** (μανιτάρια), σε σχέση με το βάρος του. Με βάση οικονομικά στοιχεία της αγοράς της περιοχής μας, υπολογίσαμε την οικονομική πλευρά του θέματος.

## II.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ

Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν παραστατικά, πως σχεδιάσαμε το πείραμά μας. Έχουμε την **ανεξάρτητη μεταβλητή** που επηρεάζει ο ερευνητής, (τα γεωργικά υπολείμματα), με αριθμό τριών (3) επιπέδων (άχυρο, πίτυρο, βαμβακόπιττα). Στο κάθε επίπεδο πήραμε τρία (3) δείγματα μέσα σε πλαστικές σακούλες και σχεδιάσαμε το πείραμα με τρεις συνολικά επαναλήψεις.



### 1<sup>η</sup> Επανάληψη

#### I. Άχυρο

1ο δείγμα



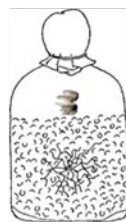
2ο δείγμα



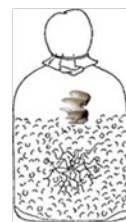
3ο δείγμα



#### II. Πίτυρο



#### III. Βαμβακόπιττα





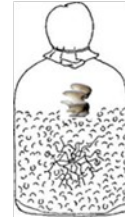
**2<sup>η</sup> Επανάληψη**

**I. Άχυρο**

**II. Πίτορο**

**III. Βαμβακόπιτα**

**1ο δείγμα**



**2ο δείγμα**



**3ο δείγμα**



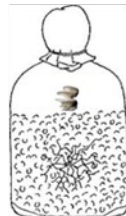
**3<sup>η</sup> Επανάληψη**

**I. Άχυρο**

**II. Πίτορο**

**III. Βαμβακόπιτα**

**1ο δείγμα**



**2ο δείγμα**



**3ο δείγμα**



### **II.1.1. Βιολογικό υλικό**

Η προμήθεια του βιολογικού υλικού, του μύκητα Pleurotus ostreatus, έγινε από το εργαστήριο Εδάδιμων Μυκήτων ΙΤΕΤΕΠ, στην Λυκόβρυση Αττικής, με δωρεάν αποστολή, στις 31 Οκτωβρίου 2011, για τις ανάγκες του πειράματός μας, 10 κιλών, καλλιεργημένο σε σπόρους κεχριού, μία τεχνική, που ανέπτυξε, ο Δρ. κ. Φιλιππούσης Αντώνης, Γεωπόνος - Μυκητολόγος, Τακτικός Ερευνητής ΕΛΓΟ, Προϊστάμενος, αυτού του Εργαστηρίου.

### **II.1.2. Υποστρώματα και τεχνική δημιουργίας**

Σε επαφή με εμπόρους της περιοχής μας, για την προμήθεια του άχυρου, των πιτύρων και της βαμβακόπιτας συγκεντρώσαμε το απαραίτητο υλικό, με δωρεάν χορήγηση, τους οποίους, απ' αυτήν τη θέση, τους ευχαριστούμε. Ενυδατώσαμε το άχυρο τοποθετώντας τα δέματα σε βαρέλια με νερό, για 24 ώρες, ενώ τα πτύρα και την βαμβακόπιτα, την ενυδατώσαμε, την ίδια μέρα με την σπορά, στο εργαστήριο Φυσικής και Βιολογίας του σχολείου μας.

### **II.1.3. Τρόπος σποράς του μύκητα στα υποστρώματα**

Μετά την δημιουργία των υποστρωμάτων και την ενυδάτωση τους, την ίδια ημέρα, γεμίσαμε τις πλαστικές σακούλες διαστάσεων 32 cm X 66 cm, που προμηθευτήκαμε, από κατάστημα οικοδομικών υλικών της περιοχής μας, με παράλληλη σπορά, του βιολογικού μας υλικού (σπόρους κεχριού, με μυκήλιο του μύκητα Pleurotus ostreatus), στις σακούλες σε τέσσερες κύκλους, σε απόσταση δέκα (10 cm) εκατοστών μεταξύ τους. Στην κάθε σακούλα στο τέλος, γράψαμε ένα αριθμό από το ένα (1) έως το είκοσι επτά (27) και σημειώσαμε το βάρος, της κάθε σακούλας.

#### **II.1.4. Χρόνος σποράς**

Όλη η προετοιμασία μας, τελείωσε στις 24 Νοεμβρίου 2011, με την σπορά, την σήμανση και ζύγισμα των δειγμάτων και την μεταφορά και τοποθέτησή τους, σε φυκτικό θάλαμο της επιχείρησης “Αγροτοβιομηχανικών Εφαρμογών”, που με ένα αερόθερμο και θερμοστάτη μετατρέψαμε σε θερμοθάλαμο.

