

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ : ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ :

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ
ΕΝΟΣ ΣΥΝΘΕΤΟΥ
ΕΜΜΕΣΟΥ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ - Ε

**ΛΙΑΡΑΚΟΣ ΑΝΔΡ
ΓΡΑΤΣΙΑ ΕΥΤΥΧΙ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘ

**ΒΟΥΡΛΟΥΜΠΑΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦ**



Περίληψη

Διανύοντας τον 21^ο αιώνα τα συμβατικά καύσιμα μειώνονται με ιδιαίτερα ραγδαίους ρυθμούς.

Σημαντική συμβολή στην μείωση του προβλήματος της έλλειψης του πετρελαίου αποτελούν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μια από αυτές τις πηγές είναι η ηλιακή ακτινοβολία που παίρνουμε από τον ήλιο. Εκμεταλλευόμενοι αυτό το γεγονός εξετάσαμε την συμπεριφορά ενός ηλιακού ξηραντηρίου, σύνθετου τύπου. Το ξηραντήριο αυτό κατασκευάστηκε και μελετήθηκε σε ερευνητικό και πειραματικό επίπεδο από το ΤΕΙ Κρήτης (τμήμα φυσικών πόρων και περιβάλλοντος) στα Χανιά.

Σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση αυτής της ιδέας έχει το γεγονός της καλοκαιρινής περιόδου όπου υπάρχει μεγάλη ηλιοφάνεια και γίνεται η συγκομιδή των αγροτικών προϊόντων.

Μετά τη συγκομιδή η συντήρηση των προϊόντων συνήθως γίνεται με συμβατικό φούρνο, αυτό το στάδιο το αντικαθιστούμε με το ηλιακό ξηραντήριο.

Σ αυτή την εργασία παρουσιάζονται οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα 41 τεμαχίων από 18 διαφορετικά γεωργικά προϊόντα .

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του Μάιου-Ιουλίου 2006.

Από τη συγκεκριμένη εργασία μπορεί εύκολα να γίνει κατανοητή η συμφέρουσα αντικατάσταση των συμβατικών φούρνων από τα ηλιακά ξηραντήρια

**SUBJECT:
INVESTIGATION OF THE BEHAVIOR OF A COMPLEX SOLAR DRYER
IN CHANIA , CRETE, GREECE**

Abstract

During the 21st century, the solid and fossil fuels are being decreased with particularly rapid rates.

The renewable sources of energy play a very important role and have a great contribution as long as the problem of oil shortage is concerned. One of these energy sources is the solar radiation that is to say the radiation that comes from the sun.

Taking advantage of this fact we have examined the behavior of a complex solar dryer. This solar dryer was manufactured and studied in the Technological Educational Institution of Chania (Department of Natural Resources and Environment).

The summer period with its extended sunlight and the harvest of the rural products helped a lot to the fulfillment of this project.

After the harvest ends, the products' preservation usually occurs in a conventional oven. In this stage we have replaced the oven with a solar dryer.

In this project the drying of 41 items of 18 rural products are presented.

The experimental process took place during the period of May and July 2006.

From this particular experimental work it can easily become comprehensible the benefits. of a solar dryer over a conventional oven.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ :

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

ΣΕΛΙΔΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο :	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο :	ΘΕΩΡΙΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΩΝ	8
	2.1 Πώς λειτουργούν οι ηλιακοί ξηραντήρες	9
	2.2 Εξόρυξη του νερού από τα προϊόντα. - Το νερό στον αέρα.	11
	2.3 Η θεωρία της ξήρανσης	12
	2.4 Τρόποι ηλιακής ξήρανσης.	12
	2.5 Τύποι Ηλιακών ξηραντηρίων.	12
	2.5.1 Φυσικά ηλιακά ξηραντήρια	13
	2.5.2 Άμεσα ηλιακά ξηραντήρια	13
	2.5.3 Έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια	14
	2.5.4 Μικτό ηλιακά ξηραντήρια	14
	2.5.5 Υβριδικά ξηραντήρια	15
	2.5.6 Ξηραντήρια τύπου θερμοκηπίου	15
	2.5.7 Ξηραντήρια με ηλιακό συλλέκτη	15
	2.6 Άλλοι τύποι στεγνωτήρων και οι αποδόσεις τους	16
	2.6.1 Αναγκασμένος ηλιακός ξηραντήρας μεταφοράς	16
	2.6.2 Ξηραντήρες σκηνών	17
	2.6.3 Ηλιακή ξήρανση ή ανοικτή ξήρανση αέρα	17
	2.6.4 Ηλιακοί ξηραντήρες ή τροφοδοτημένοι ξηραντήρες με καύσιμα	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο :	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΜΕ ΗΛΙΑΚΑ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΑ	19
	3.1 Μελέτες άλλων πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και επιστημόνων.	20
	3.1.1 Ηλιακό ξηραντήριο για προϊόντα χύδην	20
	3.1.2. Κελυφωτό ξηραντήριο.	21
	3.1.3 Ξηραντήριο φρούτων και λαχανικών	22
	3.1.4 Μικτό ξηραντήριο με ανεμιστήρα	22
	3.1.5 Ξηραντήριο του πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης	23
	3.1.6 Ξηραντήρια με συλλέκτη και χωρίς συλλέκτη	24
	3.1.7 Ηλιακό ξηραντήριο με πορώδη απορροφητή και ηλιακή καπνοδόχο	24
	3.1.8 Ξηραντήριο που μελετήθηκε από το πανεπιστήμιο του Poitier	25
	3.1.9 Ξηραντήριο καφέ ημιβιομηχανικού τύπου σε κιβώτια (πόρτο Ρίκο)	26
	3.1.10 Ξήρανση του ξύλου	26
	3.1.11 Ηλιακό ξηραντήριο ξύλου του πανεπιστήμιου του Perpignan	27
	3.2 Ηλιακά ξηραντήρια σπορών για ξηρές και υγρές περιοχές	27
	3.2.1 Ξηραντήριο No 1	27
	3.2.2 Ξηραντήριο No 2	27
	3.2.3 Ξηραντήριο No 3	28
	3.2.4 Ξηραντήριο No 4	28
	3.3 Φυσικός ηλιακός ξηραντήρας μεταφοράς	28
	3.3.1 Αποτελέσματα πειράματος	31
	3.3.2 Αποτέλεσμα	32
	3.4 Συνθήκες που καθορίζουν την αποδοτικότητα του ξηραντήρα αέρα	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο:	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟΥ	35
	4.1 Λίγα λόγια γενικά για το ξηραντήριο	36
	4.2 Τρόπος λειτουργίας ξηραντηρίου.	36
	4.3 Κατασκευή ξηραντηρίου	37
	4.4 Συναρμολόγηση κιβωτίου ξηραντηρίων	40
	4.5 Προδιαγραφές κεκλιμένου συλλέκτη αέρα	41
	4.6 Συναρμολόγηση κιβωτίου συλλέκτη αέρα	41
	4.7 Κατασκευή πλάκας απορρόφησης	41
	4.8 Τοποθέτηση υλικού επικάλυψης	41
	4.9 Κατασκευή καμινάδας	41
	4.10 Κόστος κατασκευή	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο:	ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	43
	5.1 Θεωρία πειραματικού μέρους	44
	5.2 Παράδειγμα υπολογισμών ολόκληρης ημέρας.	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο:	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	48
	6.1 Πίνακας πειραμάτων	49
	6.2 Αναλυτικά τα αποτελέσματα ολόκληρου πειράματος	50
	6.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων	103
	6.4 Φωτογραφίες αποξηραμένων προϊόντων	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο:	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ	105
	7.1 Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις	106
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	111

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εισαγωγή

Όλοι γνωρίζουμε ότι ο ήλιος και ο αέρας ξηραίνουν τα προϊόντα που είναι εκτεθειμένα σε αυτόν. Οι πιο πολλοί λαοί που έχουν προνομιακές κλιματολογικές συνθήκες χρησιμοποιούν αυτό το φυσικό φαινόμενο για να διατηρούν επί μακρότερο χρονικό διάστημα τα αγροτικά τους προϊόντα. Το διαθέσιμο για όλους αυτό φυσικό φαινόμενο είναι στην πράξη πολύ σύνθετο. Για να οργανώσουμε και να βελτιώσουμε σύμφωνα με υπολογισμούς την αποτελεσματικότητα της ξήρανσης πρέπει να εισαγάγουμε επιστημονικές παρατηρήσεις πολύ διαφορετικές και αυτός είναι ένας από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, να τις συγκεντρώσει σε μια μορφή όσο το δυνατόν πιο απλή και πιο ευπρόσιτη.

Η ξήρανση με απευθείας έκθεση στον ήλιο στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες είναι η συνηθέστερη χρησιμοποιημένη μέθοδος για να συντηρήσει τα γεωργικά προϊόντα όπως τα σιτάρια, τα φρούτα και τα λαχανικά. Τέτοια ξήρανση υπό τις δυσμενείς συνθήκες κλίματος οδηγεί στις μεγάλες απώλειες στην ποσότητα και την ποιότητα του ξηρού προϊόντος. Η ποιοτική ανάλυση έδειξε ότι η παραδοσιακή αυτή ξήρανση αποξήρανε σταφύλια μέσα σε 7 περίπου ημέρες, υπό σκιά αποξηράνθηκαν μέσα σε 15 ημέρες, ενώ ο ηλιακός ξηραντήρας διάρκεσε μόνο 4 ημέρες και παρήγαγε σταφίδες καλύτερης ποιότητας.

Η αφυδάτωση των λαχανικών και άλλων συγκομιδών τροφίμων με την παραδοσιακή μέθοδο ανοικτής ξήρανσης από τον ήλιο και τον αέρα δεν είναι ικανοποιητική, καθώς τα προϊόντα μολύνονται με βακτηρίδια και έντομα και επιδεινώνονται γρήγορα στη σχετική υγρασία και στις υψηλές περιβαλλοντικές θερμοκρασίες. Το Killock στην Γκάνα, (1966) έχει εκθέσει τις μετά τη συγκομιδή απώλειες μεταξύ 12 – 37 % για τις διάφορες συγκομιδές τροφίμων που οφείλονται συνήθως στην αποθήκευση υψηλής υγρασίας (σε περιεκτικότητα). Η αφυδάτωση ως μέθοδος στα αγροτικά προϊόντα περιλαμβάνει την αφαίρεση της υγρασίας για να αποτραπεί η ανάπτυξη του ευνοϊκού περιβάλλοντος για την αύξηση των βακτηριδίων και εντόμων που προκαλούν επιδείνωση. Η βελτιωμένη ηλιακή ξήρανση θα διευκόλυνε την πρόωρη συγκομιδή, τη μακροπρόθεσμη αποθήκευση, τη βιωσιμότητα των σιταριών σπόρου και την πώληση των ποιοτικών προϊόντων.

Για αυτούς τους λόγους αναπτύχθηκαν διάφοροι φυσικοί ηλιακοί ξηραντήρες που συνήθως αποτελούνται από έναν ηλιακό αποξηραντήρα και έναν χώρο αποξήρανσης. Αυτά τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ξήρανση διάφορων γεωργικών προϊόντων όπως τα φρούτα και τα λαχανικά.

Η μηχανική ξήρανση είναι μια λειτουργία ενεργειακής κατανάλωσης στη τεχνολογία συγκομιδής των γεωργικών προϊόντων, έτσι στη χρησιμοποίηση των πηγών ηλιακής ενέργειας δίνεται περισσότερη έμφαση λόγω των υψηλών αποδόσεων και τις έλλειψης απολιθωμένων καυσίμων. Οι ηλιακοί ξηραντήρες δεδομένου ότι είναι καλύτερη και περισσότερο ενεργειακά αποδοτική επιλογή τώρα χρησιμοποιούνται όλο ένα και περισσότερο.

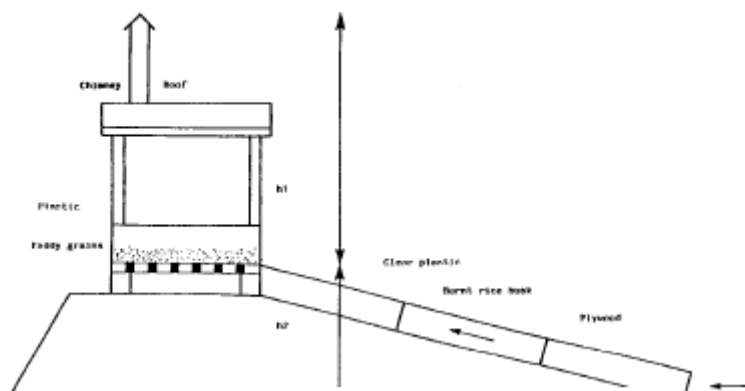
Μια από τις μεθόδους συντήρησης των γεωργικών προϊόντων είναι η αποξήρανσή τους με διοχέτευση ρεύματος αέρα μέσα από τη μάζα τους (τεχνίτη ξήρανση). Η ελάττωση του χρόνου ξήρανσης που συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος γίνεται με θέρμανση του αέρα. Στη πράξη η θέρμανση του αέρα γίνεται με καυστήρες πετρελαίου. Επειδή όμως η περίοδος συγκομιδής των περισσότερων γεωργικών προϊόντων συμπίπτει με τη μεγάλη ηλιοφάνεια είναι δυνατή η υποκατάσταση του πετρελαίου με την ηλιακή ενέργεια. Χωρίς να καταφεύγουμε σε πολυδάπανες τεχνικές μπορούμε να βελτιώσουμε πολύ την αποτελεσματικότητα της ξήρανσης με ηλιακά ξηραντήρια ειδικά κατασκευασμένα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΘΕΩΡΙΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΩΝ

2.1 Πώς λειτουργούν οι ηλιακοί ξηραντήρες :

Ένας γνωστός τύπος ηλιακού στεγνωτήρα παρουσιάζεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1 : Ηλιακός ξηραντήρας

Σχεδιάστηκε για τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του ρυζιού αλλά οι αρχές ισχύουν και για άλλα προϊόντα και τύπους σχεδίων, δεδομένου ότι η πρώτη ανάγκη να αφαιρεθεί το ύδωρ είναι η ίδια.

Ο αέρας σύρεται μέσω του ξηραντήρα με φυσική μεταφορά. Θερμαίνεται καθώς περνά μέσω του συλλέκτη και έπειτα δροσίζεται μερικώς δεδομένου ότι παίρνει την υγρασία από το ρύζι. Το ρύζι θερμαίνεται και μέσω του αέρα και άμεσα από τον ήλιο. Ο θερμός αέρας μπορεί να κρατήσει περισσότερη υγρασία από τον κρύο αέρα. Έτσι το ποσό ενέργειας που απαιτείται για ξήρανση εξαρτάται από τη θερμοκρασία στην οποία θερμαίνεται ο αέρας μέσα στο συλλέκτη καθώς επίσης και το ποσό υγρασίας που κράτησε ο θερμός αέρας όταν μπήκε στο συλλέκτη. Ο τρόπος με τον οποίο απορροφάται η υγρασία του αέρα επηρεάζεται από την αρχική υγρασία και από τη θερμοκρασία στην οποία θερμαίνεται. Στη συνέχεια παρουσιάζεται αυτή η ξήρανση στο σχήμα 1 πινάκων 1.:

Ηλιακός ξηραντήρας ρυζιού

Ο αέρας εισάγεται σε 20°C και φεύγει RH= 80% (η υγρασία) στην αρχική ικανότητα απορρόφησης υγρασίας (γραμμάρια του ύδατος/m³ του αέρα).

40% 4.3g/m³ 9.2g/m³ 16.3g/m³

60% 1.4g/m³ 8.2g/m³ 15.6g/m³

80% 0 7.1g/m³ 14.9g/m³

Initial relative humidity	Moisture absorption capability (grammes of water/m ³ of air)		
	Not heated	Heated to 40°C	Heated to 60°C
40%	4.3g/m ³	9.2g/m ³	16.3g/m ³
60%	1.4g/m ³	8.2g/m ³	15.6g/m ³
80%	0	7.1g/m ³	14.9g/m ³

Πίνακας 1: Η διαδικασία ξήρανσης

Ο στόχος των περισσότερων διαδικασιών ξήρανσης είναι να μειωθεί η περιεκτικότητα σε υγρασία του προϊόντος σε μια συγκεκριμένη τιμή. Η περιεκτικότητα σε υγρασία εκφράζεται ως βάρος του ύδατος ως ποσοστό του συνολικού βάρους. Η περιεκτικότητα σε υγρασία του ρυζιού πρέπει να μειωθεί χαρακτηριστικά από 24% σε 14%, Έτσι για να ξηραθεί ένας τόνος ρυζιού, πρέπει να αφαιρεθούν 100gr ύδατος. Εάν ο θερμός αέρας έχει μια "ικανότητα απορρόφησης" $8\text{g}/\text{m}^3$ τότε απαιτούνται $100/0.0008 = 12,500/\text{m}^3$ αέρα για να ξηράνουν έναν τόνο ρυζιού. Η θερμότητα που απαιτείται για να εξατμιστεί το νερό είναι $2.26\text{kJ}/\text{kg}$. Ως εκ τούτου, περίπου 250MJ (70kWh) ενέργειας χρειάζονται για να ατμοποιήσουν 100kg νερού.

Δεν υπάρχει καμία σταθερή απαίτηση για την ηλιακή θερμότητα που εισάγεται στο ξηραντήρα.

Αυτό είναι επειδή ο εισερχόμενος αέρας περιβάλλοντος μπορεί να χάσει μερική από την εσωτερική ενέργειά του για να ατμοποιεί το νερό (που γίνεται πιο κρύο κατά τη διαδικασία).

Πράγματι, εάν ο περιβαλλοντικός αέρας είναι αρκετά ξηρός, καμία αύξηση θερμότητας δεν είναι ουσιαστική.

Εντούτοις, η πρόσθετη θερμότητα είναι χρήσιμη για δύο λόγους.

- Πρώτον, εάν ο αέρας είναι θερμότερος τότε χρειαζόμαστε λιγότερη ποσότητα αέρα.
- Δεύτερον, η εσωτερική θερμοκρασία στους κόκκους ρυζιού μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας, ειδικά στα μεταγενέστερα στάδια της ξήρανσης, όταν πρέπει η υγρασία να εξέλθει από το εσωτερικό των κόκκων προς τις επιφάνειές τους. Αυτή η θερμοκρασία από μόνη της θα εξαρτηθεί κυρίως από τη θερμοκρασία του αέρα αλλά και από το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που παραλαμβάνει άμεσα από το ρύζι.

Σε ένα φυσικό σύστημα μεταφοράς θερμού αέρα, η ροή του αέρα προκαλείται από το γεγονός ότι ο θερμός αέρας μέσα στον αποξηραντήρα είναι ελαφρύτερος από τον δροσερό αέρα έξω από αυτόν. Αυτή η διαφορά στην πυκνότητα δημιουργεί μια μικρή διαφορά πίεσης στον χώρο ξήρανσης του ρυζιού. Έτσι ο αέρας αναγκάζεται να περάσει μέσα από το ρύζι. Αυτή η επίδραση αυξάνεται. Η επίδραση ενός κλιμακωμένου χώρου (h_2) είναι λιγότερη από ένα μεγάλο σταθερό χώρο (h_1) επειδή ο αέρας ψυχραίνεται καθώς περνά μέσω του χώρου. Οι κατά προσέγγιση πυκνότητες για ποικίλες περιπτώσεις παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Air enters at 20°C and leaves at 80% RH

Initial relative humidity	Density of the air (kg/m^3) (Drop in density, in brackets)			
	Not heated	Heated to		
		30° C	40° C	60° C
40%	Ambient 1.19	1.19	1.19	1.19
	Below bed 1.19 (.00)	1.15 (.04)	1.12 (.07)	1.05 (.14)
	Above bed 1.21 (-.02)	1.19 (.00)	1.17 (.02)	1.14 (.05)
60%	Ambient 1.19	1.19	1.19	1.19
	Below bed 1.19 (.00)	1.15 (.04)	1.11 (.08)	1.05 (.14)
	Above bed 1.20 (-.01)	1.18 (.01)	1.16 (.03)	1.13 (.06)
80%	Ambient 1.18	1.18	1.18	1.18
	Below bed 1.18 (.00)	1.14 (.04)	1.11 (.07)	1.04 (.14)
	Above bed 1.18 (.00)	1.16 (.02)	1.15 (.03)	1.11 (.07)

Πίνακας 2: Μελέτη αποξήρανσης του αέρα

Η μεταβολή της πυκνότητας του αέρα σε μια φυσική μεταφορά ξήρανσης μπορεί να μας δείξει ότι ο εισερχόμενος αέρας μπορεί θερμανθεί μόνο 10- 30°C. Η παρουσία μιας καπνοδόχου πάνω από τον ξηραντήρα θα έκανε διαφορά, εκτός αν ενεργούσε ως ηλιακός συσσωρευτής και αύξανε τη θερμοκρασία του αέρα σημαντικά. Πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμα κι αν η διαφορά στις πυκνότητες είναι τόσο πολύ όπως $0,5\text{kg/m}^3$, τότε η προκύπτουσα διαφορά πίεσης είναι μόνο 0,5 PA (5 millionths της ατμοσφαιρικής πίεσης) ανά μέτρο της καπνοδόχου. Για τη σύγκριση, τα συστήματα μεταφοράς λειτουργούν συνήθως με τη διάφορα πίεσης 100-500 PA. Πολλά προϊόντα βλάπτονται από τις υπερβολικά αυξημένες θερμοκρασίες, συνεπώς ακολουθούμε κάποιους περιορισμούς. Οι αυστηρότεροι περιορισμοί είναι στα φασόλια μέχρι (35°C), το ρύζι (45°C), και όλα τα σιτάρια εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως σπόρος μέχρι (45°C).

2.2 Εξόρυξη του νερού από τα προϊόντα. - Το νερό στον αέρα.

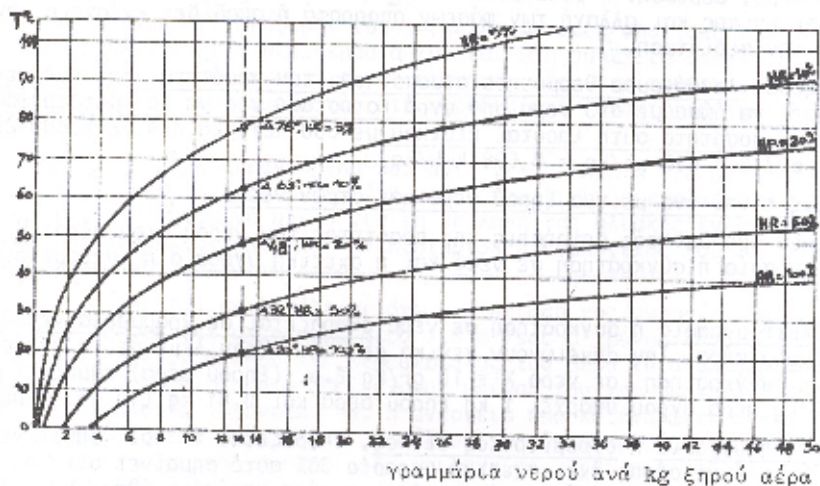
Διάγραμμα υγρού αέρα.

Το νερό όπως γνωρίζουμε από τη Φυσική βρίσκεται υπό διάφορες μορφές όπως στερεά, υγρά, αερίδια. Η μετατροπή από τη μια κατάσταση στην άλλη, που ονομάζεται επίσης και αλλαγή των φάσεων, απορροφά ή αποδίδει ενέργεια ανάλογα με την περίπτωση. Λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης ονομάζουμε την ποσότητα της ενέργειας που πρέπει να δώσουμε στο νερό υπό υγρά κατάσταση για να το μετατρέψουμε σε ατμό. Η ποσότητα αυτή ισούται περίπου με 600 Kcal/kg ή $4,1868 \cdot 600 = 2512$ ή $\text{KJ/kg} = 697,8 = 698\text{ Wh/kg} = 0,698\text{ kWh/kg}$. Ο αέρας είναι ένα μείγμα ξηρού αέρα και ατμών νερού. Υπάρχουν δύο δυνατές μετρήσεις της ποσότητας του νερού στον αέρα: Η απόλυτη υγρασία ή η συγκράτηση σε νερό και η σχετική υγρασία ή αλλιώς υγρομετρικός τίτλος. Η απόλυτη υγρασία ή συγκράτηση σε νερό εκφράζεται σε γραμμάρια νερού ανά kg ξηρού αέρα. Την σημειώνουν γενικά σαν "X". Όταν λέμε ότι ο υγρός αέρας έχει συγκράτηση σε νερό $X = 10\text{ gr/kg}$ ξ.α. (ξηρού αέρα) σημαίνει ότι σε 1 kg υγρού αέρα υπάρχει 1 kg ξηρού αέρα και 0,01 kg (10 gr) νερού.

Η σχετική υγρασία ή ο υγρομετρικός τίτλος, εκφράζεται επί τοις εκατό (%) και σημειώνεται ως "HR". Όταν ένας αέρας έχει σχετική υγρασία 30% αυτό σημαίνει ότι περιέχει 30% του μεγίστου ατμού νερού που θα μπορούσε να έχει. Όταν $HR = 0$ ο αέρας είναι ξηρός, όταν $HR = 100\%$ ο αέρας είναι κεκορεσμένος. Δεν μπορεί να απορροφήσει νερό χωρίς αυτό να μη συγκεντρωθεί σε δρόσο ή σταγονίδια. Το ατμοποιησιμο δυναμικό του είναι μηδενικό. Η μέγιστη συγκράτηση σε νερό εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Όσο πιο ζεστός είναι ο αέρας τόσο περισσότερο νερό μπορεί να συγκρατήσει.

Σε μια ίση συγκράτηση νερού, η σχετική υγρασία του αέρα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του. Όταν η θερμοκρασία ελαττώνεται, η συγκράτηση νερού (ή η απόλυτη υγρασία) μένει σταθερή, και τότε η σχετική υγρασία αυξάνεται. Όταν η θερμοκρασία αυξάνει η συγκράτηση νερού μένει επίσης σταθερή αλλά πέφτει η σχετική υγρασία. Το διάγραμμα του υγρού αέρα συνδυάζει την σχετική υγρασία με την απόλυτη υγρασία συναρτήσει της θερμοκρασίας.

Η θερμοκρασία διαβάζεται στον άξονα των τεταγμένων, η συγκράτηση σε νερό στον άξονα των τεταγμένων και κάθε τιμή της σχετικής υγρασίας παρουσιάζεται επάνω σε μια καμπύλη. Όταν γνωρίζουμε με μέτρηση δύο οποιεσδήποτε τιμές από τις τρεις η τρίτη μπορεί να προσδιορισθεί χάρις στο διάγραμμα. (Σχήμα 1). Στο πιο κάτω σχήμα δείχνουμε το απλοποιημένο διάγραμμα του υγρού αέρα (Mollier) και μπορούμε εύκολα να περάσουμε από την απόλυτη υγρασία (ή συγκράτηση σε νερό) (X σε g/kg) στη σχετική υγρασία (HR επί Z).



(Σχήμα 4.απλοποιημένο διάγραμμα υγρού αέρος. Ηλιακά ξηραντήρια Π. Χαρώνη)

2.3 Η θεωρία της ξήρανσης

2.4 Τρόποι ηλιακής ξήρανσης.

Διακρίνουμε τρεις τρόπους ηλιακής ξήρανσης :

- την ηλιακή ξήρανση σε ελεύθερο αέρα
- την άμεσο ηλιακή ξήρανση
- την έμμεσο ηλιακή ξήρανση.

Στον πρώτο τρόπο τοποθετούμε το προϊόν να ξεραθεί στον ήλιο. Η ηλιακή ακτινοβολία αυξάνει τη θερμοκρασία του προϊόντος. Η κίνηση του αέρα και του ανέμου παίρνουν το νερό του προϊόντος που είναι στην επιφάνειά του. Αυτός ο τρόπος ξήρανσης ονομάζεται επίσης ξήρανση στον ήλιο. (Σχήμα 6).

Στην άμεσο ηλιακή ξήρανση το προϊόν τοποθετείται κάτω από ένα σκέπασμα (τζάμι, φύλλο πλαστικό). Η διάταξη είναι εξιδανίκευση της προηγούμενης περίπτωσης αλλά ο αέρας και το προϊόν είναι πιο ζεστά λόγω του "φαινομένου του θερμοκηπίου" και των χαμηλών κινήσεων του αέρα στον περιβάλλοντα χώρο της ξήρανσης. Αν αυτές οι κινήσεις είναι πολύ μικρές δεν υπάρχει ξήρανση γιατί το νερό δεν εκκενώνεται, τότε λέμε ότι : έχουμε ψήσιμο. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται συνήθως σε κακά υπολογισμένα και κατασκευασμένα ξηραντήρια όπου είναι προνομιούχος η θερμοκρασία χωρίς να διευκολύνεται η κίνηση του αέρα. (Σχήμα 6).

Στην έμμεσο ξήρανση ο αέρας ζεσταίνεται σε ένα συλλέκτη ο οποίος μπορεί να είναι ξεχωριστός από τον χώρο της ξήρανσης. Το προϊόν μένει στη σκιά μονωμένο από την ηλιακή ακτινοβολία. Δεν ξαναζεσταίνεται δηλαδή από τον ήλιο. Η ξήρανση παράγεται με εναλλαγή νερού με τον ζεστό αέρα.

(Σχήμα 6).

2.5 Τύποι Ηλιακών ξηραντηρίων.

Ανάλογα με τον τρόπο που χρησιμοποιούμε την ηλιακή ακτινοβολία διακρίνουμε τα ξηραντήρια σε 3 τύπους, κάτι αντίστοιχο δηλαδή με τα 3 είδη ηλιακής ξήρανσης:

- φυσικά ηλιακά ξηραντήρια
- άμεσα ηλιακά ξηραντήρια
- έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια

Αναλυτικότερα έχουμε :

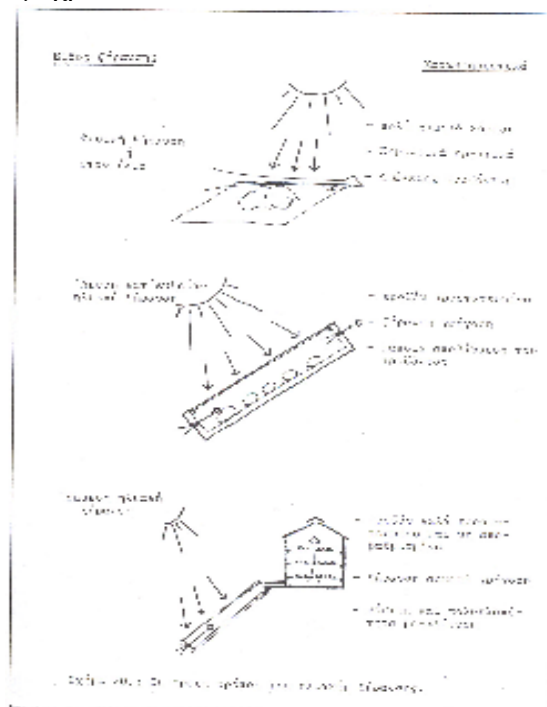
2.5.1 Φυσικά ηλιακά ξηραντήρια :

Σ' αυτά χρησιμοποιείται κατ' ευθείαν η ηλιακή ακτινοβολία και ο αέρας των οποίων όμως η ενέργεια δεν ενοείται ούτε ελέγχεται ιδιαίτερα. Το προϊόν τοποθετείται επάνω σε δίσκους ή ψάθες ή σε αβαθείς άβακες που τοποθετούνται ακόμα και επάνω στο έδαφος. Τα παρά πάνω αντικείμενα τοποθετούνται προσανατολισμένα ως προς τους επικρατούντες ανέμους.

Είναι πολύ φθηνές κατασκευές αλλά προϋποθέτουν ανθρώπινη επίβλεψη και προστασία σε περίπτωση βροχής, συχνή μάλαξη για να αποφύγουμε υπερθερμάνσεις των άνω επιφανειών και για την ομογενοποίηση του προϊόντος. Ο τύπος αυτός του ξηραντηρίου είναι ο παραδοσιακός τύπος και συναντάται και σήμερα στις αγροτικές περιοχές.

Τα μειονεκτήματά του είναι :

Απώλειες των προϊόντων που ξηραίνονται ή αλλοιώνονται άσκοπα με τις μετακινήσεις, κυρίως καταστροφή των βιταμινών Α και C με την κατ' ευθείαν έκθεσή τους στον ήλιο, υποβάθμιση του προϊόντος από την κακοκαιρία και τις επιδράσεις των εντόμων, της σκόνης κ.λ.π. Έτσι στην ξήρανση των ψαριών στην άμμο μπορεί οι απώλειες να φθάσουν μέχρι και 50%.



(σχήμα 6. Οι τρεις τρόποι της ηλιακής ξήρανσης. Ηλιακά ξηραντήρια Π. Χαρόνη)

2.5.2 Άμεσα ηλιακά ξηραντήρια

Σ' αυτά οι ακτίνες του ηλίου πέφτουν κατ' ευθείαν επάνω στα προϊόντα που είναι τοποθετημένα μέσα στα ξηραντήρια.

Είναι απλές και γεωργικές κατασκευές που αποτελούνται από "ένα πλαίσιο τζαμωτό κάτω από το οποίο τοποθετούνται τα προς ξήρανση προϊόντα, τοποθετημένα επάνω σε δίσκους. Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται κατά μήκος της συσκευής με φυσικό ελκυσμό που οφείλεται στη θέρμανση (φαινόμενο καμινάδας) ή με την ενέργεια του ανέμου επάνω στα ανοίγματα. και πολύ σπάνια με την βοήθεια ενός ανεμιστήρα.

Ο τύπος αυτός του ξηραντηρίου έχει δύο πλεονεκτήματα :

Τα προϊόντα προστατεύονται καλύτερα από την προσβολή των μυγών και των άλλων εντόμων.

Τίθενται υπό το φαινόμενο του θερμοκηπίου όπως και ένας επίπεδος απορροφητής, εξ' ου και έχουμε μια βελτίωση του φορτίου ακτινοβολίας και μια ανύψωση της

θερμοκρασίας του προς ξήρανση προϊόντος, πράγμα που επιτρέπει να ελαττώσουμε πολύ τον χρόνο ξήρανσης σε σχέση με τα παραδοσιακά συστήματα.

Μεταξύ των μειονεκτημάτων σημειώνουμε την καταστροφή μερικών βιταμινών και την φωτοξύδωση του προϊόντος που οφείλεται στις υπεριώδεις ακτίνες που μεταδίδονται από το σκέπασμα και στους κινδύνους να ξεπεράσει η θερμοκρασία την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή κάτι που οφείλεται συχνά στην κακή κυκλοφορία του αέρα, που είναι συχνή στα συστήματα αυτά.

Υπάρχει μια ποικίλη κλίμακα κατασκευής τέτοιων ξηραντηρίων. Οι τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιούνται πρέπει να συμβιβάζονται με τον ζεστό αέρα, την υγρασία και τα προς ξήρανση προϊόντα. Η παραγωγή τους είναι αρκετά χαμηλή της τάξης 5-10 kg νωπού υλικού ανά τετραγωνικά μέτρα δίσκου. Η διάρκεια έκθεσης των προϊόντων εξαρτάται από τις τοπικές μετεωρολογικές συνθήκες και τα προς διεργασία προϊόντα.

Ένας τύπος τέτοιου άμεσου ξηραντηρίου είναι τα λεγόμενα κιβώτια ξήρανσης που είναι μικρές μονάδες, μεταφερόμενες, που θεωρούνται πιο συχνά σαν οικιακού τύπου για την διατήρηση των προϊόντων αγροτικών οικογενειών. Υπερθερμάνσεις παρατηρούνται λόγω του μικρού όγκου της συσκευής και της μικρής παροχής του αέρα που τις διατρέχει με φυσική ροή.

Ένας άλλος τύπος είναι τα λεγόμενα ξηραντήρια θερμοκηπίου. Πρόκειται για ξηραντήρια μεγαλύτερης κλίμακας που χρησιμοποιούνται για ξήρανση μεγάλης ποσότητας νωπών προϊόντων. Για να είναι δραστικά οι επιφάνειες ξήρανσης πρέπει να είναι περιορισμένες σε μερικά τετραγωνικά μέτρα.

2.5.3 Έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια

Τα προς ξήρανση προϊόντα δεν εκτίθενται κατ' ευθείαν στην ηλιακή ακτινοβολία τοποθετούνται σε δίσκους στο εσωτερικό ενός περιφράγματος η ενός χώρου σε σχέση με την ποσότητα του προς ξήρανση προϊόντος.

Ο νέος αέρας μπαίνει μέσα στο χώρο αφού προηγουμένως περάσει από συλλέκτες αέρα ή άλλους προθερμαντήρες που τον ζεσταίνουν σε συνάρτηση με την χρησιμοποιούμενη παροχή.

Η μεταφορά του αέρα μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα (π.χ. ανεμιστήρα) αλλά συχνά είναι δυνατόν να επικαλεσθούμε τον φυσικό ελκυσμό με μια ηλιακή καπνοδόχο.

Ο τύπος αυτός της συσκευής είναι συχνά πιο περίπλοκος και πιο δαπανηρός στην κατασκευή από τα άμεσα ξηραντήρια. Μπορεί να κατασκευασθεί σε διαφορετικές κλίμακες και χρησιμοποιείται κυρίως για προϊόντα πιο ευαίσθητα στην ηλιακή ακτινοβολία και των οποίων η θερμοκρασία θα πρέπει να ελέγχεται (θέρμανση για ξήρανση προϊόντων που προορίζονται για σπόρους αναπαραγωγής και προϊόντα με χαμηλή μέγιστη θερμοκρασία). Ταιριάζουν επίσης και για ξήρανση τροφίμων. Η διάρκεια ξήρανσης είναι πολύ μεταβλητή και μπορεί να είναι μεγαλύτερη από εκείνη της άμεσης ξήρανσης. Κατά την διάρκεια της ξήρανσης πολλές φορές προβλέπεται μετάθεση των συρταριών με τα προϊόντα γιατί έχει παρατηρηθεί ότι προϊόντα που τοποθετούνται στα επάνω συρτάρια ξηραίνονται λιγότερο από αυτά που βρίσκονται στα κάτω.

2.5.4 Μικτό ηλιακά ξηραντήρια

Στα ξηραντήρια αυτά η απαραίτητη θέρμανση ξήρανσης δίδεται με ένα τρόπο που συνδυάζει την ηλιακή ακτινοβολία που προσβάλλει κατ' ευθείαν τα προϊόντα και από ένα αέρα προθερμασμένο στους συλλέκτες. Οι μεταφορές θερμότητας του ατμού του νερού είναι πολύπλοκοι και δεν είναι σχεδόν καθόλου γνωστές.

2.5.5 Υβριδικά ξηραντήρια

Αυτά χρησιμοποιούν εκτός από την ηλιακή ενέργεια, μια επί πλέον συμπληρωματική ενέργεια (πετρέλαιο, ηλεκτρισμό, ξύλα κ.λ.π.) για να εξασφαλίσουμε ένα υψηλό βαθμό θέρμανσης του αέρα ή για να εξασφαλίσουμε τον αερισμό. Συχνά χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια για την προθέρμανση του αέρα. Τα συστήματα αυτά είναι πιο δαπανηρά χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας ή σε εμπορικές εφαρμογές για τις οποίες η ποιότητα και η παροχή του τελικού προϊόντος δεν μπορεί να εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες.

Ένας άλλος διαχωρισμός των ξηραντηρίων ανάλογα με την μορφολογία τους είναι να τα διαχωρίσουμε σε ξηραντήρια τύπου θερμοκηπίου και ξηραντήρια με ηλιακούς συλλέκτες. Στα δεύτερα έχουμε οπωσδήποτε έμμεσο ξήρανση.

Ένας άλλος διαχωρισμός των ξηραντηρίων γίνεται ανάλογα με την τεχνική της ξήρανσης και ανάλογα με τον τρόπο που αποκτούμε τον ζεστό αέρα .

2.5.6 Ξηραντήρια τύπου θερμοκηπίου

Στον τύπο αυτό ο χώρος του ξηραντηρίου αξιοποιείται για τη δέσμευση της ηλιακής ενέργειας και ο αέρας αποτελεί το μοναδικό μέσο μετάδοσης της θερμότητας. Τα ξηραντήρια αυτά είναι απλές κατασκευές με οριζόντια ή συνηθέστερα κεκλιμένη στέγη και προσανατολίζονται ώστε ο άξονάς, τους να είναι Ανατολή - Δύση. Η είσοδος συνήθως τοποθετείται στη βόρεια πλευρά που θερμικά μονώνεται. Οι νότιες επιφάνειες καλύπτονται με διαφανές υλικό (γυαλί ή πλαστικό κ.λ.π.) σε μια ή δύο στρώσεις ώστε μεταξύ τους να έχουμε χώρο με αέρα. Το δάπεδο επιστρώνεται με σκυρόδεμα ή πέτρες. Το εσωτερικό της κατασκευής βάφεται μαύρο ή σε ορισμένες θέσεις τοποθετούνται μαύρα μεταλλικά φύλλα. Τα ξηραντήρια αυτά είναι πιο γνωστά σαν ξηραντήρια ξύλου. Έτσι τα προϊόντα (ξύλα) στοιβάζονται κανονικά με διαχωριστικούς πήχεις ανάμεσά τους. Η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό του ξηραντηρίου γίνεται με ηλεκτρικούς ανεμιστήρες μικρής ισχύος κατάλληλα τοποθετημένους που συνήθως βρίσκονται στις ανατολικές και δυτικές πλευρές της κατασκευής. Η μείωση της σχετικής υγρασίας γίνεται με θυρίδες εξαερισμού (ή εξαεριστήρες). Η παρακολούθηση της μεταβολής της υγρασίας της ξυλείας γίνεται με δείγματα που ζυγίζονται περιοδικά.

2.5.7 Ξηραντήρια με ηλιακό συλλέκτη

Στα ξηραντήρια αυτά υπάρχει ηλιακός συλλέκτης που τοποθετείται έξω από το θάλαμο ξήρανσης και ένα ρευστό (νερό ή αέρας) χρησιμοποιείται για τη δέσμευση και μετάδοση της θερμότητας. Ο ηλιακός συλλέκτης έχει κλίση προς νότο και μεταβιβάζει τη θερμότητα που δεσμεύει στο χώρο του ξηραντηρίου με κυκλοφορητή αέρα ή νερού. Σε ορισμένους τύπους ξηραντηρίων η θερμότητα αποθηκεύεται σε δεξαμενές με νερό. Τα ξηραντήρια αυτά είναι πολύπλοκα και πολύ δαπανηρά σε σχέση με τα προηγούμενα γιατί απαιτείται επιμελημένη κατασκευή, να έχουμε καλή θερμική μόνωση, επίσης τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη και εγκαταστάσεων διακίνησης ή αποθήκευσης της θερμότητας ή και ελέγχου των συνθηκών. Έτσι αν π.χ. αν έχουμε να ξηράνουμε ξύλα, τότε μιλάμε για τη σωστή στοίβαση της ξυλείας, ή την σωστή κυκλοφορία του αέρα στον χώρο του ξηραντηρίου. Ο εξαερισμός και η παρακολούθηση της υγρασίας του ξύλου γίνονται όπως και στη προηγούμενη περίπτωση.

Στα ηλιακά ξηραντήρια η ξήρανση είναι πιο γρήγορη από ότι στη φυσική ξήρανση αλλά βραδύτερη σε σύγκριση με τη συνηθισμένη τεχνητή ξήρανση με τεχνικά θερμό και υγρό αέρα. Τα ηλιακά ξηραντήρια πλεονεκτούν σε σύγκριση:

A) με τα ξηραντήρια τεχνητής ξήρανσης γιατί το κόστος εγκατάστασης είναι μικρό (ιδίως στον πρώτο τύπο) και η λειτουργία απλούστερη και οικονομικότερη. Η υγρασία της ξυλείας γενικά μπορεί να κατέβει σε χαμηλότερα επίπεδα σε σύγκριση με τη φυσική ξήρανση, πράγμα που έχει σημασία ιδίως σε περιοχές με μεγάλο

γεωγραφικό πλάτος (γενικά σε ψυχρές και υγρές περιοχές και ειδικά όταν η ξήρανση γίνεται το φθινόπωρο και το χειμώνα).

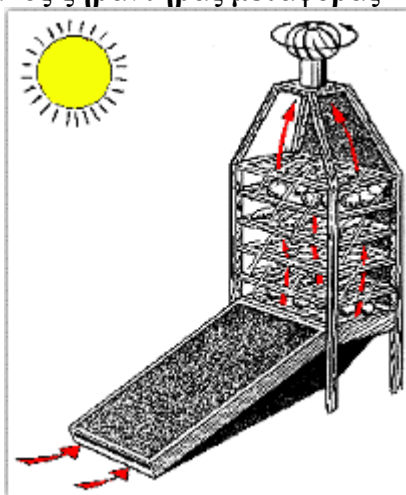
B) Η αποδοτικότητα των ηλιακών ξηραντηρίων (είναι η σχέση ηλιακής ενέργειας που φτάνει στο ξηραντήριο προς το ποσοστό που αξιοποιείται για τη ξήρανση της ξυλείας) επηρεάζεται από τον τύπο, την επιμέλεια της κατασκευής (θερμική μόνωση) και την εποχή του έτους. Από σχετικές έρευνες έχει βρεθεί ότι κυμαίνεται από 8 έως 45%.

Ξήρανση με ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί προπαρασκευαστικά πριν από την τελική ξήρανση ή σαν ξηραντήρια αφύγρανσης και συμπύκνωσης της υγρασίας " αποξηραντές " οπότε η ξήρανση είναι πολύ ταχύτερη και εξαρτάται λιγότερο από το περιβάλλον.

Τα ηλιακά ξηραντήρια παρουσιάζουν ενδιαφέρον κυρίως για βιοτεχνίες ή μικρά εργοστάσια ξύλου (επιπλοποιία κ.λ.π.). Τελευταία προσφέρονται και στην Ελληνική αγορά. Η χρήση τους αξίζει να μελετηθεί με βάση τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως δηλαδή ταχύτερη ξήρανση και χαμηλότερη υγρασία σε σύγκριση με τη φυσική ξήρανση και οικονομικότερη εξυπηρέτηση σε σχέση με την τεχνητή ξήρανση. Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω του κλίματος, σε ορισμένες περιοχές της χώρας μας, κατά τους θερινούς μήνες η φυσική ξήρανση μπορεί επίσης να είναι ικανοποιητική αλλά τα ηλιακά ξηραντήρια δεν έχουν έντονους τοπικούς ή εποχιακούς περιορισμούς.

2.6 Άλλοι τύποι στεγνωτήρων και οι αποδόσεις τους :

2.6.1 Αναγκασμένος ηλιακός ξηραντήρας μεταφοράς



Σχήμα 7: Αναγκασμένος ηλιακός ξηραντήρας μεταφοράς

Με τη χρησιμοποίηση ενός ανεμιστήρα για να δημιουργηθεί ροή αέρα, ο χρόνος ξήρανσης μπορεί να μειωθεί από έναν παράγοντα 3. Επίσης, η περιοχή του συλλέκτη που απαιτείται μειώνεται μέχρι και 50%. Επομένως, η περιοχή του συλλέκτη που απαιτήθηκε για μια δεδομένη απόδοση του προϊόντος θα μπορούσε να μειωθεί από έναν παράγοντα 5-6. το αρχικό κόστος ενός τόνου ανά αποξηραντήριο ημέρας είναι στην περιοχή 1500-2000 £. Ο ανεμιστήρας θα καταλάωνε περίπου 500 Watt για 6 ώρες, και έτσι το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (0.07/kWhr) θα ήταν περίπου 0,20 ανά τόνο ξηρού ρυζιού.

2.6.2 Ξηραντήρες σκηνών

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα των στεγνωτήρων σκηνών, κιβωτίων και γραφείων είναι ότι η ξεραίνοντας αίθουσα - χώρος και ο συλλέκτης συνδυάζονται σε ένα.

Αυτό επιτρέπει ένα χαμηλότερο αρχικό κόστος. Οι χρόνοι ξήρανσης (όχι πάντα) είναι πολύ χαμηλότεροι απ' ό,τι στην υπαίθρια ξήρανση. (Πιθανώς, έχει δοθεί ανεπαρκής προσοχή μέχρι τώρα στη χρησιμοποίηση της φυσικής μεταφοράς.) . Ο κύριος σκοπός των αποξηραντήρων μπορεί να είναι να παρασχεθεί η προστασία από τη σκόνη, το ρύπο, τη βροχή, τον αέρα ή τα αρπακτικά ζώα και συνήθως χρησιμοποιείται στα φρούτα, τα ψάρια, τον καφέ ή άλλα προϊόντα για τα οποία η απώλεια είναι υψηλή. Υπάρχουν πολυάριθμοι άλλοι τύποι. Οι ξηραντήρες θερμοκηπίων είναι μια περιπλοκότερη έκδοση των αποξηραντήρων σκηνών. Οι ξηραντήρες κιβωτίων μπορούν να ενσωματώσουν τη θερμική μόνωση για να επιτύχουν υψηλότερες θερμοκρασίες. Οι ξηραντήρες δοχείων αποθήκευσης συνδυάζουν τις λειτουργίες της ξήρανσης και της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης. Οι ηλιακοί κλίβανοι ξυλείας μπορούν να περιλάβουν την αποθήκευση καυτού ύδατος για να επιτρέψουν τον απαραίτητο έλεγχο του ποσοστού ξήρανσης.

2.6.3 Ηλιακή ξήρανση ή ανοικτή ξήρανση αέρα

Το μεγάλο πλεονέκτημα της υπαίθριας ξήρανσης είναι ότι έχει ελάχιστες ή καθόλου δαπάνες εξοπλισμού. Είναι έντασης εργατικού δυναμικού αλλά αυτό μπορεί να μην έχει μεγάλο οικονομικό κόστος στις αγροτικές περιοχές στις αναπτυσσόμενες χώρες. Αυτό απαιτεί περίπου τρεις φορές περισσότερο έδαφος (100m² ανά τόνο π.χ. του ρυζιού) έναντι στην ηλιακή ξήρανση, αλλά αυτό μπορεί να μην υπάρξει ως πρόβλημα σε πολλές περιπτώσεις. Αρχικά, ένα σημαντικό πλεονέκτημα της ηλιακής ξήρανσης είναι ότι το προϊόν προστατεύεται από τη βροχή, τα έντομα, τα ζώα και τη σκόνη που μπορούν να περιέχουν το περιττωματικό υλικό. Μερικά συστήματα δίνουν επίσης την προστασία από το άμεσο φως του ήλιου. Δεύτερον, η γρηγορότερη να ξηράνση μειώνει την πιθανότητα της αύξησης φορμών. Τρίτον, οι υψηλότερες θερμοκρασίες ξήρανσης σημαίνουν ότι η πληρέστερη ξήρανση είναι δυνατή, και αυτό μπορεί να επιτρέψει πολύ τους χρόνους πιο μακροχρόνιας αποθήκευσης .Τέλος, οι πιο σύνθετοι τύποι ηλιακών στεγνωτήρων επιτρέπουν κάποιο έλεγχο ποσοστών ξήρανσης.

2.6.4 Ηλιακοί ξηραντήρες ή τροφοδοτημένοι με καύσιμα ξηραντήρες

Η επιλογή μεταξύ της χρησιμοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας ή των καυσίμων, για να θερμάνθει ο αέρας είναι κυρίως μεταξύ του υψηλότερου αρχικού κόστους και των συνεχιζόμενων δαπανών καυσίμων που πρέπει να αναλυθούν για κάθε θέση ξεχωριστά. Σε μερικές περιπτώσεις, μπορεί να είναι δυνατό να καούν π.χ. οι φλοιοί ρυζιού ή άλλα καύσιμα με το χαμηλό κόστος ευκαιρίας. Ένας τόνος του ρυζιού δίνει 200kg των φλοιών. Η θέρμανση καυσίμων επιτρέπει συνήθως τον καλύτερο έλεγχο της ξήρανσης - ποσοστό από την ηλιακή θέρμανση, επιτρέπει επίσης την συνεχή ξήρανση. Εάν καθένα ξεχωριστά από αυτά απαιτεί ένα συνδυασμένο σύστημα μπορεί να είναι κατάλληλα με την προθέρμανση του αέρα από την ηλιακή ενέργεια.

Η επιλογή μεταξύ των εναλλακτικών τύπων ηλιακών ξηραντηρίων θα εξαρτηθεί από τις τοπικές απαιτήσεις και ειδικότερα από την κλίμακα της λειτουργίας. Εάν προορίζεται για τους αγρότες τότε το κόστος αρχικού κεφαλαίου μπορεί να είναι ο κύριος περιορισμός και οι καλυμμένοι με πλαστικό ξηραντήρες σκηνών ή κιβωτίων μπορούν να είναι κατάλληλοι. Μπορεί εντούτοις να υπάρξει μια τάση προς τη συγκεντρωμένη ξήρανση για να επιτρέψει την εντατικότερη χρήση του εξοπλισμού. Το μεγαλύτερο αρχικό κόστος των καλύψεων γυαλιού μπορεί τότε να είναι προσιτό, και η ηλεκτρική ενέργεια πλέγματος μπορεί να είναι διαθέσιμη για να τρέξει τους

ανεμιστήρες και να λάβει την γρηγορότερη απόδοση για μια δεδομένη περιοχή συλλεκτών. Για την ενδιάμεση κλίμακα και το κύριο κόστος ο φυσικός ξηραντήρας ρυζιού μεταφοράς είναι ένα καλά αποδεδειγμένο σχέδιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΜΕ ΗΛΙΑΚΑ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΑ

3.1 Μελέτες άλλων πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και επιστημόνων.

Θα αναφέρουμε τους τύπους εκείνους από τα ηλιακά ξηραντήρια που προσαρμόζονται καλύτερα στις κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας.

3.1.1 Ηλιακό ξηραντήριο για προϊόντα χύδην.

Άμεση ξήρανση :

Κατασκευάζεται ξύλινο με επιφάνεια ξήρανσης 1 τετραγωνικό μέτρο. Η ροή αέρος διασχίζει υποχρεωτικά την μάζα του προς ξήρανση προϊόντος. Ο ελκυσμός με φυσική μεταφορά πραγματοποιείται από μια ηλιακή καμινάδα μεταλλική, βαμμένη μαύρη. Η κλίση του ξηραντηρίου είναι μεταβλητή από 10-30° ανάλογα με την εποχή και την περιοχή που θα χρησιμοποιηθεί.

Χαρακτηριστικά :

Οι δίσκοι τοποθέτησης προϊόντων είναι μεταλλικοί διάτρητοι πάχους 1.5 mm

Διαφανές κάλυμμα από πολυαιθυλένιο

Τα υπόλοιπα στοιχεία είναι ξύλινα

Κόστος: χαμηλό, αλλά θέλει αντικατάσταση κάθε χρόνο η διαφανής επιφάνεια.

Φόρτιση προϊόντων: 20:40 kg

Πάχος προϊόντος: 2 : 10 cm ανάλογα με την αντίσταση του αέρα.

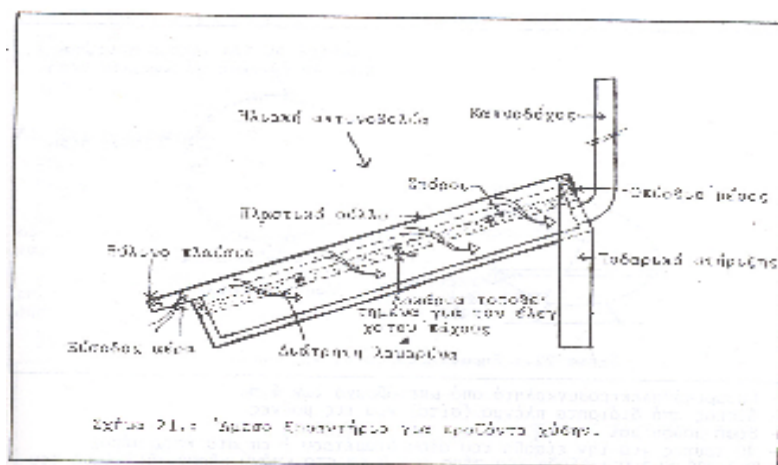
Χρόνος ξήρανσης: 10 : 30 ώρες ηλιασμού.

Μέγιστη θερμοκρασία μέσα στο ξηραντήριο: 60° C

Η ενέργεια της καπνοδόχου έχει πρωταρχική σημασία για την εξαγωγή του αέρα. Μέγιστη κλίση 30° για να μη ξεπερασθεί η γωνία επικάθισης των σπόρων του προϊόντος (ταιριάζει για τη χώρα μας για προϊόντα που ωριμάζουν τους θερινούς μήνες).

Υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης ανεμιστήρα.

Εκφόρτιση του ξηραντηρίου κοπιαστική.



(σχήμα 7. Άμεσο ξηραντήριο για προϊόντα χύδην. Ηλιακά ξηραντήρια Π. Χαρώνη)

3.1.2 Κελυφωτό ξηραντήριο.

Ξήρανση έμμεση

Κλιματιστικά δεδομένα:

Το ελάχιστο 22° C

Το μέγιστο 34° C

Σχετική υγρασία πολύ χαμηλή

Άνεμος χαμηλός (1m/sec)

Ουρανός καθαρός

Περιγραφή

Το ξηραντήριο αυτό κατασκευάστηκε από λαμαρίνα βαμμένη μαύρη παρουσιάζει μια επιφάνεια 0,25 τετραγωνικών μέτρων. Λειτουργεί με φυσική μεταφορά κατά προτίμηση χωρίς προσανατολισμό. Είναι φορητό. Αποτελείται από δύο μισά κελύφη κατασκευασμένα όπως φαίνεται στο σχήμα με τελική διάμετρο = 80cm.

Ποδαρικά ηλεκτροσυγκολλητά από μπετόβεργα των 6mm

Δίσκος από διάτρητο πλέγμα (σίτα) για τις μύγες

Βαφή ματ μαύρη.

40 τρύπες για την είσοδο του αέρα διαμέτρου 1 cm στο κάτω μέρος

Μια οπή για την έξοδο του αέρα των 8 cm στο επάνω μέρος. Βελτίωση του ξηραντηρίου αυτού μπορεί να γίνει με προσθήκη ενός σωλήνα ή μιας ηλιακής καπνοδόχου πάνω από την άνω οπή των 8 cm για να ενισχύσουμε τον ελκυσμό.

Κόστος: Ένα φύλλο λαμαρίνας καλής ποιότητας 2 μεροκάματα ενός τεχνίτη και 2 βοηθοί για το ξηραντήριο που θα κατασκευασθεί σφυρήλατο. Όταν κατασκευασθεί κολλητό η εργασία είναι πολύ πιο εύκολη. Για 6 ξηραντήρια χρειάζονται 3 ημέρες εργασίας για ένα τεχνίτη και 2 βοηθούς. Το κόστος υλικού δεν ξεπερνά το 40% του ολικού κόστους.

Κατάλληλο για αγροτική οικογένεια για φρούτα και λαχανικά:

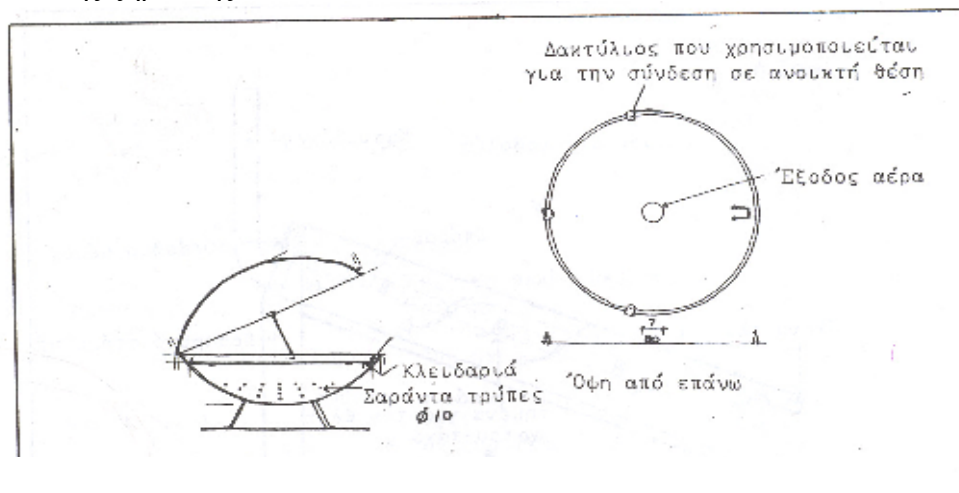
Καμιά αλλοίωση των προϊόντων : ούτε σκόνες, ούτε κόρες.

Μεταφορά φυσική, πολύ χαμηλή (μερικά m³/h) εξαρτώμενη από τον αέρα της θέσης.

Οι επιδόσεις μεταβάλλονται από το άνοιγμα του ξηραντηρίου κατά την χρήση.

Αύξηση της θερμοκρασίας : 10 : 15° C κυρίως στο επάνω μέρος των ξηραντηρίων.

Είναι αυθεντικής κατασκευής, χρησιμεύει και σαν αποθήκη τροφής κατά την διάρκεια της ξήρανσης.



(σχημα 8. ξηραντήριο τύπου κοχυλιού. Ηλιακά ξηραντήρια Π. Χαρώνη)

3.1.3 Ξηραντήριο φρούτων και λαχανικών

Ξήρανση μικτή

Περιγραφή: Δείτε την σχηματική διάταξη πιο κάτω.

Αρχή λειτουργίας: Χρησιμοποιείται εδώ η συνδυασμένη ενέργεια των ηλιακών ακτινοβολιών που προσπίπτουν στο προϊόν προς ξήρανση και του προθερμασμένου αέρα σε ένα επίπεδο συλλέκτη.

Επιδόσεις: μπορούν να ξηράνουν : ροδάκινα, μήλα, βερίκοκα, κρέας σε φέτες κ.λ.π. Η ημερήσια ικανότητα είναι περίπου 5,5 kg και ο χρόνος ξήρανσης περιλαμβάνεται από μια μέχρι τρεις ημέρες.

Κόστος: Περίπου 10 ευρώ. (το 1981).

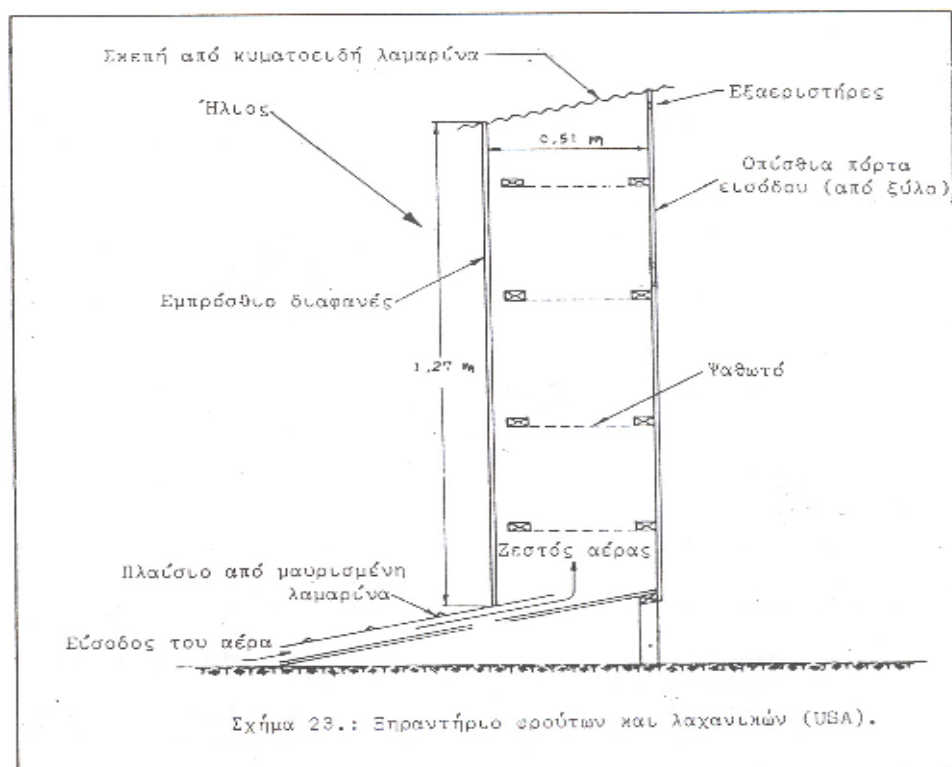
Διαστάσεις χώρου: 2,45 επι 0,51 επι 1,27 m.

Διαστάσεις συλλέκτη: 2,45 επι 0,61 m.

Υλικά όπως στο σχέδιο: Χωρίς μόνωση

Δίσκος από ψαθωτό νάιλον

Ξύλινα πλαίσια.



Εξήμα 23.: Ξηραντήριο φρούτων και λαχανικών (USA).

(σχημα 9. Ξηραντήριο φρούτων και λαχανικών. Ηλιακά Ξηραντήρια Π. Χαρώνη)

3.1.4 Μικτό Ξηραντήριο με ανεμιστήρα

Θερμοκρασία περιβάλλοντος: 30 – 34° C.

Το Ξηραντήριο αυτό χαρακτηρίζεται από την παρουσία ενός περιστρεφόμενου ανεμιστήρα που λειτουργεί με την βοήθεια του αέρα. Τέτοιοι ανεμιστήρες είναι γνωστοί και τοποθετούνται σε καπνοδόχους τζακιών που δεν έχουν αρκετό ελκυσμό. Με τον ανεμιστήρα αυτόν υποβοηθείται ο ελκυσμός του Ξηραντηρίου. Ο αέρας του Ξηραντηρίου προθερμαίνεται σε ένα συλλέκτη και κυκλοφορεί μεταξύ του διαφανούς πλαστικού και του απορροφητή και στη συνέχεια διαμέσου των συρταριών που είναι τοποθετημένα (Διαθέσιμη επιφάνεια 2 τετραγωνικά μετρα).

Ο ηλιακός συλλέκτης έχει επιφάνεια 2,2 επι 1,20 m με διαφανές πλαστικό κάλυμμα και ο απορροφητής είναι ξύλινος βαμμένος μαύρος. Οι θέσεις τοποθέτησης των προϊόντων είναι συρτάρια με διάτρητους πυθμένες (καλαμωτές). Η νότια πλευρά είναι διαφανής. Η εσωτερική πλευρά είναι ματ βαμμένη μαύρη.

Κόστος: Δεν είναι φθηνός λόγω του κόστους του ανεμιστήρα και του διαφανούς πλαστικού. Διάρκεια ζωής: 8-10 χρόνια.

Δεδομένα ξήρανσης:

Χρόνος:

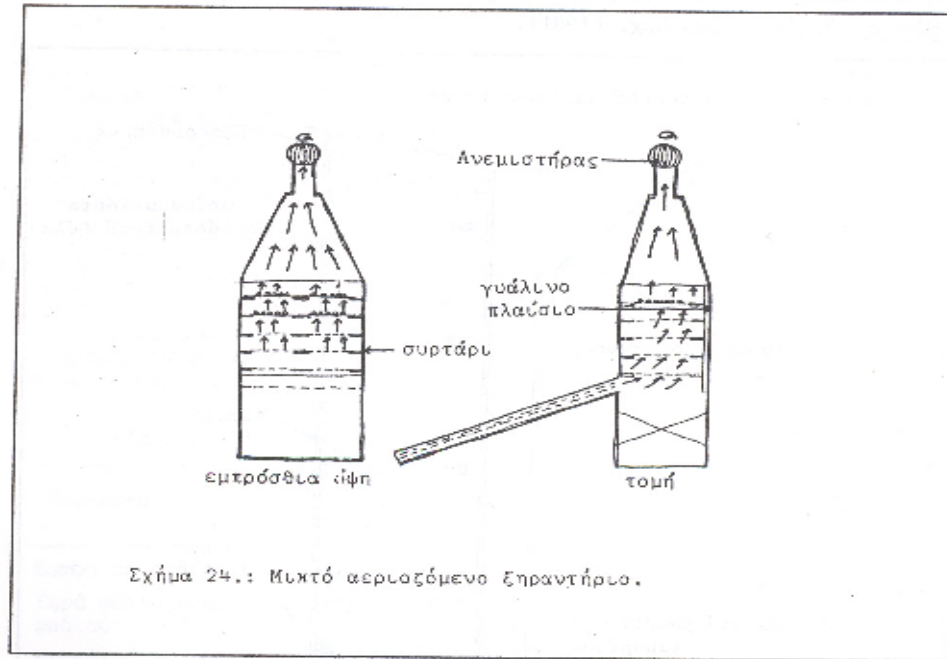
Για οκτώ = 20% μικρότερος από τη φυσική ξήρανση.

Για cousa = 58% μικρότερος από τη φυσική ξήρανση.

Θερμοκρασία μέσα στο ξηραντήριο από 36: 58° C.

Αερισμός:

Ο ανεμιστήρας εξασφαλίζει την παροχή μέσα στο ξηραντήριο και λειτουργεί με την βοήθεια του αέρα. Απαιτεί επίσης τη δημιουργία καμινάδας όσο το δυνατόν πιο υψηλής και μεγάλης διαμέτρου.

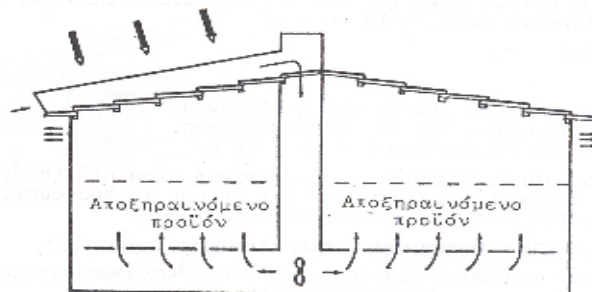


(σχήμα 10 .μικτό αεριζόμενο ξηραντήριο. Ηλιακά ξηραντήρια Π. Χαρώνη)

3.1.5 Ξηραντήριο του πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

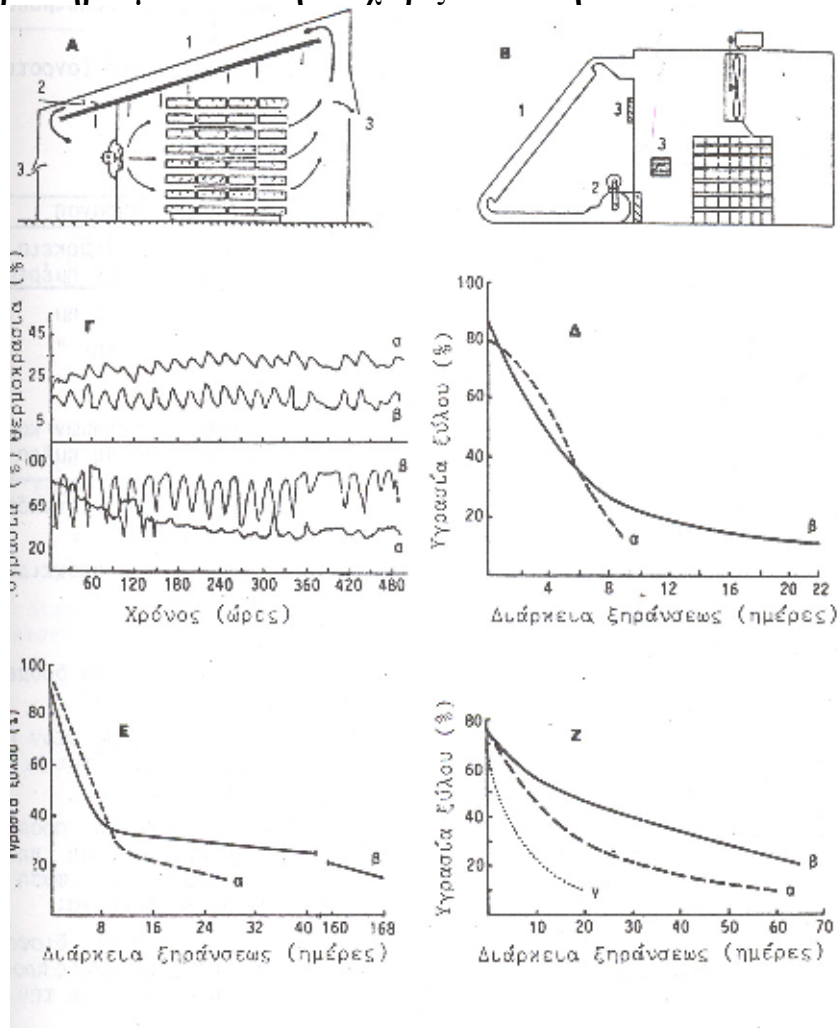
Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε ένα ξηραντήριο που κατασκευάστηκε στο πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Η σκεπή είναι μαύρα κεραμίδια και ο αερισμός εξασφαλίζεται με ανεμιστήρα. Η τροφοδότηση των αποξηραμένων προϊόντων με αέρα γίνεται εκ των κάτω. Η πορεία του αέρα φαίνεται στο σχήμα. 11



Σχήμα 11 : Ηλιακά ξηραντήρια Π. Χαρώνη

3.1.6 Ξηραντήρια με συλλέκτη και χωρίς συλλέκτη



(σχημα 12. : Ηλιακά ξηραντήρια Π. Χαρώνη)

3.1.7 Ηλιακό ξηραντήριο με πορώδη απορροφητή και ηλιακή καπνοδόχο

Ξήρανση έμμεση

Κλιματολογικές συνθήκες της Βορείου Ελλάδας

Ηλιακή ακτινοβολία = 6 kWh/m² ημέρα

Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος = 26° C

Το ξηραντήριο αυτό έχει δυο διαφορετικά μέρη :

ένα σταθερό μέρος του χώρου ξήρανσης με 6 συρτάρια οριζόντια (ολική επιφάνεια = 0,78 m²).

Ένα μέρος κινητό (για να διευκολυνθεί η προμήθεια των τροφίμων) του οποίου το μέρος της βάσης είναι ένας ηλιακός συλλέκτης με πορώδη απορροφητή και το επάνω μέρος του είναι μια ηλιακή καπνοδόχος για τον ελκυσμό του αέρα.

Χαρακτηριστικά :

Διατομή του αγωγού της καπνοδόχου: 0,64 επι 0,05 m.

Άλλες διατομές της καπνοδόχου: 0,64 επι 0,10 m και 0,64 επι 0,14 m.

Το κόστος είναι σχετικά υψηλό αλλά έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε υλικά λιγότερο δαπανηρά .

Συνιστάται για μεσογειακές περιοχές και για μικρές παραγωγές (αγροτικός τύπος).

Φόρτιση σε προϊόντα : 5-9 kg ανάλογα με τα προϊόντα.

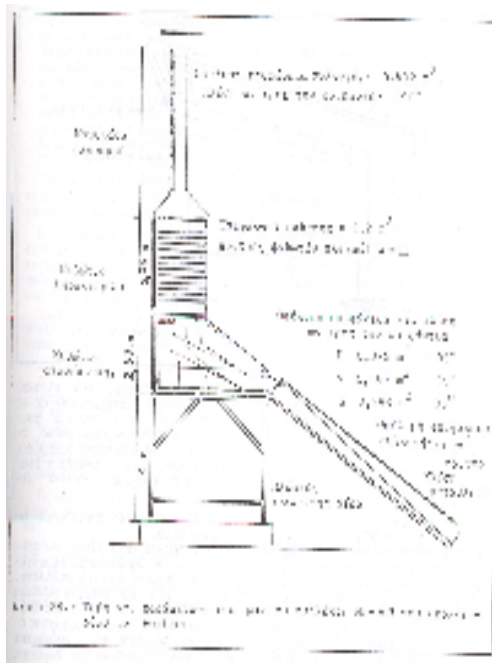
Μέση απόδοση της ξήρανσης : 14: 24%.

Παρατηρήσεις : είναι πρακτικής χρησιμοποίησης αλλά η αποτελεσματικότητα των πορωδών απορροφητήρων είναι αμφίβολη σε φυσική μεταφορά.

Είναι εύκολο να κατασκευαστεί πορώδης απορροφητής με υλικά πρόχειρα (άχυρα κ.λ.π).

3.1.8 Ξηραντήριο που μελετήθηκε από το πανεπιστήμιο του Poitier

Ένας βελτιωμένος τύπος ξηραντηρίου γεωργικών προϊόντων που θα δούμε στο πιο κάτω σχήμα μελετήθηκε από το πανεπιστήμιο του Poitiers.



(σχήμα 12: Τομή και παράμετροι του ηλιακού συλλέκτη M5 –003 του ξηραντηρίου του Poitier.
Ηλιακά Ξηραντήρια Π. Χαράωνη)

Στον τύπο αυτό του ξηραντηρίου η παραγωγή ζεστού αέρα γίνεται στον ηλιακό συλλέκτη αέρος και η αποξήρανση στο κιβώτιο στεγνώματος. Έτσι επειδή ο τύπος είναι καινούριος οι Γάλλοι προτείνουν τα πιο κάτω :

Ξεκινώντας από τον τύπο αυτό του ξηραντηρίου είναι σκόπιμο να προαχθεί αυτή η τεχνική της ξήρανσης. Έτσι προτείνεται να έχουμε μια φάση προξήρανσης στις ενδιαφερόμενες ζώνες εξασφαλίζοντας μια προηγούμενη φάση εμπειρίας στο γήπεδο που θα εγκατασταθεί το ξηραντήριο με σκοπό να:

Α) Να περιλάβουμε τη λειτουργία ενός τέτοιου ξηραντηρίου μέσα σε διαφορετικές μετεωρολογικές συνθήκες, να διορθώσουμε τις τελειοποιήσεις προς το παρόν με σκοπό να προνοήσουμε τις επιδόσεις και να περιορίσουμε την συσκευή με δοσμένες οδηγίες.

Β) Να εκτιμήσουμε τη συμπεριφορά των αγροτικών προϊόντων που παράγουν ενδιαφέροντα είδη διατροφής σύμφωνα με την χωρητικότητα της συσκευής (αποξήρανση πλήρης, τελική ξήρανση).

Γ) Να προσαρμόσουμε την τεχνική και την τεχνολογία που είναι αποτέλεσμα ιδιαίτερων οδηγιών για μελλοντική του εφαρμογή.

Αυτοί οι σκοποί πρέπει να εκτείνονται ακολουθώντας μια κοινή μεθοδολογία πλησιάζουσα τα παρακάτω:

Πειραματισμούς για μια διάρκεια ενός έτους επάνω σε δύο διαφορετικά αναφερόμενα προϊόντα ακολουθώντας ένα τρόπο.

Προμελετημένη τυποποίηση της απόδοσης του προτύπου του προτεινόμενου υλικού σε συνάρτηση με τις καθαρές δυσκολίες σε κάθε τρόπο εφαρμογής και προσαγωγής του ξηραντηρίου στη διάρκεια του δεύτερου έτους.

Μια τομή αναπαράστασης αυτού του ξηραντηρίου δίδεται στο παραπάνω σχήμα όπου διακρίνουμε διαδοχικά τα εξής μέρη:

Τη γεννήτρια ζεστού αέρα που είναι ένας επίπεδος συλλέκτης του οποίου ο απορροφητής είναι μια πορώδης μήτρα χωρισμένη σε τέσσερα διαμερίσματα του πυθμένα και τις πλευρικές όψεις κάτω από τον απορροφητή κάθε διαμερίσματος παραμένουν επίσης απορροφητικές επιφάνειες. Η διαφανής επικάλυψη είναι από ενισχυμένη πολυαμύνη (πολυεθυλένη) σε απλό πάχος και η ίδια για όλες τις συλλεκτικές επιφάνειες της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας.

3.1.9 Ξηραντήριο καφέ ημιβιομηχανικού τύπου σε κιβώτια (πόρτο Ρίκο)

Περιγραφή και αρχή λειτουργίας

Τοποθετούν τον καφέ σε κιβώτια που είναι μικρού βάθους στο εσωτερικό της κατασκευής. Η σκεπή είναι από γαλβανισμένη λαμαρίνα βαμμένη μαύρη, η οποία συλλέγει την ηλιακή θερμότητα και ζεσταίνει τον αέρα που μπαίνει ο οποίος με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού κινητήρα στη συνέχεια εμφυσάτε στο χώρο ξήρανσης (45 m²).

Επιδόσεις :

Ο κατασκευαστής μας συμβουλεύει ότι χρειάζεται 1 τετραγ. μέτρο επιφάνειας για 5 τόνους καφέ που παράγονται ετησίως. Το πάχος του καφέ στα κιβώτια είναι 30 mm. Ο ανεμιστήρας πρέπει να δίνει 15 κυβικά μετρα ανά λεπτό ανά τετραγ. μέτρο επιφανείας. Η κατανάλωση του είναι περίπου 12.5 kwh για 45 kg ξηρού καφέ. αυτό παριστάνει μια οικονομία 66% σε σχέση με της κλασικές μεθόδους. Σε 24 ώρες η υγρασία φτάνει από 55 % σε 12 %.

Η εγκατάσταση αυτή λειτουργεί από το 1962 στο πόρτο Ρίκο. Η ενεργειακή κρίση τείνει να το κάνει πιο εφάμιλλο.

3.1.10 Ξηρανση του ξύλου

Το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό από τη χημική του σύσταση. Η υγρασία ζωντανών δένδρων κυμαίνεται από 30 έως 300 % περίπου .Η μεταβλητότητα αυτή επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως το είδος του δένδρου, την εποχή του έτους κ.λ.π. Η ποσότητα που τελικά συγκρατείται εξαρτάται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες στις οποίες το ξύλο είναι εκτεθειμένο και κύριος από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του αέρα. Κάτω από στέγη η υγρασία που συγκρατείται είναι μικρότερη από 30 %. Στις κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας πρέπει να υπολογίζουμε ότι είναι από 8 έως 25 % και μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο και τις διάφορες εποχές του έτους. Μεταβολή της υγρασίας του ξύλου κάτω του 30 % συνδέεται με μεταβολή των διαστάσεων του. με αποτέλεσμα να παρουσιάζει διάφορα ελαττώματα που το υποβαθμίζουν ποιοτικά και πολλές φορές αχρηστεύουν τις ξύλινες κατασκευές. Το πρόβλημα αυτό της υγροσκοπικότητας αντιμετωπίζεται με κατάλληλη ξήρανση (βαθμιαία και ομοιόμορφη) και ως μια ορισμένη περιεκτικότητα υγρασίας ανάλογα με τη χρήση του ξύλου.

Και εδώ τα ξηραντήρια χωρίζονται σε δυο τύπους :

A) ηλιακό ξηραντήριο για ξυλά με ενισχυμένοι κυκλοφορία αέρα CTFT (Μαγαδάσκαρη)

B) και το ηλιακό ξηραντήριο ξύλου με συλλέκτη.

3.1.11 Ηλιακό ξηραντήριο ξύλου του πανεπιστήμιου του Perpignan

Μια άλλη μονάδα ξηραντηρίου που περιλαμβάνει άμεση θέρμανση μελετήθηκε από το πανεπιστήμιο του Perpignan και εγκαταστάθηκε για πειραματικούς σκοπούς στα Πυρηναία.

Ο ηλιακός συλλέκτης είναι τοποθετημένος στη σκεπή με κλίση 45 μοίρες και στον τοίχο σε κατακόρυφη θέση. Ο συλλέκτης αυτός αποτελείται από ένα τζαμωτό που πίσω από αυτό βρίσκεται ο βαμμένος με μαύρο χρώμα απορροφητής και συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία. Στο υψηλότερο μέρος του βόρειου τοίχου εγκατεστημένα ανοίγματα περνούν τον εξωτερικό κρύο αέρα ο οποίος μεταφέρεται με 2 ανεμιστήρες ονομαστικής ισχύος 1.1 Kw στο χώρο που βρίσκεται μεταξύ του τζαμωτού και του απορροφητή όπου αναθερμαίνεται. Ο αέρας αυτός φτάνει στη συνέχεια στο φορτίο των ξύλων χάρις σε κάτι εντοιχισμένες τρύπες των οποίων τα στόμια έχουν ρυθμιζόμενη κλίση ούτως ώστε να εκτροπιοηθεί όσο το δυνατόν η παροχή του αέρα που φτάνει στις σανίδες που είναι για ξήρανση. Στο χαμηλότερο μέρος του ξηραντηρίου τοποθετούνται έξοδοι αέρα που είναι εφοδιασμένες με ανεπίστροφες δικλείδες.

Ο σκελετός του ξηραντηρίου τοποθετείται σε μια πλάκα από μπετόν πάχους 20 cm όπου αγκυρώνονται δυο τροχιές για να μπορούν να φέρουν το φορτίο φόρτισης. Η νότια πλευρά έχει 12 τζαμωτά ενώ η κεκλιμένη στέγη έχει 18. Ο βόρειος και ο ανατολικός τοίχος έχουν κατασκευαστεί από τσιμεντόλιθους και μπετόν. Το γέμισμα του ξηραντηρίου γίνεται από μια θερμικά μονωμένη πόρτα. Το κατακόρυφο τζαμωτό φτιάχνεται από οπλισμένο γυαλί πάχους 5 mm που ανταποκρίνεται στους κανονισμούς ασφάλειας .

Οι δυο απορροφητές είναι χαλύβδινοι πάχους 1mm και στηρίζονται σε γωνίες με ταφ. Η φόρτωση από ξύλα καθορίζεται από τις εσωτερικές διαστάσεις του ξηραντηρίου και από το ύψος της πόρτας. Επίσης χρειαζόμαστε ένα χώρο αποκλειστικά για τον απορροφητή και ένα χώρο προέλευσης από τη βόρεια πλευρά. Έτσι έχουμε τις ακόλουθες διαστάσεις :

- Μήκος 45 μέτρα, πλάτος 2 μέτρα και ύψος 2.8 μέτρα.
- Οι σανίδες ξύλου θα έχουν μήκος 4.5 μέτρα και 54 mm πάχος.
- Η προτεινόμενη συσσωρεύσει 30 σειρές σανίδων με ωφέλιμο όγκο 14 κυβικά μέτρα.

3.2 Ηλιακά ξηραντήρια σπορών για ξηρές και υγρές περιοχές

Το 1984 στο σεμινάριο για ηλιακή ξήρανση στο Perpignan της Γαλλίας παρουσιάστηκαν από τον Gosta Gustafsson του Σουηδικού πανεπιστήμιου αγροτικών επιστήμων τα πιο κάτω αναφερόμενα ξηραντήρια που κατασκευάστηκαν ειδικά για ξήρανση σπορών. Τα ξηραντήρια αυτά είναι αγροτικού τύπου.

3.2.1 Ξηραντήριο No 1

Είναι ένα ξηραντήριο χώρου και κατασκευάζεται από ξύλινο σκελετό. Τοποθετείται σε ένα ύψος 5 μετρα από το έδαφος. Ο πυθμένας αυτού μπορεί να διαπερνάται από τον αέρα γιατί κατασκευάζεται από μεταλλικό πλέγμα . Ένα δικτυωτό πλέγμα εμποδίζει τα έντομα. Τα πλευρικά τοιχώματα είναι επίσης διαπερατά. Στο επάνω μέρος ο θάλαμος καλύπτεται από ένα διαφανές φύλλο PVC πάχους 0.1 mm το οποίο αφαιρείται όταν ο χώρος του ξηραντηρίου είναι γεμάτος ή άδειος. Αυτή η κατασκευή επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία να απορροφάται από την επιφάνεια των κόκκων. Ο άνεμος αερίζει τους κόκκους και στις δυο πλευρές του στρώματος.

3.2.2 Ξηραντήριο No 2

Διαφέρει από το προηγούμενο γιατί έχει αεροστεγή πλευρικά τοιχώματα τοποθετημένα σε μεταλλικά πλαίσια. Μια καπνοδόχος αυξάνει τον ελκυσμό του αέρα μέσα στον χώρο ξήρανσης. Η καπνοδόχος κατασκευάζεται από 3 κάθετα ξύλινα

δοκάρια και ένα πλαίσιο από ασβεστοκονίαμα στη βόρεια πλευρά της καπνοδόχου και από ένα φύλλο μαύρο PVC που είναι στη νότια εμπρόσθια πλευρά. Το μαύρο αυτό φύλλο PVC λειτουργεί σαν ένας απορροφητής θερμαίνοντας έτσι τον αέρα της καπνοδόχου. Η αρχή λειτουργίας του απορροφητήρα είναι να απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει στην επιφάνεια των κόκκων και αυξάνεται έτσι η εξάτμιση του νερού από τους κόκκους και ο ελκυσμός του αέρα δια μέσου της μάζας του στρώματος των κόκκων. Το διαφανές εμπρόσθιο κάλυμμα μας προστατεύει από τη βροχή.

3.2.3 Ξηραντήριο Νο 3

Η κύρια διάφορα με το προηγούμενο ξηραντήριο είναι ότι ο αέρας μπαίνει στα στρώματα των κόκκων αφού προηγούμενος προθερμανθεί σε ένα συλλέκτη που κατασκευάζεται από ένα διαφανές φύλλο PVC που τοποθετείται σε ξύλινο πλαίσιο. Όλη η κατασκευή ακουμπάει επάνω στο έδαφος και τα άκρα του συλλέκτη καρφώνονται μέσα σε αυτό. Η προθέρμανση του εισαγόμενου αέρα έχει σαν αποτέλεσμα να έχουμε μια πιο ομοιόμορφη και ταχύτερη ξήρανση δια μέσου του στρώματος των σπορών. Η υπόλοιπη διαφανής κάλυψη του χώρου του ξηραντηρίου είναι όπως στα ξηραντήρια Νο 1 και Νο 2, αλλά ο χώρος του θαλάμου ξήρανσης είναι διχοτομημένος.

3.2.4 Ξηραντήριο Νο 4

Βασίζεται στο ότι χρησιμοποιεί τον άνεμο κύριος για την ξήρανση ενός στρώματος σπόρων πάχους 10 cm. Η κατασκευή του ξηραντηρίου αποτελείται από δυο κάθετους δοκούς επάνω στους οποίους τοποθετούνται δυο χαλύβδινα δίκτυα στις δυο πλευρές για την συγκράτηση των κόκκων και για να επιτρέπεται η διέλευση του αέρα. Η κατασκευή έχει διεύθυνση από Ανατολή προς Δύση και παγιδεύει ηλιακή ενέργεια μόνο τις πρηνές και απογευματινές ώρες. Η προστασία από τα έντομα γίνεται με την τοποθέτηση λεπτού πλέγματος (σίτα) στις δυο μεγάλες επιφάνειες. Ο ξηραντήρας γεμίζει από επάνω και αδειάζει από κάτω. Στο επάνω μέρος του ξηραντηρίου τοποθετείται ένα σκέπαστρο που το προστατεύει από τη βροχή.

3.3 Φυσικός ηλιακός ξηραντήρας μεταφοράς

Ο φυσικός ηλιακός ξηραντήρας μεταφοράς μπορεί να γίνει η καταλληλότερη πρόταση για τον αγροτικό τομέα, για τις δύσβατες περιοχές που δε μπορεί να γίνεται εύκολα ανεφοδιασμός καυσίμων και για άλλες περιοχές στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια είναι λιγοστή. Με βάση τις οδηγίες που παρήχθησαν από τους πρώτους ερευνητές και τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν στις κινητικές μελέτες ξήρανσης που πραγματοποιήθηκαν για τα σταφύλια από τον Pangavhane και τον Sawhney, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ένας φυσικός ηλιακός ξηραντήρας μεταφοράς. Αυτός ο ξηραντήρας αποτελείται από έναν επίπεδο ηλιακό αποξηραντήρα πιάτων, εύκαμπτο, που ξεραίνει τον χώρο με την καπνοδόχο και με μια ενισχυτική στάση. Στην παρούσα εργασία, η θερμική απόδοση του ηλιακού αποξηραντήρα και ο χώρος ξήρανσης (που τοποθετήθηκαν τα φρούτα και τα λαχανικά) αξιολογήθηκαν για το φυσικό τρόπο μεταφοράς (υπό κανέναν όρο φορτίων) και εξετάστηκε η πλήρης ηλιακή μονάδα αποξηρανσης υπό τους όρους φορτίων σταφυλιών και πολλών άλλων φρούτων και λαχανικών.

Ένα ηλιακό σύστημα ξήρανσης που σχεδιάστηκε στην αρχή, για μεταφορά θερμότητας κατασκευάστηκε από τα τοπικά υλικά (ξύλα, μέταλλα και φύλλα γυαλιού) και χρησιμοποιήθηκε για να ξεράνει τις συγκομιδές τροφίμων. Ο ηλιακός συσσωρευτής θα μπορούσε να μεταφέρει τη θερμική δύναμη 118 Ohm στον θερμό αέρα που θερμαίνεται. Οι θερμικές ανταλλαγές μέσα στον ξηραντήρα καθορίστηκαν από το ψυχομετρικό διάγραμμα. Ο περιβαλλοντικός αέρας σε 32 °C και η σχετική υγρασία (RH) 80% θα μπορούσε να θερμανθεί σε 45 °C και RH 40% για την ξήρανση. Οι συγκομιδές ήταν ξηρές στην τελική περιεκτικότητα σε υγρασία RH <

14% και συντηρήθηκε για μια περίοδο ενός έτους χωρίς αλλοίωση. Το σύστημα ξήρανσης χαμηλής θερμοκρασίας εξασφάλισε τη βιωσιμότητα των σπόρων για φύτευση. Η διαδικασία ξήρανσης μπορεί να αντιπροσωπευθεί από μια εμπειρική εξίσωση της μορφής $M(t) = M_0 \exp^{-kt}$ ή $dM/dt = -kM$, όπου το M_0 είναι η αρχική περιεκτικότητα σε υγρασία, το $M(t)$ είναι η περιεκτικότητα σε υγρασία στο χρόνο t , και το K είναι η σταθερά ξήρανσης. Υπό τους ίδιους όρους, μια υψηλή τιμή του K συσχετίστηκε με τη μικρότερη χρονική περίοδο ξήρανσης.

Η διαδικασία ξήρανσης πραγματοποιείται σε δύο φάσεις στο σταθερό ποσοστό θερμότητας και στο μειωμένο ποσοστό θερμότητας ανάλογα το χρόνο. Η εξίσωση ξήρανσης λύθηκε για να προβλέψουν το συνολικό χρόνο ξήρανσης. Οι μηχανισμοί για την αφυδάτωση είναι η αφαίρεση του απεριόριστου "ελεύθερου" ύδατος στις κοιλότητες κυττάρων και του "συνδεδεμένου" ύδατος (ταινίες ύδατος) που παγιδεύεται μέσα στα κύτταρα ή που δεσμεύεται χημικά με τα στερεά ως νερό της κρυστάλλωσης.

Η αφυδάτωση των λαχανικών και άλλων συγκομιδών τροφίμων με την παραδοσιακή μέθοδο απευθείας ξήρανσης με έκθεση στον ήλιο και στον αέρα δεν είναι ικανοποιητική, καθώς τα προϊόντα μολύνονται με βακτηρίδια και έντομα και αλλοιώνονται και επηρεάζονται γρήγορα από τις υψηλές περιβαλλοντικές θερμοκρασίες και την σχετική υγρασία. Το Ayensu στην Γκάνα. (1983) έχει παρατηρήσει ότι, η ηλιακή ένταση κυμαίνεται από 550 - 1075 Ohm με μια συνολική ενέργεια ανά ημέρα 15 - 30 W/m². Επομένως, τα ηλιακά συστήματα ξήρανσης πρέπει να αναπτυχθούν για να χρησιμοποιήσουν αυτόν τον ενεργειακό πόρο ώστε να βελτιώσουν τη συντήρηση τροφίμων.

Το Killock στην Γκάνα, (1966) έχει εκθέσει τις μετά τη συγκομιδή απώλειες μεταξύ 12 - 37 % για τις διάφορες συγκομιδές τροφίμων που οφείλονται συνήθως στην αποθήκευση υψηλής υγρασίας. Η αφυδάτωση ως μέθοδος στα αγροτικά προϊόντα περιλαμβάνει την αφαίρεση της υγρασίας για να αποτραπεί η ανάπτυξη του ευνοϊκού περιβάλλοντος για την αύξηση των βακτηριδίων και εντόμων που προκαλούν αλλοίωση. Η βελτιωμένη ηλιακή ξήρανση θα διευκόλυνε την πρόωρη συγκομιδή, τη μακροπρόθεσμη αποθήκευση, τη βιωσιμότητα των σπόρων και την πώληση των ποιοτικών προϊόντων.

Ένας νέος ηλιακός ξηραντήρας, που σχεδιάστηκε αρχικά και εγκαταστάθηκε στις πειραματικές εγκαταστάσεις στο ίδρυμα ηλιακής ενέργειας, στο πανεπιστήμιο EGE, για τη χρήση στις ξηρές ζώνες. Αποτελείται από έναν ηλιακό αεροθερμαντήρα και μια αίθουσα εξαέρωσης. Ένα σχηματικό διάγραμμα του συστήματος παρουσιάζεται στο σχήμα 13. Ελικοειδή καλώδια αλουμινίου τύπων (1-1,5 m στη διάμετρο) είναι χρωματισμένα μαύρα και χρησιμοποιούνται ως επιφάνεια απορροφητών για να επεκτείνουν τη θερμότητα και να την μεταφέρουν στους χώρους ξήρανσης. Αυτά τα καλώδια τοποθετήθηκαν στο κανάλι ροής αέρος του ηλιακού αεροθερμαντήρα (57cm, 203 cm). Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, ο ηλιακός αεροθερμαντήρας και ο συλλέκτης προσανατολίστηκαν στο νότο σε μια γωνία συλλεκτών 30°. Ένα πιάτο πολυεστέρα που καλύπτεται από φύλλο γυαλιού χρησιμοποιήθηκε ως διαφανής κάλυψη. Οι υπόλοιπες πλευρές του ηλιακού αεροθερμαντήρα καλύφθηκαν με τα φύλλα αλουμινίου και ανοξειδωτού χάλυβα. Οι διαστάσεις του χώρου αποξήρανσης ήταν 51cm x 105cm x 129 cm και η στέγη είχε μια κλίση 26°. Η στέγη και οι πλευρές του χώρου αποξήρανσης αποτελούνται από πολυεστέρα με σύνθεση γυαλιού. Έξι ράφια τοποθετήθηκαν μέσα στην αίθουσα. Η απόσταση μεταξύ των ραφιών ήταν 12 εκατοστά. Ο ανεμιστήρας 100 W χρησιμοποιήθηκε για να αναγκάσει τον θερμό αέρα να κινηθεί μέσω του συλλέκτη προς την οπή αερισμού του χώρου αποξήρανσης. Η ηλεκτρική αντίσταση 200 W χρησιμοποιήθηκε για να εξετάσει τυχόν ατέλειες του ηλιακού αεροθερμαντήρα. Επίσης προστέθηκε και μια αναλογική συσκευή ελέγχου θερμοκρασίας. Το ποσοστό ροής αέρα μετρήθηκε με ψηφιακό ροόμετρο στην είσοδο

του ηλιακού αεροθερμαντήρα. Οι συνολικές ηλιακές εντάσεις ακτινοβολίας μετρήθηκαν με ένα πυρανομετρο. Η ταχύτητα αέρα καταχωρήθηκε με ένα ανεμόμετρο σε 10 μικρά διαστήματα. Για να καθοριστεί η σχετική υγρασία της ξήρανσης και του περιβαλλοντικού αέρα, χρησιμοποιήθηκαν χωρητικοί αισθητήρες υγρασίας. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας τοποθετήθηκαν στον θάλαμο ξήρανσης και στην έξοδο για να μετρήσουν τις θερμοκρασίες αέρα. Μετρήθηκαν επίσης οι περιβαλλοντικές θερμοκρασίες και οι πτώσεις πίεσης. Οι πειραματικοί όροι περιέλαβαν τη συνολική ηλιακή ακτινοβολία μεγαλύτερη από 630 W ανά τετραγωνικό μέτρο, οι ταχύτητες αέρα ήταν χαμηλότερες από 5,4 μετρα το δευτερόλεπτο, περιβαλλοντικές θερμοκρασίες 5- 32 °C, και μια ηλιακή γωνία αζιμουθίου χαμηλότερη από 30°. Μετεωρολογικά στοιχεία (θερμοκρασία, πίεση, σχετικές υγρασίες, κ.λπ....) λήφθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό Βομπονα (Ιζμίρ της Τουρκίας). Τα πειράματα ξήρανσης εκτελέστηκαν μεταξύ 24/09/90 και 17/10/1900). Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, δεν υπήρξε καμία βροχή και υπήρχε ηλιοφάνεια. Τα σταφύλια σουλτάνας μεταφέρθηκαν στα κιβώτια με τα χέρια . Πριν από τις δοκιμές ξήρανσης, απορρίφθηκαν τα χαλασμένα σταφύλια. Τα χαλασμένα σταφύλια σουλτάνας βυθίστηκαν σε ένα διάλυμα (π.χ., ένας συνδυασμός ελαιολάδου 0,5% και K₂CO₃ 5%). Οι άκρες των πράσινων φασολιών κόπηκαν και αφαιρέθηκαν τα φύλλα τους. Έπειτα τα πράσινα φασόλια τεμαχίστηκαν κατά μήκος και οριζόντια. Τα πιπέρια γλυκών και τσίλι διχοτομήθηκαν και διαδόθηκαν έξω στα ράφια ομοιόμορφα μέσα στον αποξηραντήρα. Και τέλος καθορίστηκαν οι αλλαγές περιεχομένου βάρους και υγρασίας των δειγμάτων δοκιμής.