#### **II.1.5. Ποσότητα σπόρου σε κάθε δείγμα υποστρώματος**

Σε κάθε κύκλο σποράς στην πλαστική σακούλα κατανέμαμε πενήντα (50 gr) γραμμάρια σπόρου. Έτσι σε κάθε σακούλα η συνολική ποσότητα σπόρου ήταν διακόσια (200 gr) γραμμάρια.

#### **II.1.6. Παστερίωση**

Λόγω έλλειψης του απαραίτητου εξοπλισμού για την παστερίωση των υποστρωμάτων, επιλέξαμε να πραγματοποιήσουμε το πείραμά μας, με απαστερίωτα υποστρώματα. Έτσι ο τίτλος της ερευνητικής πειραματικής μας εργασίας διαμορφώθηκε ως “Ανάπτυξη του Εδώδιμου Μανιταριού Pleurotus ostreatus, σε Διάφορα Απαστερίωτα Υποστρώματα Γεωργικών Υπολειμμάτων.”

#### **II.1.7. Επώαση**

Η επώαση του μύκητα έγινε σε ένα ψυγείο της επιχείρησης “Αγροτοβιομηχανικές Εφαρμογές”, που το μετατρέψαμε σε θερμοθάλαμο, τοποθετώντας ένα ηλεκτρικό αερόθερμο συνδεδεμένο με θερμοστάτη, που έλεγχε την θερμοκρασία κατά την φάση της επώασης στους 27 °C. Την υγρασία την εξασφαλίσαμε με ένα δοχείο 60 λίτρων γεμάτο με νερό και τοποθετώντας ένα πανί από λινάτσα από την μία πλευρά μέσα στο νερό και από

την άλλη στηριγμένη στο χώρο ακριβώς κάτω από τα μανιτάρια. Με ένα όργανο Oregon Scientific Model No Ethg-912, ελέγχουμε την θερμοκρασία και την υγρασία. Η υγρασία δεν ήταν σταθερή κατά την διάρκεια του πειράματος. Κυμαινόταν μεταξύ 70% και 90%.

## **II.2. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΥΚΗΛΙΟΥ**

Θεωρώντας την πρώτη ημέρα σποράς, στις 24-11-2011, ως μηδενικό χρόνο και μηδέν το πλάτος εξάπλωσης του μυκηλίου, του μύκητα Pleurotus ostreatus, αρχίσαμε από την επομένη ημέρα, να μετρούμε σε όλα τα δείγματα, το πλάτος εξάπλωσης του μύκητα και να καταγράφουμε τις μετρήσεις στο αντίστοιχο κωδικό σήμανσης των δειγμάτων από το 1 έως το 27. Δεν κάναμε στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έτσι ώστε, να προσδιορίσουμε τυπικά σφάλματα και στατιστικές διαφορές, λόγω έλλειψης θεωρητικού μας υποβάθρου. Απλώς τα προσθέσαμε, για κάθε υπόστρωμα και πήραμε τον μέσο όρο αυτών, ως τελική τιμή και χρησιμοποιήσαμε αυτή, στα διαγράμματα. \_

### **II.2.1. Εξάπλωση του μύκητα**

Από την επόμενη ημέρα (25-11-2011) φάνηκε η εξάπλωση του μύκητα, που με ένα χάρακα μετρούσαμε το πλάτος με τυχαίο τρόπο πάνω στις κυκλικές επιφάνειες των δειγμάτων.

### **II.2.2. Φαινολογικές παρατηρήσεις**

Παρακολουθούσαμε την αύξηση του μυκηλίου, την εξάπλωσή του στην επιφάνεια του υποστρώματος, μέχρι να καλύψει όλη την επιφάνεια της πλαστικής σακούλας και στα τρία γεωργικά υπολείμματα (άχυρο, βαμβακόπιτα και πίτυρα). Είδαμε ότι στην βαμβακόπιτα, είχαμε ταχύτερη εξάπλωση του μύκητα τις πρώτες ημέρες, από τα άλλα δύο υποστρώματα, αλλά μετά από 7 ημέρες σταμάτησε η αύξηση του μύκητα στην

βαμβακόπιτα και στα πίτυρα και στην συνέχεια, αναπτύχθηκε έντονη δυσσομία σε όλα τα δείγματα της βαμβακόπιτας και των πιτύρων. Σημειώσαμε την ημερομηνία εμφάνισης των πρώτων καρποφοριών στα ευαπομείναντα εννέα (9) δείγματα του άχυρου και το μέγεθος των μανιταριών, μέχρι την συλλογή τους και την ζύγιση.

### **II.2.3. Ρύθμιση Θερμοκρασίας – Υγρασίας - Φωτισμού - Αέρα**

Η θερμοκρασία ελεγχόταν με θερμοστάτη ακριβείας  $\pm 1$  °C, τις πρώτες είκοσι (20) ημέρες επώασης ήταν σταθερή στους 27 °C, χωρίς άλλες διακυμάνσεις. Μετά την διαδικασία επαγωγής ρυθμίσαμε την θερμοκρασία στους 14 °C με την ίδια ακρίβεια. Την υγρασία την εξασφαλίσαμε με τον τρόπο που περιγράψαμε παραπάνω (δοχείο νερού με λινάτσα), αλλά δεν μπορέσαμε να έχουμε τα θεωρητικά μεγέθη, που είχαμε από βιβλιογραφικές πηγές. Οι τιμές ήταν κυμαινόμενες από 70% έως 90% σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Κατά την επαγωγή, για φως, χρησιμοποιήσαμε λαμπτήρα κοινό φθορισμού με μία λάμπα 40 Watt και χρονοδιακόπτη που άναβε την λάμπα για δώδεκα ώρες και τις υπόλοιπες ήταν σβηστή. Για αέρα, μετά την φάση της επώασης και καθ' όλη την διάρκεια της επαγωγής, ανοίξαμε την πόρτα του φρυγείου και τοποθετήσαμε το αερόθερμο στην είσοδο της πόρτας έτσι ώστε να στέλνει στα δείγματά μας, συνέχεια ατμοσφαιρικό αέρα.

### **II.3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΜΥΚΗΤΙΑ**

Η τεχνική αυτή είναι βασικής σημασίας, για την εμφάνιση των καρποφοριών. Όταν φαιολογικά παρατηρήσαμε, ότι το μυκήλιο εξαπλώθηκε, σε ολόκληρη την επιφάνεια των δειγμάτων μας, για να δημιουργήσουμε καρποφορία, χρειάστηκε να κάνουμε την επαγωγή στον μύκητα, δηλαδή διαφοροποίηση του περιβάλλοντος αύξησης με μείωση της θερμοκρασίας, φωτίζοντας το μυκήλιο για 12 ώρες, αύξηση της

συγκέντρωσης του οξυγόνου, σε σχέση με την φάση επώασης διατηρώντας την υγρασία στα ίδια επίπεδα με την φάση επώασης.

### II.3.1. Τρόπος επαγωγής του μύκητα

Στις πλαστικές σακούλες, ανοίγουμε σχισμές, σε σχήμα σταυρού μεγέθους 5 cm, σε 15 τουλάχιστον διαφορετικά και τυχαία σημεία της επιφάνειας, της πλαστικής σακούλας. Ο αέρας πλέον εισέρχεται στο μυκήλιο, από τις σχισμές και έτσι διαφοροποιείται πλέον, η σχέση οξυγόνου – διοξειδίου του άνθρακα. Παράλληλα ή μείωση της θερμοκρασίας στους 14 °C και η φωτοπερίοδος 12 ώρες φώς και 12 ώρες σκοτάδι, δίνουν το ερέθισμα, για την έναρξη καρποφοριών στον μύκητα. Η υγρασία τώρα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα, στην περίπτωσή μας κυματινόταν από 70% έως 90%, για να μη ξηραθεί και το μυκήλιο.

### II.3.2. Χρόνος εμφάνισης των καρποφοριών



Μετά την ημερομηνία επαγωγής του μύκητα, που αξίζει να σημειωθεί, ότι την καθυστερήσαμε για δύο εβδομάδες, λόγω μαθητικών προβλημάτων (κατάληψη του σχολείου), σε 16 ημέρες από την επαγωγή, παρατηρήσαμε την έναρξη της γέννησης των πρώτων καρποφοριών στα εννέα δείγματα του άχυρου, εφ' όσον τα άλλα δύο υποστρώματα από τις μολύνσεις, που υπήρχαν, κατέρρευσε η αύξηση του μυκηλίου και απομακρύνθηκαν από το χώρο, για να μη μολυνθούν και

τα δείγματα με άχυρο. Στα αποτελέσματα παραθέτουμε σ' ένα διάγραμμα φαινολογικών παρατηρήσεων σε σχέση με τον χρόνο  $P=f(t)$ .



### II.3.3. Υπολογισμός του βάρους των καρποφοριών

Σε δέκα (10) ημέρες μετά την εμφάνιση των καρποφοριών είχαμε την ανάπτυξη των μανιταριών σε πλήρη μορφή. Αξίζει να σημειωθεί ότι όλα τα δείγματα με άχυρο (εννέα στο σύνολο), μας έδωσαν καρποφορίες μανιταριών. Συλλέξαμε όλα τα μανιτάρια και ζυγίζαμε με ηλεκτρονικό ζυγό την ποσότητα των μανιταριών ανά δείγμα. Πραγματοποιήσαμε έξη συλλογές μανιταριών, αθροίσαμε το βάρος τους και βγάλαμε τον μέσο όρο ανά πλαστική σακούλα.