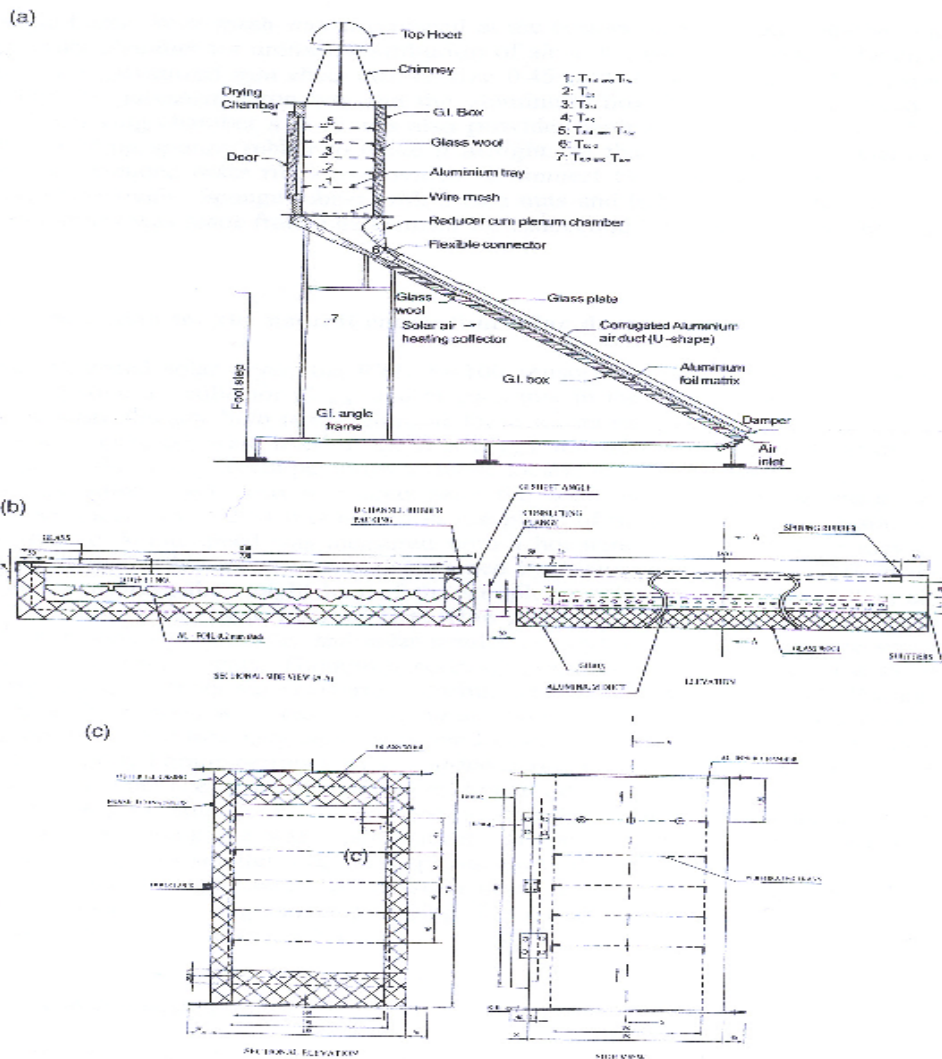
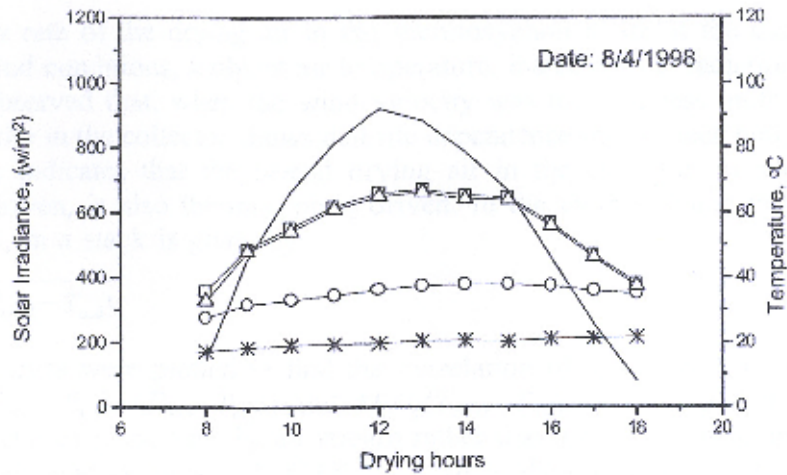


Fig. 1. (a) Sectional details of natural convection solar dryer. (b) Solar air heater. (c) Drying chamber.

Σχήμα 13

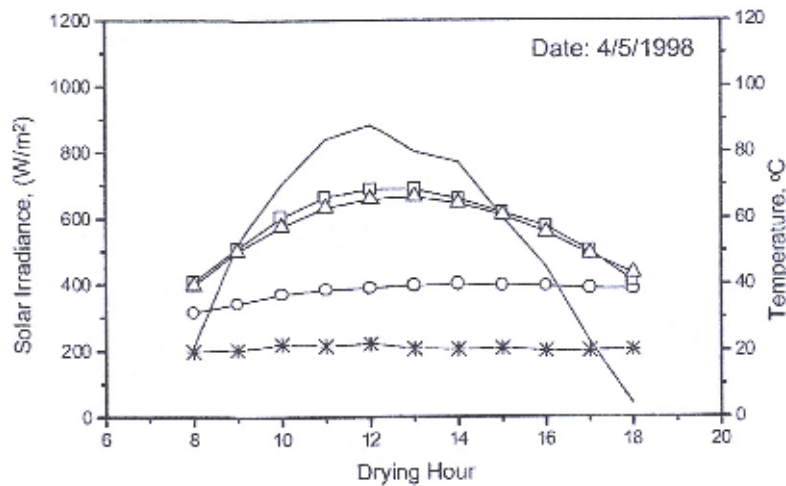


Σχήμα 14

3.3.1 Αποτελέσματα πειράματος :

Οι περιβαλλοντικές θερμοκρασίες και άλλαξαν από 12°C σε 32°C και οι σχετικές υγρασίες από 20% σε 93%, ενώ η συνολική ηλιακή ένταση ακτινοβολίας έφθασε σε 900 W/m² το μεσημέρι. Τα σχήματα 14 και 15 παρουσιάζουν παραδείγματα των αλλαγών στις θερμοκρασίες του θαλάμου ξήρανσης και εξόδου και τις συνολικές ηλιακές διανομές ακτινοβολίας.

Τα σχήματα παρουσιάζουν τις δύο χαρακτηριστικές ημέρες του Απριλίου και Μαΐου στα σύκα για πέντε ημέρες του πειράματος. Στα διαγράμματα παρουσιάζονται η ημερήσια μεταβολή της περιβαλλοντικής θερμοκρασίας αέρα, η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία αέρα εξόδου συλλεκτών και η ξηρότερη θερμοκρασία αέρα εξόδου για τον ηλιακό στεγνωτήρα.



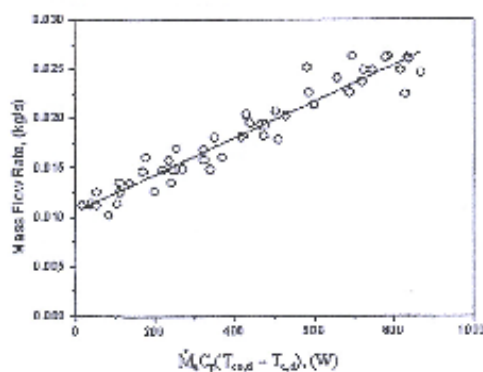
Σχήμα 15

3.3.2 Αποτέλεσμα :

Από αυτούς τους αριθμούς παρατηρείται ότι η άνοδος στη θερμοκρασία αέρα ήταν ικανοποιητική με σκοπό την ξήρανση σταφυλιών. Η θερμοκρασία αέρα στο θάλαμο ξήρανσης ήταν 38°C. Η μέγιστη θερμοκρασία αέρα στον ξηρότερο θάλαμο **χωρίς φορτίων** καταγράφηκε ως 69.5°C στο ηλιακό επίπεδο ακτινοβολίας των 909 W/m². Η μέγιστη θερμοκρασία στο συλλέκτη κατά τη διάρκεια των ωρών απογεύματος όλες τις ημέρες ήταν γύρω από 30°C (ποικίλει μεταξύ 25,9 και 33.5°C). Κατά τη διάρκεια αυτών των ημερών, οι καθημερινές μέσες τιμές της θερμοκρασίας αέρα στον θάλαμο ξήρανσης ποικίλλουν από 51.9°C σε 64.6°C και για τις ηλιακές ακτινοβολίες που ποικίλλουν από 605 έως 673 W/m².

Το ποσοστό μαζικής ροής του ξηρού αέρα στον αποξηραντήρα εξαρτάται από τις συνθήκες επικρατούντος αέρα, την περιβαλλοντική θερμοκρασία αέρα, τη συναφή ηλιακή ακτινοβολία και το σχέδιο αποξήρανσης. Παρατηρήθηκε ότι, όταν η ταχύτητα αέρα ήταν ομοιόμορφη καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, η ταχύτητα αέρα στο συλλέκτη παρουσιάζει καθορισμένη εξάρτηση στη διαφορά θερμοκρασίας (T_{co, d} - T_{a, d}). Αυτό δείχνει ότι ο θερμός αέρας στον αποξηραντήρα οδηγείται με φυσική ροή λόγω των φυσικών του ιδιοτήτων και από την πίεση του αέρα. Σ' αυτόν τον τρόπο το ποσοστό μαζικής ροής του αέρα Ma δίνεται από:

$$Ma = \beta \sqrt{(T_{co, d} - T_{a, d})} \quad (1)$$



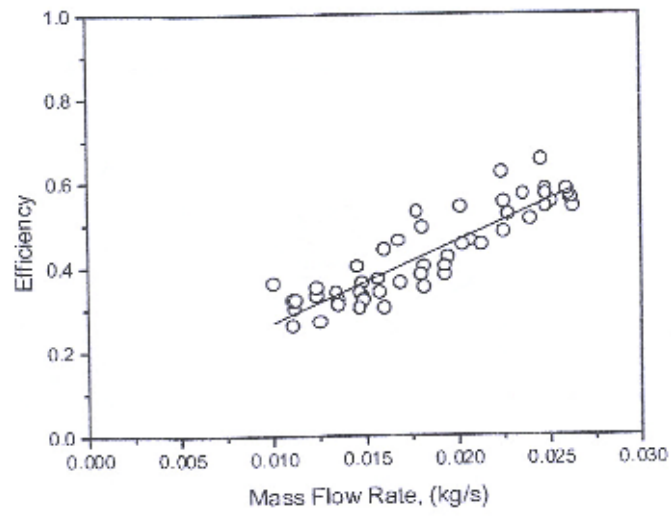
Σχήμα 16

3.4 Συνθήκες που καθορίζουν την αποδοτικότητα του αποξηραντήρα αέρα:

Η αποδοτικότητα του αποξηραντήρα αέρα καθορίζεται από:

Μπορεί επίσης να επισημανθεί ότι διαφορετικοί συντάκτες έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικές τιμές για τις περιοχές ξηραντηρίων (περιοχή απορροφητών, περιοχή κάλυψης και ακαθάριστη περιοχή) για την εκτίμηση της αποδοτικότητας αποξηραντήρα. Στην περίπτωση μας, η ακαθάριστη περιοχή του αποξηραντήρα αέρα έχει χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς της ηλιακής ξηρότερης απόδοσης. Διαπιστώθηκε ότι η καθημερινή μέση αποδοτικότητα του ηλιακού αποξηραντήρα αέρα ποικίλλει από 48 σε 56% κατά τη διάρκεια του πειραματισμού. Ομοίως η ωριαία αποδοτικότητα του αποξηραντήρα ποικίλλει από 26 σε 36% στις ώρες πρωινού και βραδιού και 38 65% στις ώρες απογεύματος. Επίσης παρατηρείται ότι η αποδοτικότητα των ξηραντηρίων για τα χαμηλότερα ποσοστά μαζικής ροής του

ξηρού αέρα (το πρωί) είναι χαμηλότερη και είναι υψηλότερη για τα υψηλότερα ποσοστά μαζικής ροής



Σχήμα 17

Είναι ευρέως γνωστό ότι για την αναγκασμένη περίπτωση ροής, η άνοδος θερμοκρασίας του αέρα στις μειώσεις αποξηραντηρίων και η αποδοτικότητα του αποξηραντή αυξάνονται με το αυξανόμενο ποσοστό μαζικής ροής του ρευστού. Στον τρόπο θερμοσίφωνα, παρατηρείται ότι η αποδοτικότητα των αυξήσεων των ξηραντηρίων και του ποσοστού μαζικής ροής αέρα αυξάνεται επίσης με την

Συμπεράσματα :

Ο αναπτυγμένος φυσικός ηλιακός ξηραντήρας μεταφοράς είναι σε θέση να επιτύχει το μέσο όρο της θερμοκρασίας μεταξύ 50 και 55°C, το οποίο ήταν βέλτιστο για την αφυδάτωση των σταφυλιών καθώς επίσης και για τα περισσότερα από τα φρούτα και τα λαχανικά. Αυτό το σύστημα είναι σε θέση να επιτύχει μια επαρκή ροή του καυτού αέρα για να ενισχύσει το ποσοστό ξήρανσης. Το ποσοστό ροής ξηρού αέρα αυξάνεται με την αύξηση της εξωτερικής θερμοκρασίας από τη θερμική πλευστότητα του συλλέκτη. Οι αποδοτικότητες συλλεκτών αυτού του φυσικού ηλιακού στεγνωτήρα μεταφοράς κυμάνθηκαν μεταξύ 0,26 για 0,0126 kg/s και 0,65 για 0,0246 kg/s οι οποίες ήταν ικανοποιητικές για τη θέρμανση του θερμενόμενου αέρα. Ο χρόνος ξήρανσης των σταφυλιών μειώνεται επίσης κατά 43% έναντι στην ανοικτή ξήρανση απευθείας από τον ήλιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟΥ

4.1 Λίγα λόγια γενικά για το ξηραντήριο που μελετήσαμε

Το ξηραντήριο το οποίο μελετήσαμε είναι ένα έμμεσο ηλιακό ξαντήριο. Αποτελείται από έναν συλλέκτη και έναν χώρο ξήρανσης όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν χώρος προσωρινής αποθήκευσης.

Ο ηλιακός συλλέκτης είναι κατασκευασμένος από πλαίσιο αλουμινίου όπου στην πλάτη του από τη μέσα μεριά είναι ενισχυμένο με λεπτό ξύλο τύπου κόντρα πλακέ βαμμένο με μαύρη ματ μπόγια ώστε να απορροφά την ακτινοβολία. Η επιφάνεια του πλαισίου έχει έρθει σε επαφή με ένα κοινό τζαμί εμπορίου όπου ενώνεται με ένα λάστιχο αντοχής σε υψηλές θερμοκρασίες. Στην κορυφή του συλλέκτη έχει βιδωθεί με ξυλόβιδες ένα κομβοέλασμα το οποίο δίνει ελευθέρια στον συλλέκτη να μετακινείται κατακόρυφα ούτως ώστε να ρυθμίζεται η κλίση του συλλέκτη σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Εμείς εξετάσαμε το ξηραντήριο με κλίση του συλλέκτη στις 35° όπως ακριβώς και το γεωγραφικό πλάτος της ευρύτερης περιοχής της πόλης των Χανίων.

Ο θάλαμος ξήρανσης είναι στην κορυφή του ξηραντηρίου υπερυψωμένος στα 0,40m και έρχεται σε επαφή με τον ηλιακό μας συλλέκτη.

Στη δεξιά του μεριά υπάρχει μια πόρτα η οποία βοηθάει στην τοποθέτηση των προϊόντων μας.

μέσα στο ξηραντήριο υπάρχει μια μεταλλική σχάρα με μεγάλα ανοίγματα ώστε να καθίσταται εύκολη η μετακίνηση του αέρα στο θάλαμο γύρω από τα προϊόντα μας.

4.2 Τρόπος λειτουργίας ξηραντηρίου.

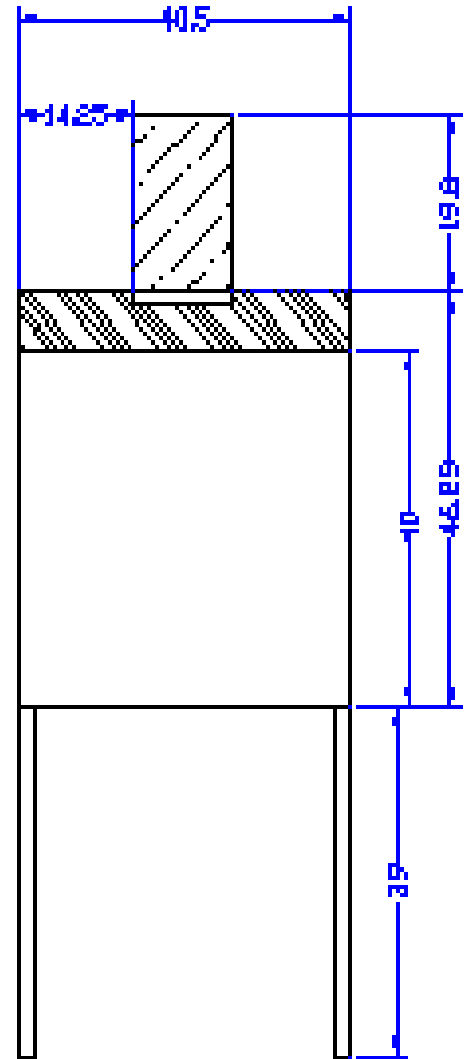
Ο αέρας που εισέρχεται μέσα στον ηλιακό συλλέκτη θερμαίνεται από την ακτινοβολία που προσπίπτει στον συλλέκτη και έτσι ο θερμότερος αέρας λόγω των φυσικών του ιδιοτήτων μετακινείται με ανοδική πορεία και εισέρχεται στον θάλαμο ξήρανσης.

Στον θάλαμο της ξήρανσης έχουμε τοποθετήσει τα προϊόντα μας, τα οποία με την κίνηση του Θέρμου πλέον αέρα αρχίζουν να αποξηραίνονται.

Το ξηραντήριο αυτού του τύπου δεν εκθέτει τα προϊόντα στην ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα να τα αποξηραίνει χωρίς να τους καταστρέφει την εξωτερική τους εμφάνιση και χωρίς να καίει την ύλη τους.

Οι θερμοκρασίες που λειτουργεί το ξηραντήριο εξαρτώνται άμεσα από την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια και κυμαίνονται από 30°C έως 60°C με κύρια θερμοκρασία λειτουργίας από 47°C έως 52°C .

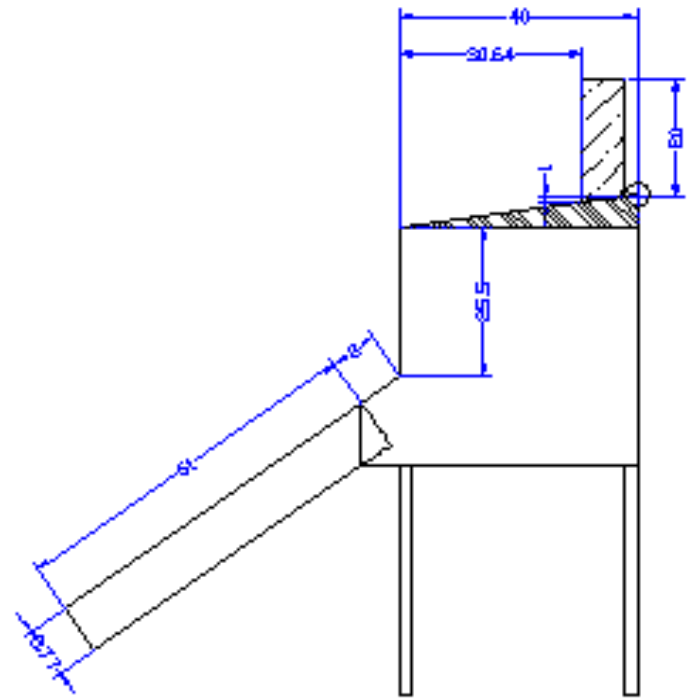
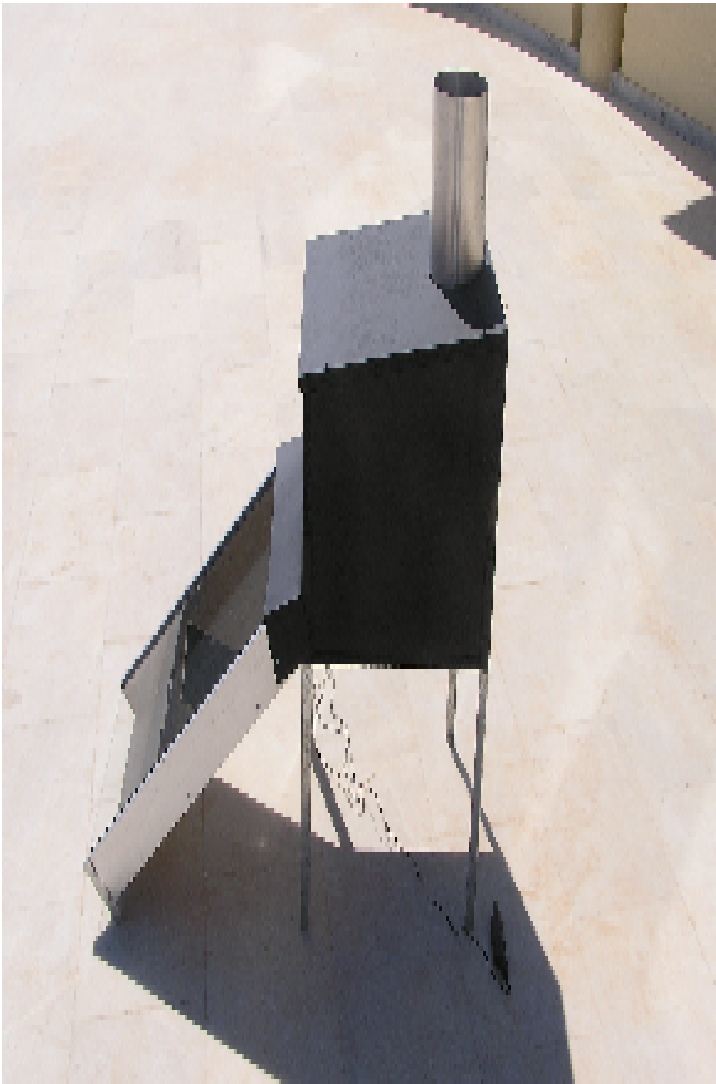
4.3 Κατασκευή ξηραντηριου



ΠΙΣΩ ΟΨΗ



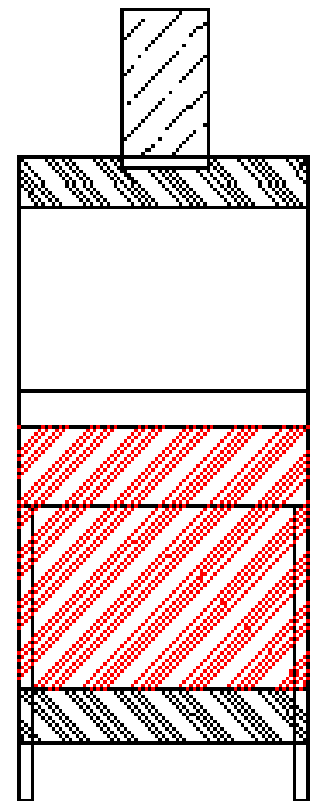
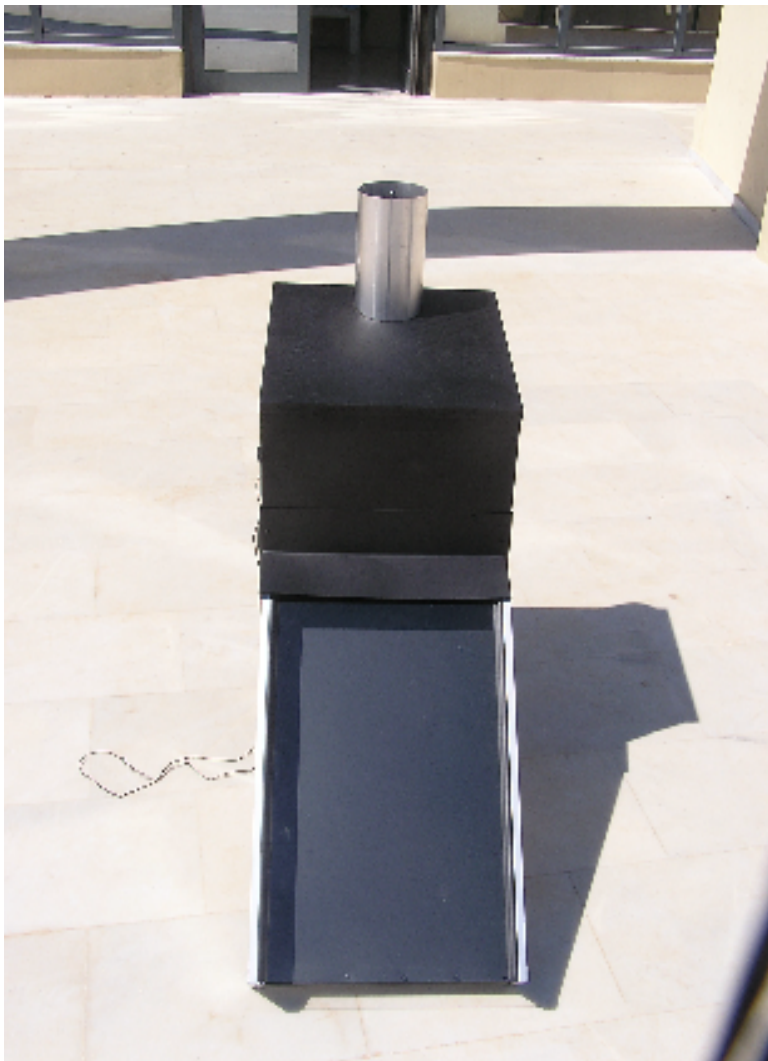
Γραφική Κλίμακα
80 cm



ΑΡΙΣΤΕΡΗ
ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ



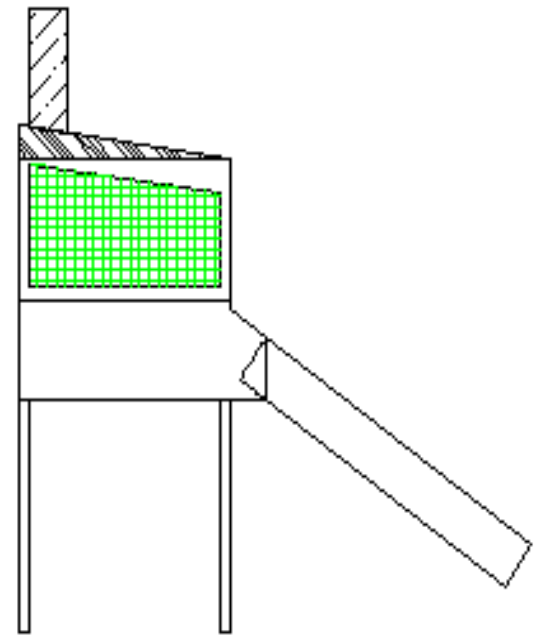
Γραφική Κλίμακα
80 cm



ΠΡΟΣΟΨΗ



Γραφική Κλίμακα
80 cm



ΔΕΞΙΑ
ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ



Γραφική Κλίμακα
80 cm

Το ξηραντήριο που μελετήσαμε το κατασκεύασε τεχνίτης σε ένα μηχανουργείο. Πρώτα γίνονται τα κατάλληλα σχέδια για τα μέρη του ξηραντηρίου. Βάσει των σχεδίων κόβουμε τα ξύλα για τα μέρη του ξηραντηρίου.

4.4 Συναρμολόγηση κιβωτίου ξηραντηρίων

Πρώτα κόβουμε τα ξύλα του κιβωτίου ξηραντηρίου σύμφωνα με τις διαστάσεις και τα συναρμολογούμε.

Στην δυτική δεξιά πλευρά στο κιβώτιο ξηραντηρίου τοποθετείται μια πόρτα διαστάσεων: 0.21 m επί 0.36 m για να ανοίγουν εξωτερικά. Στις πόρτες τοποθετούνται μεντεσέδες.

4.5 Προδιαγραφές κεκλιμένου συλλέκτη αέρα

Πριν από την κατασκευή του κεκλιμένου ηλιακού συλλέκτη αέρα γίνονται ορισμένες προδιαγραφές.

Οι προδιαγραφές του συλλέκτη που αναφέρονται είναι:

1. Τις ολικές εξωτερικές διαστάσεις.
2. Το ολικό βάρος του συλλέκτη σε kg.
3. Την συναρμολόγηση του κιβωτίου του συλλέκτη:
 - α) Το υλικό κατασκευής
 - β) Την στεγανότητα
4. Την μόνωση:
 - α) υλικό μόνωσης
 - β) πάχος μόνωσης
5. την επικάλυψη:
 - α) υλικό επικάλυψης (γυαλί), αριθμό φύλλων και πάχος.
6. Πλάκα απορρόφησης:
 - α) υλικό πλάκας
 - β) πάχος πλάκας.
 - γ) τρόπος κατασκευής των αγωγών αέρα
 - δ) διαστάσεις αγωγών αέρα και αποστάσεις αξόνων

4.6 Συναρμολόγηση κιβωτίου συλλέκτη αέρα

Κόβονται τα ξύλα στις διαστάσεις που επιλέξαμε δηλ: 1 m επί 2 m επί 0,20 m.

Έπειτα συναρμολογούνται με γαλβανισμένες ξυλόβιδες. Στην συνέχεια κολλούμε το στεγνωτικό υλικό που είναι από λάστιχο με βενζινόκολα στο επάνω μέρος του κιβωτίου και κάτω από το τζάμι.

Κολλούμε τον πάτο του κιβωτίου που είναι από υλικό κόντρα πλακέ πάχους: 7 mm.

4.7 Κατασκευή πλάκας απορρόφησης

Η πλάκα απορρόφησης είναι λαμαρίνα και κόβεται σε διαστάσεις

Οι πλάκες απορρόφησης μετά διαμορφώνονται αφού τοποθετούμε στις επιφάνειες τους κομβοελάσματα (τα κομβοελάσματα θα έχουν σχήμα γωνίας 15mm επί 15mm και θα τοποθετηθούν σε σειρές ζικ - ζακ).

Τα κομβοελάσματα στερεώνονται σε πριτσίνια Φ3 mm. Στην συνέχεια τοποθετούμε τις πλάκες απορρόφησης στο κιβώτιο του συλλέκτη.

Αφού τις τοποθετήσουμε μετά τις βιδώνουμε πάνω στις ξύλινες εξοχές που υπάρχουν εσωτερικά του κιβωτίου του συλλέκτη. Κατόπιν βάφονται με μαύρο ματ χρώμα.

4.8 Τοποθέτηση υλικού επικάλυψης

Σαν υλικό επικάλυψης παίρνουμε κοινό τζάμι εμπορίου και το κόβουμε στις διαστάσεις: 0.61 επί 0.40 m.

Το τζάμι το τοποθετούμε πάνω από το στεγνωτικό υλικό (λάστιχο).

Μετά τοποθετούμε τις γωνίες αλουμινίου για την στήριξη του τζαμιού.

Έπειτα βγάζουμε προσεχτικά με κίνδυνο να μην σπάσει το τζάμι, δύο οπές Φ16 cm με τον ίδιο τρόπο τις βγάλαμε στο κιβώτιο αποθήκευσης.

4.9 Κατασκευή καμινάδας

Κόβουμε ένα φύλο λαμαρίνας στις διαστάσεις: 0.21 m επί 0.86 m.

Το φύλο της λαμαρίνας μετά το στραντζάρουμε στην στράντζα για να πάρει την μορφή που εμείς θέλουμε. Κατόπιν βιδώνουμε την λαμαρίνα πάνω στην οροφή του χώρου ξήρανσης

4.10 Κόστος κατασκευής

Η κατασκευή υπολογίζεται να κοστίσει με σημερινές τιμές γύρω στα 500 ευρώ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ- ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

5.1 Θεωρία πειραματικού μέρους

Αφού κατασκευάστηκε το ηλιακό ξηραντήριο ξεκινήσαμε τις πειραματικές μετρήσεις. Οι μετρήσεις έγιναν κατά μέσο όρο σε ημέρες με ιδιαίτερα μεγάλη ηλιακή ακτινοβολία – ηλιοφάνεια.

Τα όργανα που χρησιμοποιήσαμε ήταν η πυξίδα ούτως ώστε να προσανατολίζουμε το ξηραντήριο κατά τη διεύθυνση του νότου, το πυρανόμετρο ώστε να ελέγχεται ανά μισή ώρα η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και το ψηφιακό θερμομέτρο διπλής θερμοκρασίας ούτως ώστε να πετύχουμε την ταυτόχρονη παρακολούθηση της θερμοκρασίας μέσα και έξω από το ξηραντήριο (στον περιβάλλοντα χώρο).

Η μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο ΤΕΙ Κρήτης Παράρτημα Χανίων όπου βρίσκεται στην περιοχή Χαλέπα Χανίων και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής είναι 35° .

Η διαδικασία του πειράματος είναι η ακόλουθη :

- Πραγματοποίηση των μετρήσεων της ηλιακής ακτινοβολίας ανά μισή ώρα ξήρανσης.
- Έλεγχος και ανά μισάωρο καταγραφή εσωτερικής θερμοκρασίας ξηραντηρίου και εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος.
- Ζύγισμα του αρχικού βάρους των λαχανικών και των φρούτων και στη συνέχεια, ζύγισμα αυτών ανά μια ώρα ξήρανσης .

Μετά το πέρας των ημερήσιων μετρήσεων, πραγματοποιείται βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων ξεκινώντας από την ηλιακή ακτινοβολία όπου τη μετατρέπουμε σε W/ m^2 με τη βοήθεια του τύπου

Την παραπάνω εξίσωση τη χρησιμοποιούμε με την εγκυρότητα που μας δίνει ο κατασκευαστής του πυρανομετρο.

Στη συνέχεια υπολογίζονται τα αποτελέσματα και παρατίθενται σε πίνακες τα εξής :

- Η συνολική απώλεια βάρους σε αναλογία με το χρόνο
- Το ποσοστό της συνολικής απώλειας βάρους με το χρόνο.
- Η ωριαία απώλεια βάρους με το χρόνο
- Το ποσοστό της ωριαίας απώλειας βάρους.

Αναλυτικότερα έχουμε :

- Συνολική απώλεια βάρους σε αναλογία με το χρόνο.

Για να υπολογιστεί χρειάζεται να αφαιρεθεί το προσωρινό βάρος του προϊόντος.

- Ποσοστό επί τοις εκατό της συνολικής απώλειας βάρους με το χρόνο.

Για να υπολογιστεί χρειάζεται να διαιρεθεί η συνολική απώλεια βάρους με το βάρος της προηγούμενης ώρας και το αποτέλεσμα να δοθεί επι τοις εκατό.

- Ωριαία απώλεια βάρους με το χρόνο :

Υπολογίζεται αν αφαιρέσουμε το βάρος του προϊόντος κάποιας συγκεκριμένης χρονικής στιγμής, με το βάρος της προηγούμενης μέτρησης .

- Ποσοστό ωριαίας απώλειας βάρους :

Υπολογίζεται αν διαιρέσουμε την ωριαία απώλεια βάρους με το βάρος του προϊόντος που είχε την προηγούμενη χρονική στιγμή και το πολλαπλασιάσουμε επι τοις εκατό.

Στη συνέχεια των υπολογισμών βρίσκουμε το ποσοστό ξήρανσης που πετύχαμε την ημέρα που μας πέρασε. Αυτό το βρίσκουμε με τη βοήθεια του βάρους του προϊόντος μετά την ξήρανση σε συμβατικό φούρνο στους 100 βαθμούς Κέλσιου για 24 ώρες .

5.2 Παράδειγμα υπολογισμών ολόκληρης ημέρας.

Για την πλήρη κατανόηση των υπολογισμών που εκτελέσαμε κατά τη διάρκεια της ημέρας εκθέτουμε μια τυχαία μέρα στην οποία εκτελέσαμε το πείραμα :

1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η	11 ^η
Ωρες ξήρανσης (h)	Ωρα της Ημέρας	Θερμοκρασία Περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Ηλιακή ενέργεια	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Βάρους (gr)	Ωριαία Απώλεια Βάρους (%)	Ηλιακή ακτινοβολία $y=0,303x^{1,1215}$ (W/m ²)
0	10:30	27,5	30	933	17,894	0	0%	0	0%	649
0,5	11:00	27,3	34,1	1010						709
1	11:30	27,2	34,7	1110	13,481	4,413	24,662%	4,413	24,662%	788
1,5	12:00	28,5	36,4	1180						844
2	12:30	28	36,3	1239	9,931	7,963	44,501%	3,55	26,333%	892
2,5	13:00	28,3	36,9	1252						902
3	13:30	28,5	37,2	1259	7,67	10,224	57,136%	2,261	22,115%	908
3,5	14:00	29,2	37,1	1260						909
4	14:30	29,2	37,9	1200	5,925	11,969	66,888%	1,745	14,579%	860
4,5	15:00	29,9	38,9	1157						826
5	15:30	30,8	38,4	1080	5,068	12,826	71,678%	0,857	6,682%	765

Πίνακας 1 : συνολικές μετρήσεις 18/5/2006

Παραπάνω παρουσιάζεται ένας καθημερινός Πίνακας πειράματος

Στην πρώτη στήλη βρίσκονται οι ώρες ξήρανσης δηλαδή πόσες ώρες αποξηραίνουμε το δείγμα.

Στην δεύτερη στήλη εκτίθενται οι απόλυτες ώρες της ημέρας ώστε να γνωρίζουμε την ακριβή ώρα της ημέρας.

Στην τρίτη στήλη εκτίθενται οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος και στην Τετάρτη στήλη εκτίθενται οι θερμοκρασίες του ξηραντήρα.

Στη πέμπτη στήλη έχουμε την ηλιακή ακτινοβολία την οποία μας έδειξε το πυρανόμετρο.

Στην έκτη στήλη έχουμε το βάρος του προϊόντος για κάθε ώρα.

Στην έβδομη στήλη παρουσιάζεται η συνολική απώλεια βάρους με τον χρόνο όπου υπολογίζεται από την αφαίρεση του βάρους κάποιας ώρας από το αρχικό βάρος του προϊόντος μας. π.χ. $17,894 - 13,481 = 4,413$ για τις 11:30 της συγκεκριμένης ημέρας.

Στην όγδοη στήλη παρουσιάζεται το ποσοστό συνολικής απώλειας βάρους με τον χρόνο όπου υπολογίζεται από τη διαίρεση της συνολικής απώλειας βάρους με τον χρόνο με το βάρος του προϊόντος την εκάστοτε ώρα πολλαπλασιασμένο επί τοις εκατό. π.χ. $(4,413 / 17,894) * 100\% = 24,662\%$ για τις 11:30 της συγκεκριμένης ημέρας.

Στην ένατη στήλη παρουσιάζεται ωριαία απώλεια βάρους όπου υπολογίζεται από την αφαίρεση του βάρους του προϊόντος δυο διαδοχικών ωρών δηλαδή : π.χ. $13,481 - 9,931 = 3,55$ για τις 12:30 της συγκεκριμένης ημέρας.

Στην δέκατη στήλη παρουσιάζεται το ποσοστό ωριαίας απώλειας βάρους επί τοις εκατό όπου υπολογίζετε από την αφαίρεση των ποσοστών συνολικής απώλειας βάρους δυο διαδοχικών ωρών .

Στην ενδέκατη στήλη παρουσιάζεται η ηλιακή ακτινοβολία βελτιστοποιημένη σύμφωνα με τον τύπο του κατασκευαστή για βελτιστοποίηση $\gamma = 0,303x^{1,1215} (W/m^2)$ όπου x στον τύπο είναι η ένδειξη της ηλιακής ακτινοβολίας που μας έδειξε το πυρανομετρο.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε την ξήρανση που πετύχαμε κάθε ώρα της ημέρας και κατ'επέκταση την ξήρανση που πετύχαμε ολόκληρη την ημέρα.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο αντίστοιχος Πίνακας και στη συνέχεια αναλύεται :

Ωρες ξήρανσης	Αρχικό βάρος	17,894	
	Βάρος πριν το φούρνο	3,075	
	Βάρος μετά το φούρνο	1,892	
	Διαφορά βάρους (αρχικό βάρος – βάρος μετά τον φούρνο) δηλαδή υγρασία σε H ₂ O	16,002	
	Ωρα της ημέρας	Απώλεια υγρασίας μετά τη ξήρανση	Εναπομείνασα υγρασία κατά τη διάρκεια της ξήρανσης
	0	10:30	0,00%
1	11:30	27,58%	72,42%
2	12:30	49,76%	50,24%
3	13:30	63,89%	36,11%
4	14:30	74,80%	25,20%
5	15:30	80,15%	19,85%
Υγρασία πριν το φούρνο		92,61%	7,39%
Υγρασία μετά το φούρνο		100,00%	0,00%

Πίνακας 2 : απώλεια υγρασίας ανά ώρα

Με τη βοήθεια του παραπάνω πίνακα υπολογίζουμε την απώλεια της υγρασίας μετά την ξήρανση που υπεβλήθη το προϊόν μας για κάθε ώρα ξήρανσης υπολογίζεται από την διαίρεση της διαφοράς βάρους, που προκύπτει από την αφαίρεση του βάρους του προϊόντος με το αρχικό βάρος, δια τη διάφορα βάρους που προκύπτει από τη αφαίρεση του αρχικού βάρους μείων το βάρος του προϊόντος μετά την ξήρανση με συμβατικό φούρνο. Στη συνέχεια το αποτέλεσμα μας το πολλαπλασιάζουμε με 100%.

Για καλύτερη κατανόηση των Παραπάνω σας παρουσιάζεται ένα Παράδειγμα για τις 15:30 το μεσημέρι της εξεταζόμενης ημέρας.

Αρχικό βάρος = 17,894gr

Βάρος μετά το φούρνο = 1,892gr

Διαφορά βάρους (αρχικό βάρος – βάρος μετά τον φούρνο) δηλαδή υγρασία σε H₂O =16,002

Εάν ανατρέξουμε στον πίνακα 1 του προηγούμενου παραδείγματος βρίσκουμε ότι στις 15:30 το προϊόν μας ζύγιζε 5,068 gr.

Συνεπώς γνωρίζοντας τα Παραπάνω στοιχεία υπολογίζουμε την ξήρανση για τις 15:30 το μεσημέρι : $(17,894 - 5,068 / 16,002) 100\% = 80,15\%$ δηλαδή στις 15:30 το προϊόν μας έχασε το 80,15 % της υγρασίας του.

Στη συνέχεια του υπολογιστικού μέρους του πειράματος προστίθενται και οι γραφικές παραστάσεις στις οποίες απεικονίζονται :

- Η εσωτερική και η εξωτερική θερμοκρασία ταυτόχρονα με την ηλιακή ακτινοβολία συναρτήσει των ωρών της ημέρας και της ξήρανσης
- Το ποσοστό συνολικής απώλειας βάρους με τον χρόνο % και το βάρος σε gr συναρτήσει των ωρών της ημέρας και της ξήρανσης.
- Μείωση του νερού που περιέχεται στο δείγμα 100% συναρτήσει του χρόνου ξήρανσης.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι πίνακες όλων των ημερών και των όλων των γεωργικών προϊόντων που εξετάσαμε.

Η διάρκεια του πειράματος ήταν 12 ημέρες και κατά τη διάρκεια αυτού εξετάστηκαν 41 γεωργικά προϊόντα όπου το βάρος του κυμαινόταν από 3 έως 51 gr.