### II.3.4. Υπολογισμός της παραγωγής

Ο υπολογισμός της παραγωγής, έγινε ανά σακούλα άχυρου, που το μέσο βάρος των εννέα εναπομεινάντων δειγμάτων μας, ήταν 6 κιλά. Όλα τα οικονομικά μας στοιχεία, υπολογίζονται ανά σακούλα των 6 κιλών και μόνο για το άχυρο.

### II.3.5. Υπολογισμός του Harvest Index (οικονομικής απόδοσης)

Υπολογίζουμε την σχέση μετατροπής του γεωργικού υπολείμματος, που είναι το άχυρο, σε εκατοστιαία αναλογία σε τροφή, με την βοήθεια του μύκητα που χρησιμοποιήσαμε Pleurotus ostreatus.

Από γνωστό Super market της περιοχής μας, πήραμε την τιμή πώλησης στο καταναλωτικό κοινό τα μανιτάρια Pleurotus ostreatus. Με βάση αυτή την τιμή, υπολογίσαμε σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) την προστιθέμενη αξία, που προκύπτει μέσα από αυτή την βιοτεχνολογική εφαρμογή. .

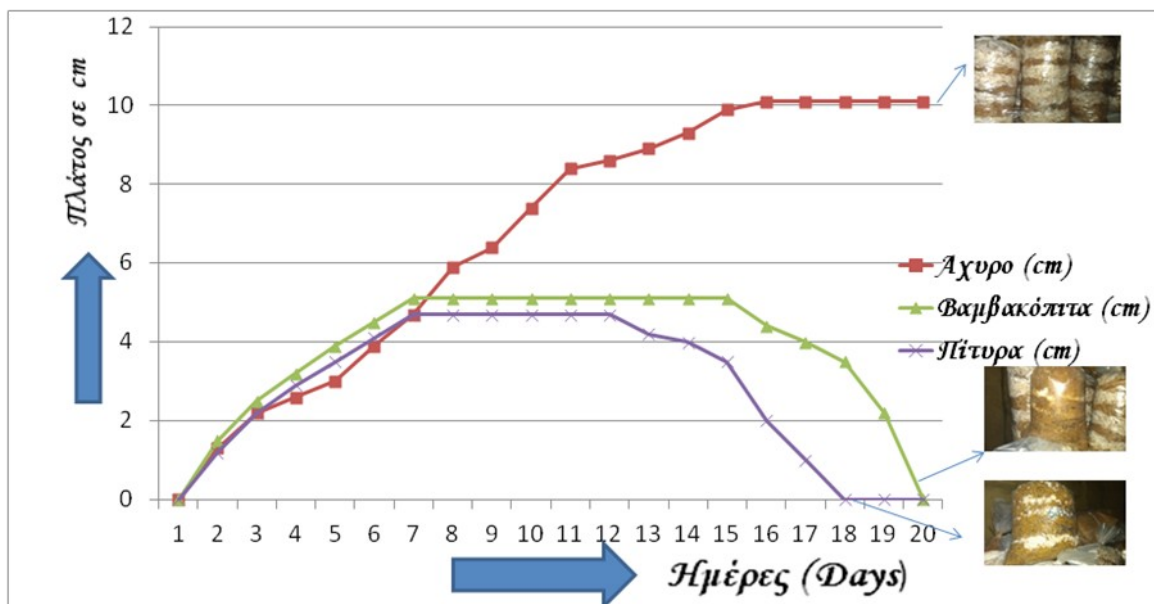


### III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Όλα τα στοιχεία, που μετρήθηκαν με τον παραπάνω τρόπο και περιγράψαμε εμφανίζονται με διαγράμματα, για να μπορέσουμε να εξάγουμε τα συμπεράσματά μας.

#### III.1. Ανάπτυξη του μυκηλίου

Στο παρακάτω διάγραμμα εμφανίζονται οι αυξήσεις του μυκηλίου του μύκητα *Pleurotus ostreatus*. Βλέπουμε ότι, σε 16 ημέρες εξαπλώθηκε πλήρως στην επιφάνεια του άχυρου, ενώ από την 6<sup>η</sup> ημέρα έχουμε σταμάτημα της εξάπλωση στην βαμβακόπιτα