Μέτρηση ηλιακής ακτινοβολίας με πυρανομετρο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

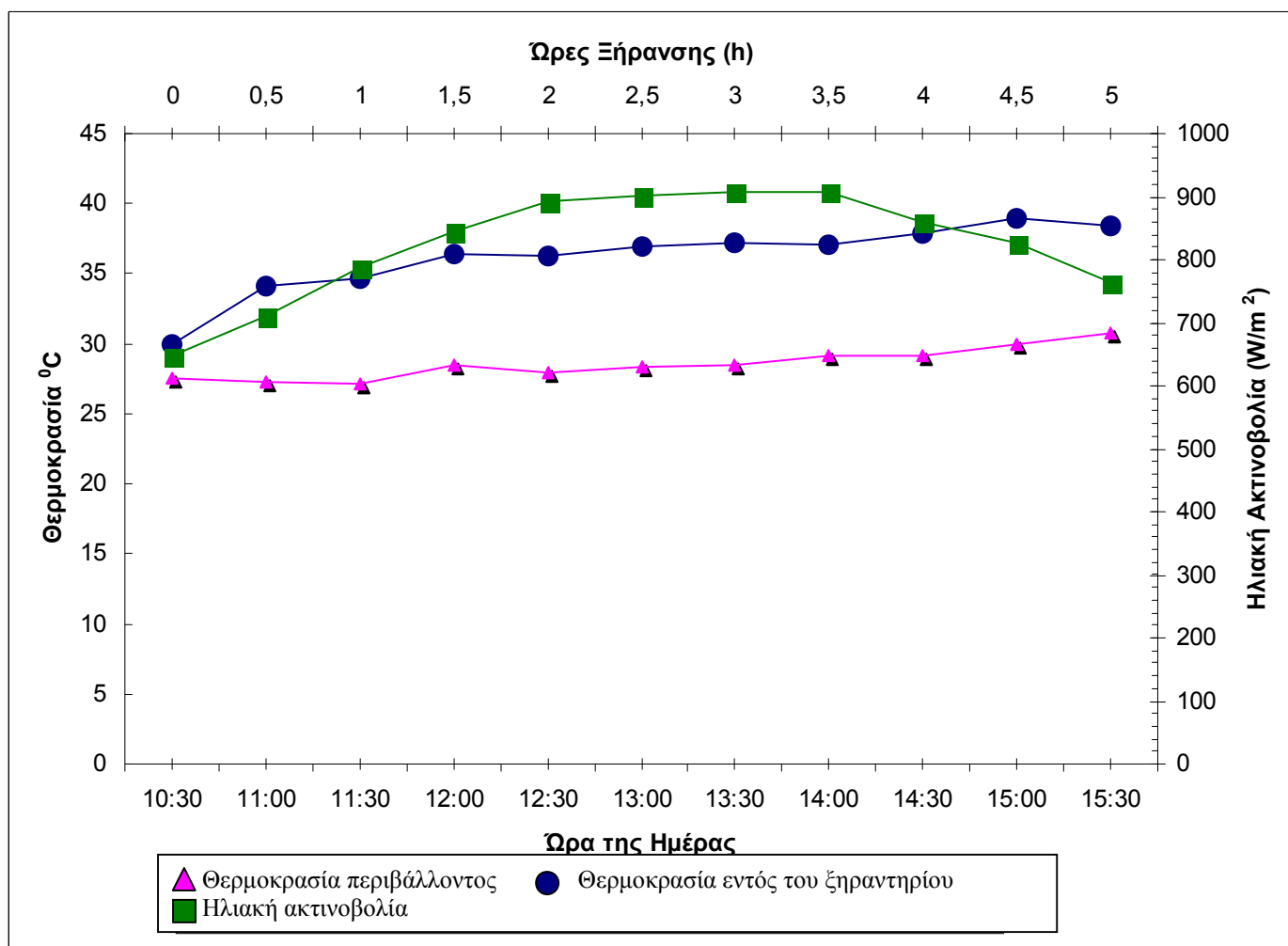
6.1 Πίνακας πειραμάτων :

Αριθμός Πειράματος	Ημερομηνία	Φρούτα - Λαχανικά	Ώρες ξήρανσης (h)	Αρχικό Βάρος (gr)	Ξήρανση επί τοις %	Σελίδα
1	18/5/2006	Λεμόνι	5	17,894	92,61%	51
2	22/5/2006	Ντομάτα	6	38,95	68,59%	53
3	23/5/2006	Πατάτα	4,5	13,728	61,04%	55
4	23/5/2006	Πορτοκάλι	5,5	22,332	60,48%	56
5	24/5/2006	Ακτινίδιο	5,5	12,16	69,30%	58
6	24/5/2006	Βερίκοκο	5,5	29,532	18,62%	59
7	25/5/2006	Μανταρίνι	5,5	17,787	20,53%	61
8	25/5/2006	Γκρέιπ Φρούτ	5,5	51,448	48,91%	62
9	25/5/2006	Βερίκοκο	5,5	27,962	24,84%	63
10	10/7/2006	Λεμόνι	4,5	26,59	85,83%	65
11	10/7/2006	Νεκταρίνι	4,5	9,471	57,26%	66
12	10/7/2006	Πορτοκάλι	4,5	36,142	74,90%	67
13	10/7/2006	Ντομάτα	4,5	25,385	42,88%	68
14	10/7/2006	Ακτινίδιο	4,5	10,969	47,82%	69
15	11/7/2006	Αγγούρι	5	3,037	83,94%	71
16	11/7/2006	Πατάτα	5	17,224	33,99%	72
17	12/7/2006	Γκρέιπ Φρούτ	4,5	42,947	25,15%	74
18	12/7/2006	Ντομάτα	4,5	27,756	47,62%	75
19	12/7/2006	Κεράσι	4,5	8,444	38,72%	76
20	12/7/2006	Μαύρο Σταφύλι	4,5	10,782	39,06%	77
21	12/7/2006	Βερίκοκο	4,5	12,75	37,48%	78
22	17/7/2006	Ντομάτα	6	13,06	49,72%	80
23	17/7/2006	Αγγούρι	6	6,31	71,78%	81
24	17/7/2006	Ρόδι	6	6,51	28,24%	82
25	17/7/2006	Λεμόνι	6	21,41	84,35%	83
26	17/7/2006	Τριαντάφυλλο	6	1,53	74,40%	84
27	18/7/2006	Πορτοκάλι	6	24,682	43,53%	86
28	18/7/2006	Μούσμουλο	6	6,37	40,24%	87
29	18/7/2006	Πατάτα	6	7,217	87,18%	88
30	18/7/2006	Μήλο	6	26,19	41,01%	89
31	19/7/2006	Ντοματάκι	5	12,8	38,30%	91
32	19/7/2006	Τριαντάφυλλο εκατόφυλλο	5	1,44	90,91%	92
33	19/7/2006	Λεμόνι	5	8,65	60,64%	93
34	20/7/2006	Γκρέιπ Φρούτ	6	27,99	59,01%	95
35	20/7/2006	Σταφύλι	6	6,397	49,92%	96
36	20/7/2006	Πορτοκάλι	6	20,353	69,36%	97
37	20/7/2006	Ακτινίδιο	6	14,664	62,92%	98
38	20/7/2006	Βερίκοκο	6	8,225	80,35%	99
39	20/7/2006	Ντομάτα	6	23,218	51,45%	100
40	20/7/2006	Κεράσι	6	6,484	49,82%	101
41	20/7/2006	Αγγούρι	6	5,349	75,12%	102

6.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

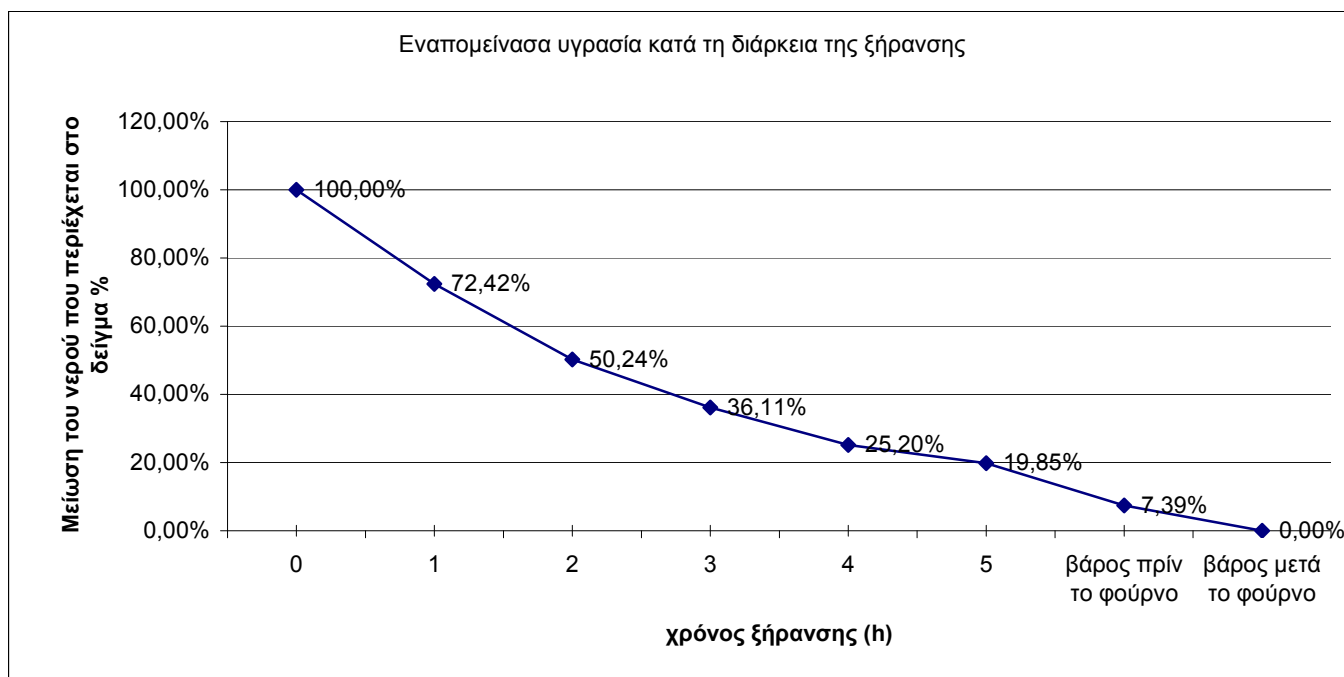
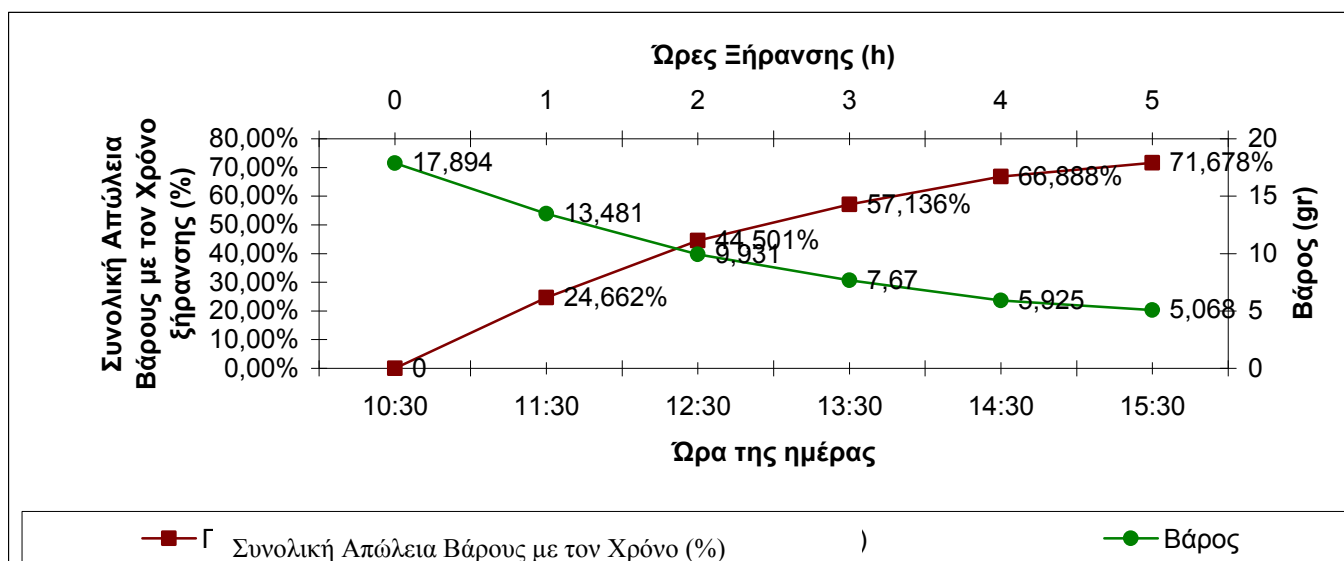
Πείραμα 1^{ης} ημέρας. Στις 18/5/2006 μελετήθηκε το λεμόνι.

Ώρες Ξήρανσης	Ώρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Δ T (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	10:30	27,5	30	2,5	649
0,5	11:00	27,3	34,1	6,8	709
1	11:30	27,2	34,7	7,5	788
1,5	12:00	28,5	36,4	7,9	844
2	12:30	28	36,3	8,3	892
2,5	13:00	28,3	36,9	8,6	902
3	13:30	28,5	37,2	8,7	908
3,5	14:00	29,2	37,1	7,9	909
4	14:30	29,2	37,9	8,7	860
4,5	15:00	29,9	38,9	9	826
5	15:30	30,8	38,4	7,6	765



Λεμόνι

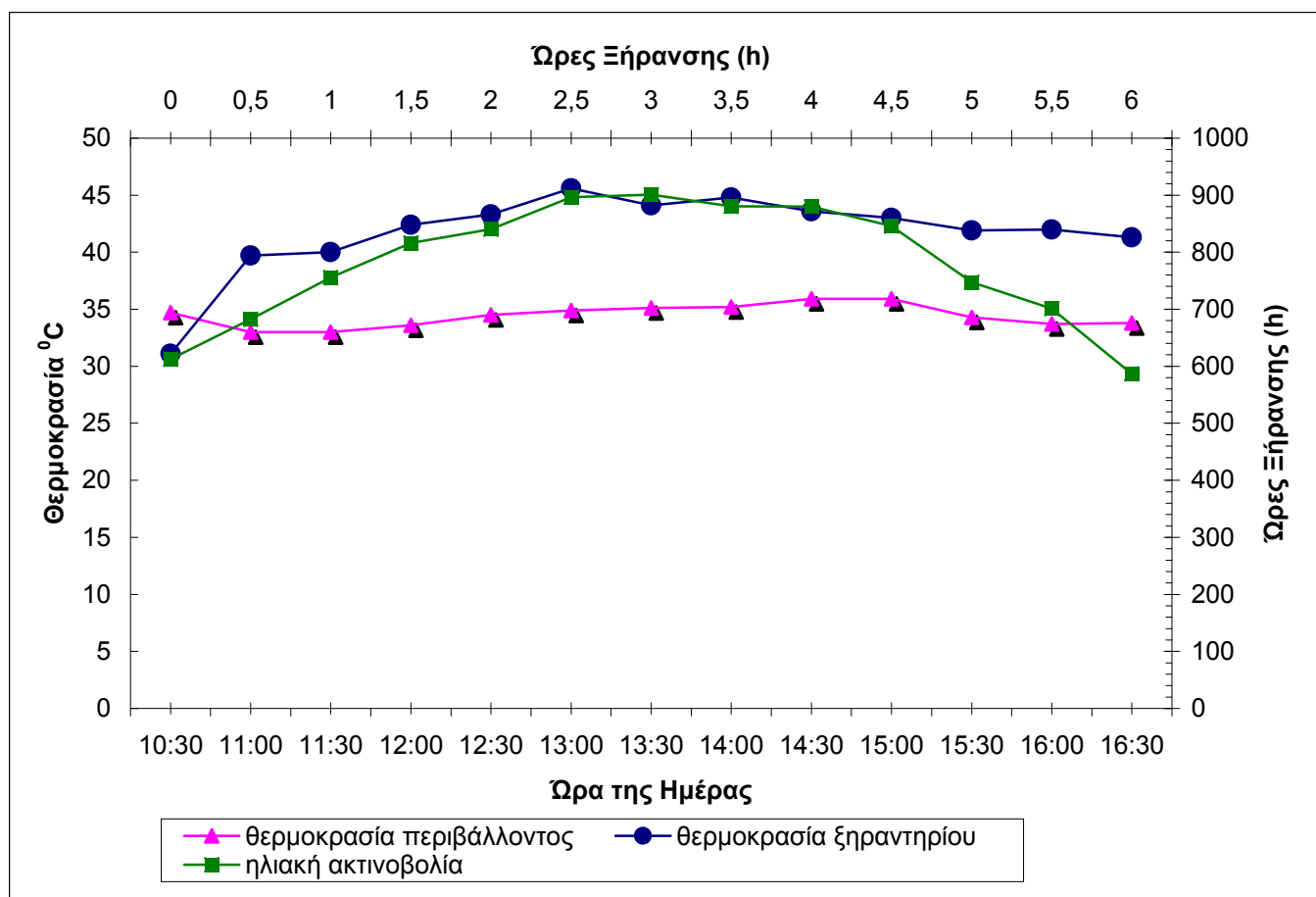
Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
0	17,894	0	0%	0	0%
1	13,481	4,413	24,662%	4,413	24,66%
2	9,931	7,963	44,501%	3,55	19,84%
3	7,67	10,224	57,136%	2,261	12,64%
4	5,925	11,969	66,888%	1,745	9,75%
5	5,068	12,826	71,678%	0,857	4,79%



Πείραμα ημέρας 2^{ης}

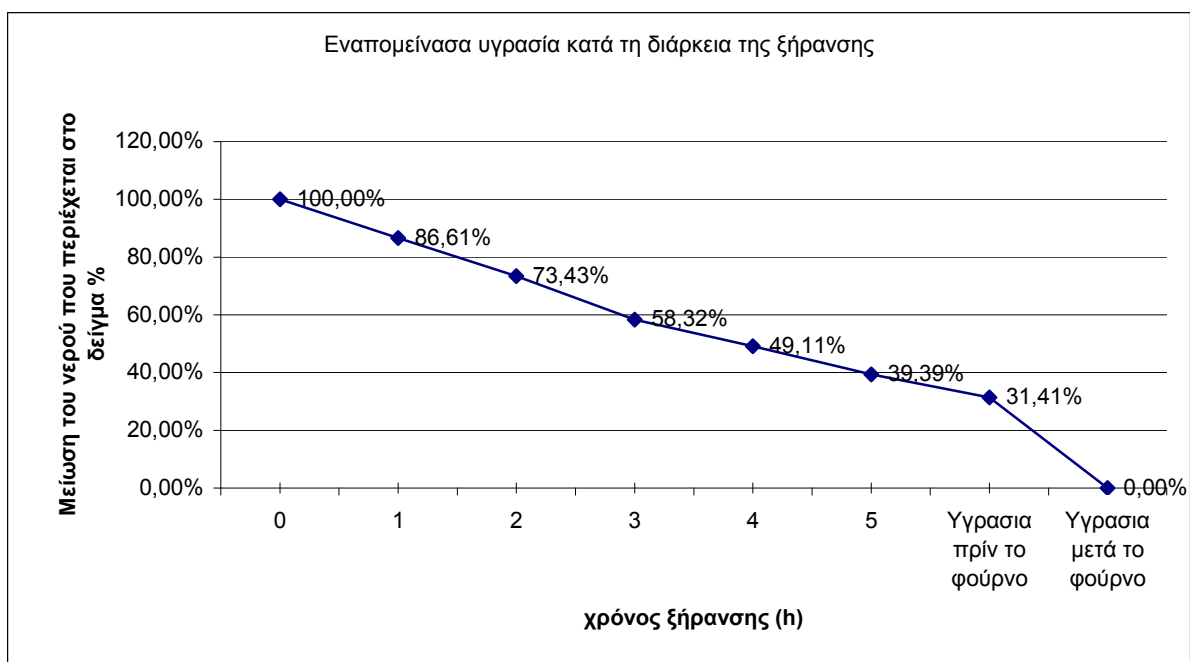
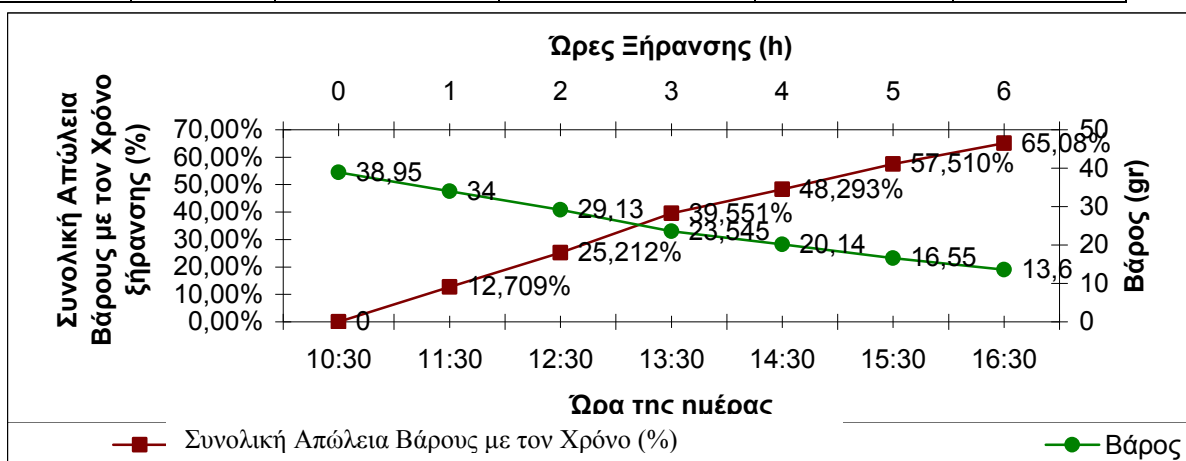
Στις 22/5/2006 έγινε 1 πείραμα με ντομάτα

Ώρες Ξήρανσης	Ώρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	ΔT (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	10:30	34,7	31,1	3,6	612
0,5	11:00	33	39,7	6,7	682
1	11:30	33	40	7	755
1,5	12:00	33,6	42,4	8,8	816
2	12:30	34,5	43,3	8,8	840
2,5	13:00	34,9	45,6	10,7	896
3	13:30	35,1	44,1	9	900
3,5	14:00	35,2	44,8	9,6	880
4	14:30	35,9	43,6	7,7	879
4,5	15:00	35,9	43	7,1	846
5	15:30	34,3	41,9	7,6	747
5,5	16:00	33,7	42	8,3	701
6	16:30	33,8	41,3	7,5	586



Πείραμα 2
Ντομάτα

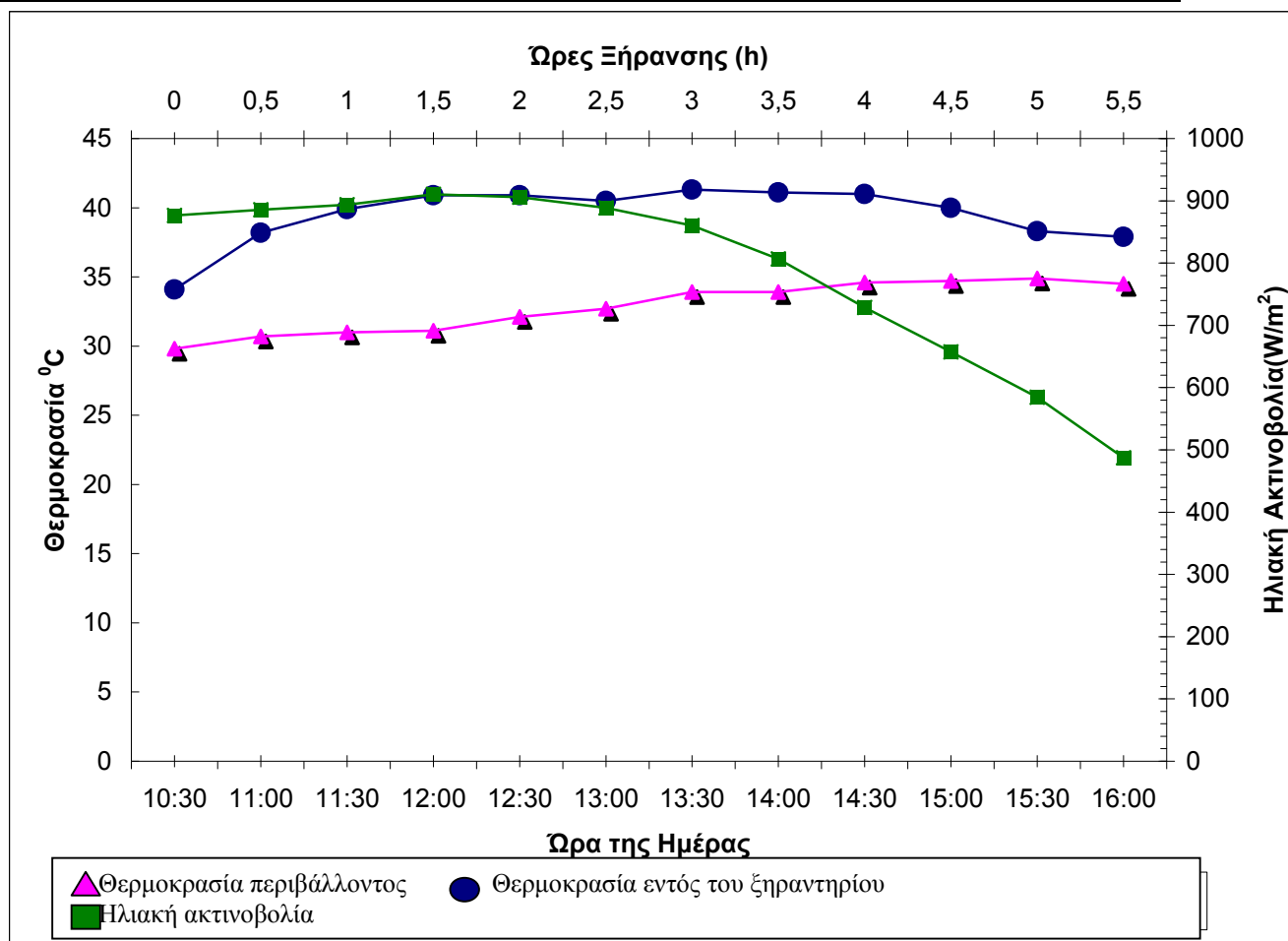
Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	38,95	0	0%	0	0%
2	34	4,95	12,709%	4,95	12,71%
3	29,13	9,82	25,212%	4,87	12,50%
4	23,545	15,405	39,551%	5,585	14,34%
5	20,14	18,81	48,293%	3,405	8,74%
6	16,55	22,4	57,510%	3,59	9,22%
7	13,6	25,35	65,08%	2,95	7,57%



Πείραμα ημέρας 3^{ης}

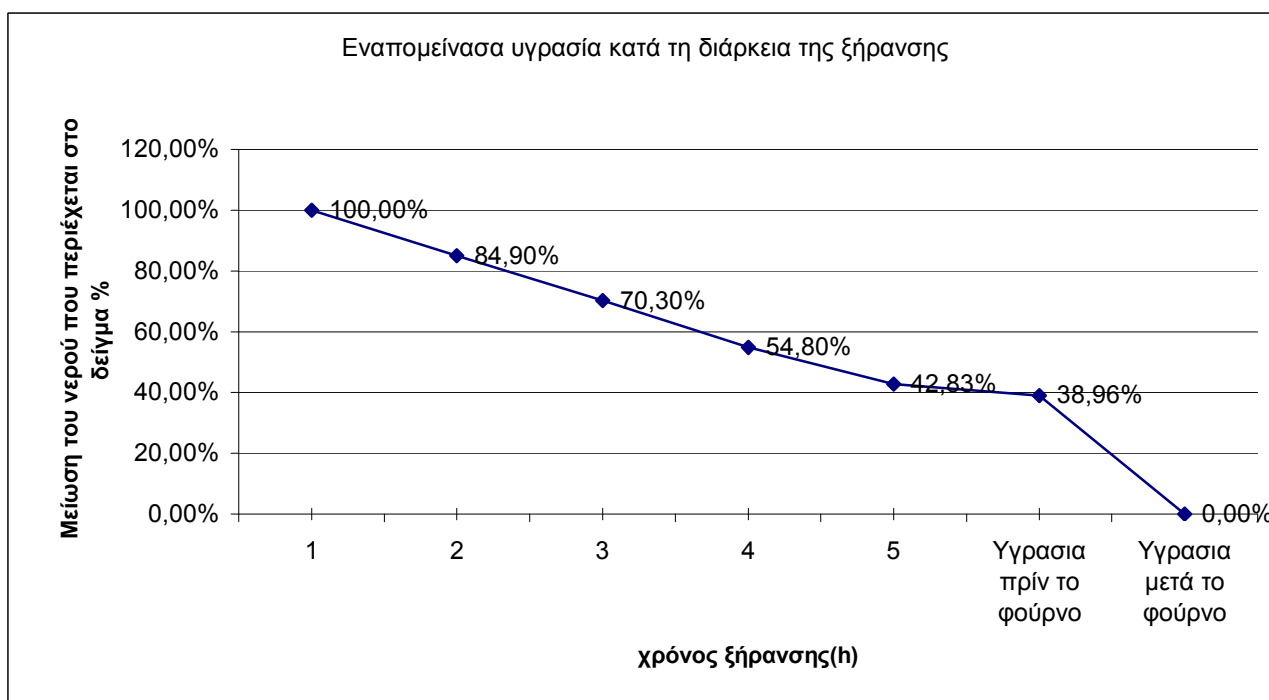
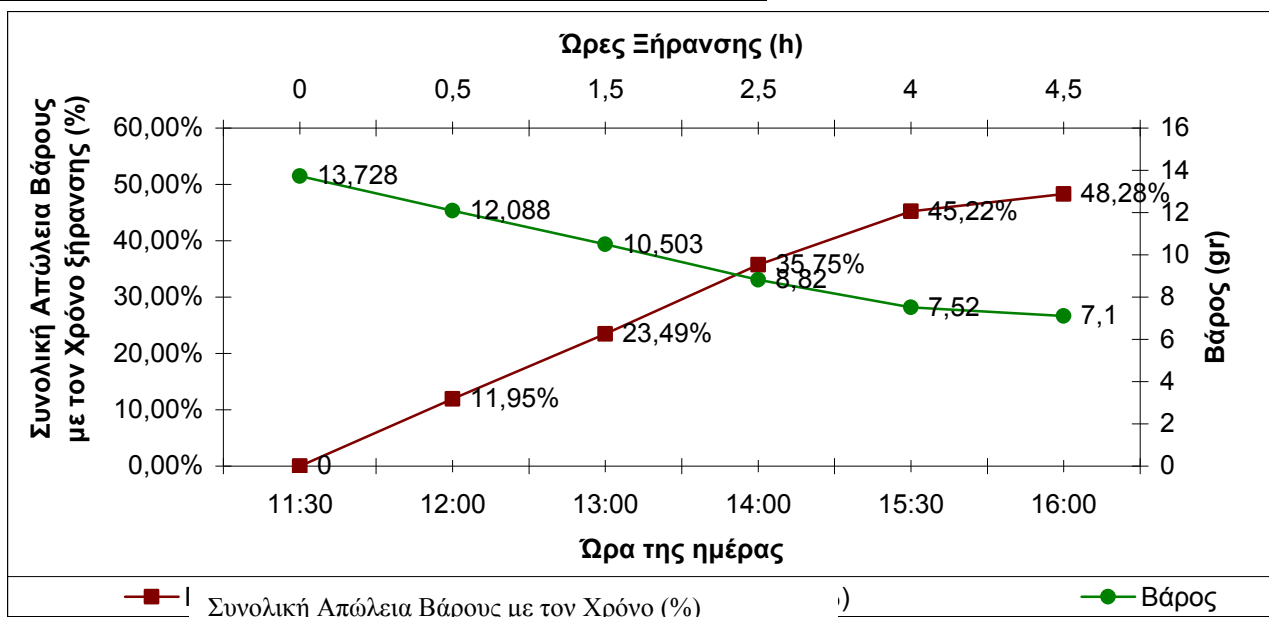
Στις 23/5/2006 έγιναν 2 πειράματα και εξετάστηκαν η πατάτα και το πορτοκάλι.

Ωρες Ξήρανσης	Ωρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	ΔT (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	11:30	31	39,9	8,9	893
0,5	12:00	31,1	40,9	9,8	910
1	12:30	32,1	40,9	8,8	905
1,5	13:00	32,7	40,5	7,8	888
2	13:30	33,9	41,3	7,4	860
2,5	14:00	33,9	41,1	7,2	806
3	14:30	34,6	41	6,4	728
3,5	15:00	34,7	40	5,3	657
4	15:30	34,9	38,3	3,4	584
4,5	16:00	34,5	37,9	3,4	487



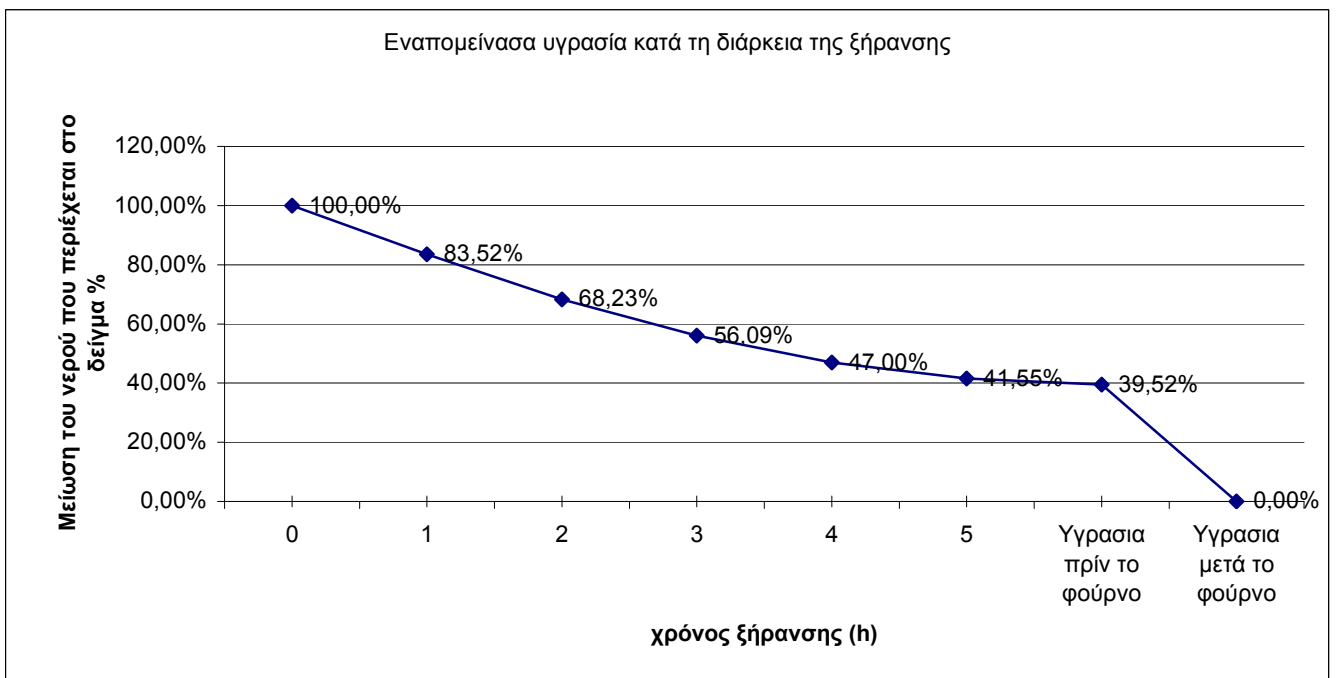
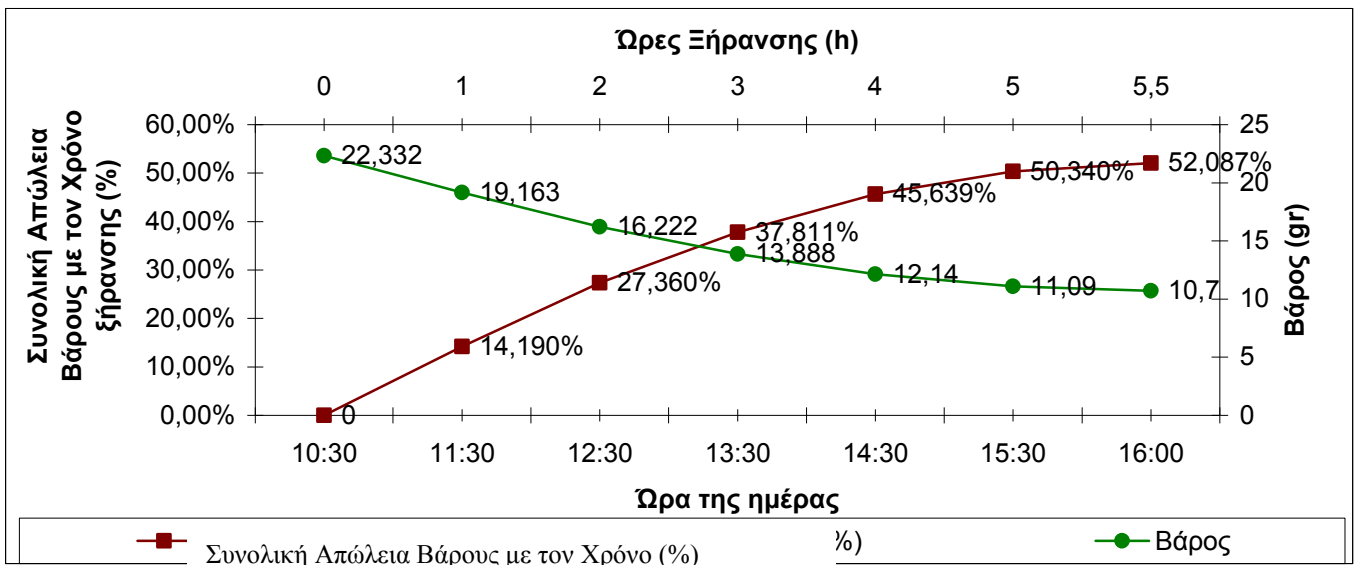
Πείραμα 3
Πατάτα

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	13,728	0	0%	0	0%
2	12,088	1,64	11,95%	1,64	11,95%
3	10,503	3,225	23,49%	1,585	11,54%
4	8,82	4,908	35,75%	1,683	12,26%
5	7,52	6,208	45,22%	1,3	9,47%
6	7,1	6,628	48,28%	0,42	3,06%



Πείραμα 4
Πορτοκάλι

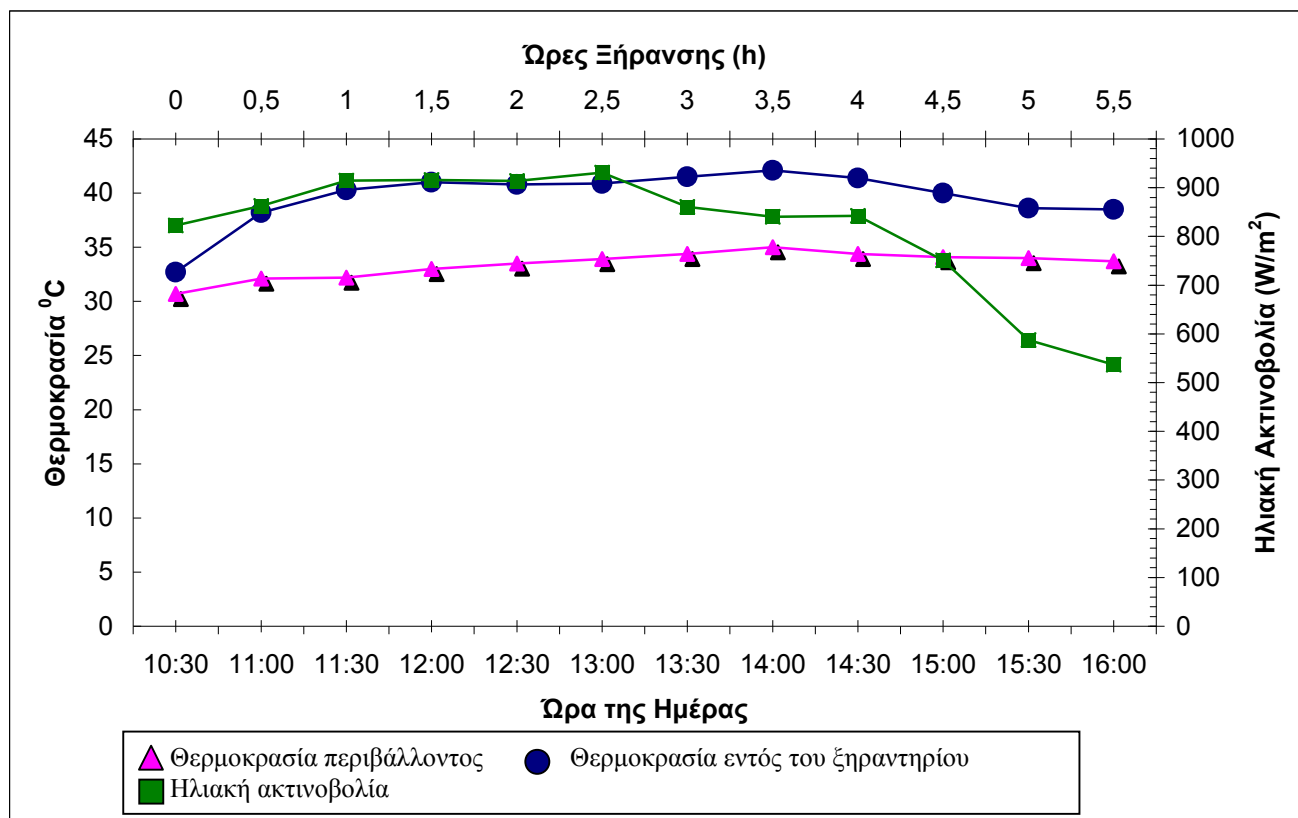
Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	22,332	0	0%	0	0%
2	19,163	3,169	14,190%	3,169	14,19%
3	16,222	6,11	27,360%	2,941	13,17%
4	13,888	8,444	37,811%	2,334	10,45%
5	12,14	10,192	45,639%	1,748	7,83%
6	11,09	11,242	50,340%	1,05	4,70%
7	10,7	11,632	52,087%	0,39	1,75%



Πείραμα 5ης ημέρας

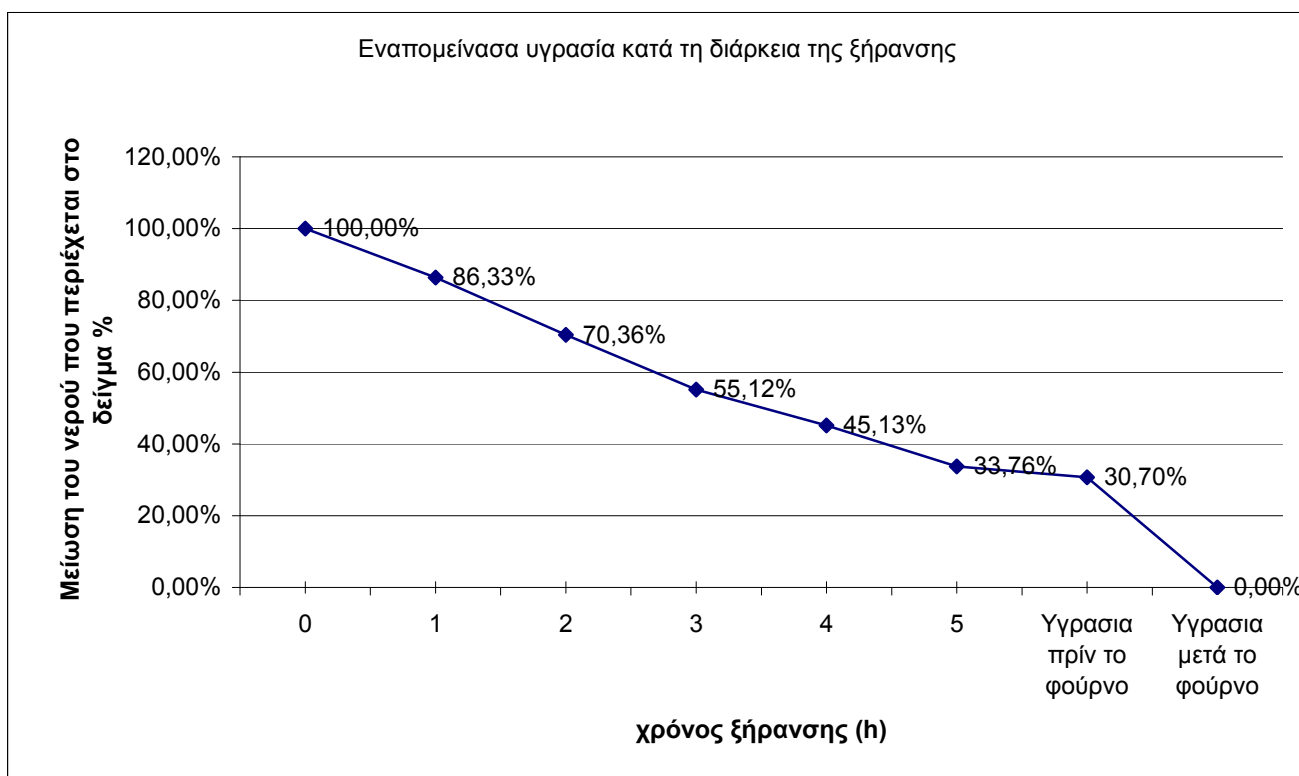
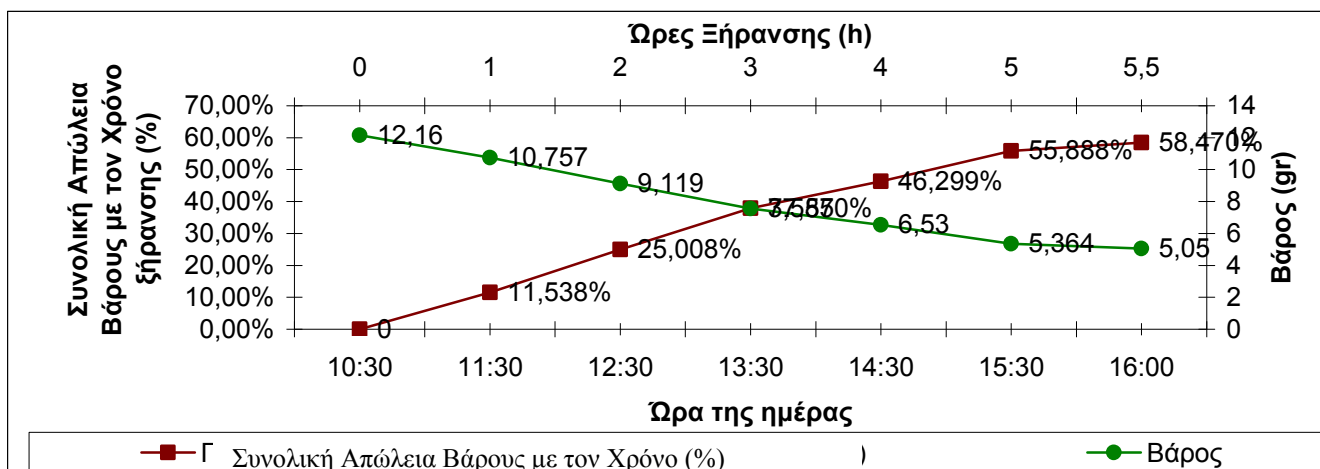
24/5/2006 έγιναν 2 πειράματα και εξετάστηκαν το ακτινίδιο και το βερίκοκο.

Ωρες Ξήρανσης	Ωρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	ΔT (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	10:30	30,7	32,7	2	822
0,5	11:00	32,1	38,2	6,1	862
1	11:30	32,2	40,3	8,1	914
1,5	12:00	33	41	8	916
2	12:30	33,5	40,8	7,3	913
2,5	13:00	33,9	40,9	7	930
3	13:30	34,4	41,5	7,1	860
3,5	14:00	35	42,1	7,1	840
4	14:30	34,4	41,4	7	842
4,5	15:00	34,1	40	5,9	751
5	15:30	34	38,6	4,6	587
5,5	16:00	33,7	38,5	4,8	536



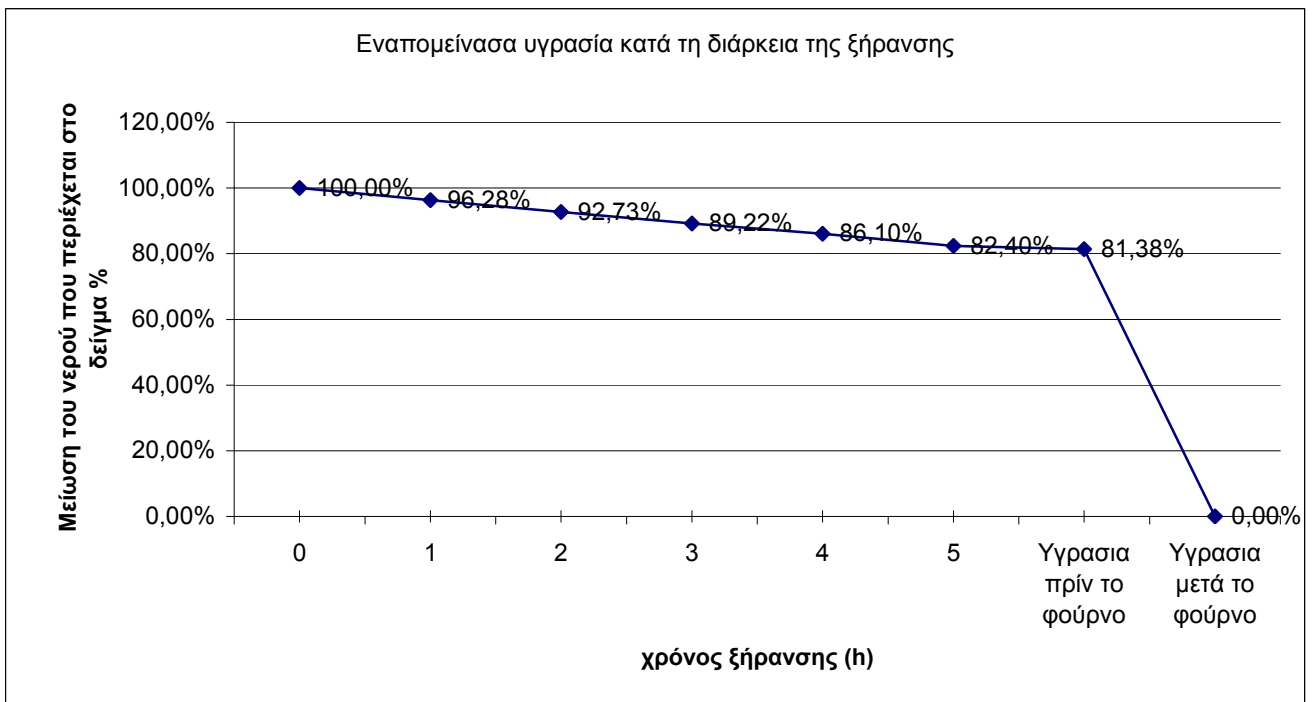
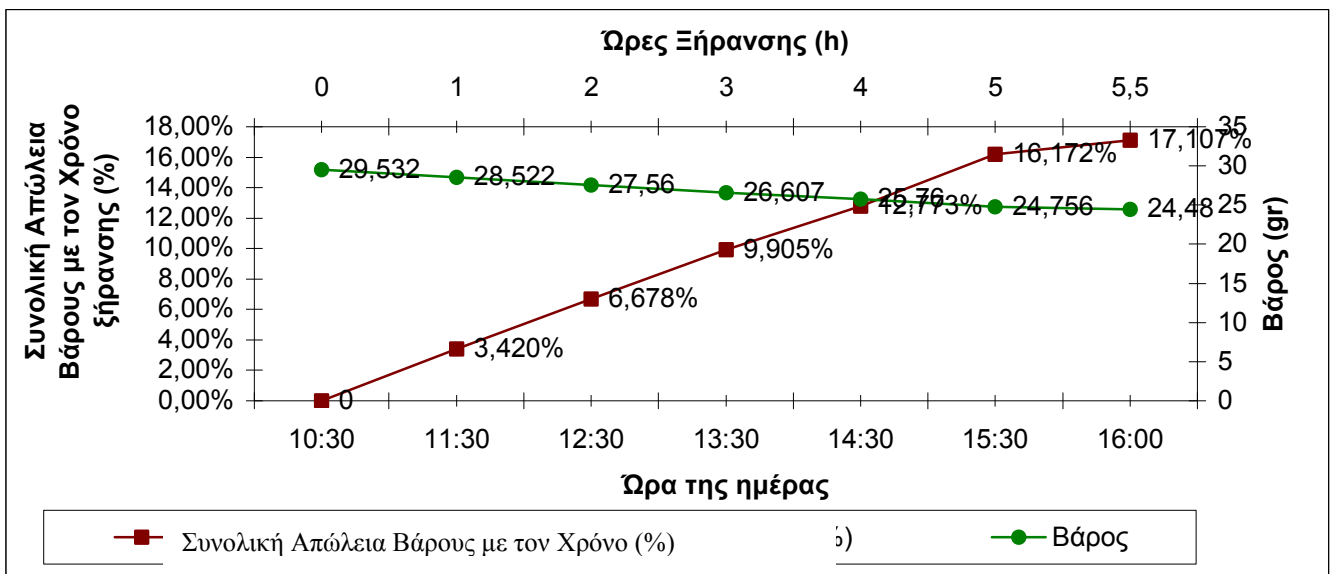
Πείραμα 5
Ακτινίδιο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	12,16	0	0%	0	0%
2	10,757	1,403	11,538%	1,403	11,54%
3	9,119	3,041	25,008%	1,638	13,47%
4	7,555	4,605	37,870%	1,564	12,86%
5	6,53	5,63	46,299%	1,025	8,43%
6	5,364	6,796	55,888%	1,166	9,59%
7	5,05	7,11	58,470%	1,6	2,58%



Πείραμα 6
Βερίκοκο

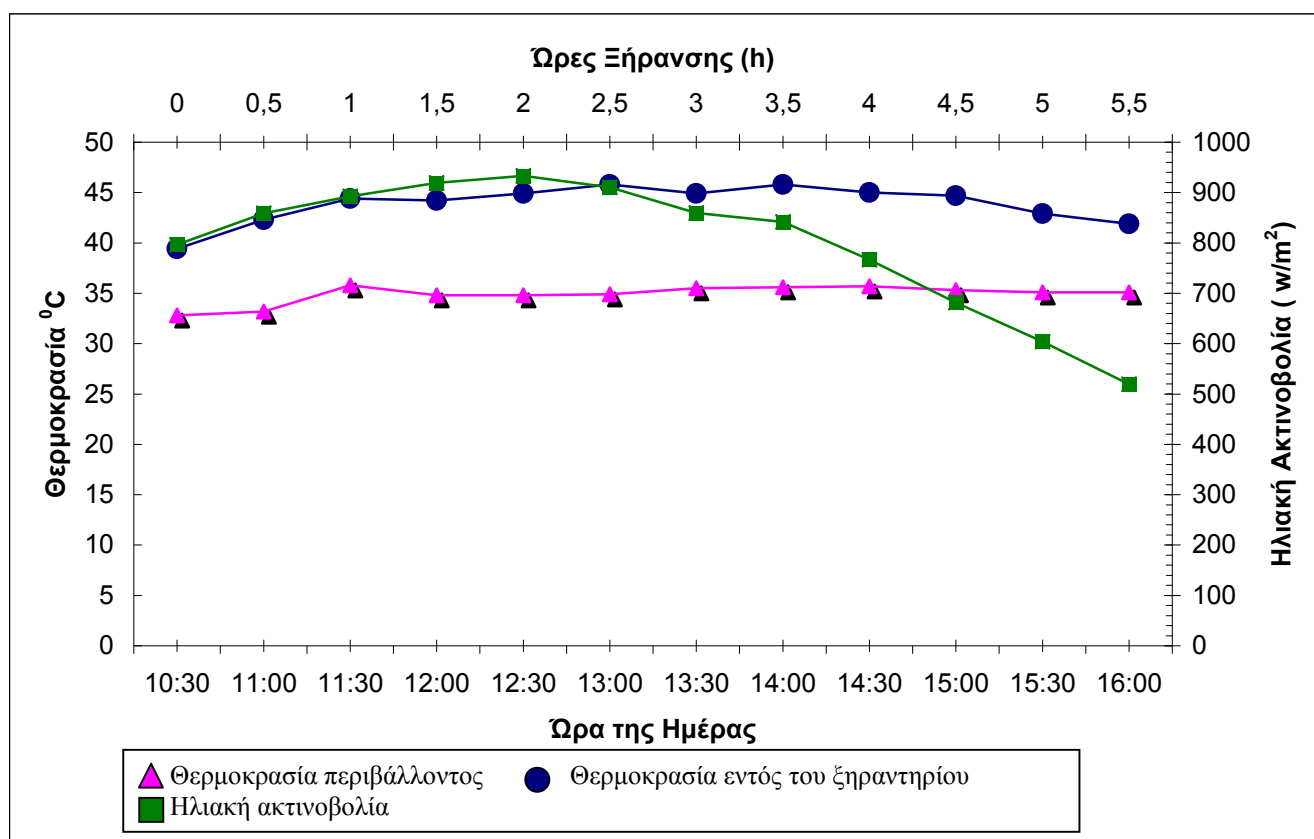
Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	29,532	0	0%	0	0%
2	28,522	1,01	3,420%	1,01	3,42%
3	27,56	1,972	6,678%	0,962	3,26%
4	26,607	2,925	9,905%	0,953	3,23%
5	25,76	3,772	12,773%	0,847	2,87%
6	24,756	4,776	16,172%	1,004	3,40%
7	24,48	5,052	17,107%	0,276	0,94%



Πείραμα 5ης ημέρας

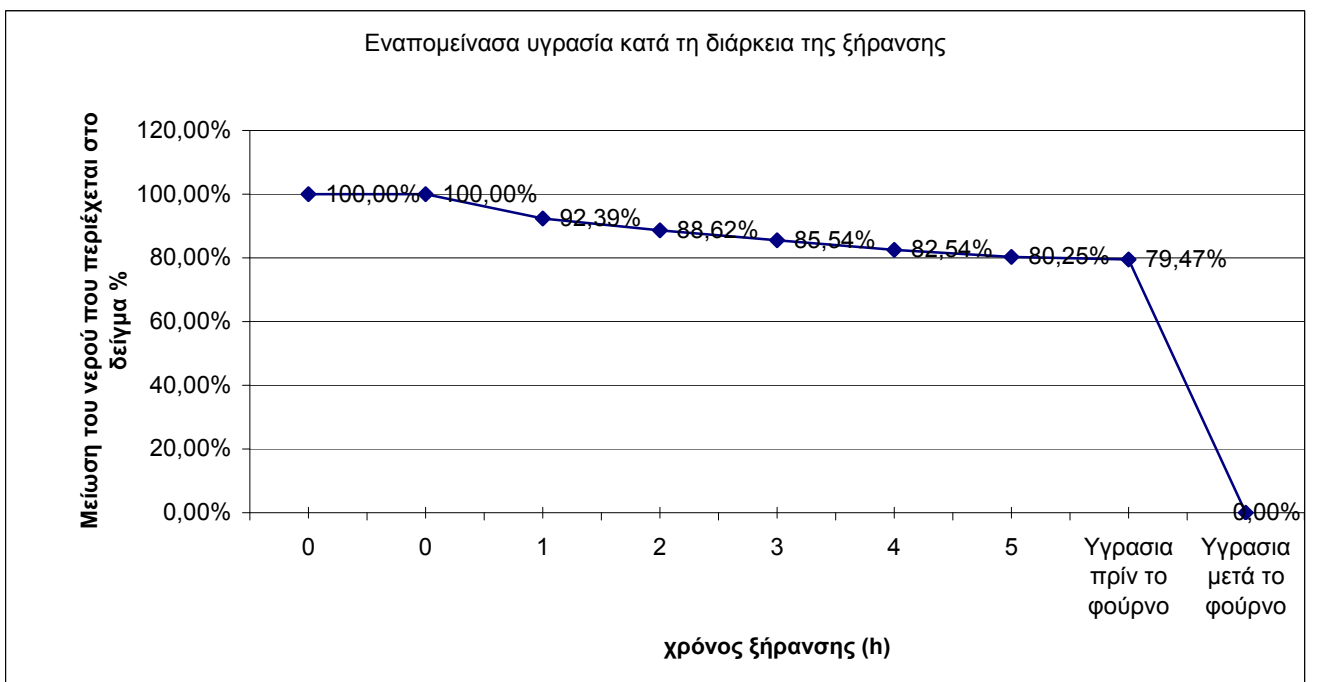
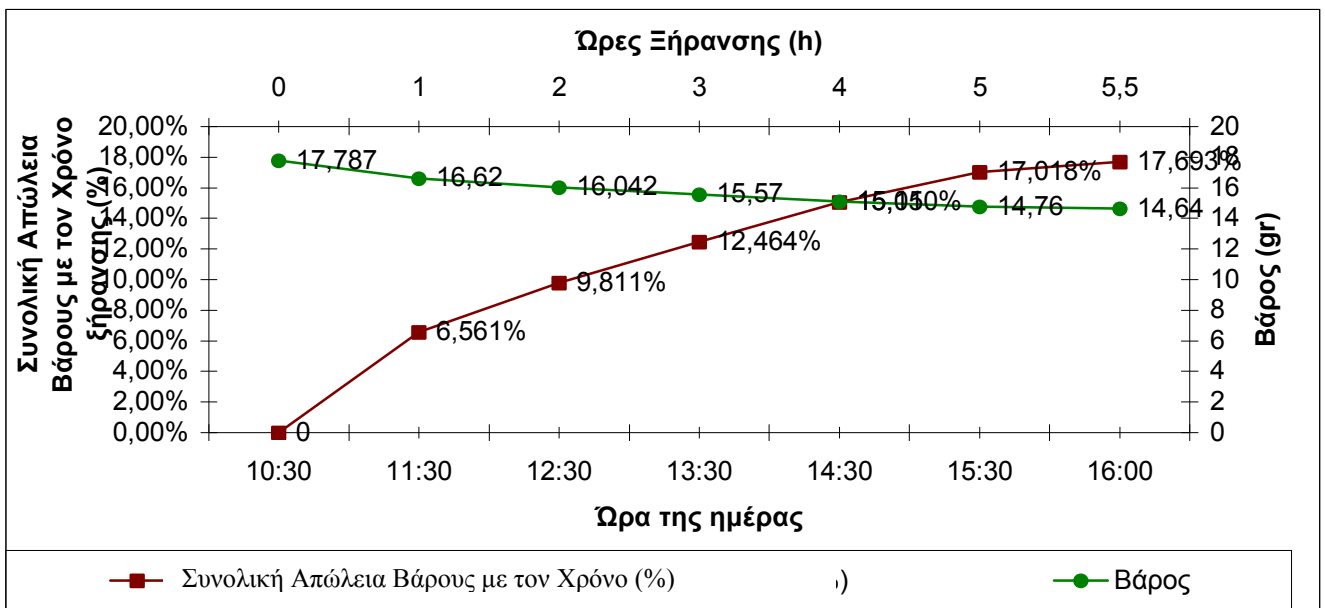
Στις 25/5/2006 έγιναν 3 πειράματα και εξετάστηκαν τα εξής φρούτα : μανταρίνι, γρειπ φρουτ και βερίκοκο.

Ωρες Ξήρανσης	Ωρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	ΔT (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	10:30	32,8	39,4	6,6	796
0,5	11:00	33,2	42,3	9,1	858
1	11:30	35,8	44,4	8,6	892
1,5	12:00	34,8	44,2	9,4	919
2	12:30	34,8	44,9	10,1	933
2,5	13:00	34,9	45,8	10,9	910
3	13:30	35,5	44,9	9,4	859
3,5	14:00	35,6	45,8	10,2	842
4	14:30	35,7	45	9,3	766
4,5	15:00	35,3	44,7	9,4	681
5	15:30	35,1	42,9	7,8	603
5,5	16:00	35,1	41,9	6,8	519



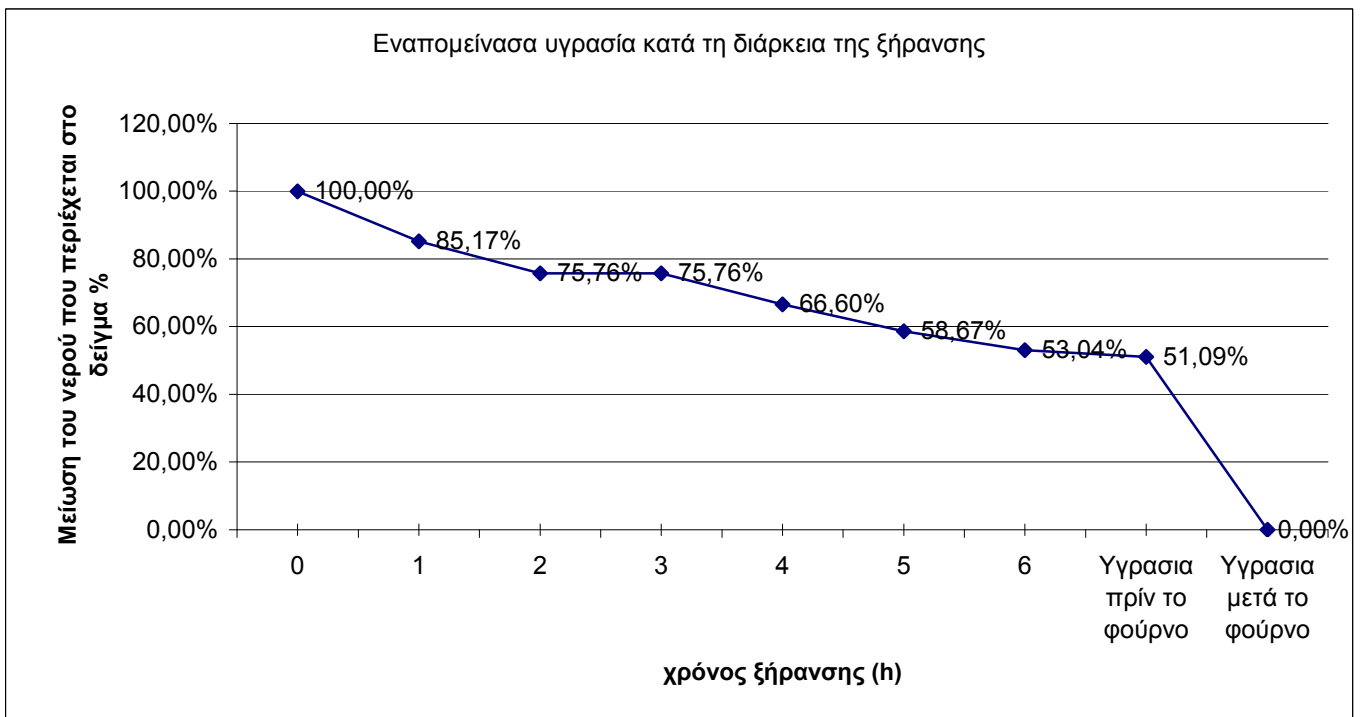
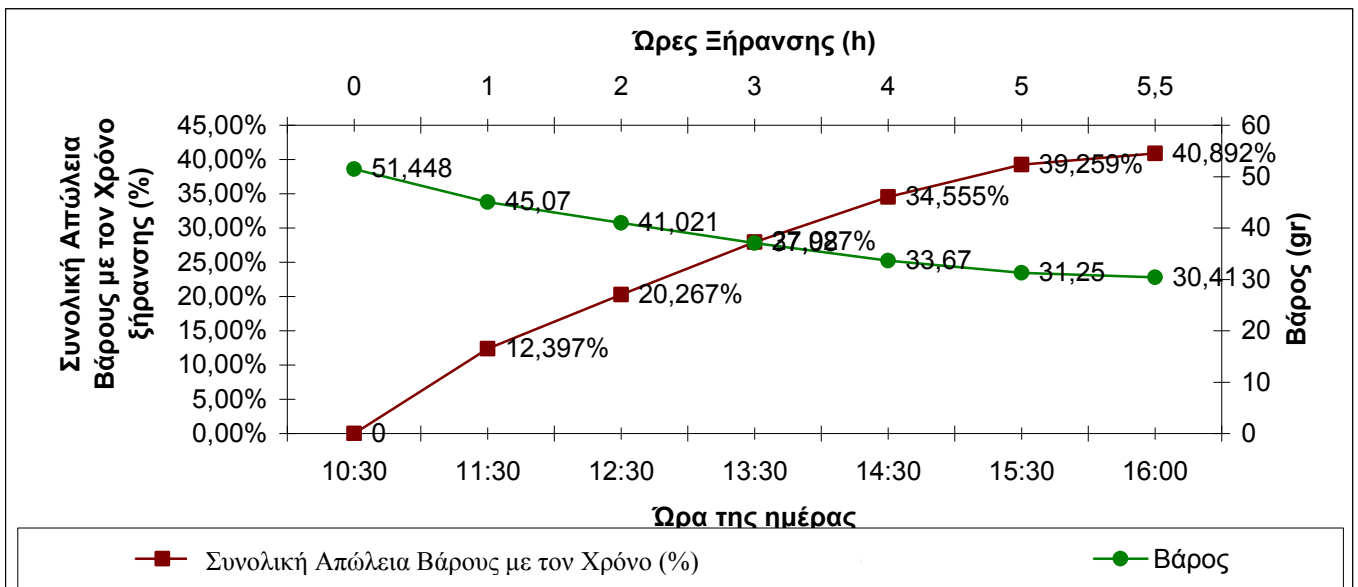
Πείραμα 7
Μανταρίνι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	17,787	0	0%	0	0%
2	16,62	1,167	6,561%	1,167	6,56%
3	16,042	1,745	9,811%	0,578	3,25%
4	15,57	2,217	12,464%	0,472	2,65%
5	15,11	2,677	15,050%	0,46	2,59%
6	14,76	3,027	17,018%	0,35	1,97%
7	14,64	3,147	17,693%	0,1	0,68%



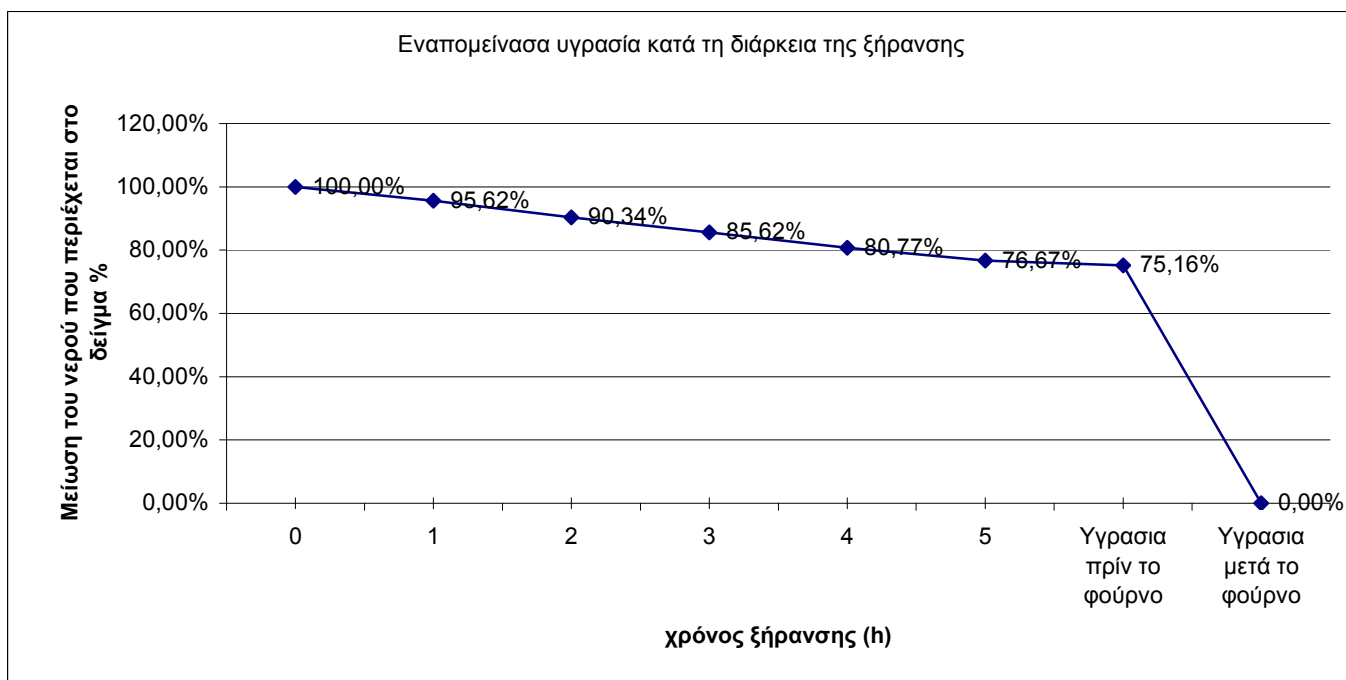
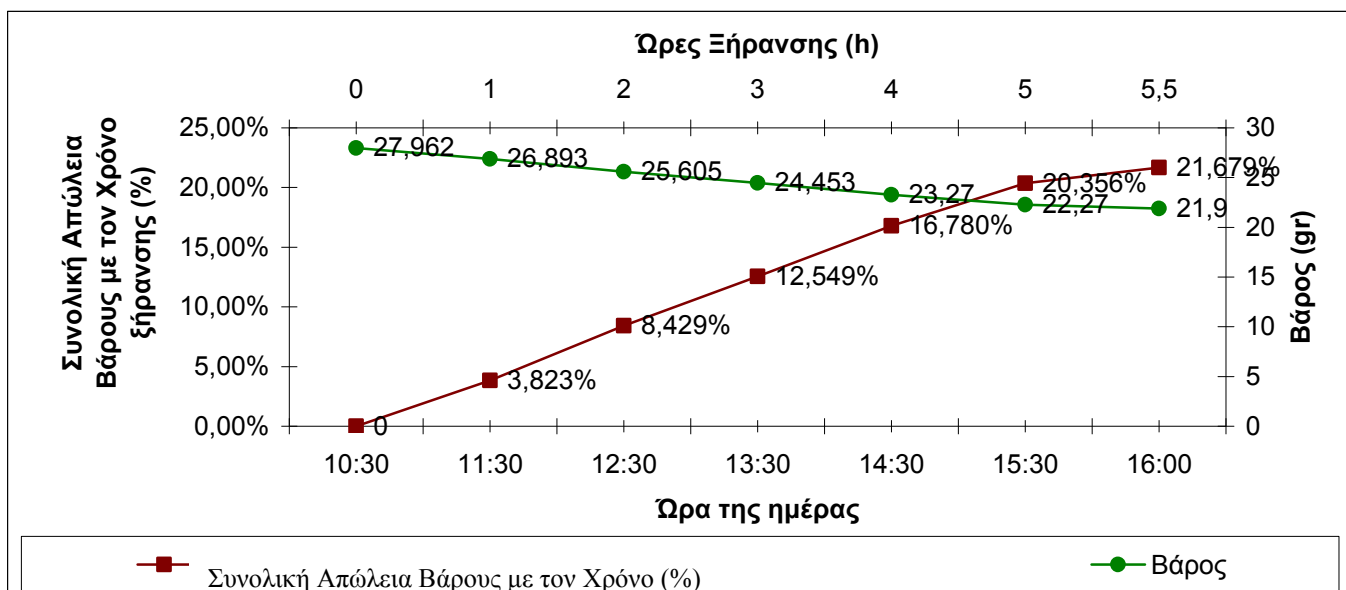
Πείραμα 8
Γρεπ Φρούτ

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	51,448	0	0%	0	0%
2	45,07	6,378	12,397%	6,378	12,40%
3	41,021	10,427	20,267%	4,049	7,87%
4	37,08	14,368	27,927%	3,941	7,66%
5	33,67	17,778	34,555%	3,41	6,63%
6	31,25	20,198	39,259%	2,42	4,70%
7	30,41	21,038	40,892%	0,9	1,63%



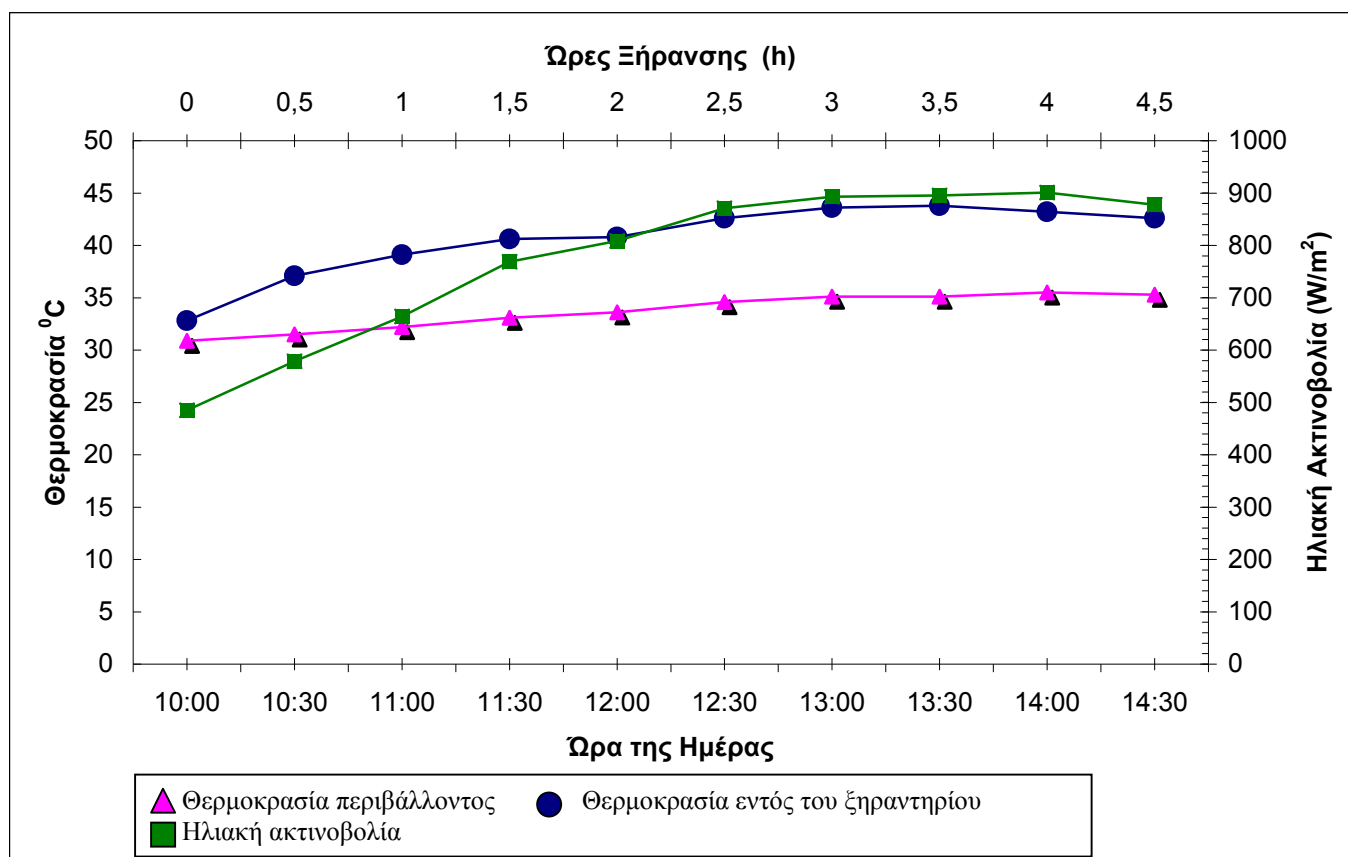
Πείραμα 9
Βερίκοκο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	27,962	0	0%	0	0%
2	26,893	1,069	3,823%	1,069	3,82%
3	25,605	2,357	8,429%	1,288	4,61%
4	24,453	3,509	12,549%	1,152	4,12%
5	23,27	4,692	16,780%	1,183	4,23%
6	22,27	5,692	20,356%	1	3,58%
7	21,9	6,062	21,679%	0,4	1,32%



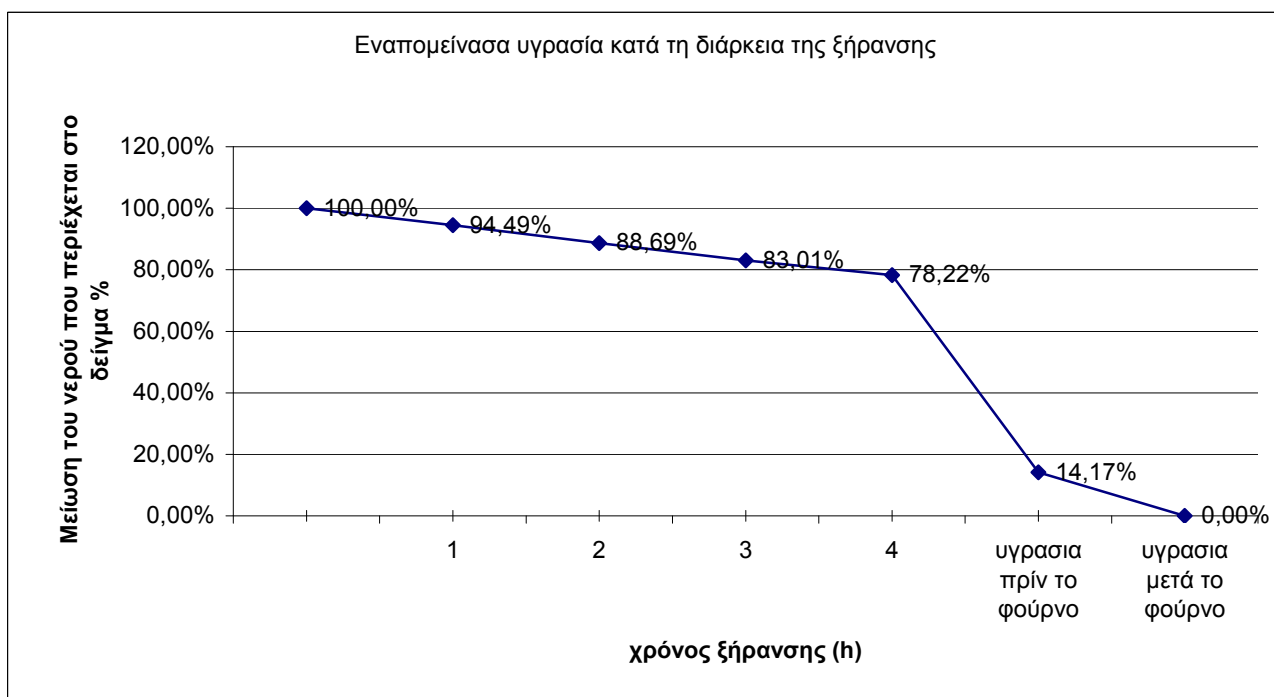
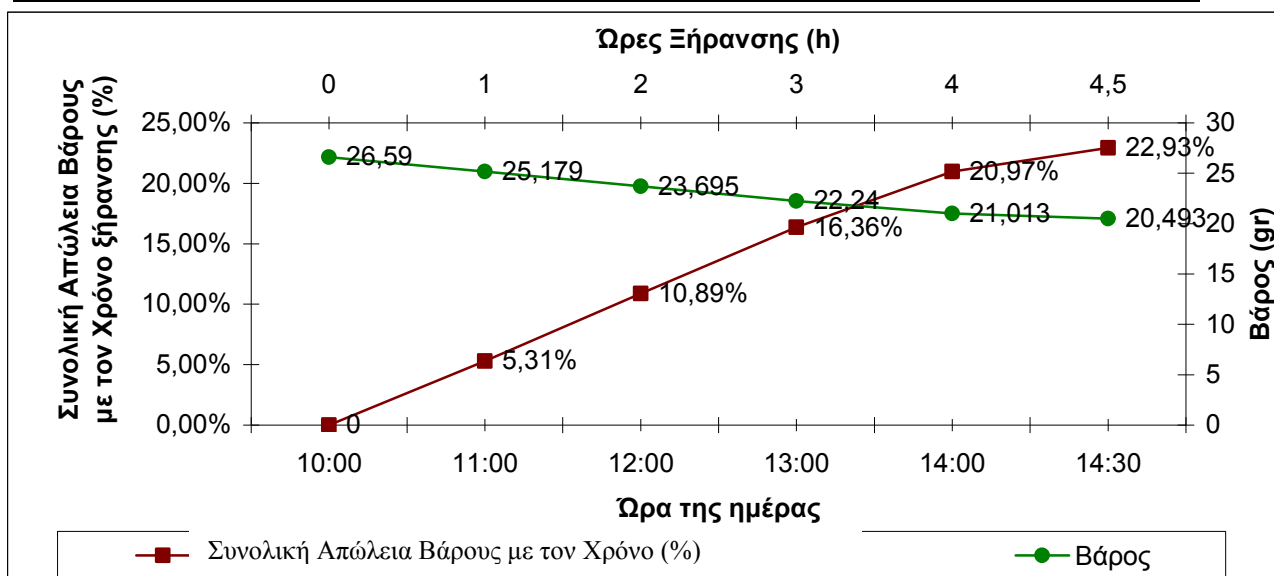
Πείραμα 6^{ης} ημέρας. στις 10/7/2006 έγιναν 5 πειράματα πάνω στα εξής φρούτα : λεμόνι, νεκταρίνι, πορτοκάλι, ντομάτα και ακτινίδιο.

Ώρες Ξήρανσης	Ώρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Δ T (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	10:00	30,9	32,8	1,9	485
0,5	10:30	31,5	37,1	5,6	578
1	11:00	32,2	39,1	6,9	664
1,5	11:30	33,1	40,6	7,5	768
2	12:00	33,6	40,8	7,2	808
2,5	12:30	34,6	42,6	8	870
3	13:00	35,1	43,6	8,5	892
3,5	13:30	35,1	43,8	8,7	895
4	14:00	35,5	43,2	7,7	900
4,5	14:30	35,3	42,6	7,3	877



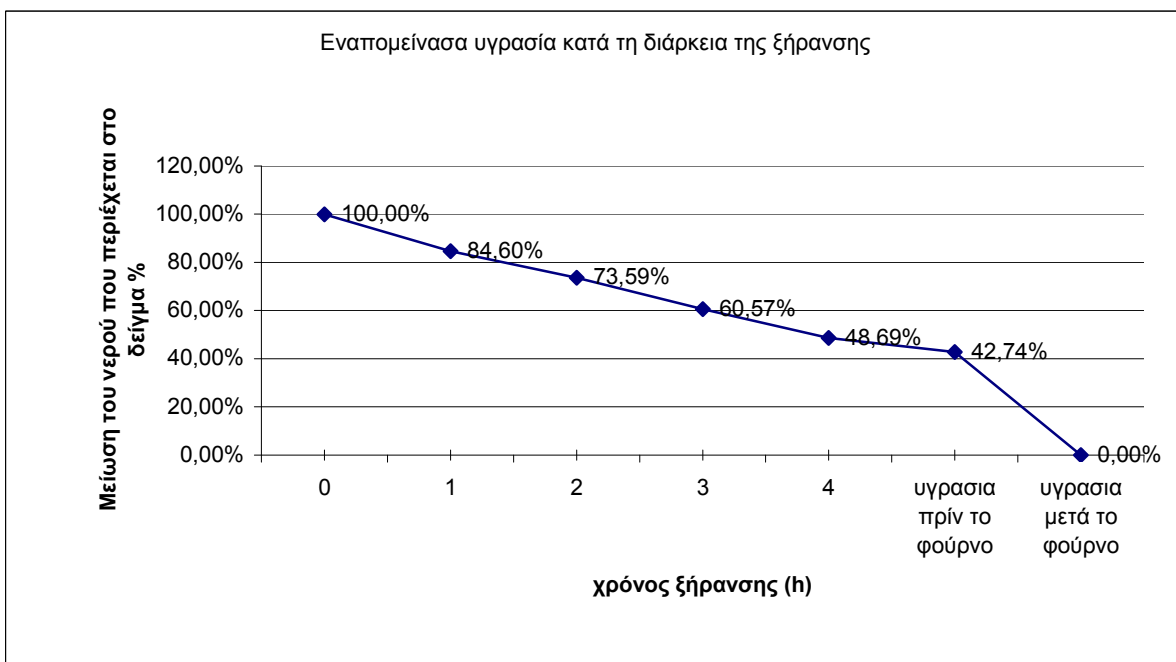
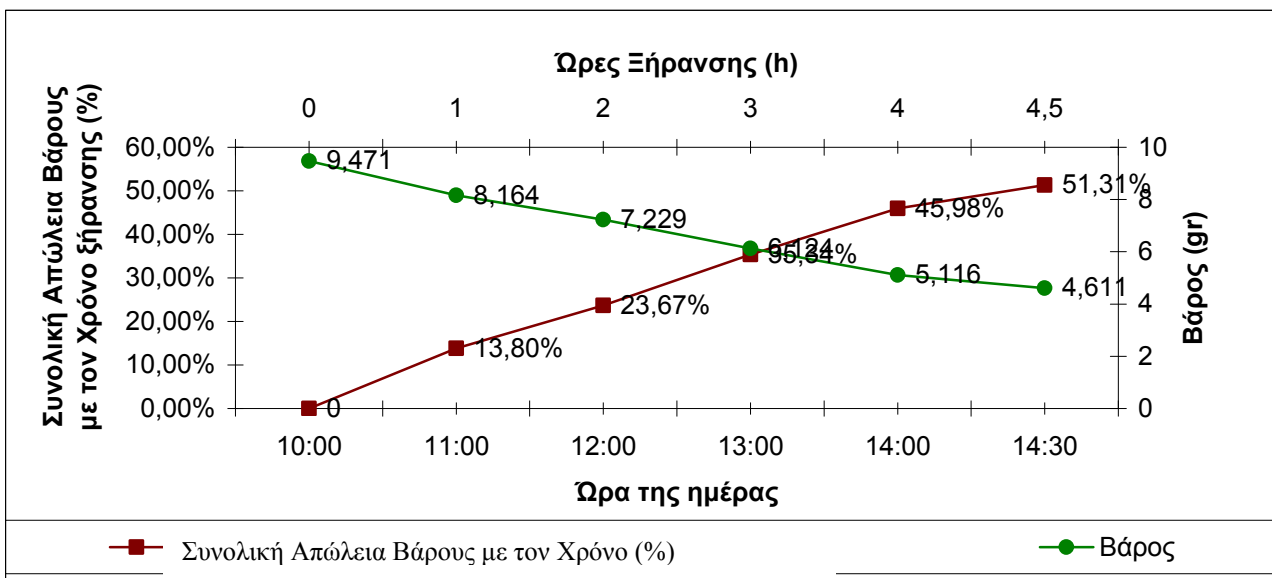
Πείραμα 10
 Λεμόνι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	26,59	0	0%	0	0%
2	25,179	1,411	5,31%	1,411	5,31%
3	23,695	2,895	10,89%	1,484	5,58%
4	22,24	4,35	16,36%	1,455	5,47%
5	21,013	5,577	20,97%	1,227	4,61%
6	20,493	6,097	22,93%	0,52	1,96%



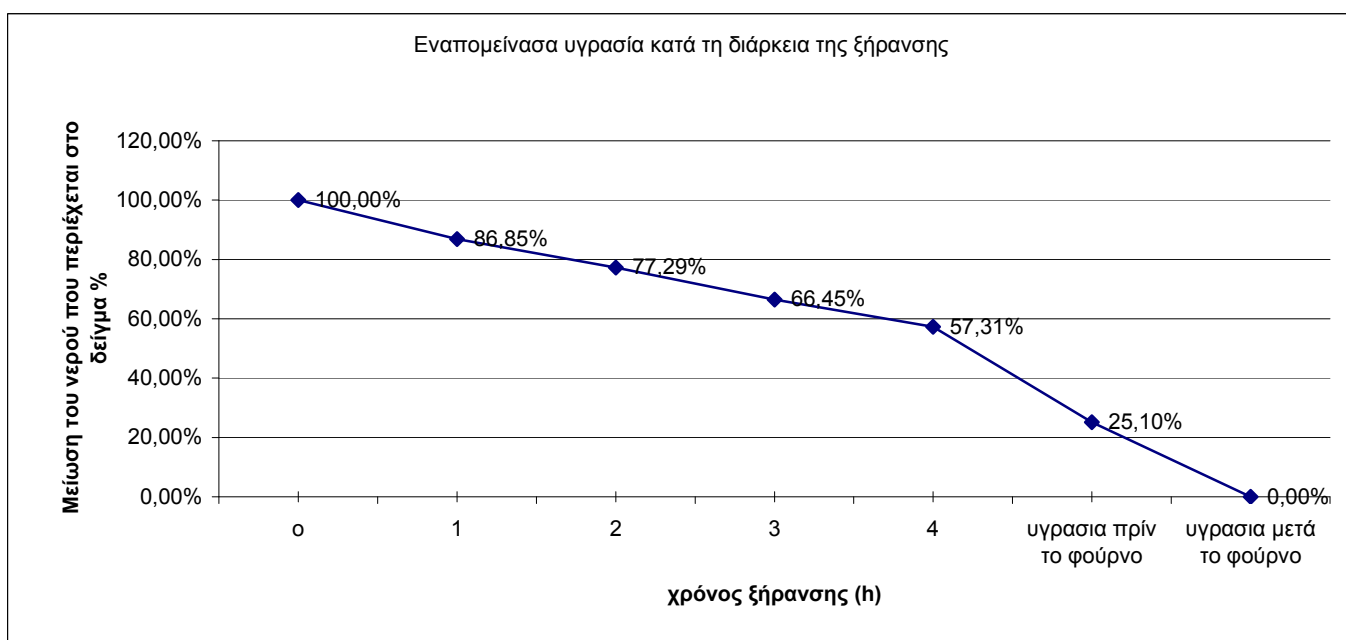
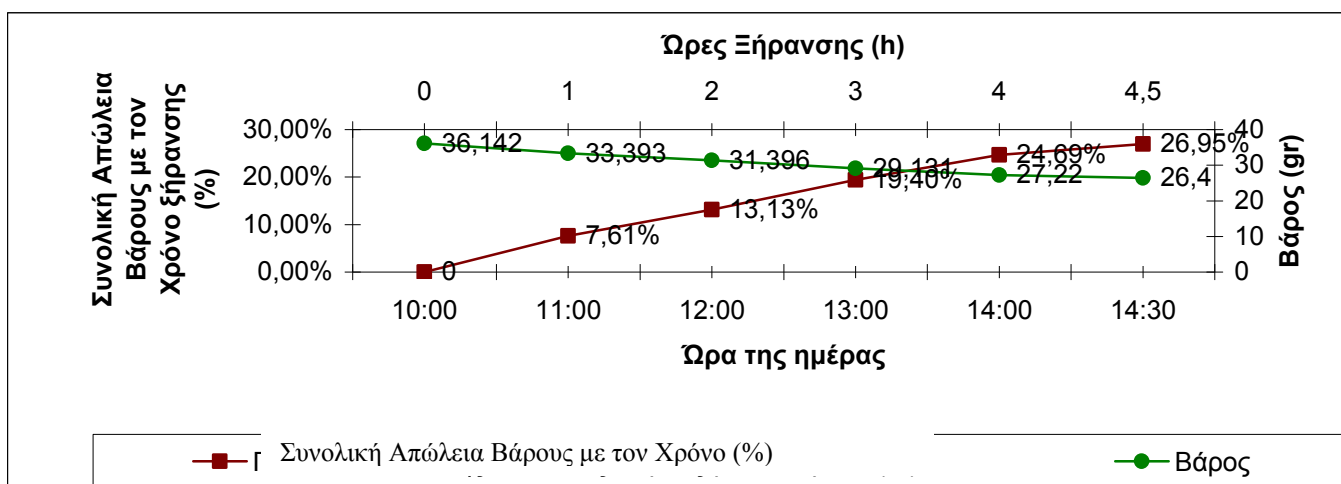
Πείραμα 11
Νεκταρίνι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	9,471	0	0%	0	0%
2	8,164	1,307	13,80%	1,307	13,80%
3	7,229	2,242	23,67%	0,935	9,87%
4	6,124	3,347	35,34%	1,105	11,67%
5	5,116	4,355	45,98%	1,008	10,64%
6	4,611	4,86	51,31%	0,505	5,33%



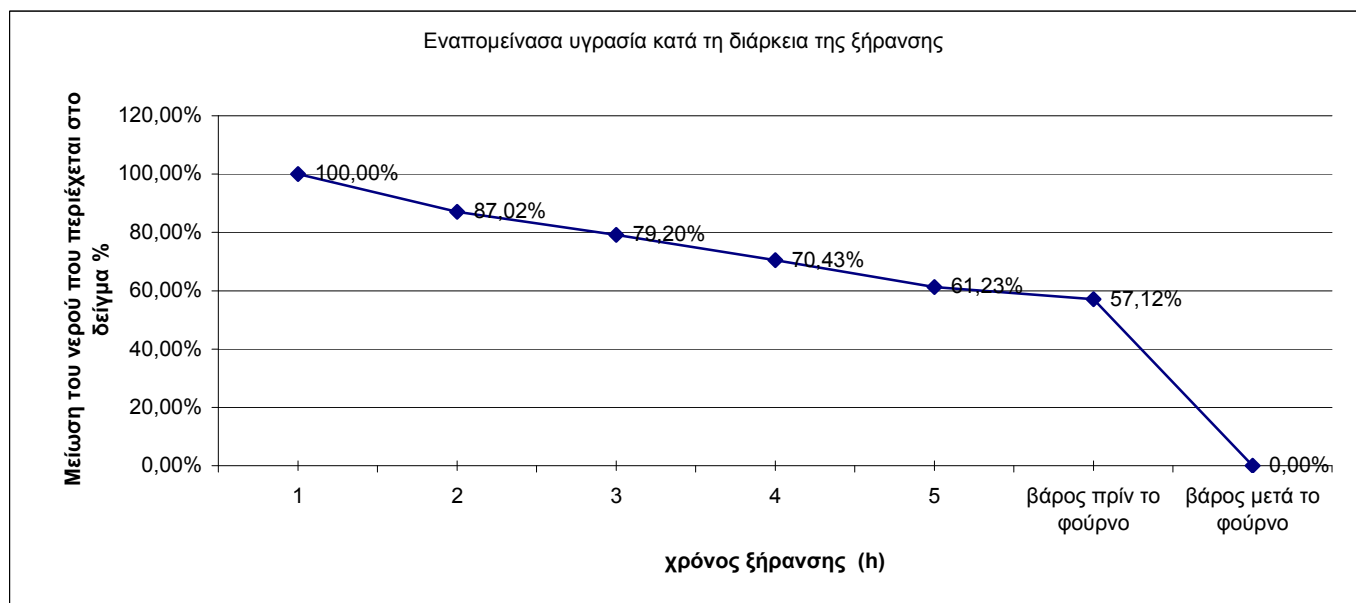
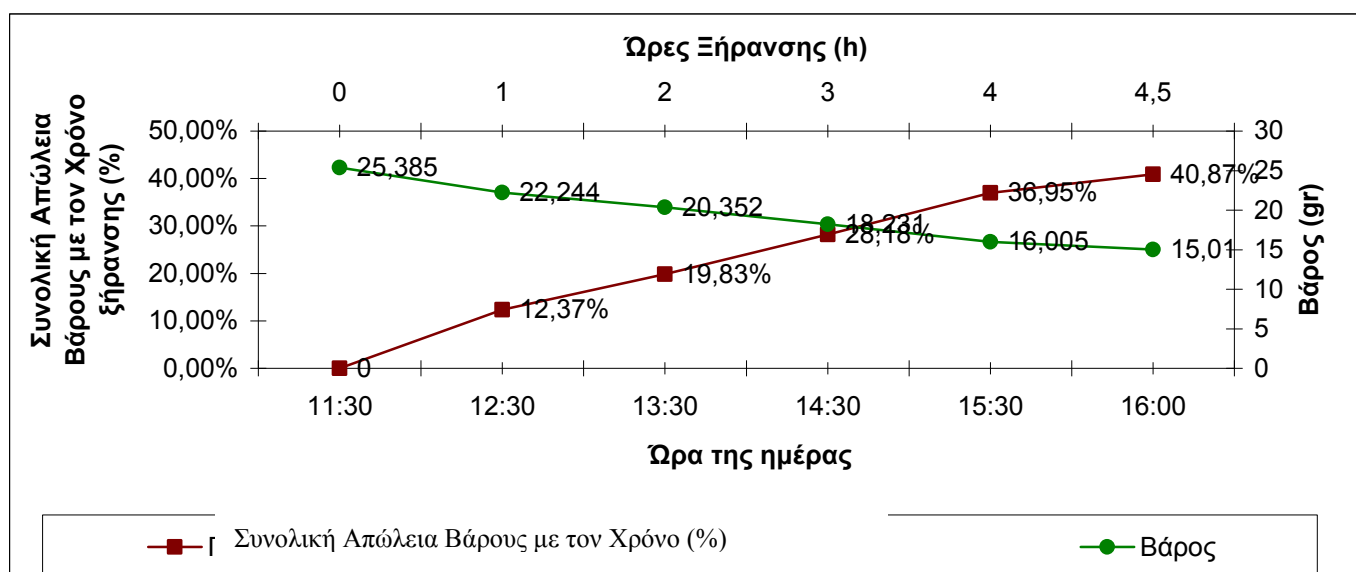
Πείραμα 12
Πορτοκάλι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
2	33,393	2,749	7,61%	2,749	0%
3	31,396	4,746	13,13%	1,997	13,13%
4	29,131	7,011	19,40%	2,265	6,27%
5	27,22	8,922	24,69%	1,911	5,29%
6	26,4	9,742	26,95%	0,82	2,26%



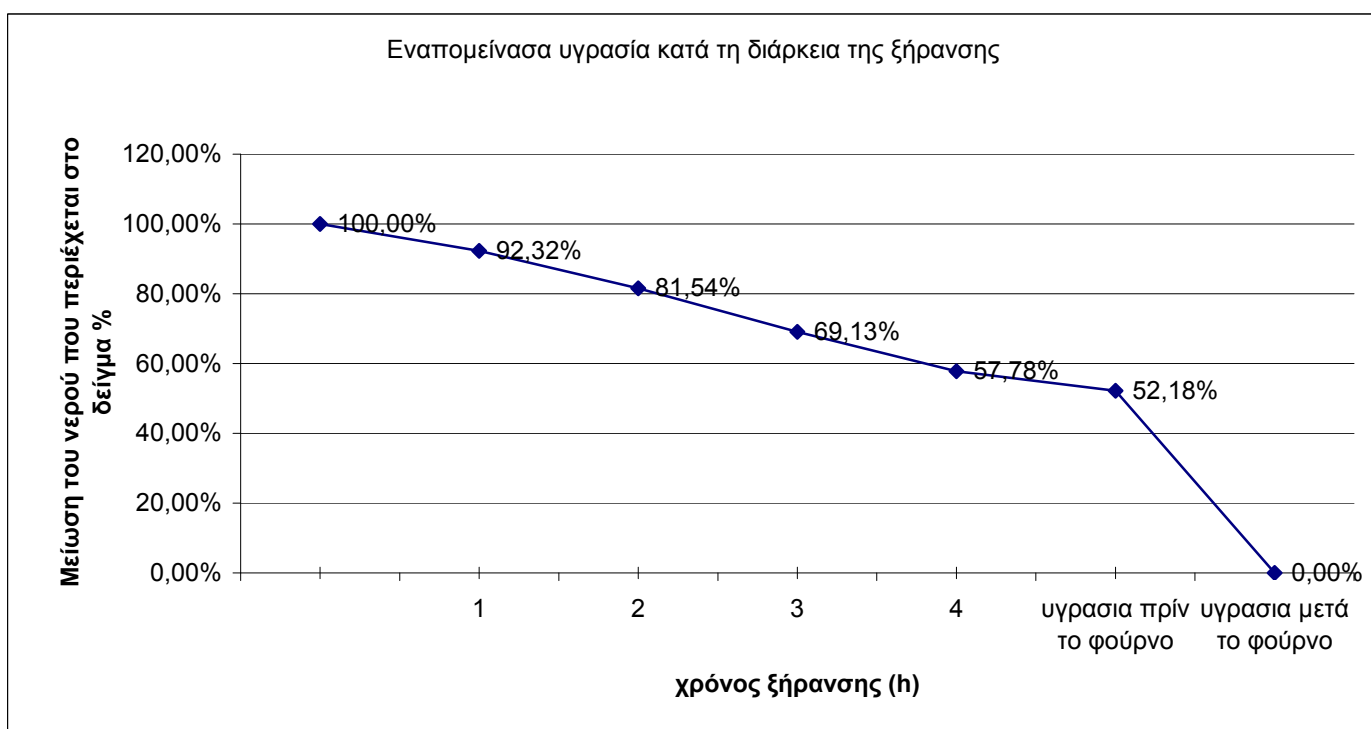
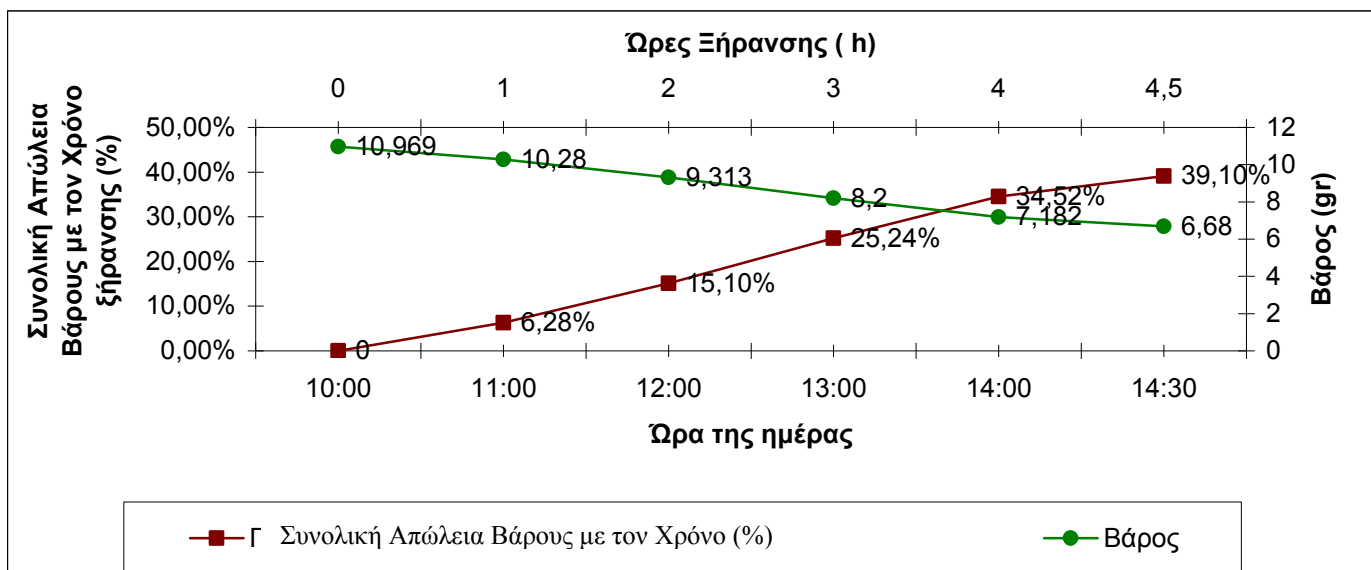
Πείραμα 13
Ντομάτα