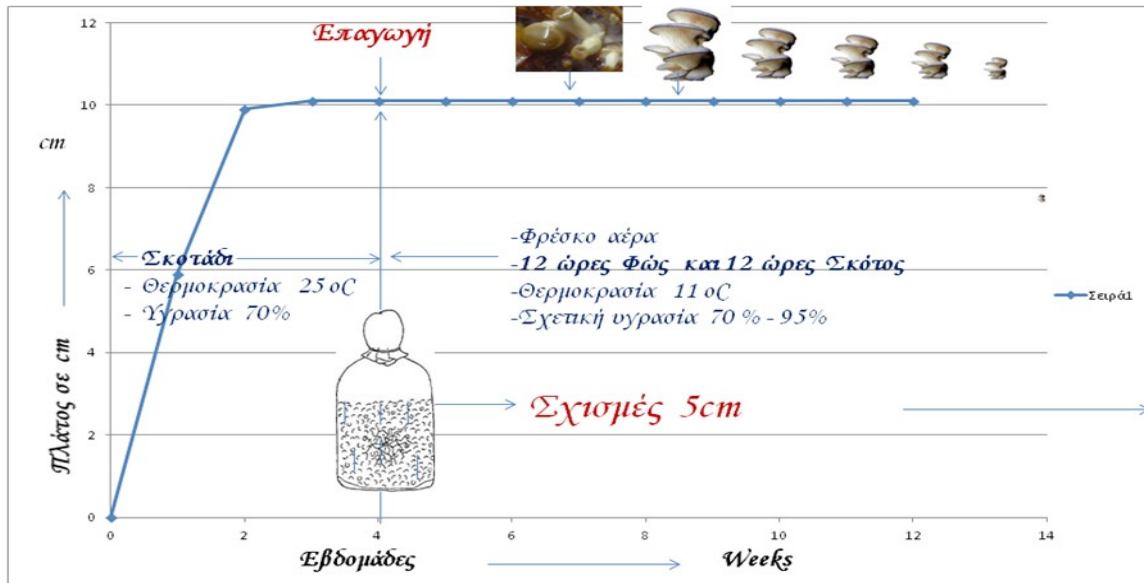
#### 1. Μεγέθυνση κατά πλάτος του μυκηλίου σε σχέση με τον χρόνο $w=f(t)$

και στο πίτυρο, τα οποία από ισχυρή μόλυνση καταστράφηκαν και απομακρύνθηκαν.

#### III.2. Επαγωγή

Στο 2<sup>ο</sup> διάγραμμα επαγωγής του μύκητα σε σχέση με τον χρόνο επώασης, φαίνεται η καμπύλη ταχείας εξάπλωσης του μυκηλίου σε δύο εβδομάδες. Φαίνεται επίσης η καθυστέρηση, για δύο εβδομάδες, να πραγματοποιήσουμε την επαγωγή, λόγω

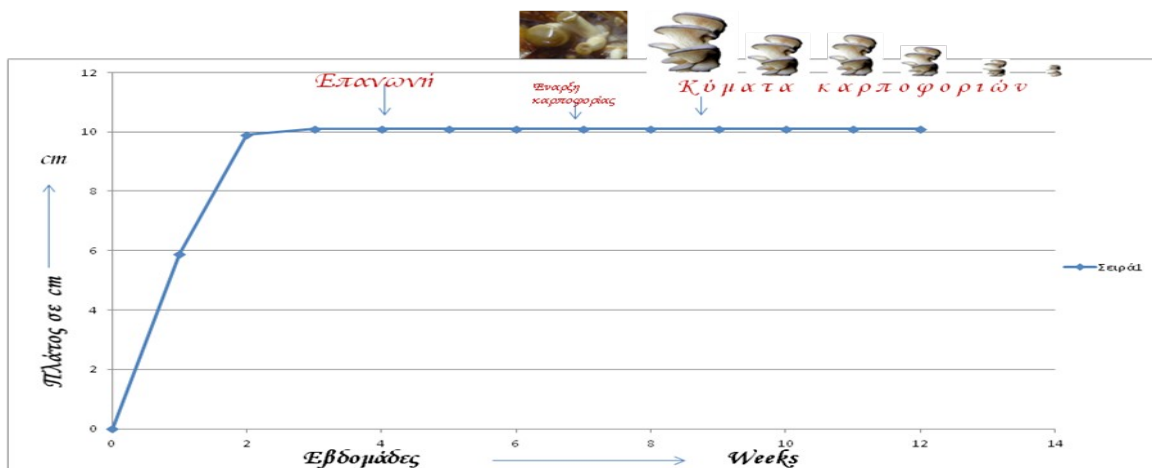
των προβλημάτων που προαναφέρθηκαν και η έναρξη της καρποφορίας σχεδόν τρεις εβδομάδες μετά την επαγωγή.