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	25,385	0	0%	0	0%
2	22,244	3,141	12,37%	3,141	12,37%
3	20,352	5,033	19,83%	1,892	7,46%
4	18,231	7,154	28,18%	2,121	8,35%
5	16,005	9,38	36,95%	2,226	8,77%
6	15,01	10,375	40,87%	0,995	3,92%



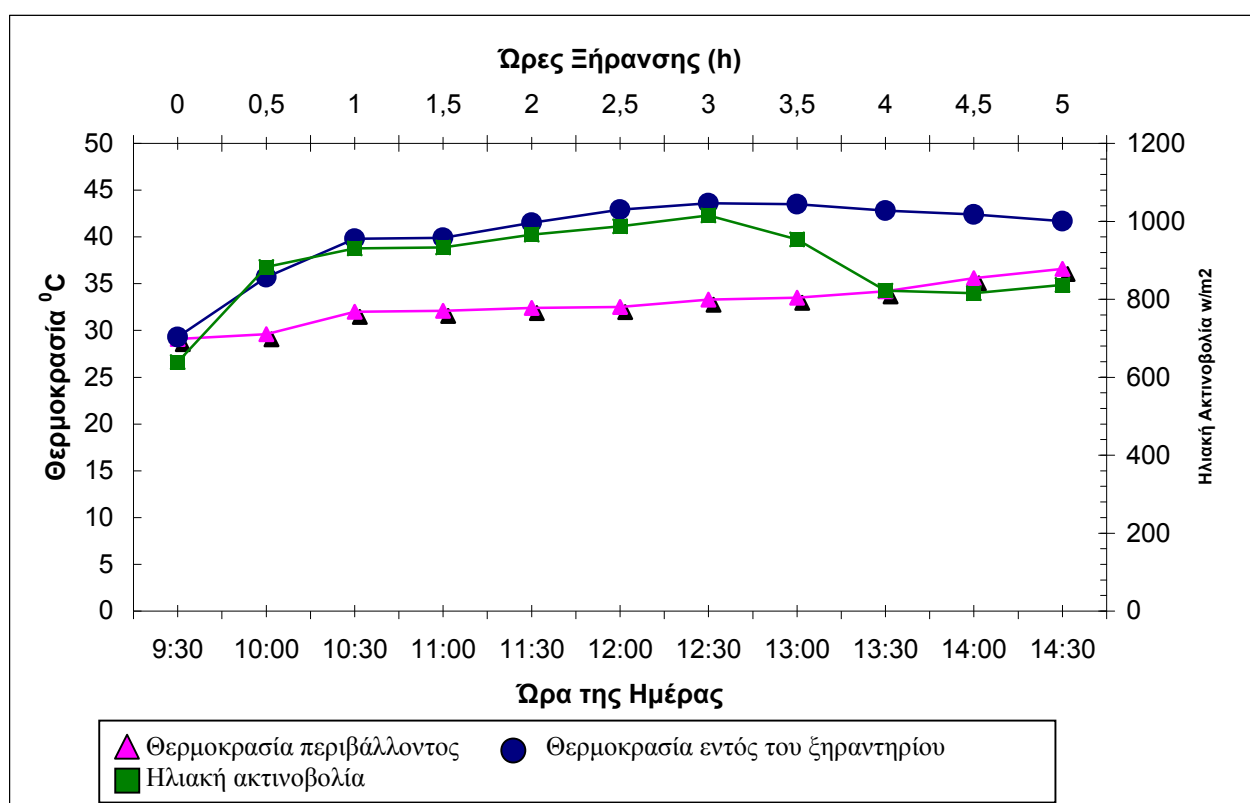
Πείραμα 14
Ακτινίδιο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	10,969	0	0%	0	0
2	10,28	0,689	6,28%	0,689	6,28%
3	9,313	1,656	15,10%	0,967	8,82%
4	8,2	2,769	25,24%	1,113	10,14%
5	7,182	3,787	34,52%	1,018	9,28%
6	6,68	4,289	39,10%	0,502	4,58%



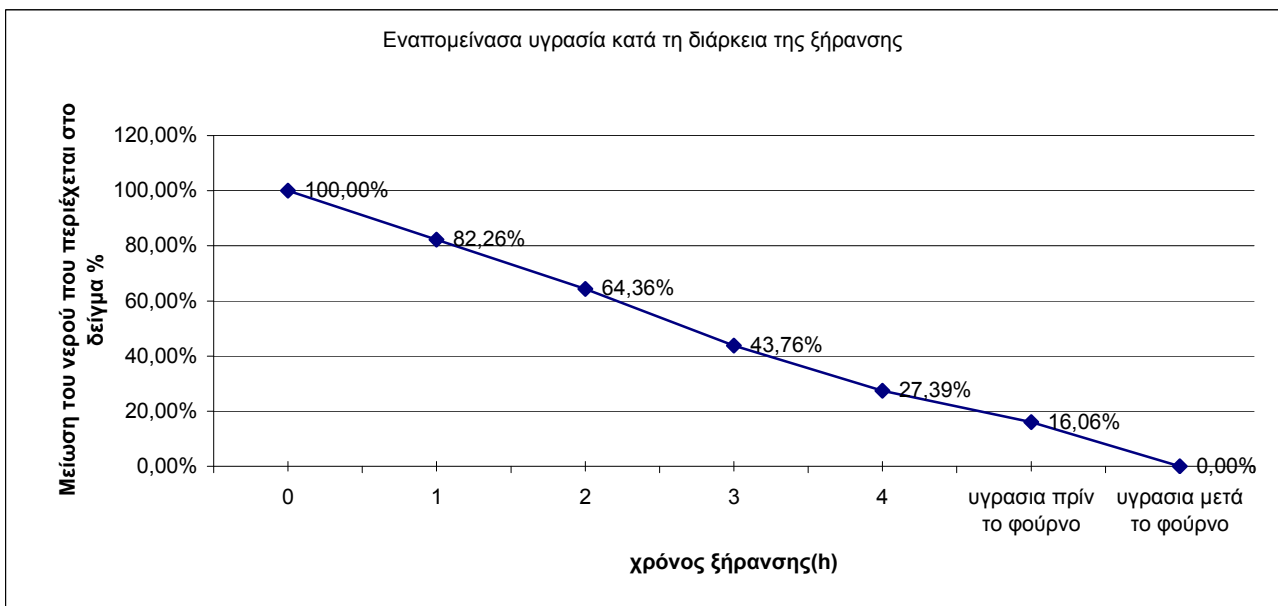
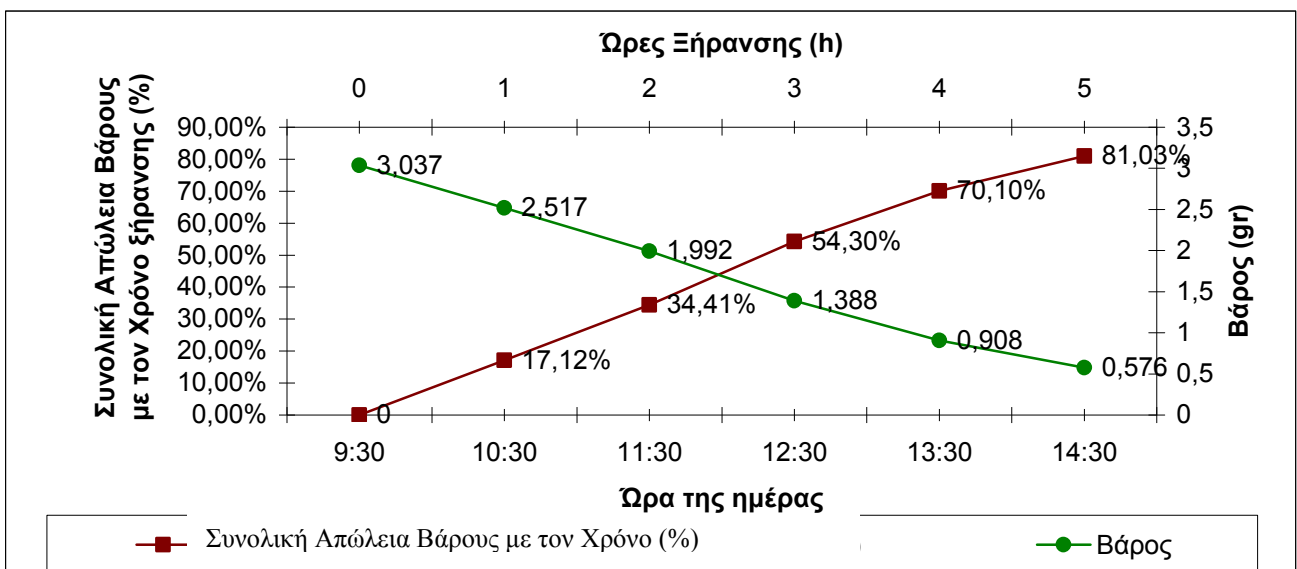
Πείραμα 7^{ης} ημέρας στις 11/7/2006 έγιναν 2 πειράματα και εξετάστηκαν τα εξής φρούτα : αγγούρι και πατάτα.

Ώρες Ξήρανσης	Ώρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Δ T (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	9:30	29,1	29,3	0,2	638
0,5	10:00	29,6	35,7	6,1	883
1	10:30	32	39,8	7,8	930
1,5	11:00	32,1	39,9	7,8	933
2	11:30	32,4	41,5	9,1	965
2,5	12:00	32,5	42,9	10,4	986
3	12:30	33,3	43,6	10,3	1015
3,5	13:00	33,5	43,5	10	953
4	13:30	34,2	42,8	8,6	821
4,5	14:00	35,6	42,4	6,8	815
5	14:30	36,6	41,7	5,1	837



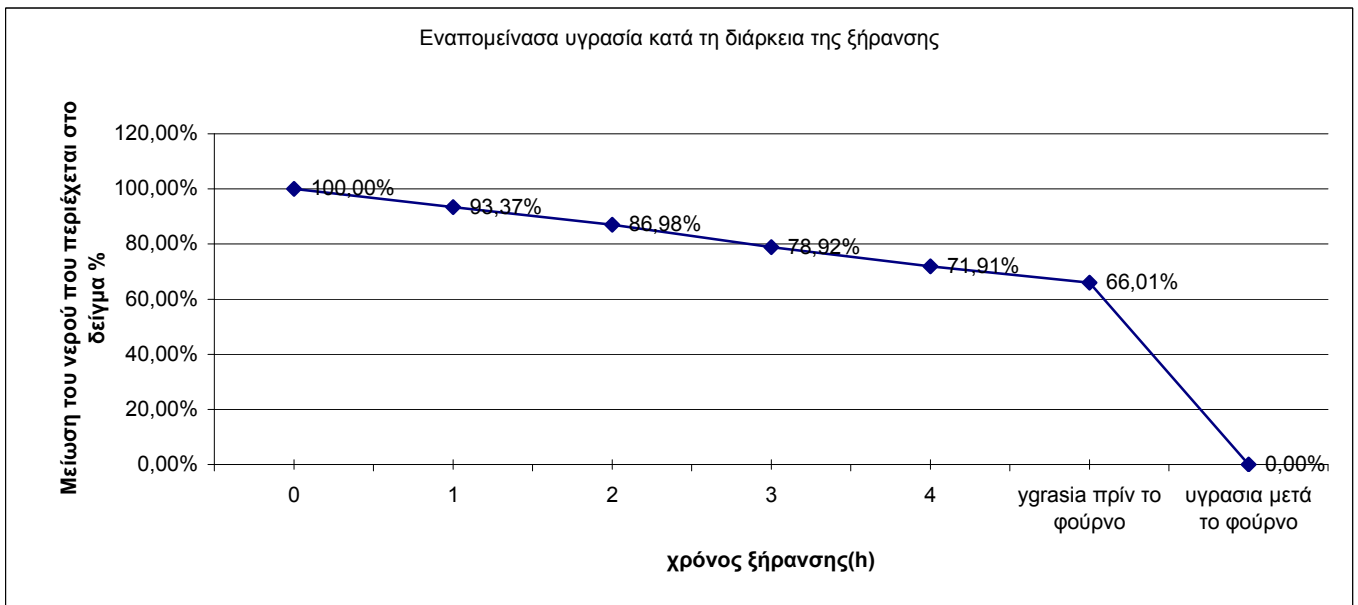
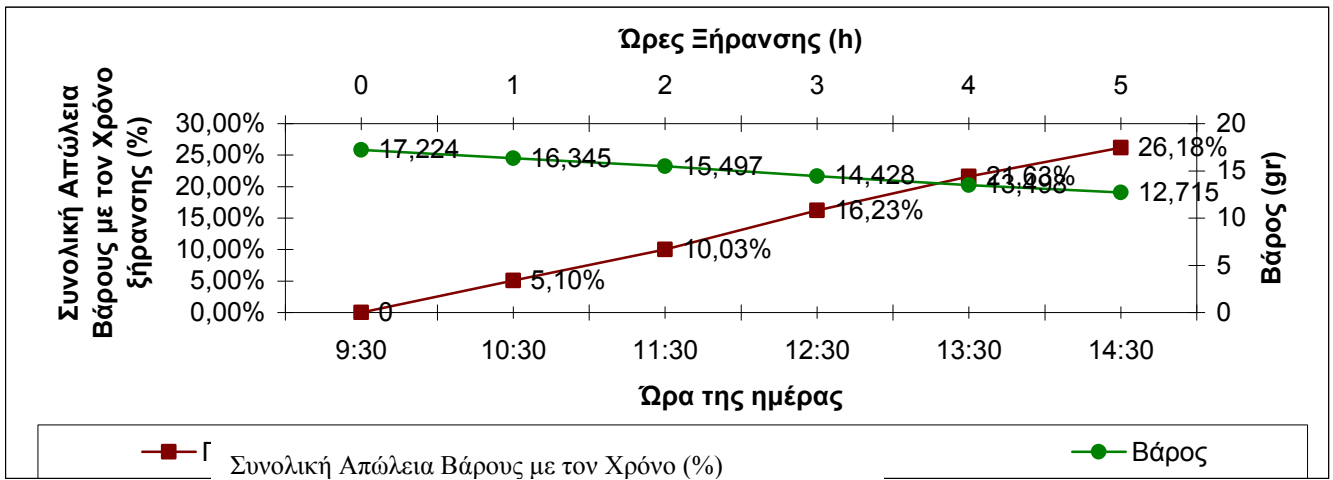
Πείραμα 15
Αγγούρι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	3,037	0	0%	0	0
2	2,517	0,52	17,12%	0,52	17,12%
3	1,992	1,045	34,41%	0,525	17,29%
4	1,388	1,649	54,30%	0,604	19,89%
5	0,908	2,129	70,10%	0,48	15,80%
6	0,576	2,461	81,03%	0,332	10,93%



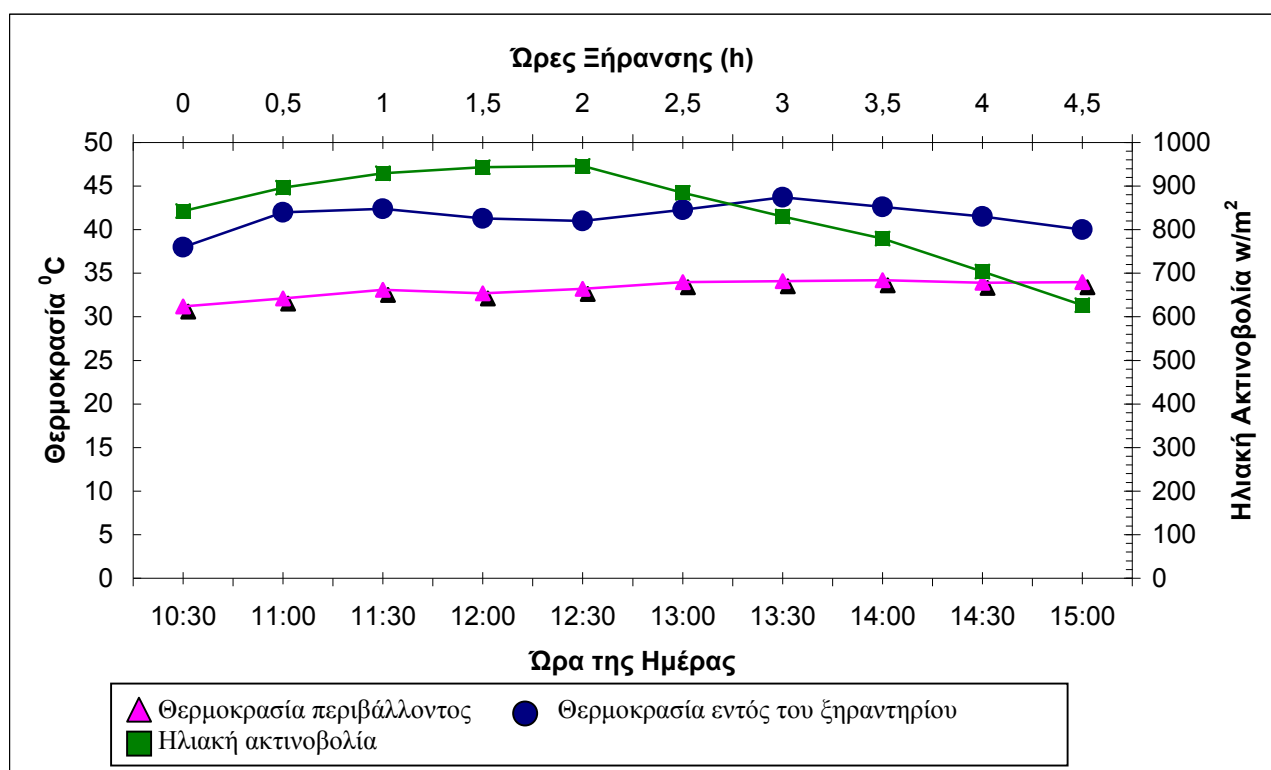
Πείραμα 16
Πατάτα

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	17,224	0	0%	0	0
2	16,345	0,879	5,10%	0,879	5,10%
3	15,497	1,727	10,03%	0,848	4,93%
4	14,428	2,796	16,23%	1,069	6,20%
5	13,498	3,726	21,63%	0,93	5,40%
6	12,715	4,509	26,18%	0,783	4,55%



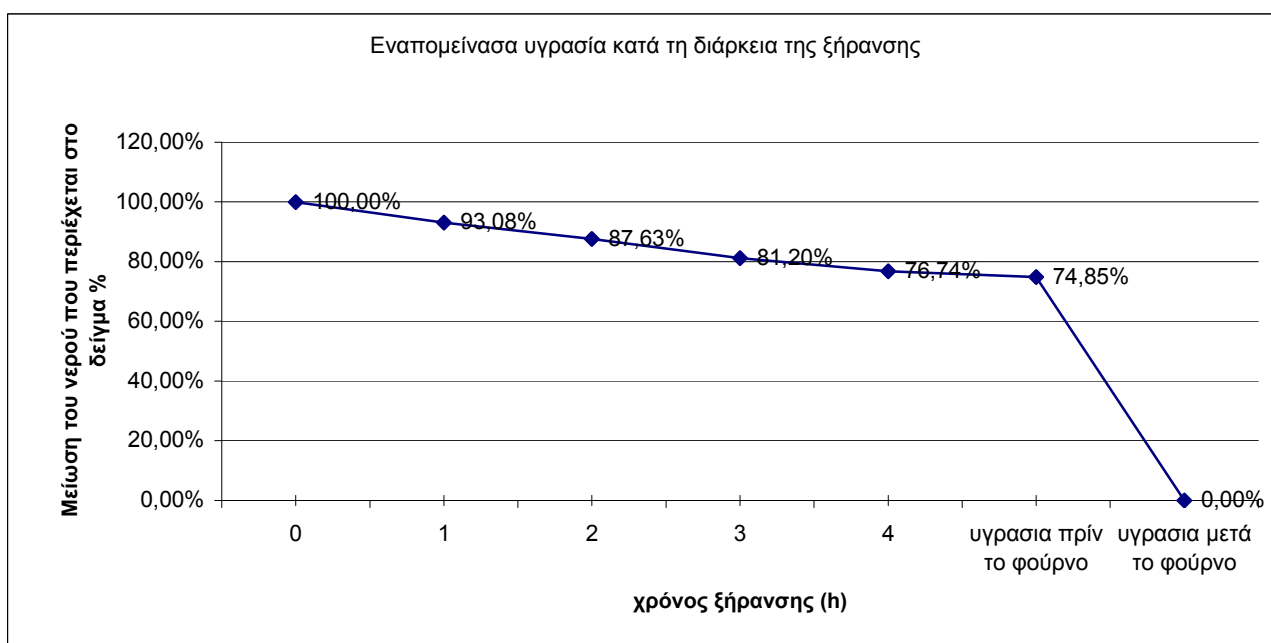
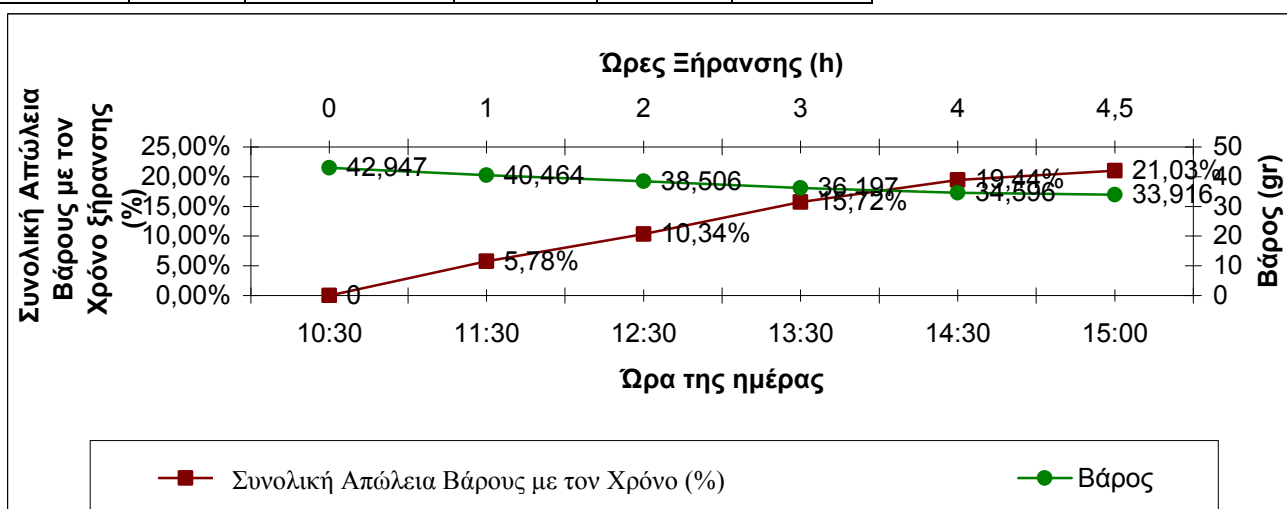
Πείραμα 8^{ης} ημέρας. Στις 12/7/2006 έγιναν 5 πειράματα πάνω στα εξής φρούτα : γρειπ φρουτ, κέρασι, μαύρο σταφύλι και βερίκοκο.

Ωρες Ξήρανσης	Ωρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Δ T (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	10:30	31,2	38	6,8	842
0,5	11:00	32,1	42	9,9	896
1	11:30	33,1	42,4	9,3	929
1,5	12:00	32,7	41,3	8,6	943
2	12:30	33,2	41	7,8	946
2,5	13:00	34	42,3	8,3	884
3	13:30	34,1	43,7	9,6	829
3,5	14:00	34,2	42,6	8,4	779
4	14:30	33,9	41,5	7,6	703
4,5	15:00	34	40	6	627



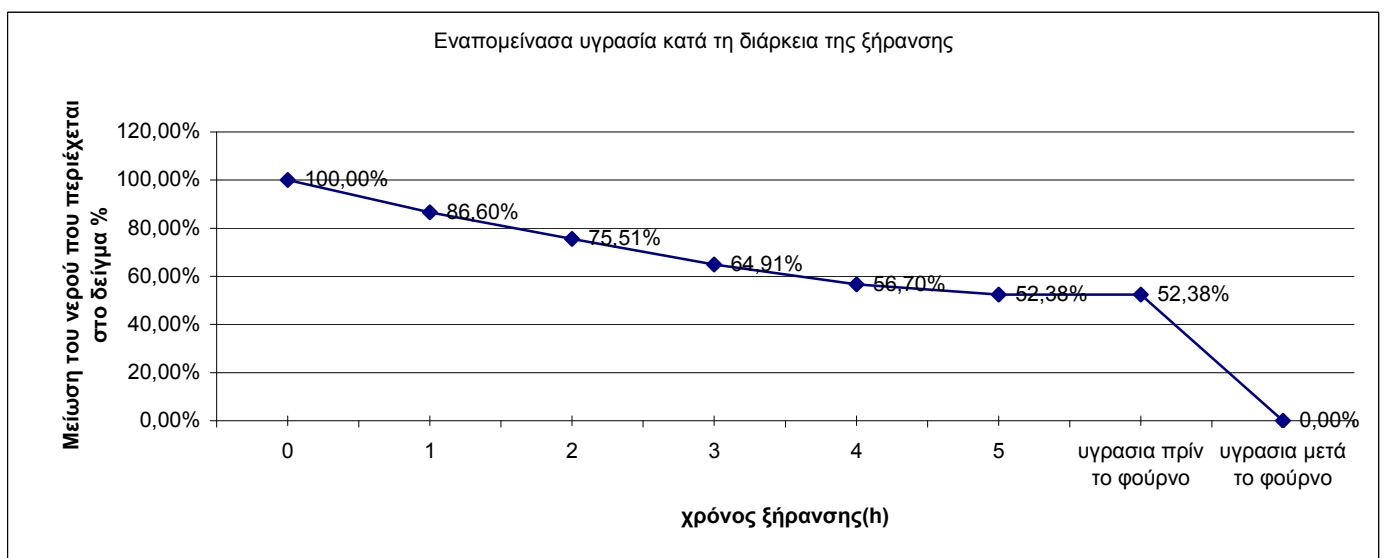
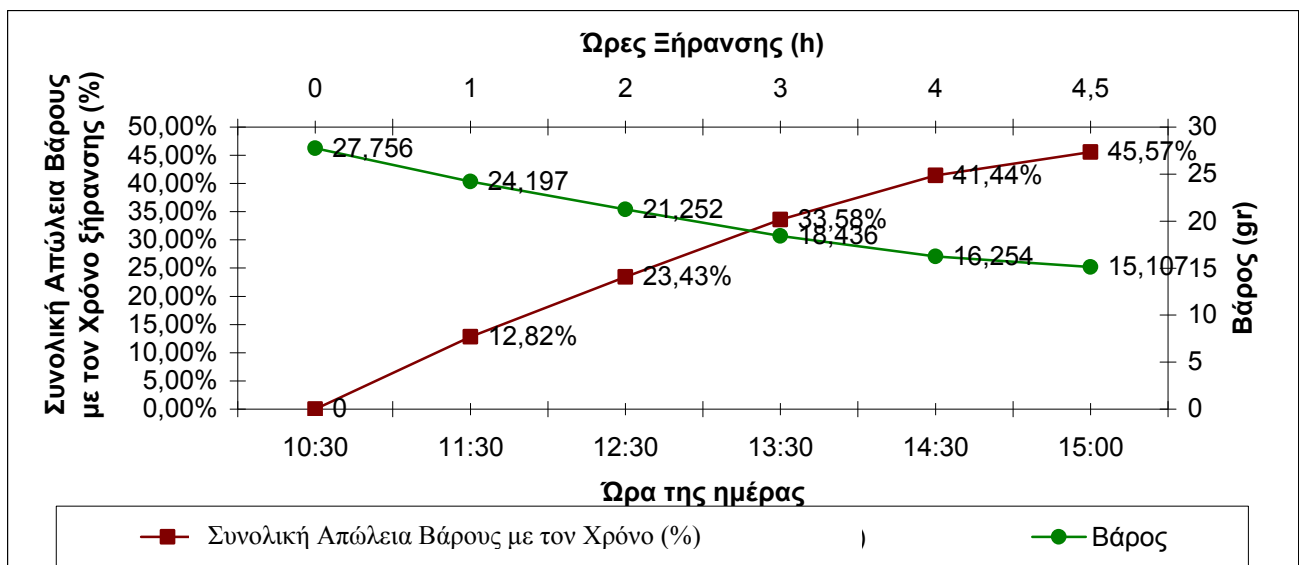
Πείραμα 17
Γρεπ Φρουτ

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	42,947	0	0%	0	0
2	40,464	2,483	5,78%	2,483	5,78%
3	38,506	4,441	10,34%	1,958	4,56%
4	36,197	6,75	15,72%	2,309	5,38%
5	34,596	8,351	19,44%	1,601	3,72%
6	33,916	9,031	21,03%	0,68	1,59%



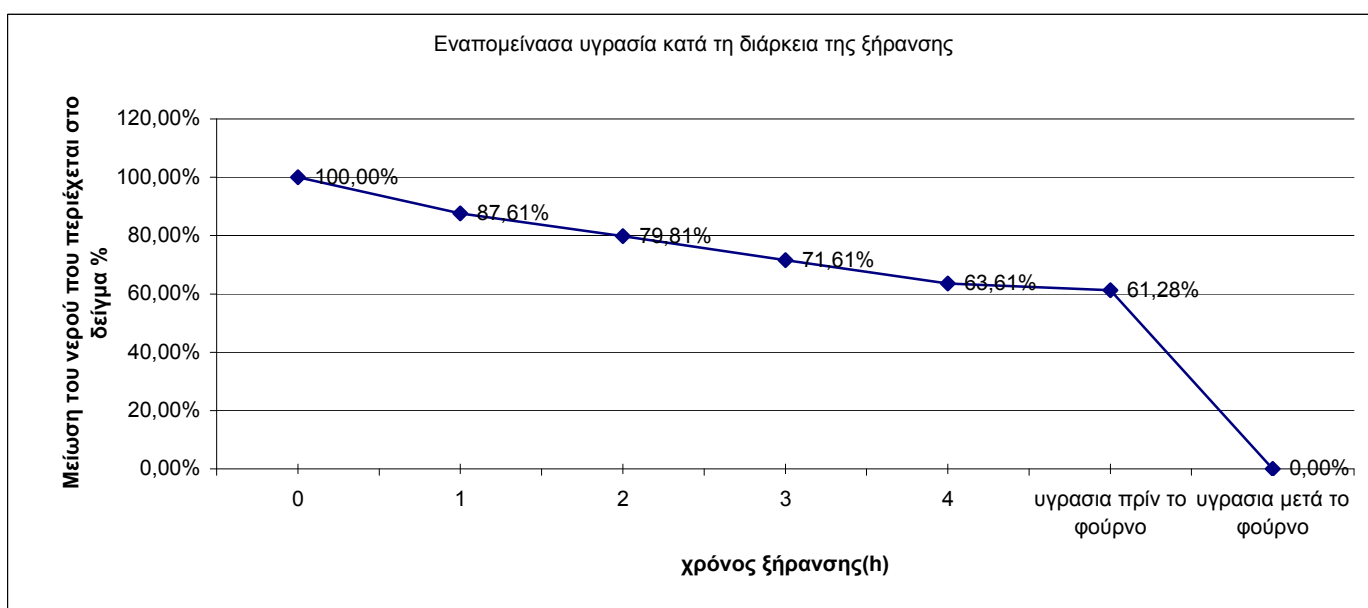
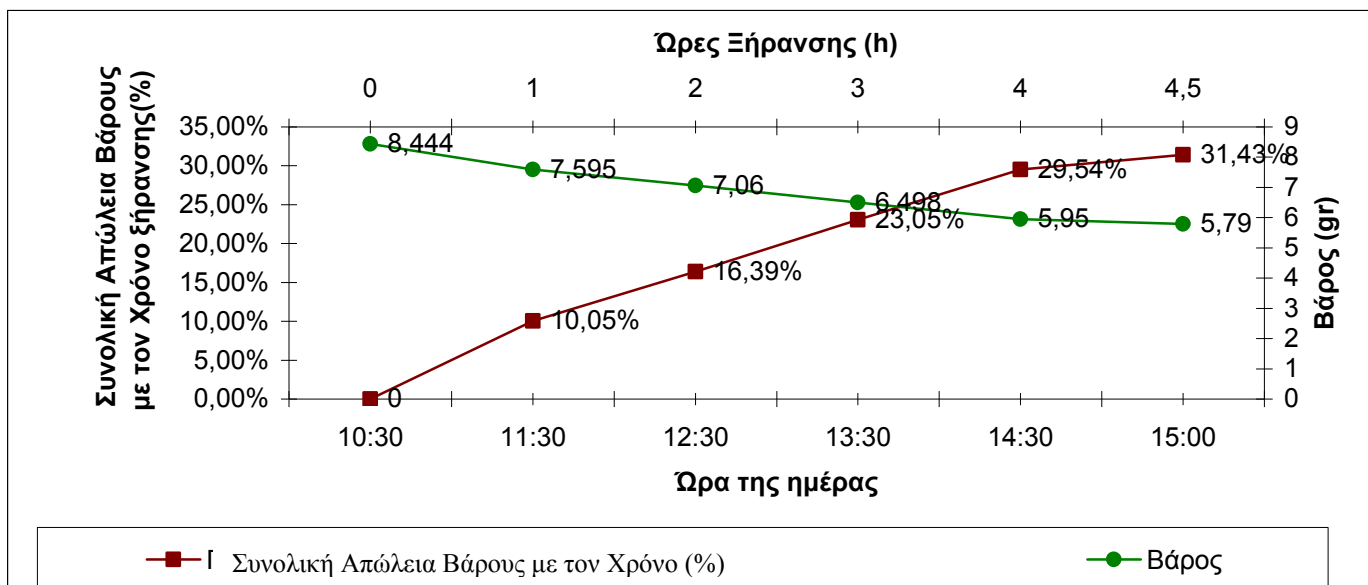
Πείραμα 18 Ντομάτα

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	27,756	0	0%	0	0%
2	24,197	3,559	12,82%	3,559	12,82%
3	21,252	6,504	23,43%	2,945	10,61%
4	18,436	9,32	33,58%	2,816	10,15%
5	16,254	11,502	41,44%	2,182	7,86%
6	15,107	12,649	45,57%	1,147	4,13%



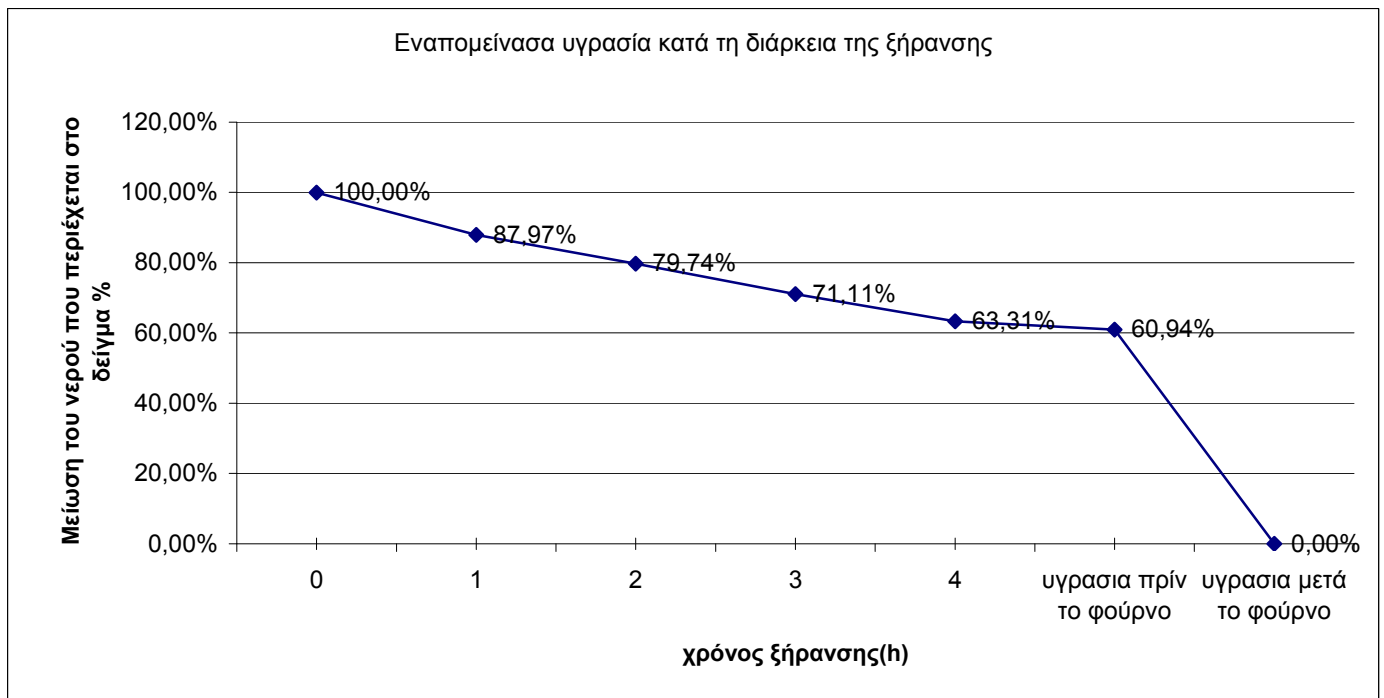
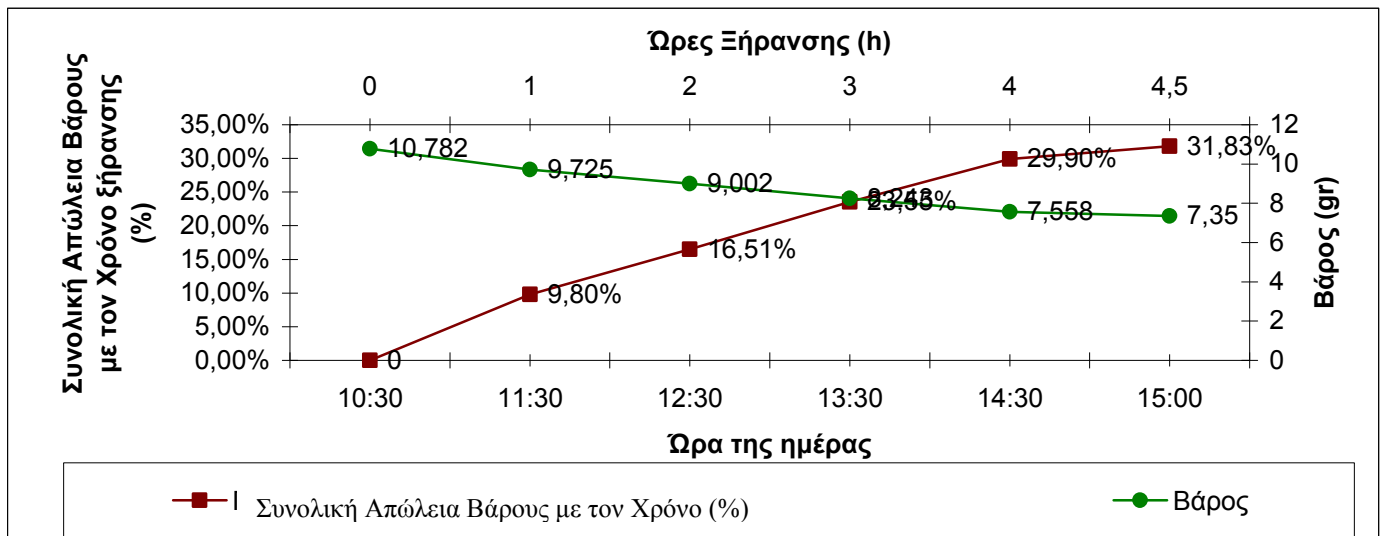
Πείραμα 19 Κεράσι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	8,444	0	0%	0	0%
2	7,595	0,849	10,05%	0,849	10,05%
3	7,06	1,384	16,39%	0,535	6,34%
4	6,498	1,946	23,05%	0,562	6,66%
5	5,95	2,494	29,54%	0,548	6,49%
6	5,79	2,654	31,43%	0,16	1,89%



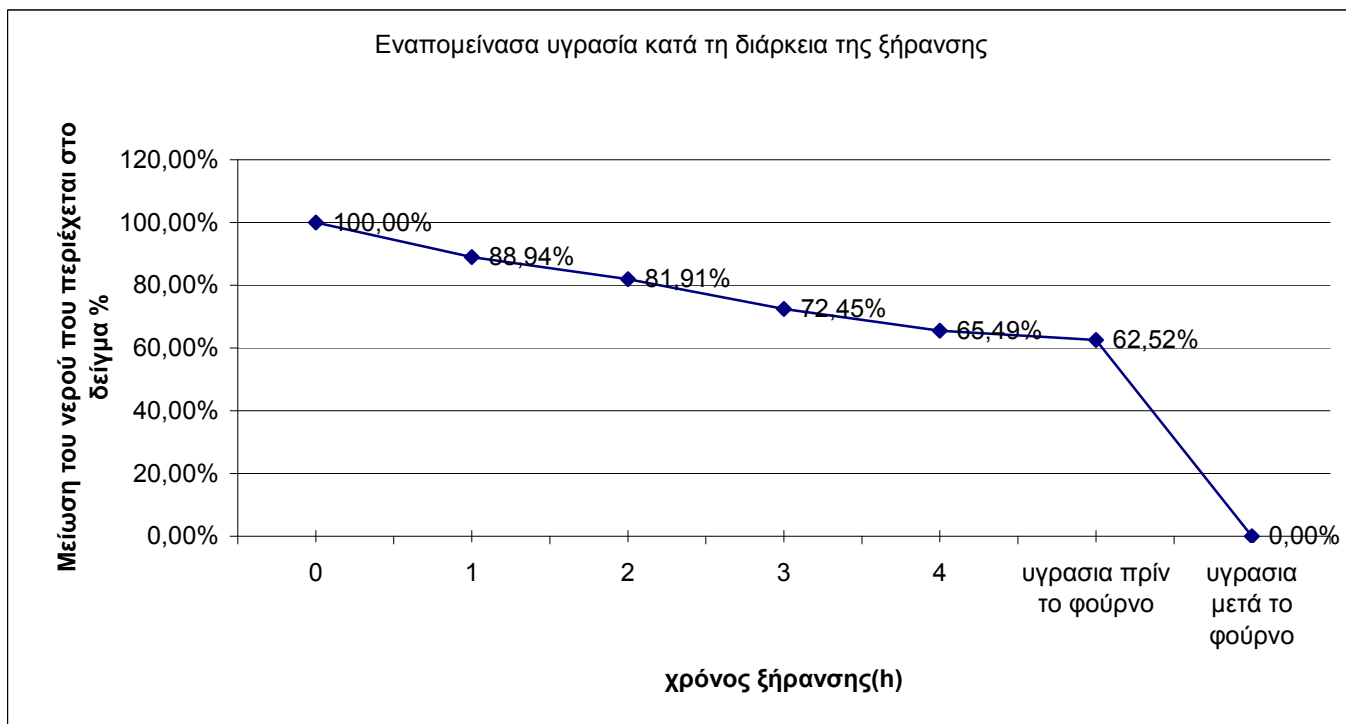
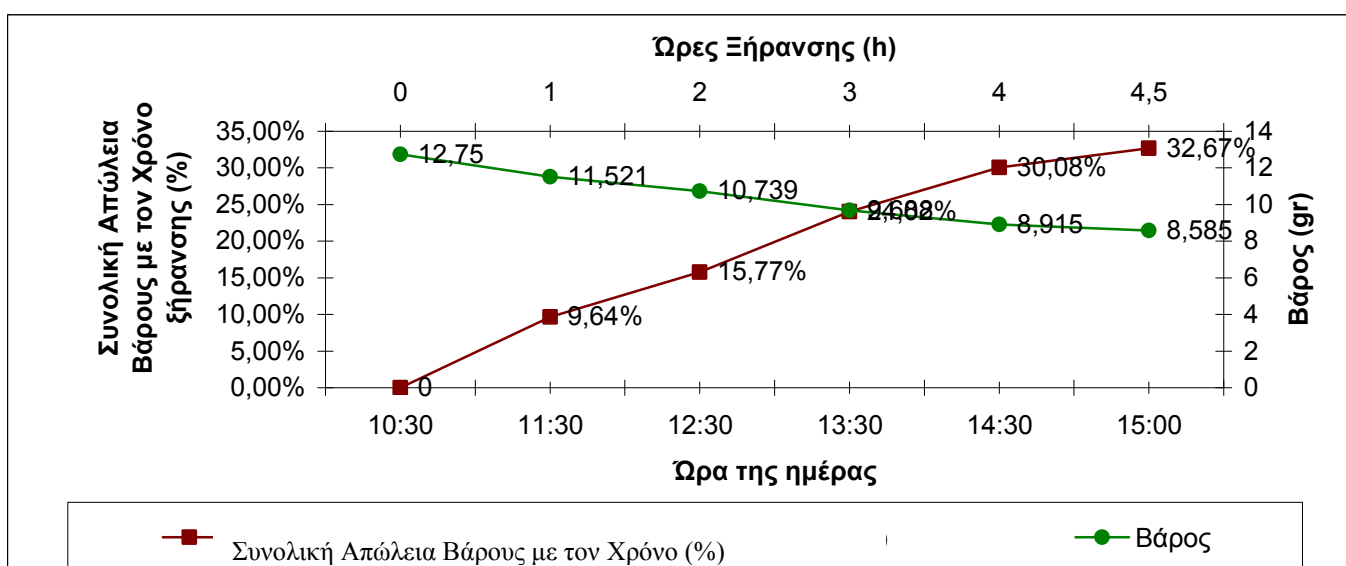
Πείραμα 20
Μαύρο Σταφύλι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	10,782	0	0%	0	0%
2	9,725	1,057	9,80%	1,057	9,80%
3	9,002	1,78	16,51%	0,723	6,71%
4	8,243	2,539	23,55%	0,759	7,04%
5	7,558	3,224	29,90%	0,685	6,35%
6	7,35	3,432	31,83%	0,208	1,93%



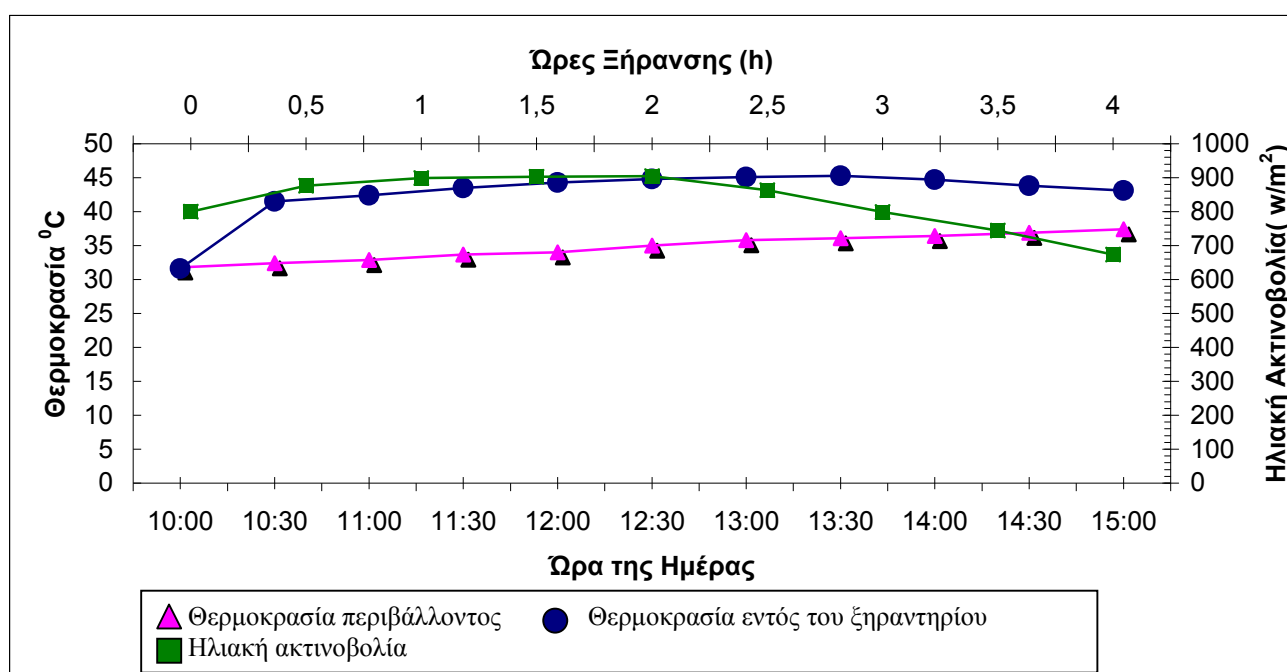
Πείραμα 21
Βερίκοκο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	12,75	0	0%	0	0%
2	11,521	1,229	9,64%	1,229	9,64%
3	10,739	2,011	15,77%	0,782	6,13%
4	9,688	3,062	24,02%	1,051	8,25%
5	8,915	3,835	30,08%	0,773	6,06%
6	8,585	4,165	32,67%	0,33	2,59%



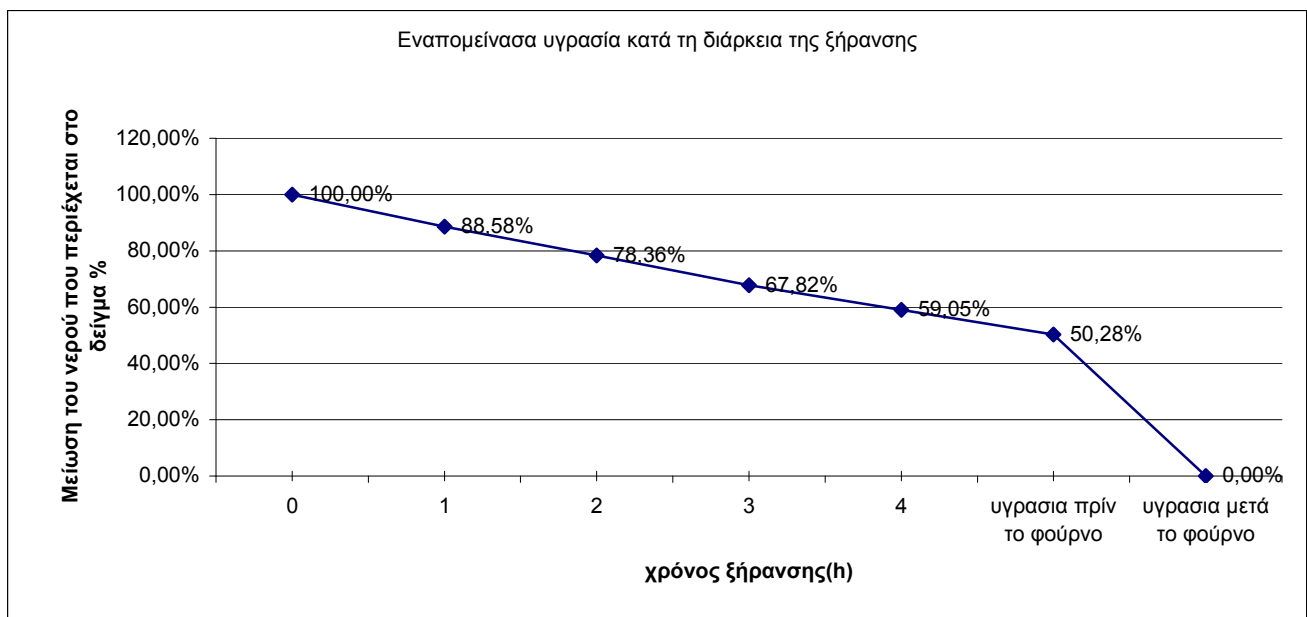
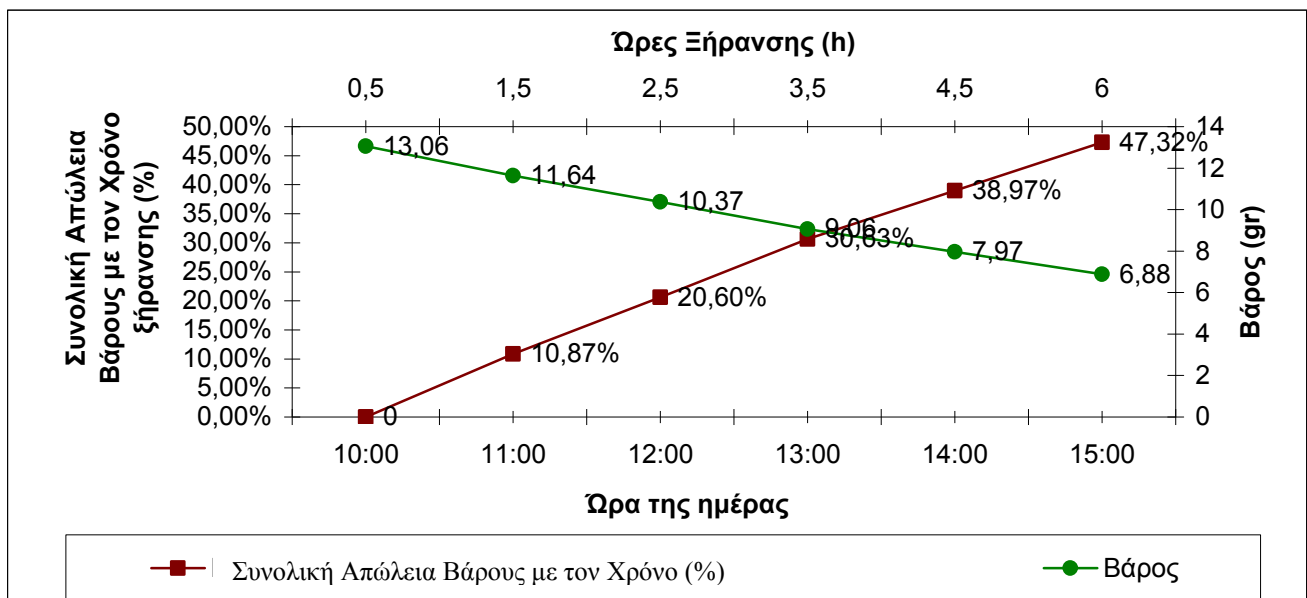
Πείραμα 9^{ης} ημέρας. Στις 17/7/2006 έγιναν 5 πειράματα πάνω στα εξής : ντομάτα, αγγούρι, ρόδι, λεμόνι και τριαντάφυλλο.