## 2. Διάγραμμα επαγωγής του μύκητα σε σχέση με τον χρόνο $E=f(t)$

### III.3. Ανάπτυξη των καρποφοριών

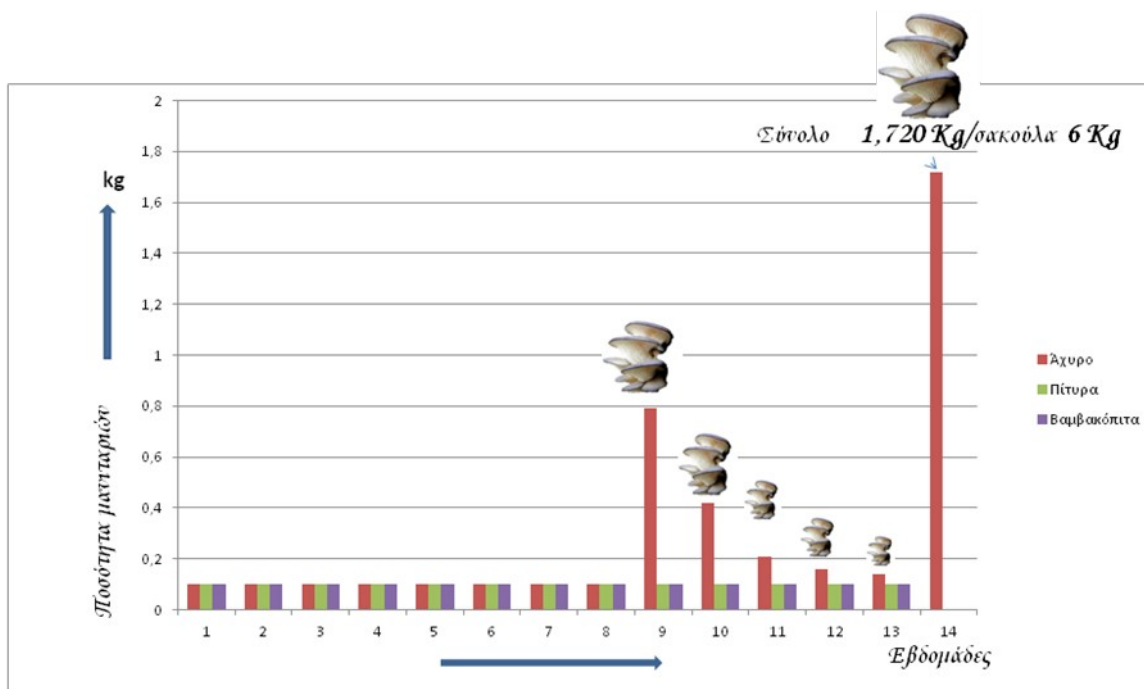
Όπως φαίνεται στο 3<sup>ο</sup> διάγραμμα η έναρξη των καρποφοριών άρχισε την 7<sup>η</sup> εβδομάδα και την 8<sup>η</sup> προς 9<sup>η</sup> εβδομάδα άρχισε η συλλογή των καρποφοριών κατά κύματα (5 συλλογές). Οι δύο πρώτες συλλογές ήταν σε ποσότητα σημαντικές, ενώ οι επόμενες είχαν μικρό σχετικά με τις πρώτες αποτέλεσμα



## 3. Διάγραμμα έναρξης καρποφοριών κατά κύματα σε σχέση με τον χρόνο.

### III.4. Αποδόσεις στα διάφορα υποστρώματα

Εξηγήσαμε παραπάνω ότι τα δύο Γ.Υ. (βαμβακόπιτα και πίτυρα) καταστράφηκαν από μολύνσεις και κατά συνέπεια μόνο το Γ.Υ. άχυρου, έδωσε αποτελέσματα. Ο μέσος όρος, από τα εννέα (9) δείγματα άχυρου ανά σακούλα, που είχε μέσο βάρος 6 κιλά ενυδατωμένου άχυρου, όπως περιγράφηκε στην μεθοδολογία, ήταν 1.720 γραμμάρια.



## 4. Διάγραμμα παραγωγής σε Kg

### III.5. Η οικονομική απόδοση

Την απόδοση μπορούμε να την εξετάσουμε από δύο πλευρές. Υπολογίζοντας το ποσοστό της μετατροπής του Γ.Υ. άχυρου, σε ποσοστό τροφής κατά βάρος. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα 5, το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε **28,6%** κατά βάρος, λίγο πιο πάνω από το 22,0% - 25,0%, που αναφέρει η βιβλιογραφία.

Από την οικονομική πλευρά, υπολογίζοντας την αξία της παραγόμενης ποσότητας εδώδιμων μανιταριών, για ένα καλλιεργητή (δεν υπολογίζουμε το φόρο προστιθέμενης αξίας), βλέπουμε ότι έχουμε ένα οικονομικό αποτέλεσμα των 7,28 € ανά σακούλα δείγματος άχυρου. Εμείς λόγω των χορηγήσεων χωρίς κόστος, του σπόρου και των Γ.Υ., που στην περίπτωσή μας, έχουμε μόνο το άχυρο, υπολογίσαμε κατ' εκτίμηση τα

έξοδα αγοράς του άχυρου, της πλαστικής σακούλας, του δεματικού της σακούλας, της ενέργειας, που καταναλώσαμε στον θερμοθάλαμο, κατ' αναλογία σε 1,28 € ανά σακούλα.



$1,720 \text{ Kg} \times 4,23 \text{ €/Kg} = 7,28 \text{ €}$  χωρίς Φ.Π.Α.  
Μείον διάφορα κόστη περίπου 1,28 €  
Καθαρό αποτέλεσμα 6,00 €/σακούλα

1. Σακούλα 6 Kg Υποστρώματος, μας έδωσε 1,72 Kg καρπό μανιταριού

δηλαδή 28,6% μετατροπή του υποστρώματος σε τροφή.

## 5. Δείκτης οικονομικής απόδοσης Harvest Index

Βλέπουμε ότι το οικονομικό αποτέλεσμα ανά σακούλα 6 Kg άχυρου, είναι 6 €. Αυτό μεταφράζεται σε ποσοστό, περίπου 468% προστιθέμενης αξίας!.

### IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όλη την ερευνητική πειραματική μας εργασία, προκύπτουν συμπεράσματα αγρονομικής και οικονομικής φύσεως, πολύ ενδιαφέροντα.

Από την αγρονομική πλευρά, βλέπουμε, ότι το εγχείρημά μας, να παράγουμε μανιτάρια, του μύκητα *Pleurotus ostreatus*, με απαστερίωτα Γ.Υ. (άχυρο, βαμβακόπιτα και πίτυρα), μας έδωσε την πληροφορία, ότι δεν μπορούμε να καλλιεργήσουμε σε απαστερίωτο υπόστρωμα, βαμβακόπιτας και πιτύρου. Μπορούμε όμως, να καλλιεργήσουμε σε άχυρο. Πρέπει να έχουμε υπ' όψη, ότι η παστερίωση ή αποστείρωση των υποστρωμάτων, αποτελεί σημαντικό κόστος στην λειτουργία της επιχειρηματικής μονάδας και αν προβαίναμε, σε παστερίωση των δειγμάτων, τα οικονομικά αποτελέσματα θα ήταν διαφορετικά. Η επιβεβαίωση όμως της βιβλιογραφίας, ότι μπορούμε να καλλιεργήσουμε τον μύκητα *P. o.*, σε υπόστρωμα

άχυρου απαστερίωτο είναι από τα θετικά της ερευνητικής μας εργασίας. Επίσης και το αρνητικό αποτέλεσμα, στα δύο άλλα υποστρώματα, μας δίνει την δυνατότητα, να συμβουλευόμαστε πιθανούς καλλιεργητές, να μη επιχειρούν να καλλιεργούν μανιτάρια, με βαμβακόπιτα και πίτυρα, χωρίς παστερίωση.

Από την οικονομική πλευρά, βλέπουμε ότι τη οικονομική μεγέθυνση, που προκύπτει σ' αυτήν την μανιταροκαλλιέργεια, ανέρχεται στο ύψος του **468%!!!** Συγκρινόμενο με άλλες επιχειρηματικές δραστηριότητες, φαίνεται ότι είναι πολύ υψηλό. Φυσικά προκύπτει από μία ερευνητική μας μαθητική εργασία, που ο κύριος στόχος της ήταν εκπαιδευτικός και "εισαγωγικός", των μαθητών στη διαδικασία της έρευνας. Σίγουρα, για να θεωρηθούν τα αποτελέσματα αυτά αξιόλογα, πρέπει να επαυαληφθεί η διαδικασία της έρευνας και άλλες φορές και να συγκριθούν, με άλλες ερευνητικές εργασίες, από την Ελληνική και ξένη βιβλιογραφία.

Η εργασία αυτή, ανήκει στον τομέα της βιοτεχνολογίας και ιδιαίτερα της μυκητολογίας, που πέρα από τα εδώδιμα μανιτάρια, έχει τεράστιο επιστημονικό και οικονομικό ενδιαφέρον, στον τομέα της φαρμακολογίας, της τεχνολογίας των ενζύμων, των αμινοξέων και φυσικά των εδώδιμων μανιταριών, που για το συγκεκριμένο είδος, η χώρα μας καταναλώνει περίπου 11.000 τόνους ετησίως, ενώ παράγει 3.000 τόνους και εισάγει περίπου 8.000 τόνους ετησίως (Στοιχεία από ΕΛΣΤΑΤ).

Στην σημερινή οικονομική μας κατάσταση, πρέπει να το σκεφθούμε σοβαρά, γιατί θα μπορούσαμε να τα παράγουμε μόνοι μας και να έχουμε όφελος οικονομικό, από την μη εξαγωγή συναλλάγματος, σε άλλες χώρες. Επίσης θα μπορούσε να συμβάλει, κοινωνικά, μειώνοντας το ποσοστό της ανεργίας μας, και κατ' επέκταση μείωση του ποσοστού των ανθρώπων, που ζούνε σε κατάσταση απόλυτης φτώχειας στην χώρα μας.