Ώρες Ξήρανσης	Ώρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Δ T (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0,5	10:00	31,8	31,6	0,2	
1	10:30	32,4	41,5	9,1	800
1,5	11:00	32,9	42,4	9,5	876
2	11:30	33,7	43,5	9,8	899
2,5	12:00	34	44,3	10,3	902
3	12:30	35	44,8	9,8	904
3,5	13:00	35,8	45,1	9,3	862
4	13:30	36,1	45,3	9,2	798
4,5	14:00	36,4	44,7	8,3	744
5	14:30	36,9	43,8	6,9	673
6	15:00	37,4	43,1	5,7	



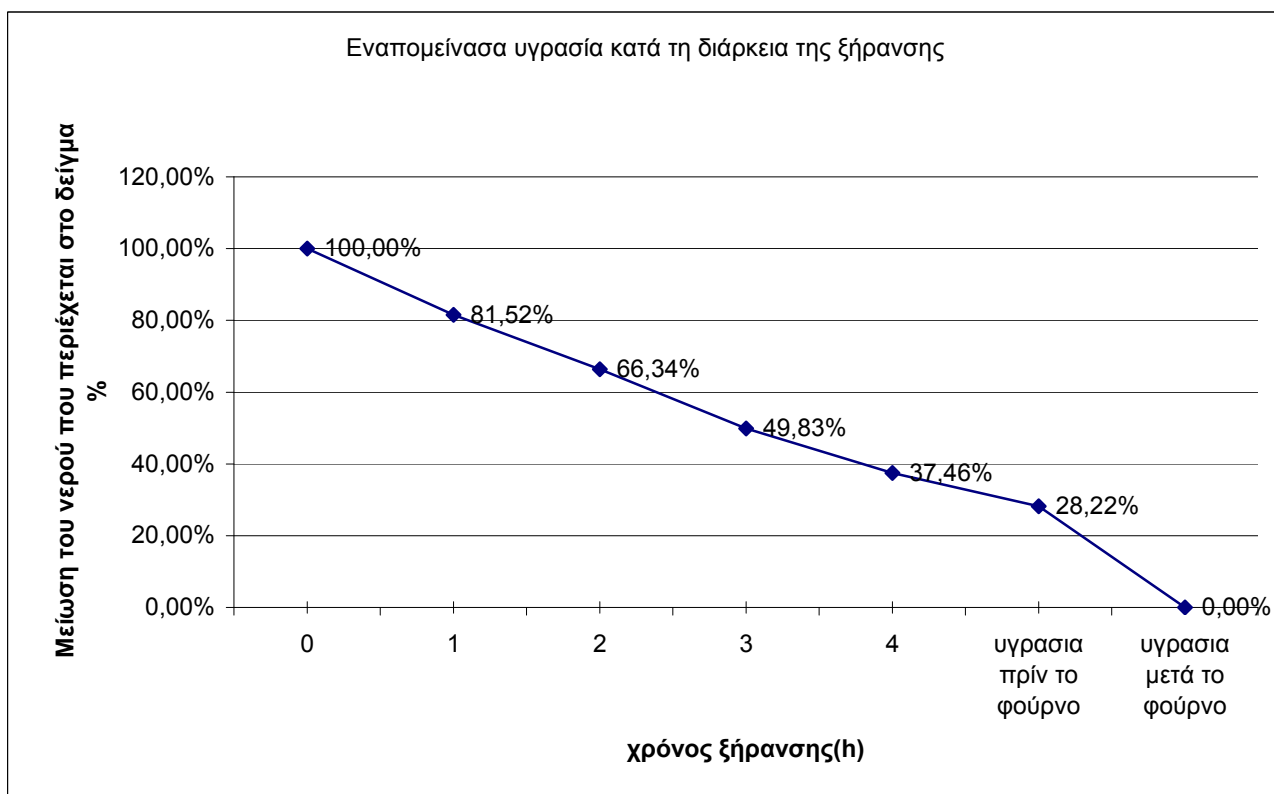
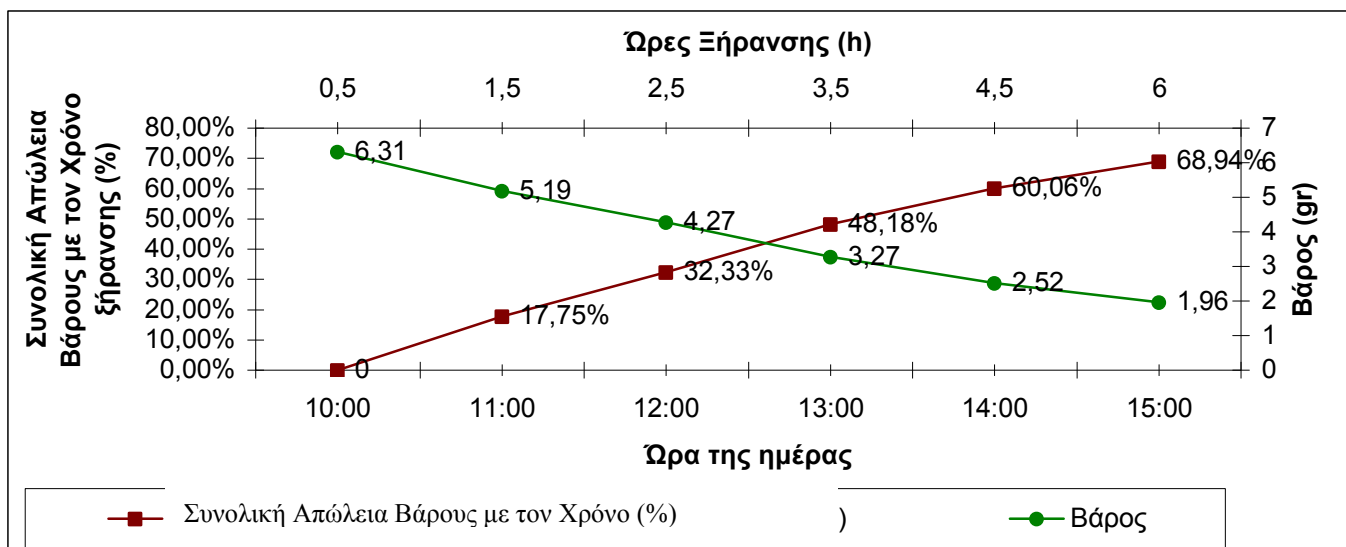
Πείραμα 22
 Ντομάτα

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	13,06	0	0%	0	0%
2	11,64	1,42	10,87%	1,42	10,87%
3	10,37	2,69	20,60%	1,27	9,73%
4	9,06	4	30,63%	1,31	10,03%
5	7,97	5,09	38,97%	1,09	8,34%
6	6,88	6,18	47,32%	1,09	8,35%



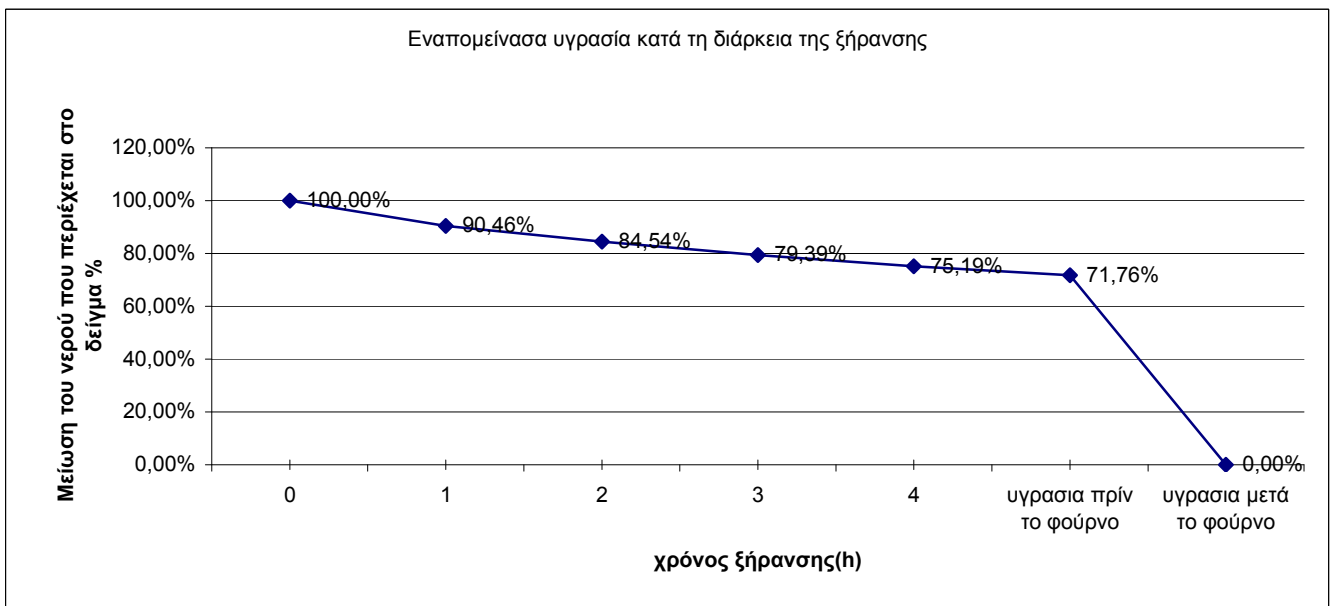
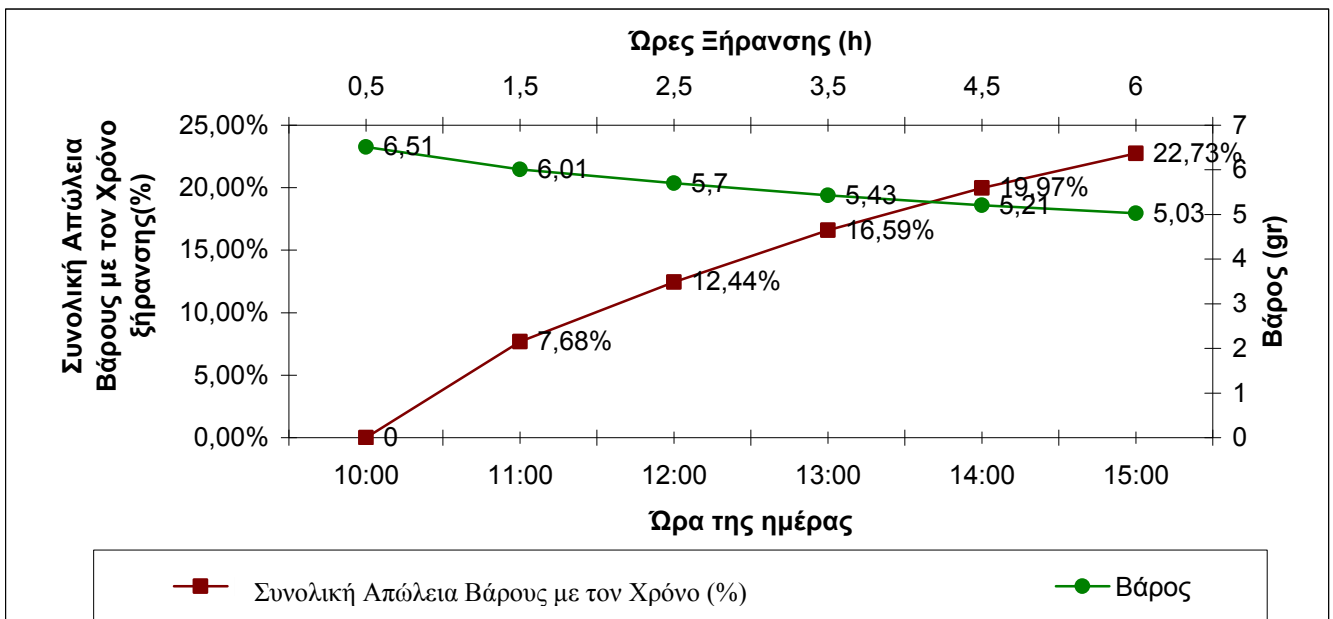
Πείραμα 23
 Αγγούρι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	6,31	0	0%	0	0%
2	5,19	1,12	17,75%	1,12	17,75%
3	4,27	2,04	32,33%	0,92	14,58%
4	3,27	3,04	48,18%	1	15,85%
5	2,52	3,79	60,06%	0,75	11,88%
6	1,96	4,35	68,94%	0,56	8,88%



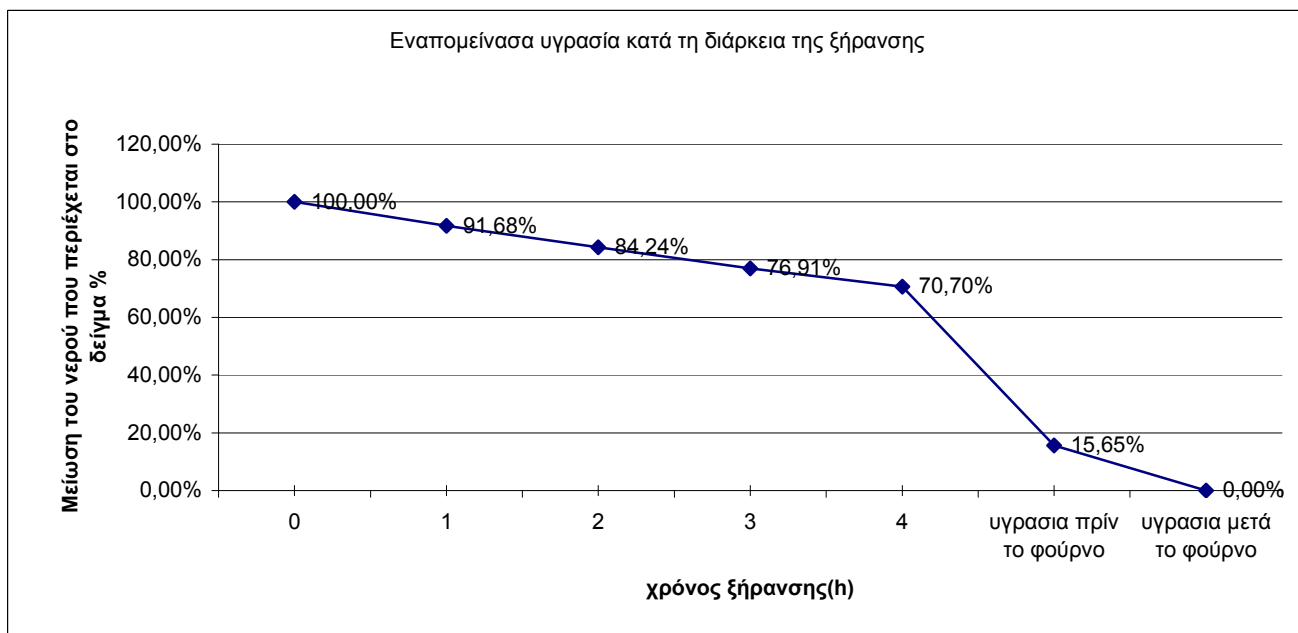
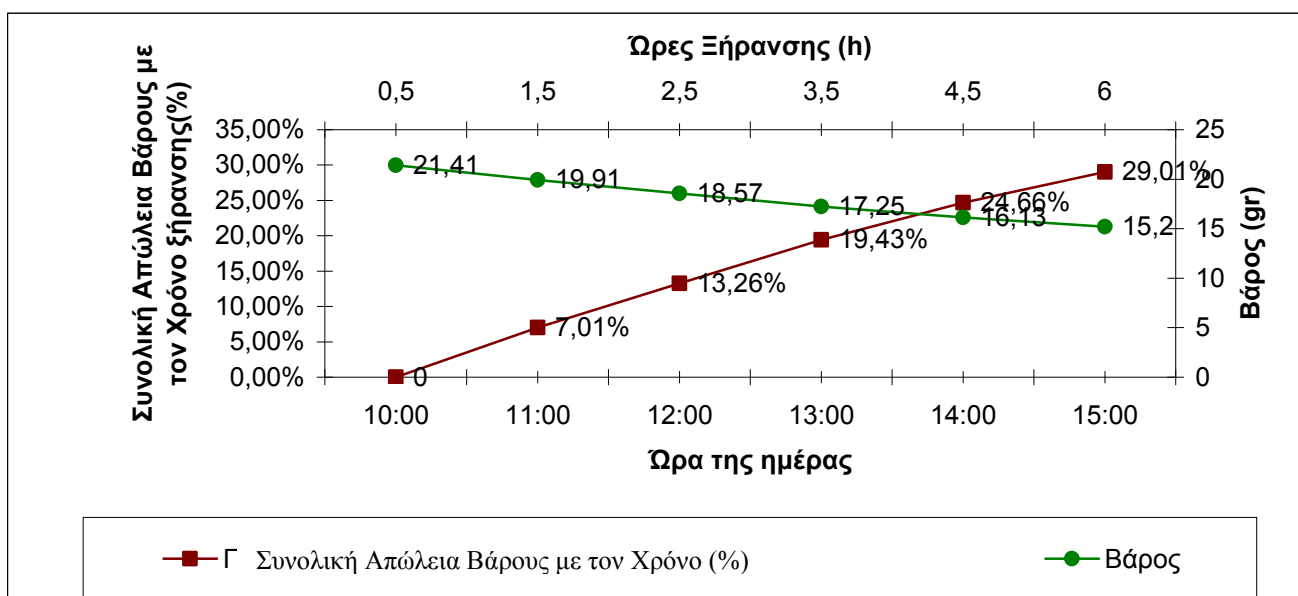
Πείραμα 24
Ρόδι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	6,51	0	0%	0	0%
2	6,01	0,5	7,68%	0,5	7,68%
3	5,7	0,81	12,44%	0,31	4,76%
4	5,43	1,08	16,59%	0,27	4,15%
5	5,21	1,3	19,97%	0,22	3,38%
6	5,03	1,48	22,73%	0,18	2,76%



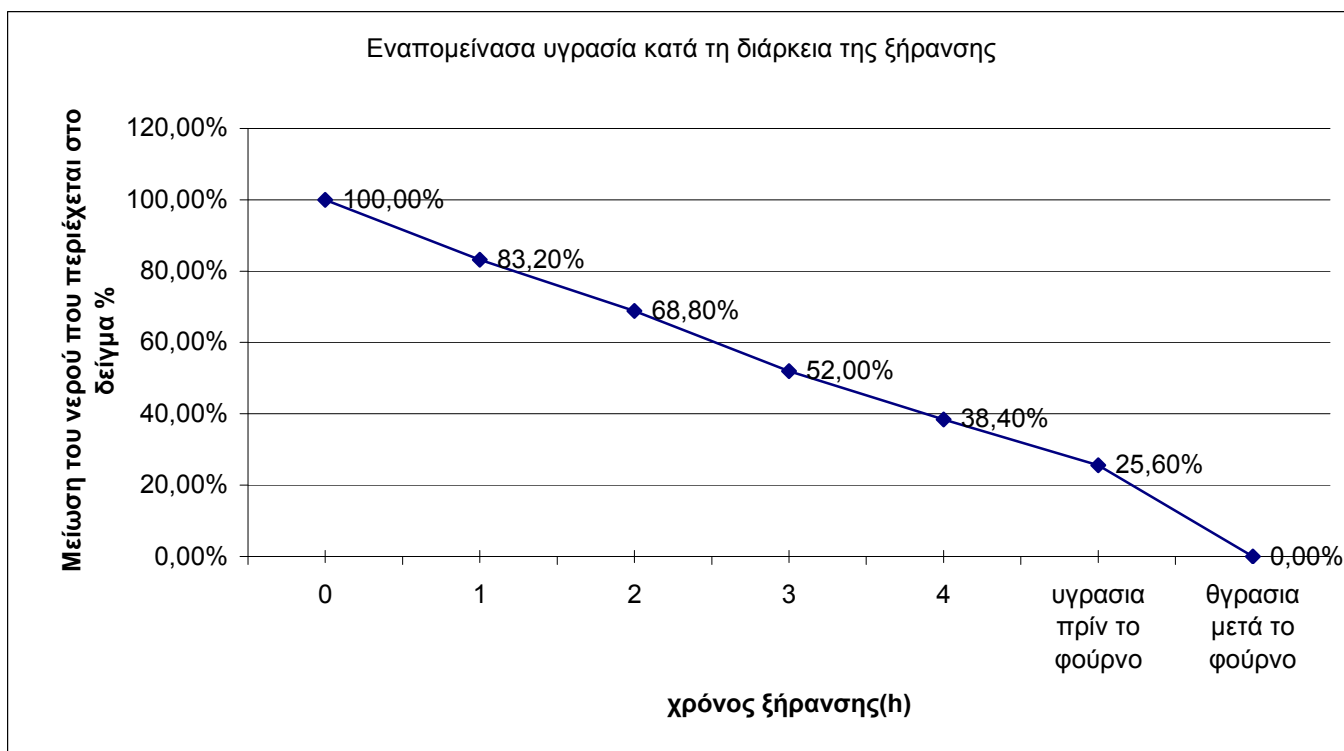
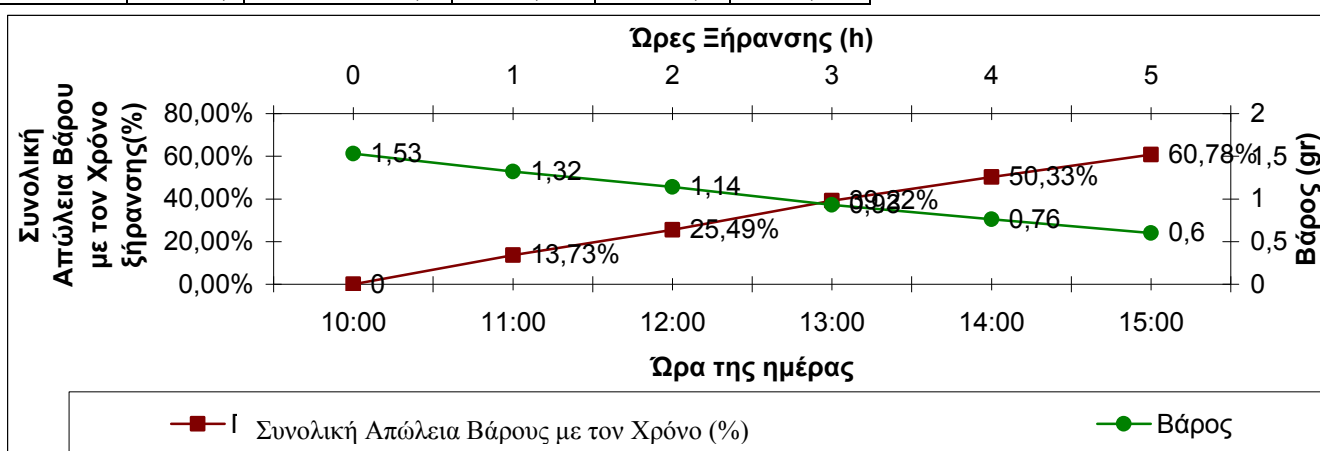
Πείραμα 25
Λεμόνι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	21,41	0	0%	0	0%
2	19,91	1,5	7,01%	1,5	7,01%
3	18,57	2,84	13,26%	1,34	6,25%
4	17,25	4,16	19,43%	1,32	6,17%
5	16,13	5,28	24,66%	1,12	5,23%
6	15,2	6,21	29,01%	0,93	4,35%



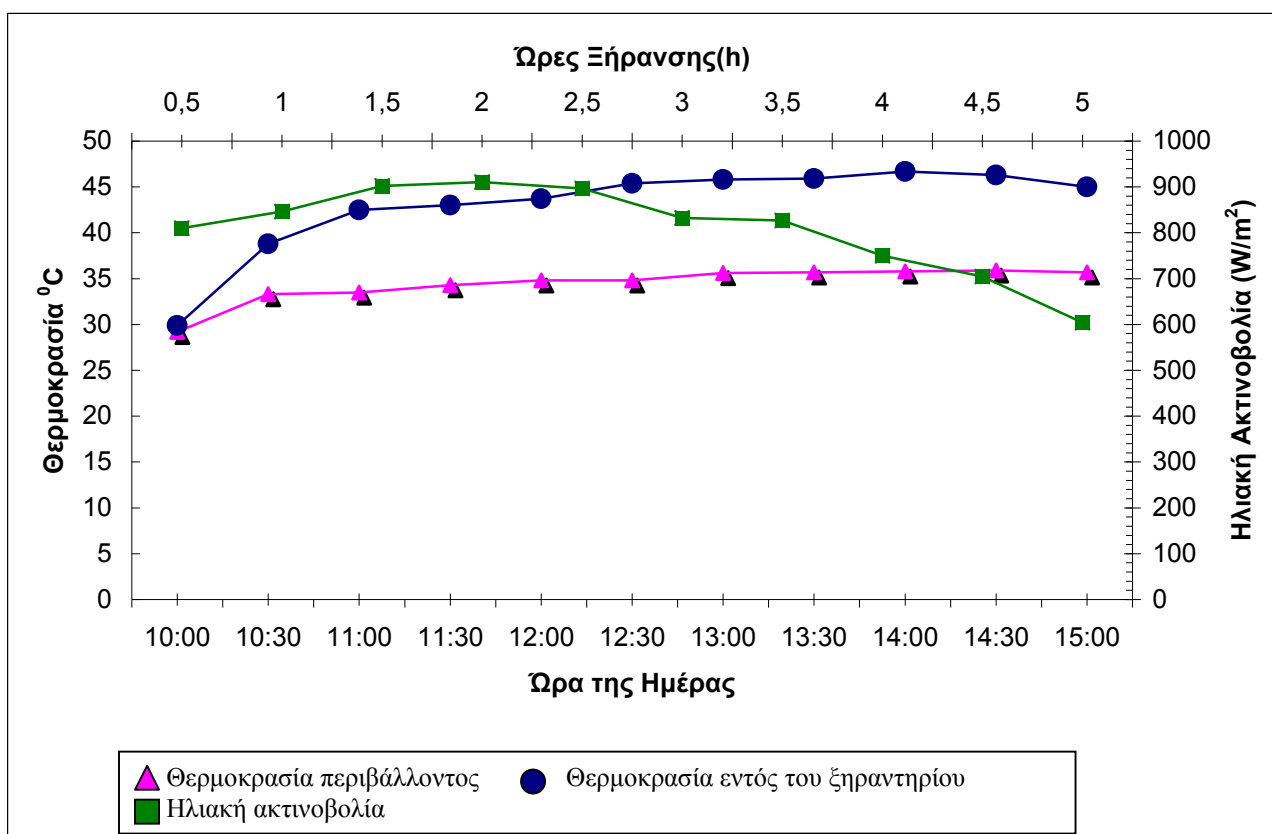
Πείραμα 26
Τριαντάφυλλο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	1,53	0	0%	0	0%
2	1,32	0,21	13,73%	0,21	13,73%
3	1,14	0,39	25,49%	0,18	11,76%
4	0,93	0,6	39,22%	0,21	13,73%
5	0,76	0,77	50,33%	0,17	11,11%
6	0,6	0,93	60,78%	0,16	10,45%



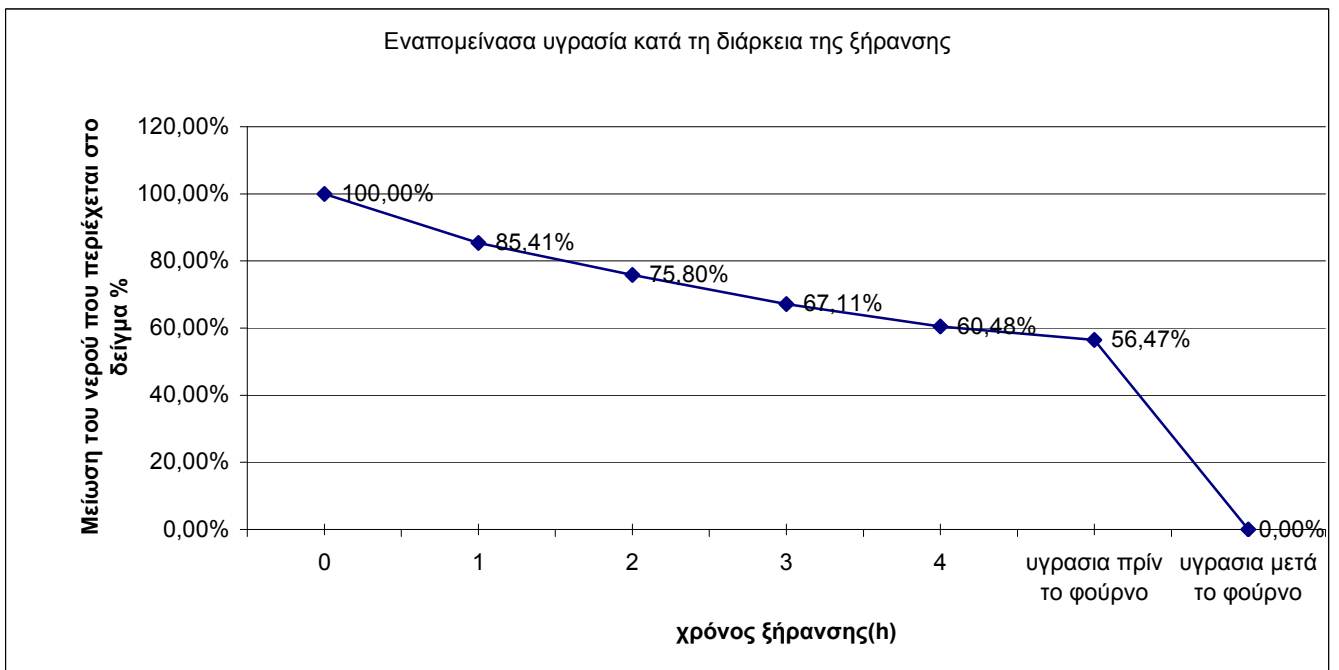
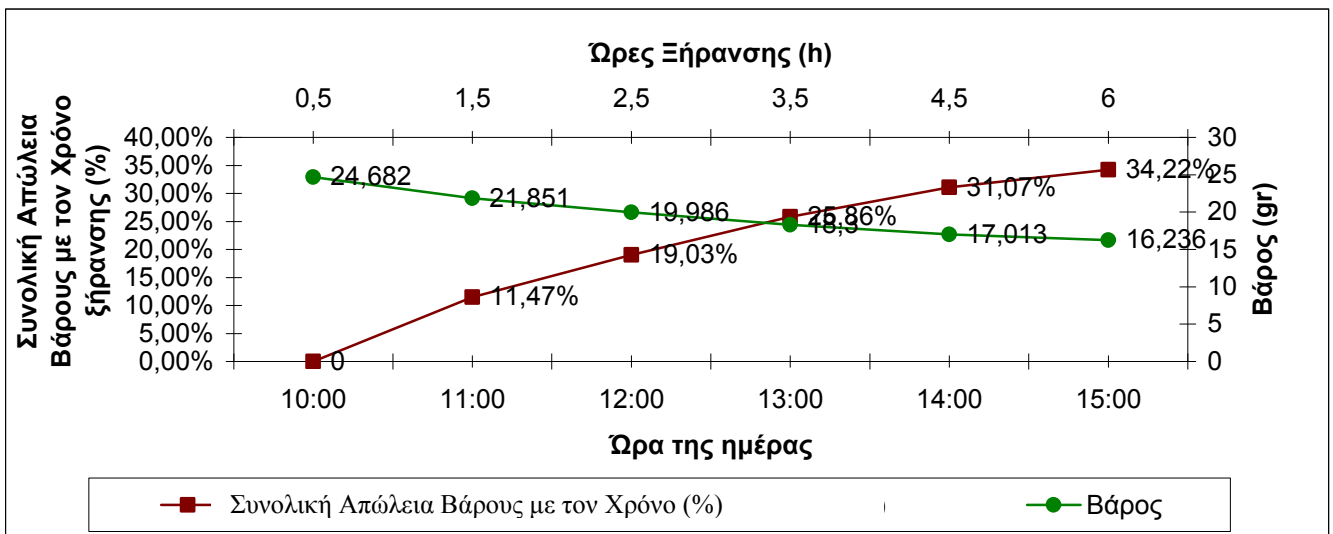
Πείραμα 10^{ης} ημέρας. Στις 18/7/2006 έγιναν 4 πειράματα πάνω στα εξής φρούτα : πορτοκάλι, μούσμουλο, πατάτα, μήλο.

Ώρες Ξήρανσης	Ώρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Δ T (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0,5	10:00	29,2	29,9	0,7	756
1	10:30	33,3	38,8	5,5	809
1,5	11:00	33,5	42,5	9	846
2	11:30	34,3	43	8,7	902
2,5	12:00	34,8	43,7	8,9	910
3	12:30	34,8	45,4	10,6	896
3,5	13:00	35,6	45,8	10,2	832
4	13:30	35,7	45,9	10,2	826
4,5	14:00	35,8	46,7	10,9	750
5	14:30	35,9	46,3	10,4	704
6	15:00	35,7	45	9,3	603



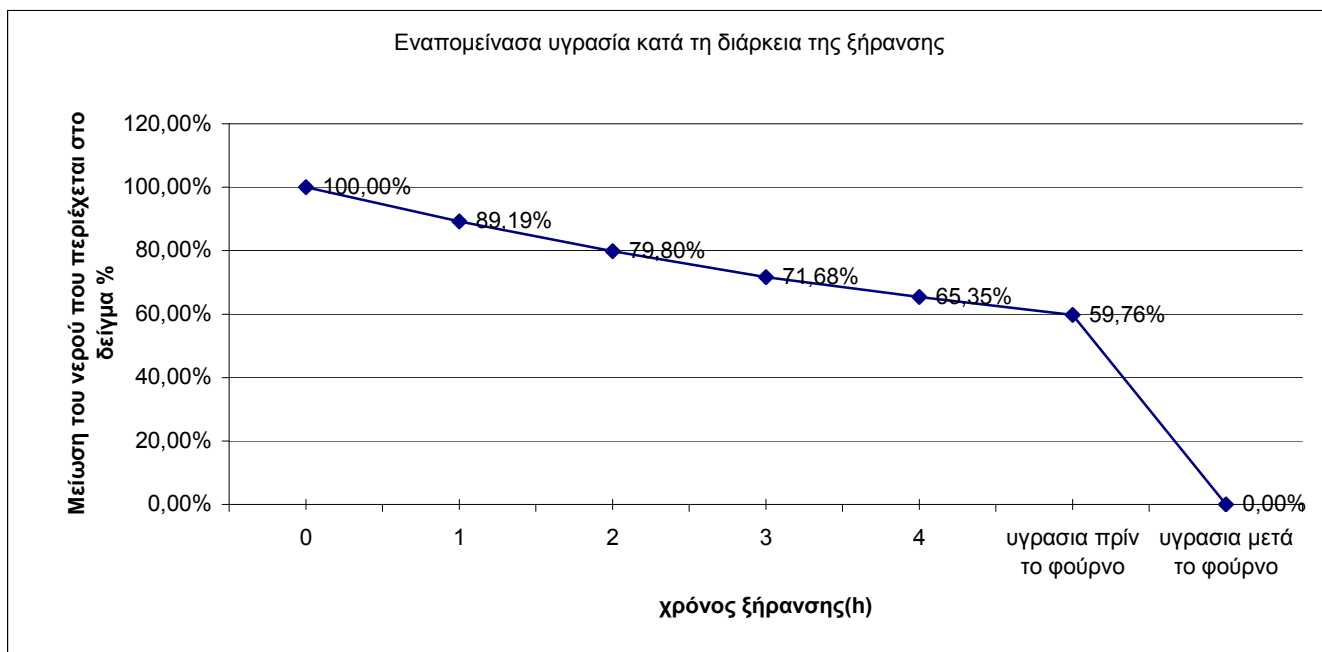
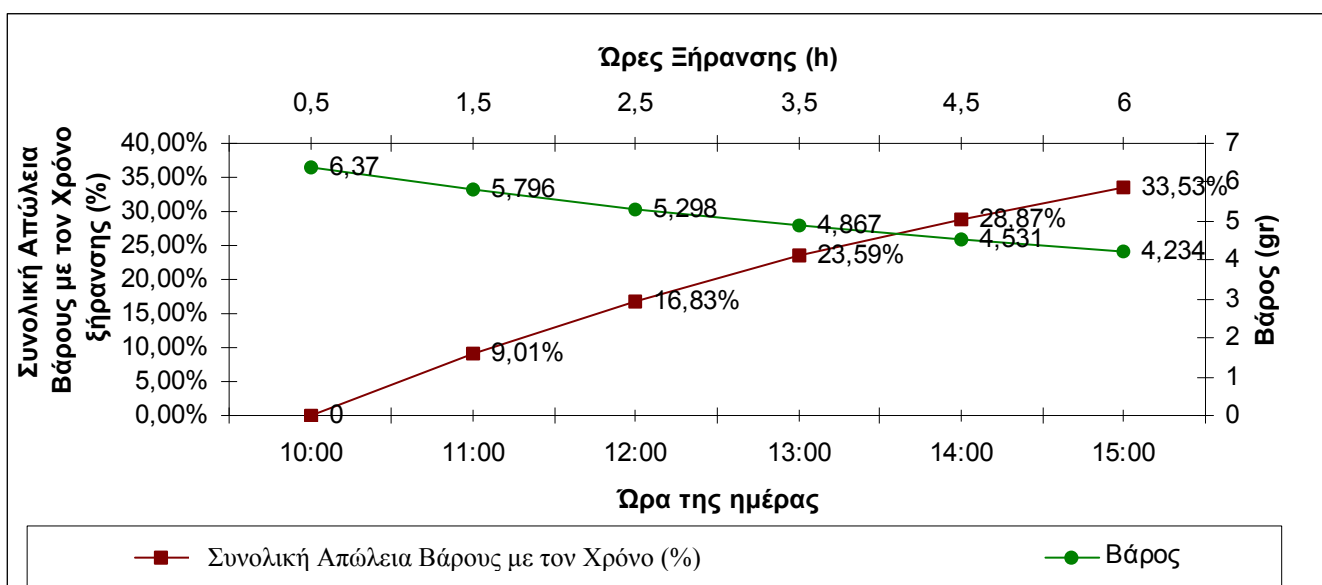
Πείραμα 27
Πορτοκάλι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	24,682	0	0%	0	0%
2	21,851	2,831	11,47%	2,831	11,47%
3	19,986	4,696	19,03%	1,865	7,56%
4	18,3	6,382	25,86%	1,686	6,83%
5	17,013	7,669	31,07%	1,287	5,21%
6	16,236	8,446	34,22%	0,777	3,15%



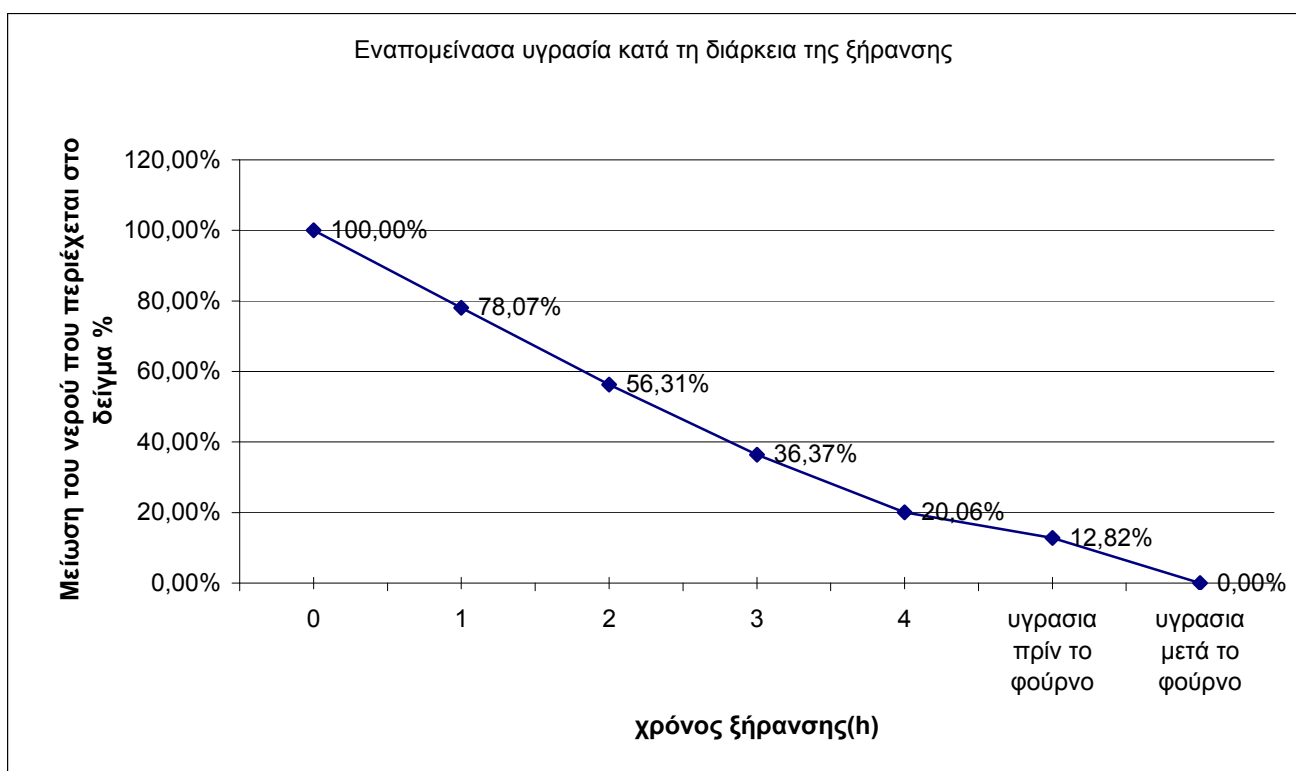
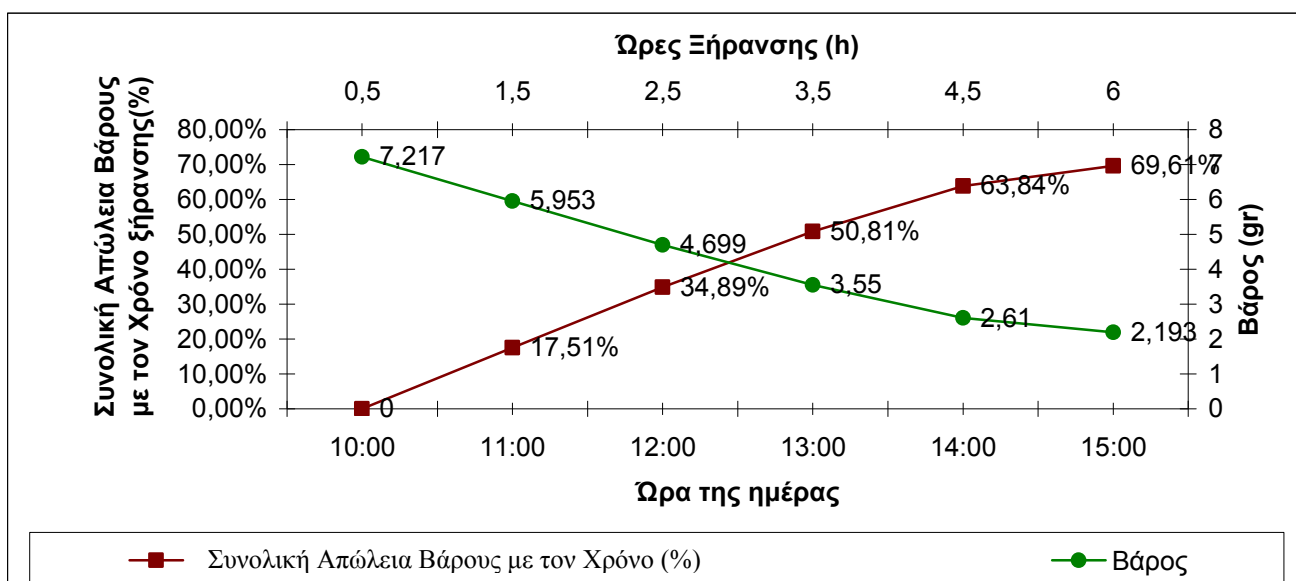
Πείραμα 28
Μούσμουλο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	6,37	0	0%	0	0%
2	5,796	0,574	9,01%	0,574	9,01%
3	5,298	1,072	16,83%	0,498	7,82%
4	4,867	1,503	23,59%	0,431	6,76%
5	4,531	1,839	28,87%	0,336	5,28%
6	4,234	2,136	33,53%	0,297	4,66%