Συμπερασματικά, ο μόνος τρόπος για **μεγέθυνση της οικονομίας μας**, είναι να κάνουμε **παραγωγή**. Η παραγωγή μας, πρέπει να είναι **ισόρροπη** και για τις τρεις κατηγορίες παραγωγής, (**πρωτογενή – δευτερογενή και τριτογενή**) και να στοχεύει, στην κάλυψη των αναγκών μας, σε αγαθά υλικά και άυλα, αλλά και διείσδυση και διάθεση της παραγωγής μας, στις ξένες αγορές (**εξαγωγές**).

Μία κοινωνία με ικανότητες οικονομικής μεγέθυνσης, δημιουργεί **οικονομικό πλεόνασμα**, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για καλύτερες **κοινωνικές παροχές**, για άνοδο του **πολιτιστικού και πνευματικού** επιπέδου του λαού της, για **περιβαλλοντικές** επεμβάσεις, με βάση την **“αιετορική διαχείριση”** των φυσικών μας πόρων και γενικότερα, για **βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας**, όπου “θα ευημερούν οι ηλικιωμένοι και θα ατενίζουν με αισιοδοξία το μέλλον τους, οι νέοι”.

Τέλος, πρέπει να ξαναθυμηθούμε το Λυκούργο της αρχαίας Σπάρτης, που μέσα από τον Πλούταρχο, (13) λέει, **“το γάρ όλον και παν της νομοθεσίας έργον εις την παιδείαν ανήκει”**. Με άλλα λόγια, ο Λυκούργος στην **παιδεία**, είχε εναποθέσει το **Α** και το **Ω** της πολιτείας.

ΕΛΛΕΟΥΣΑ 2011-12

## **Οι Μαθητές:**

Γιάννος Γ., Γκαβρέση Α., Γκίνος Ν., Ζούγκης Β., Καλόγηρος Α., Καρβούνης Α., Κάσσοσ Α., Κατσέλης Β., Κατσέλης Γ., Κατσουλίδης Γ., Λάμπρου Χ., Μάρκος Α., Μουχαμέτη Α., Παπαδόπουλος Χ., Παπαϊωάννου Ι., Σιαδήμας Α., Σιαδήμας Χ., Σίγγκ Σ.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΑΜΕ

1. **Δήμου Α.**, «Εισαγωγή στη Βιολογία των Μακρομυκήτων» Αθήνα, 1992
2. <http://el.wikipedia.org>
3. **Κουτρώτσιος Γ.**, “Διερεύνηση καταλληλότητας χρήσης πυρηνόξυλου και τυρογάλακτος στην Παρασκευή υποστρωμάτων καλλιέργειας μανιταριών *Pleurotus ostreatus*”, Μεταπτυχιακή διατριβή, Μυτιλήνη, 2009.
4. **Φιλιπούσης Α.**, “Η Καλλιέργεια των ειδών του γένους *Pleurotus*, για παραγωγή βρώσιμων καρποφοριών”, Αθήνα 1982.
5. **Κωστάκη Χ.**, “Απαντα Καλλιέργειας Μανιταριών”.
6. **Στεφαννάκης Κ.**, “Καλλιέργεια του *Pleurotus ostreatus* σε Άχυρο” δημοσίευμα.
7. **Φιλιπούσης Α.**, “Βιοτεχνολογία Εδώδιμων και Φαρμακευτικών Μανιταριών” Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Αθήνα 2007.
8. **Λαχουβάρης Ε.-Μαστρογιάννης Α.**, “Σύγχρονες Τεχνικές Καλλιέργειας και Αξιοποίησης Υπολειμμάτων μανιταριών” Εύβοια 2009.
9. **Ηλιάδης Ν.,-Βουτσινός Γ.**, “Τεχνολογία”, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα 2010.
10. **Τζιά Κ.** “Στατιστική Επεξεργασία Αποτελεσμάτων Μετρήσεων” e-δημοσίευση 2006.
11. **Καλτσιίκη Π.**, “Τεωρητικός πειραματισμός – Απλά πειραματικά Σχέδια”, ΑΓΣΑ, Αθήνα 1979.
12. **Δημητριάδης Σ.**, “Ασκήσεις Φυτοπαθολογίας – Μυκητολογίας”, ΑΓΣΑ, Αθήνα 1978.
13. **Marino R.- Ferreira A.- Eurya E.- Cardoso E.**, “Morphomolecular characterization of *Pleurotus ostreatus*” Piracicaba, Brasil 2003.
14. **United Nations**, “Training Manual on Mushroom Cultivation Technology” Beijing 2009.



15. **Fuente M.**, *“Base for the Commercial Production of oyster Mushrooms”* Santa Clara, California 2001.
16. **Chandy K.**, *“Oyster Mushroom Cultivation”*, Taiwan 1977.