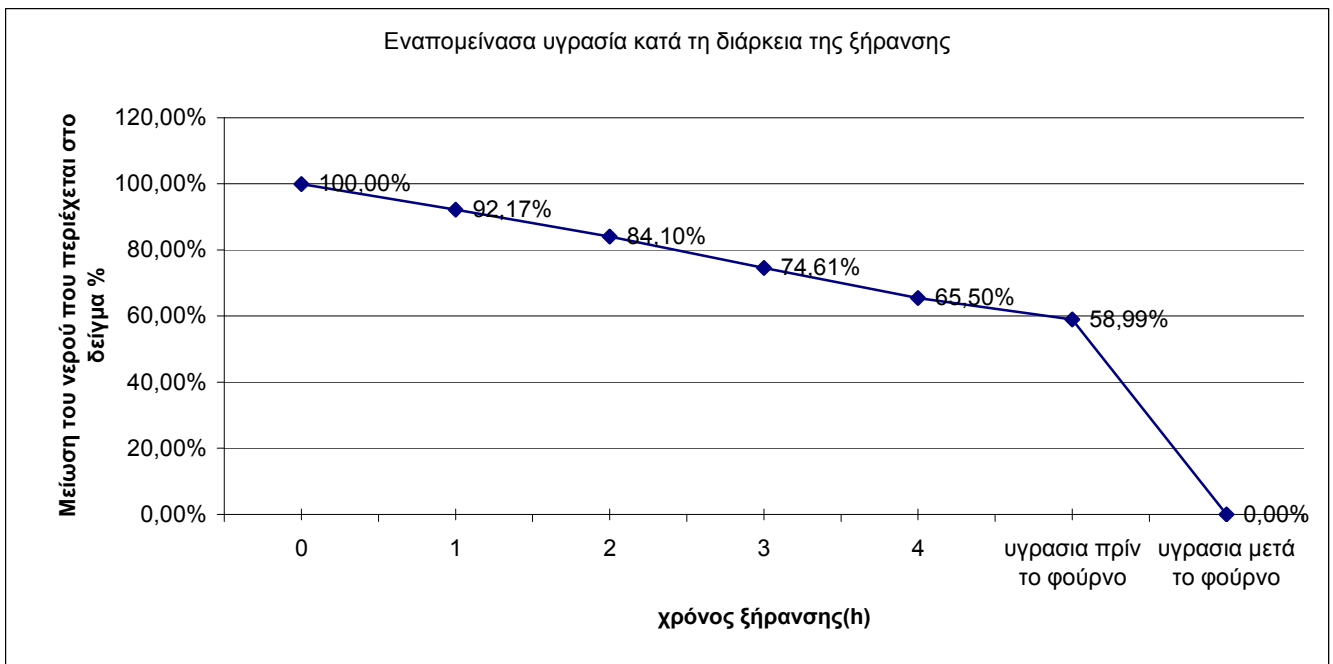
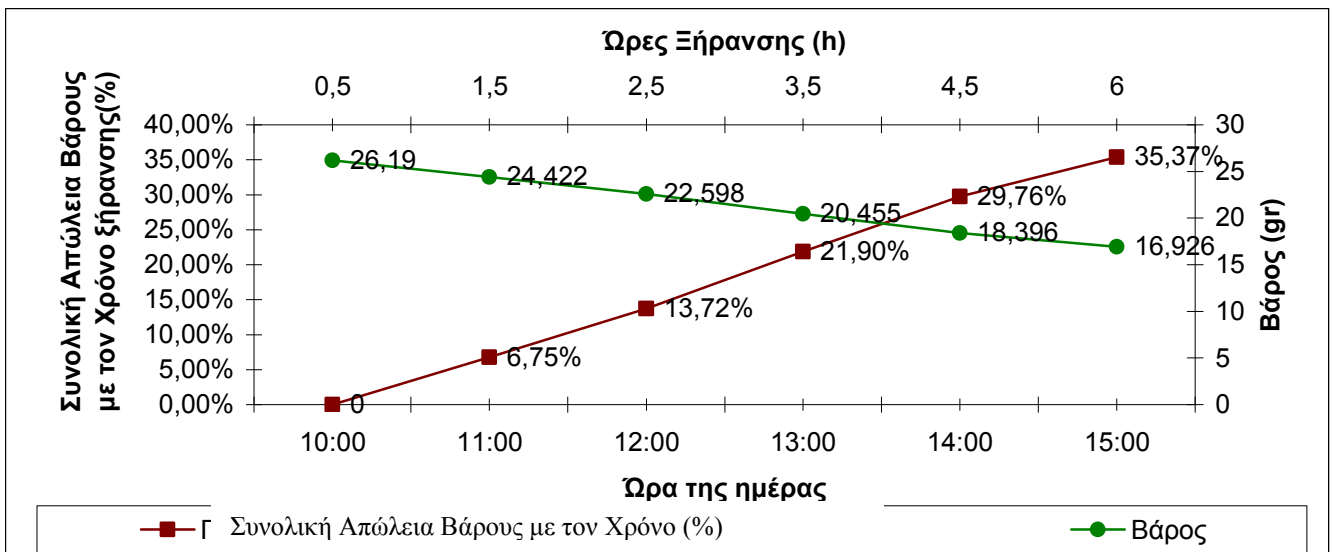
Πείραμα 29
Πατάτα

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	7,217	0	0%	0	0%
2	5,953	1,264	17,51%	1,264	17,51%
3	4,699	2,518	34,89%	1,254	17,38%
4	3,55	3,667	50,81%	1,149	15,92%
5	2,61	4,607	63,84%	0,94	13,03%
6	2,193	5,024	69,61%	0,417	5,77%



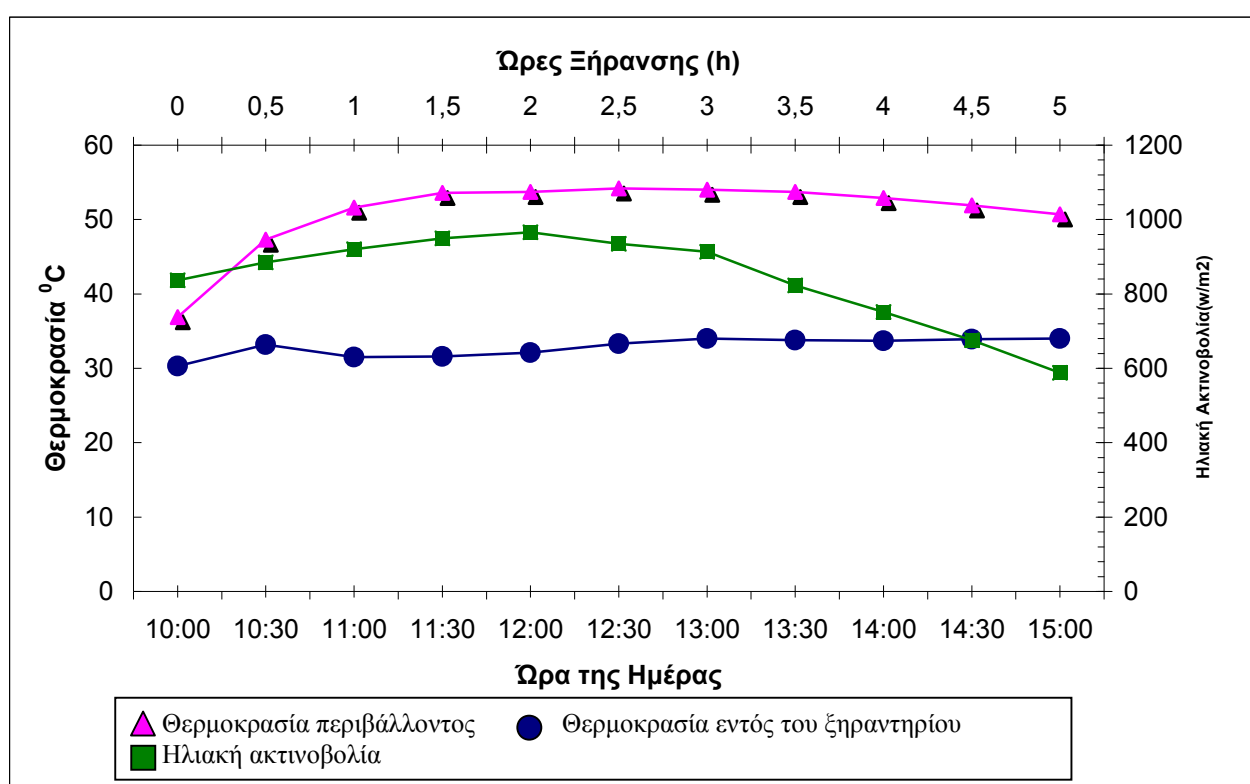
Πείραμα 30
Μήλο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	26,19	0	0%	0	0%
2	24,422	1,768	6,75%	1,768	6,75%
3	22,598	3,592	13,72%	1,824	6,97%
4	20,455	5,735	21,90%	2,143	8,18%
5	18,396	7,794	29,76%	2,059	7,86%
6	16,926	9,264	35,37%	1,47	5,61%



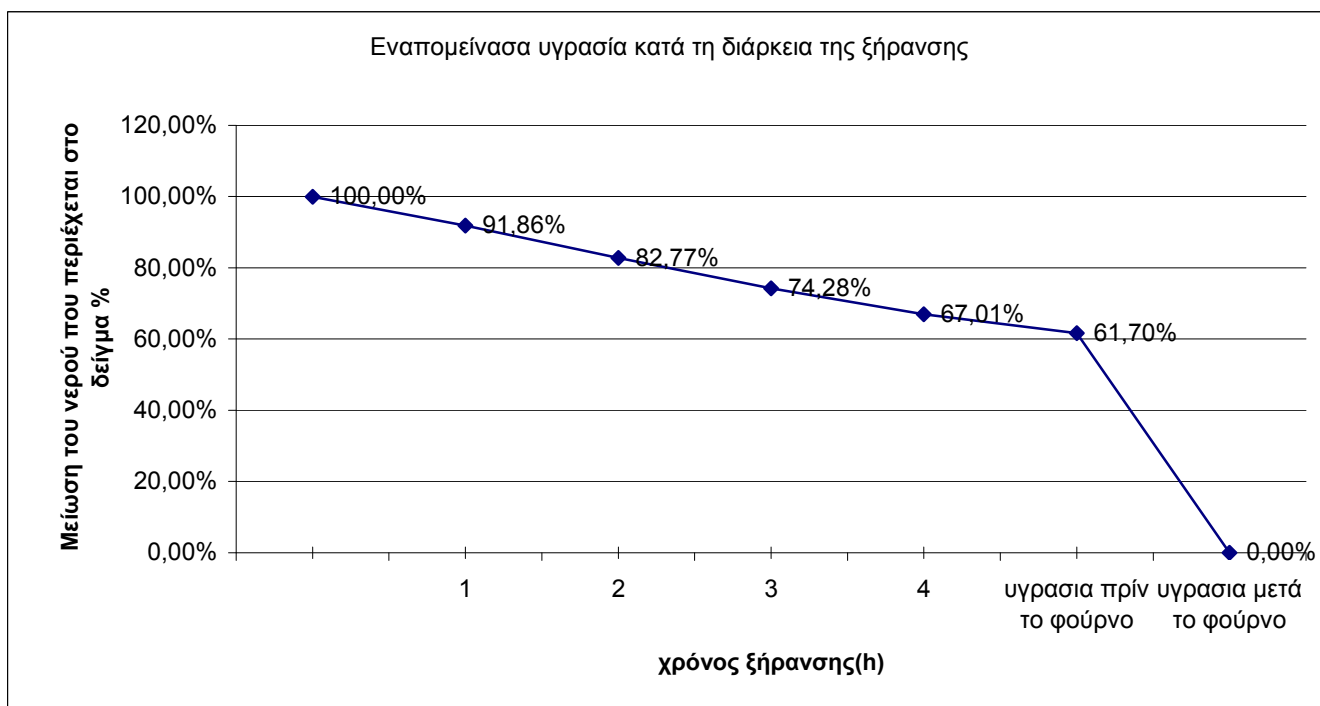
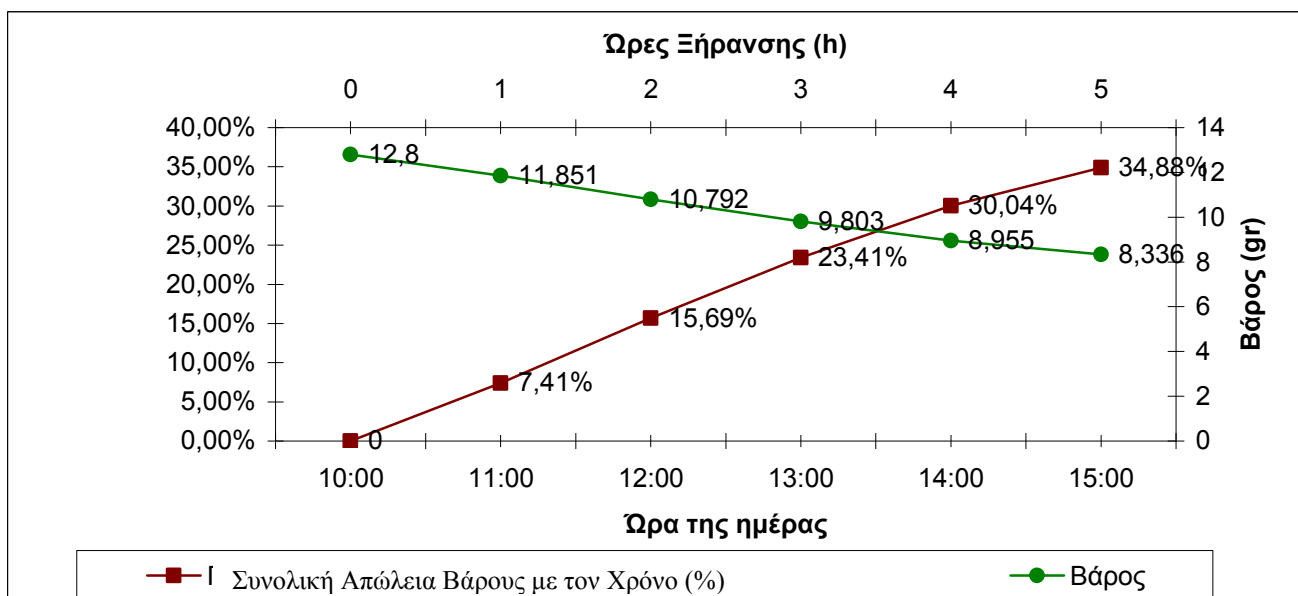
Πείραμα 12^{ης} ημέρας. Στις 19/7/2006 έγιναν 3 πειράματα στα εξής : ντοματακι, εκατόφυλλο τριαντάφυλλο και λεμόνι.

Ωρες Ξήρανσης	Ωρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Δ T (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	10:00	30,3	36,9	6,6	836
0,5	10:30	33,2	47,3	14,1	884
1	11:00	31,5	51,6	20,1	920
1,5	11:30	31,6	53,6	22	949
2	12:00	32,1	53,7	21,6	965
2,5	12:30	33,3	54,2	20,9	934
3	13:00	34	54	20	913
3,5	13:30	33,8	53,7	19,9	822
4	14:00	33,7	52,9	19,2	751
4,5	14:30	33,9	51,9	18	675
5	15:00	34	50,7	16,7	588



Πείραμα 31
Ντοματάκι

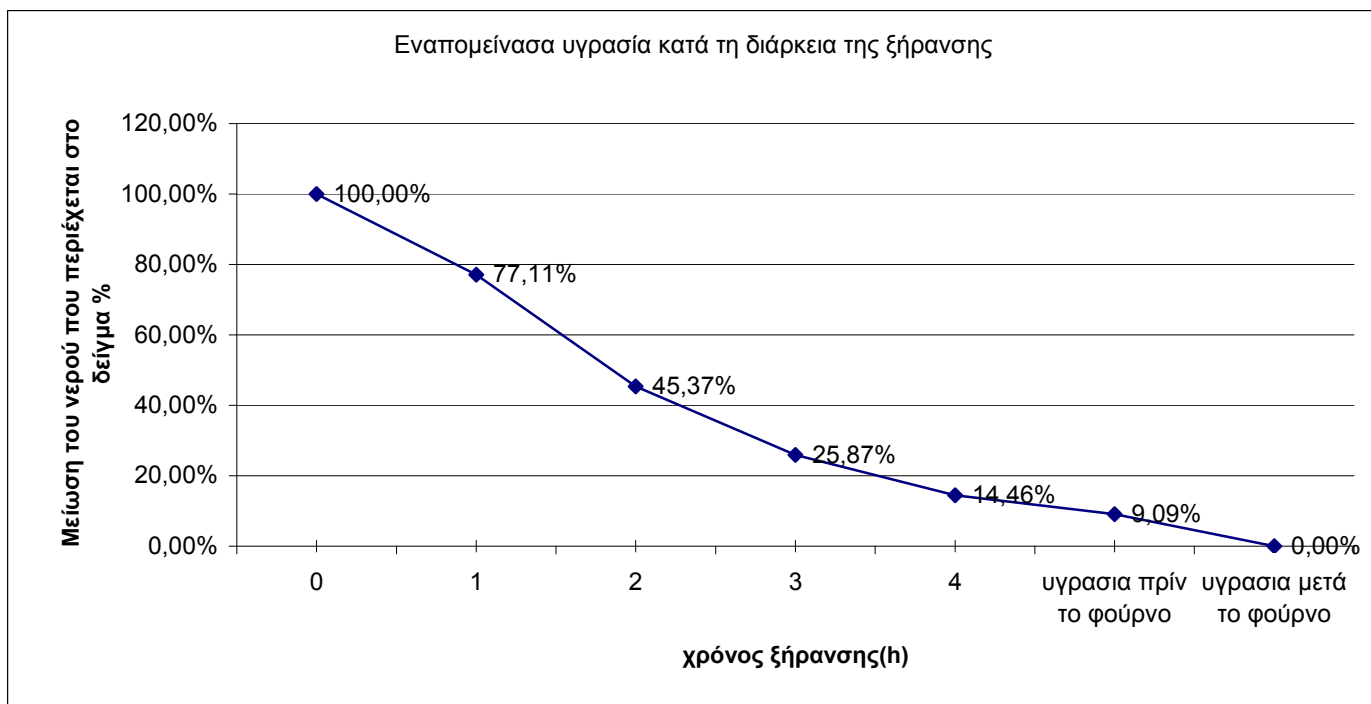
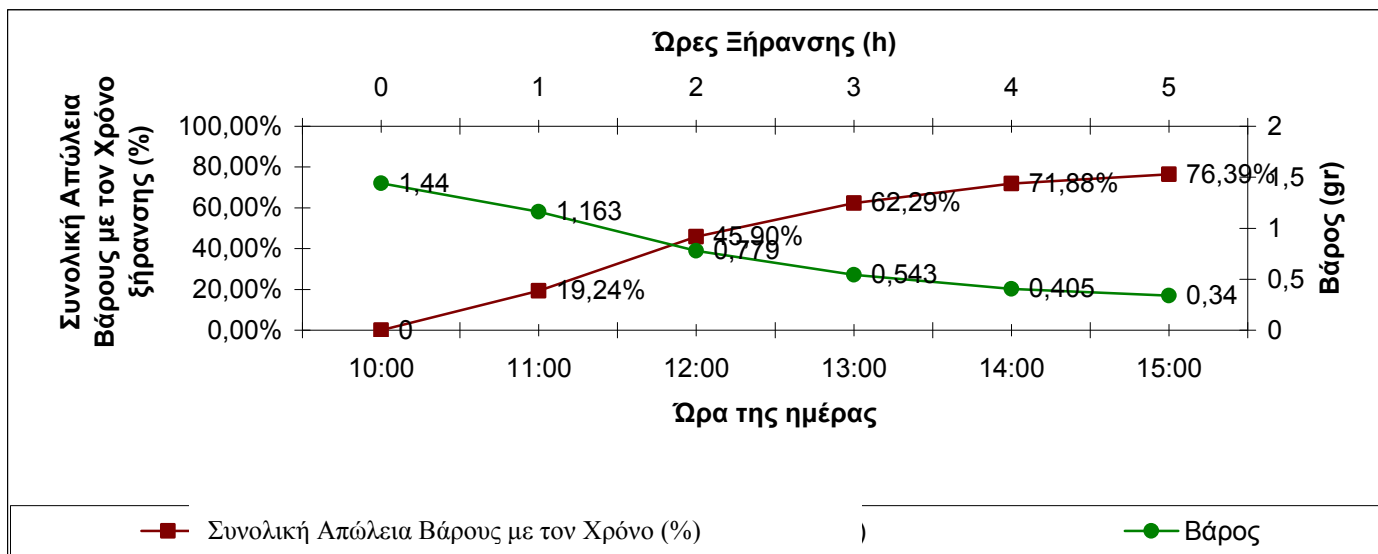
Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	12,8	0	0%	0	0%
2	11,851	0,949	7,41%	0,949	7,41%
3	10,792	2,008	15,69%	1,059	8,28%
4	9,803	2,997	23,41%	0,989	7,72%
5	8,955	3,845	30,04%	0,848	6,63%
6	8,336	4,464	34,88%	0,619	4,84%



Πείραμα 32

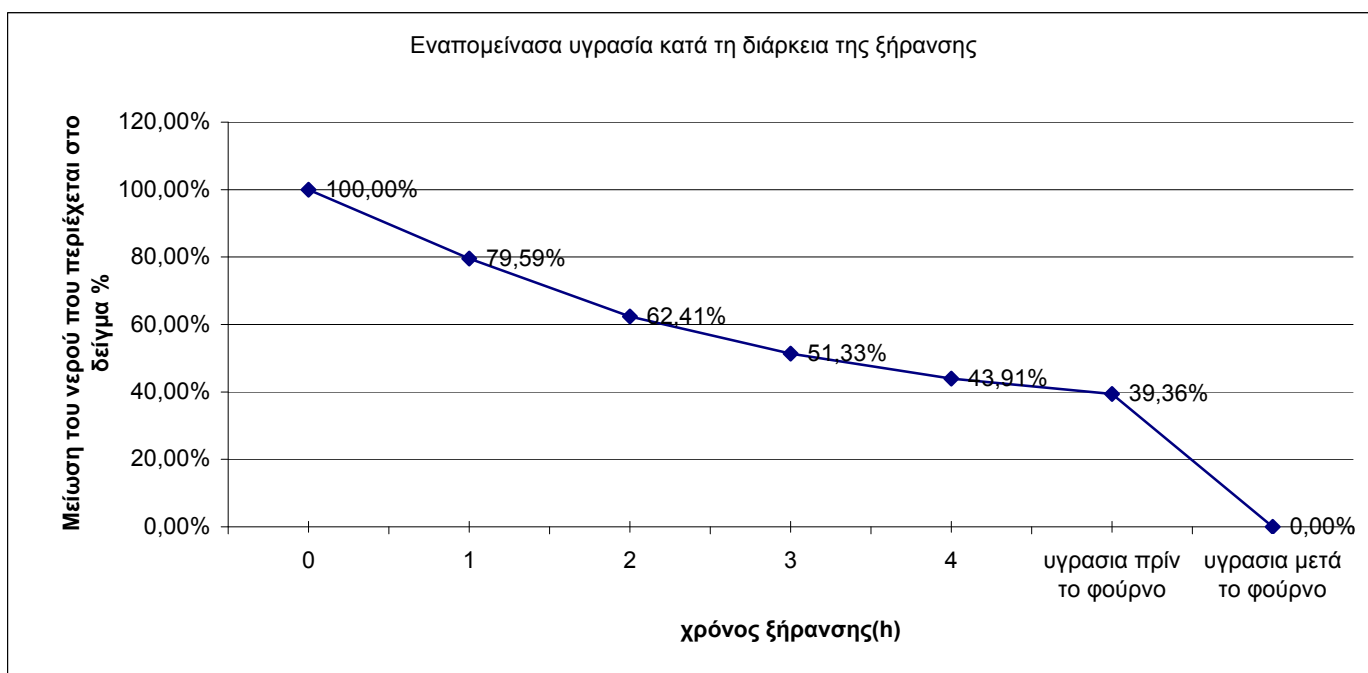
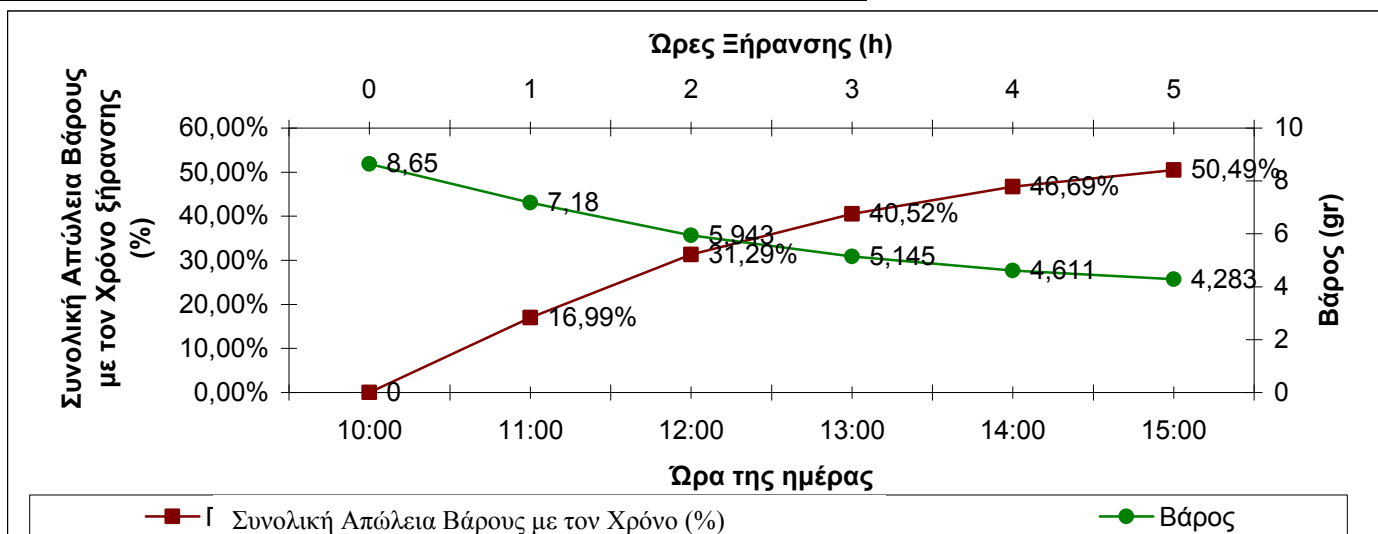
Εκατόφυλλο Τριαντάφυλλο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	1,44	0	0%	0	0%
2	1,163	0,277	19,24%	0,277	19,24%
3	0,779	0,661	45,90%	0,384	26,66%
4	0,543	0,897	62,29%	0,236	16,39%
5	0,405	1,035	71,88%	0,138	9,59%
6	0,34	1,1	76,39%	0,065	4,51%



Πείραμα 33
Λεμόνι

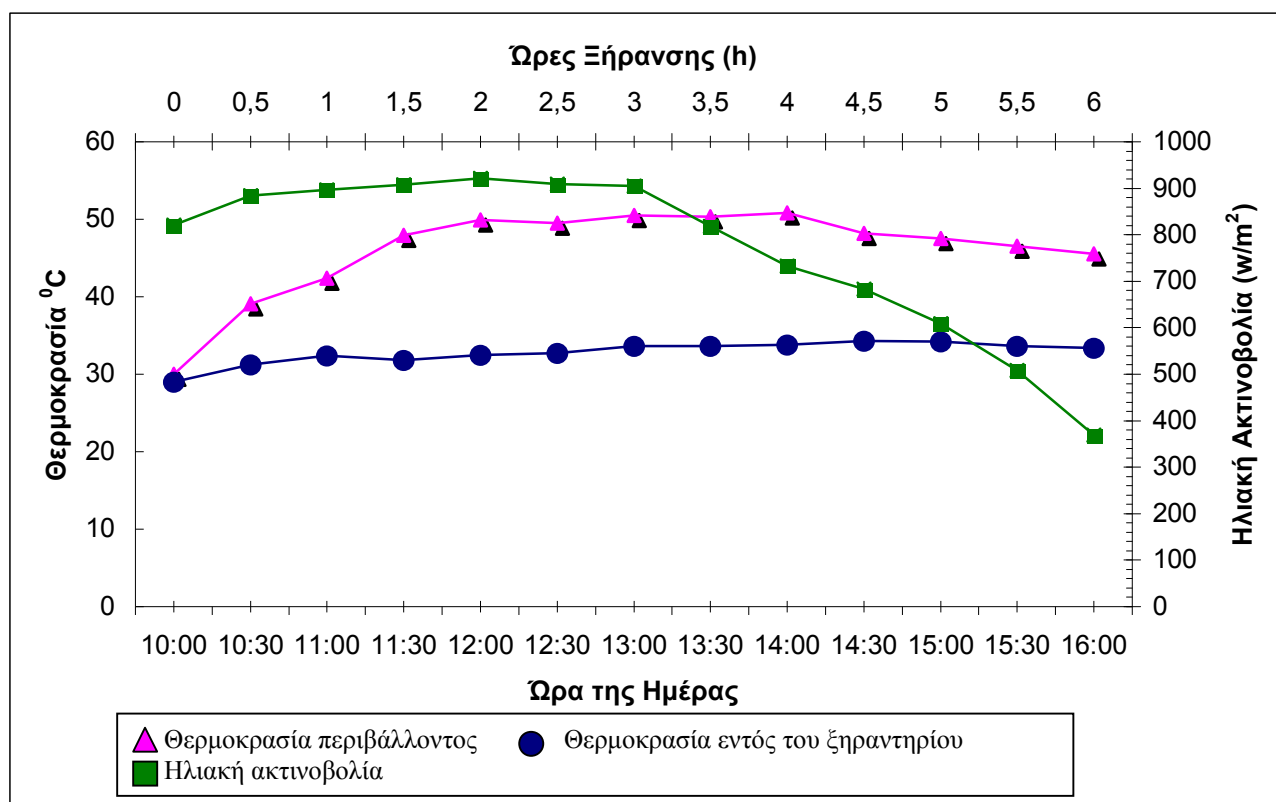
Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	8,65	0	0%	0	0%
2	7,18	1,47	16,99%	1,47	16,99%
3	5,943	2,707	31,29%	1,237	14,30%
4	5,145	3,505	40,52%	0,798	9,23%
5	4,611	4,039	46,69%	0,534	6,17%
6	4,283	4,367	50,49%	0,328	3,80%



Πείραμα 13^{ης} ημέρας

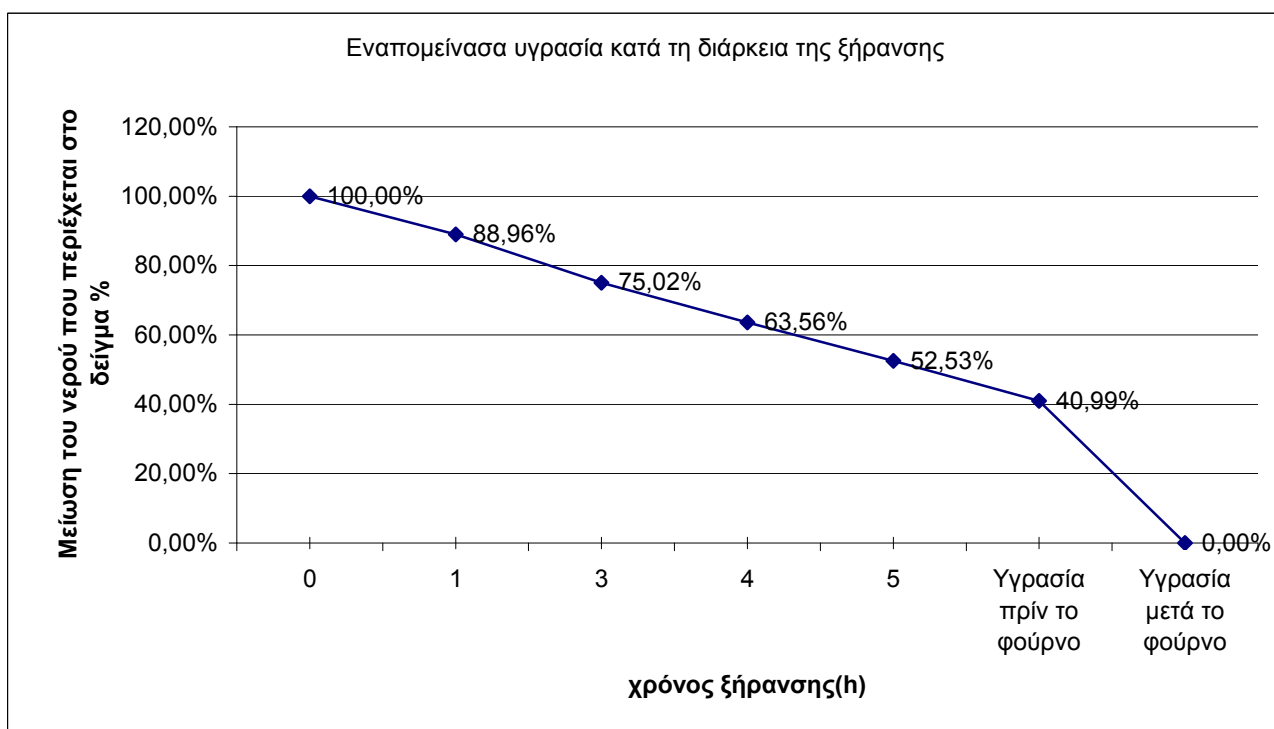
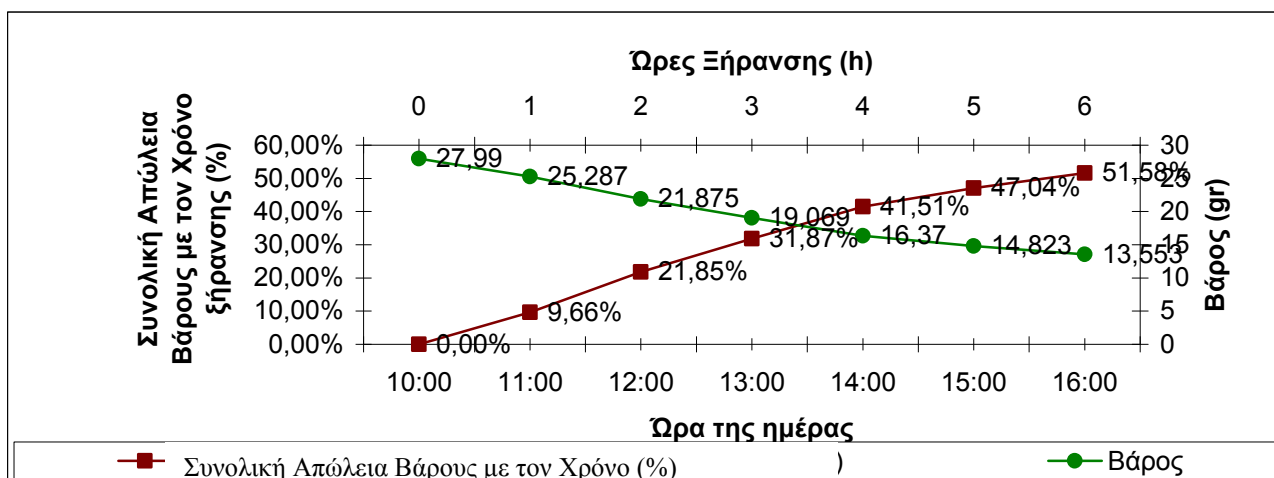
Στις 20/7/2006 έγιναν 8 πειράματα και εξετάστηκαν τα εξής : γρειπ φρουτ, σταφύλι, πορτοκαλί, ακτινίδιο, βερίκοκο, ντομάτα, κέρασι και αγγούρι.

Ωρες Ξήρανσης	Ωρα της Ημέρας	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Θερμοκρασία εντός του ξηραντηρίου (°C)	Δ T (°C)	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)
0	10:00	29	30	1	820
0,5	10:30	31,2	39,1	7,9	884
1	11:00	32,4	42,4	10	896
1,5	11:30	31,8	47,9	16,1	907
2	12:00	32,5	49,9	17,4	921
2,5	12:30	32,7	49,5	16,8	908
3	13:00	33,6	50,5	16,9	904
3,5	13:30	33,6	50,3	16,7	818
4	14:00	33,8	50,8	17	732
4,5	14:30	34,3	48,2	13,9	682
5	15:00	34,2	47,5	13,3	609
5,5	15:30	33,6	46,5	12,9	508
6	16:00	33,4	45,5	12,1	368



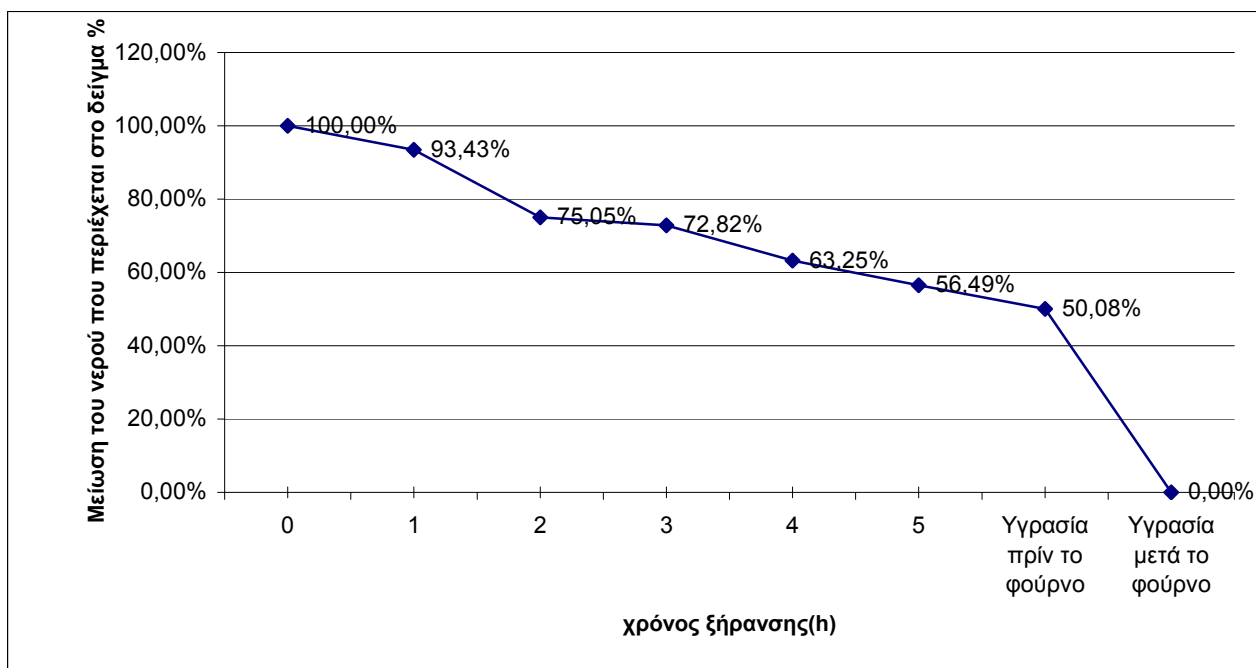
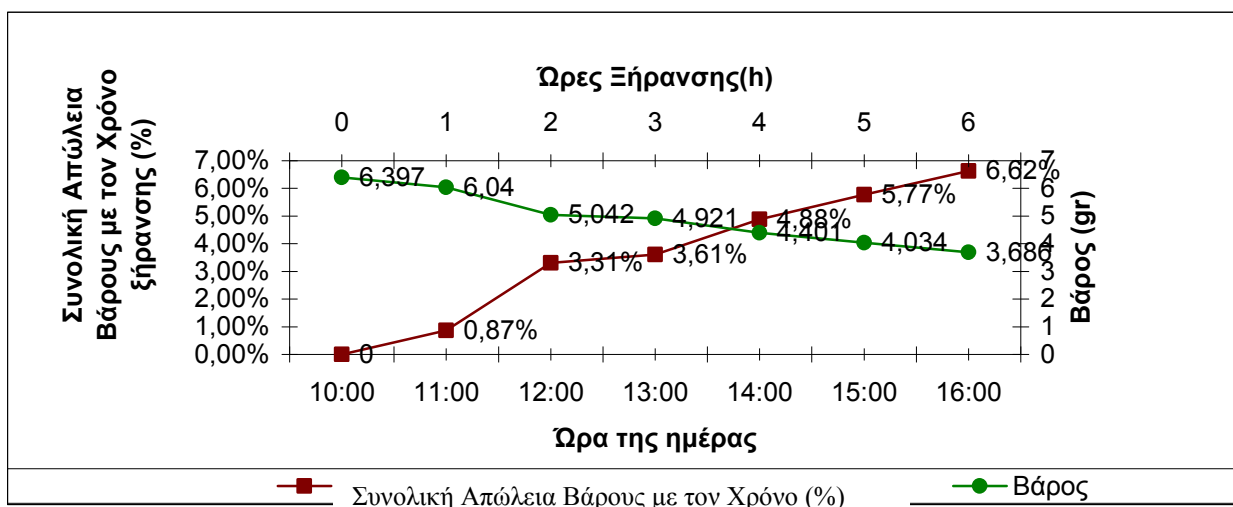
Πείραμα 34
Γρεπ φρούτ

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	27,99	0	0%	0	0%
2	25,287	2,703	9,66%	2,703	9,66%
3	21,875	6,115	21,85%	3,412	12,19%
4	19,069	8,921	31,87%	2,806	10,02%
5	16,37	11,62	41,51%	2,699	9,64%
6	14,823	13,167	47,04%	1,547	5,53%
7	13,553	14,437	51,58%	1,27	4,54%



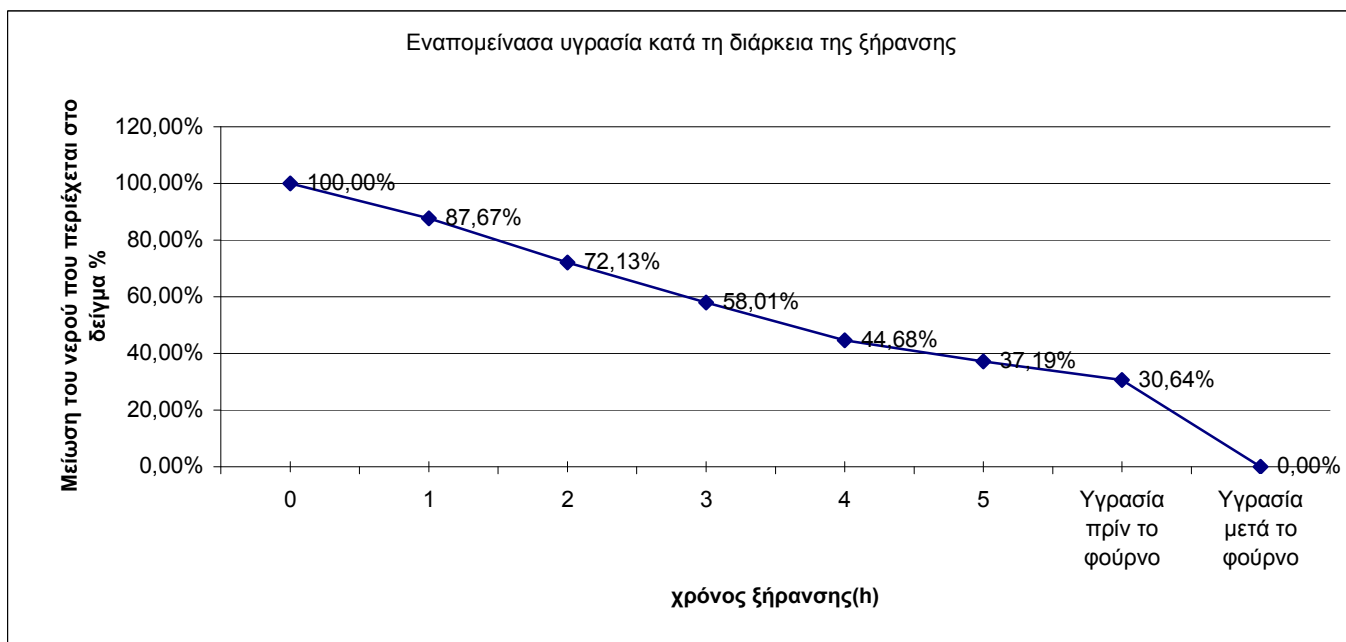
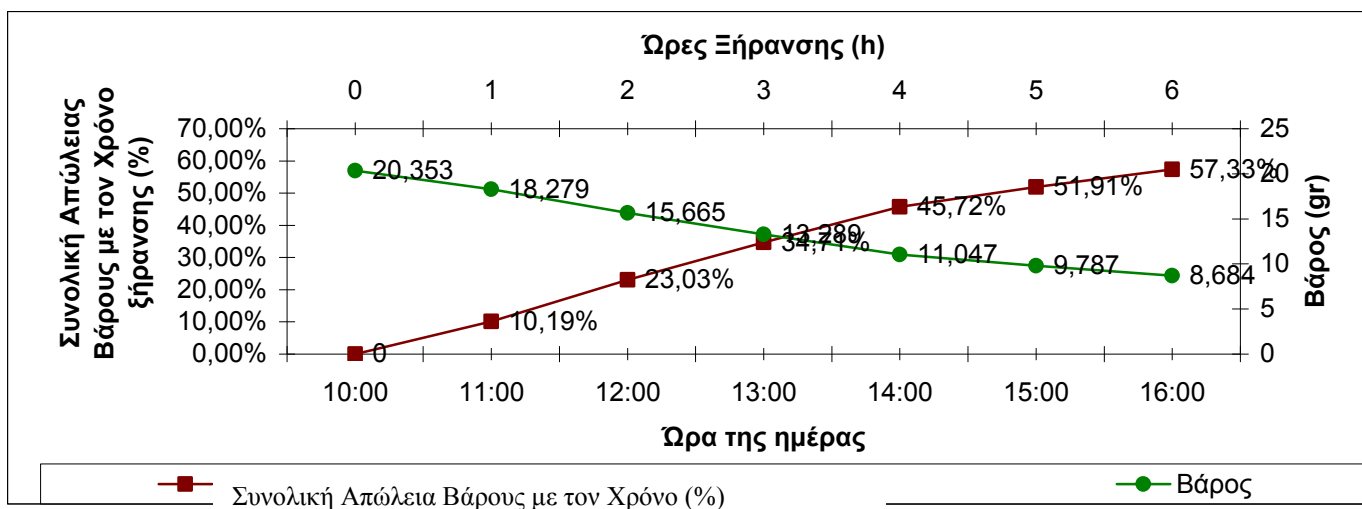
Πείραμα 35
Σταφύλι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	6,397	0	0%	0	0%
2	6,04	0,357	5,58%	0,357	5,58%
3	5,042	1,355	21,18%	0,998	15,60%
4	4,921	1,476	23,07%	0,121	1,89%
5	4,401	1,996	31,20%	0,52	8,13%
6	4,034	2,363	36,94%	0,367	5,74%
7	3,686	2,711	42,38%	0,348	5,44%



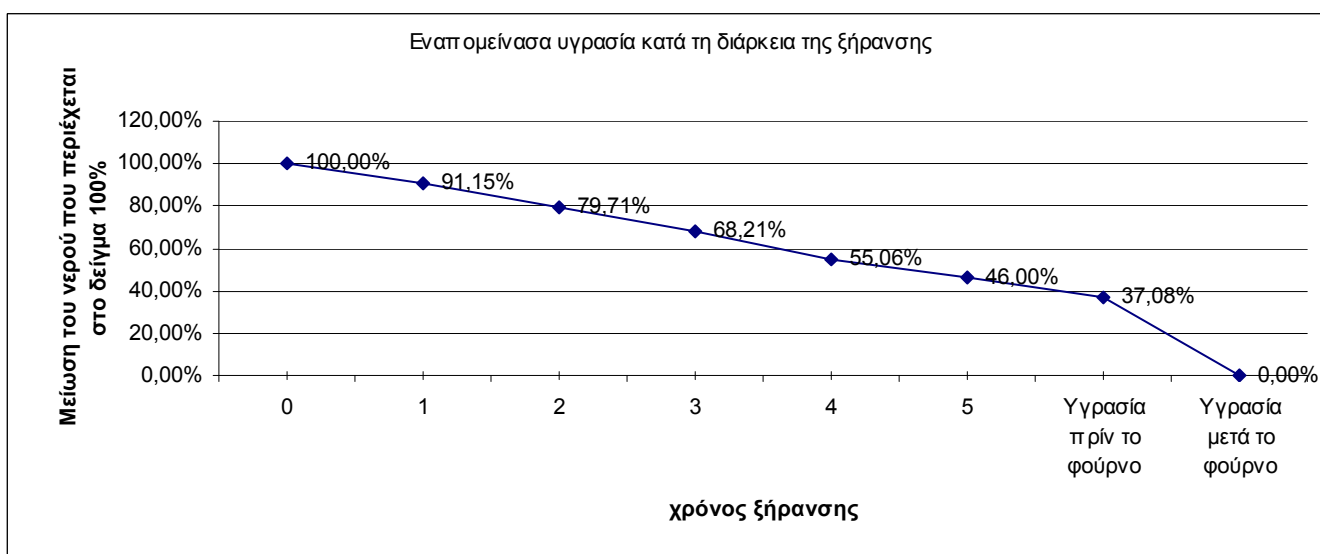
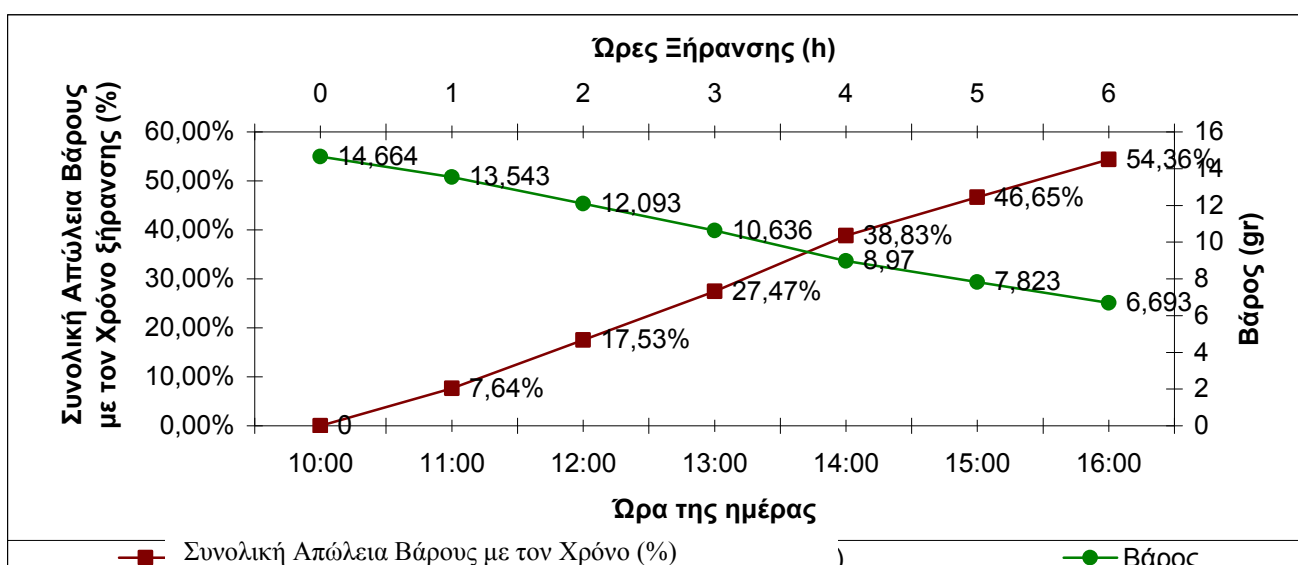
Πείραμα 36
Πορτοκαλί

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	20,353	0	0%	0	0%
2	18,279	2,074	10,19%	2,074	10,19%
3	15,665	4,688	23,03%	2,614	12,84%
4	13,289	7,064	34,71%	2,376	11,68%
5	11,047	9,306	45,72%	2,242	11,01%
6	9,787	10,566	51,91%	1,26	6,19%
7	8,684	11,669	57,33%	1,103	5,42%



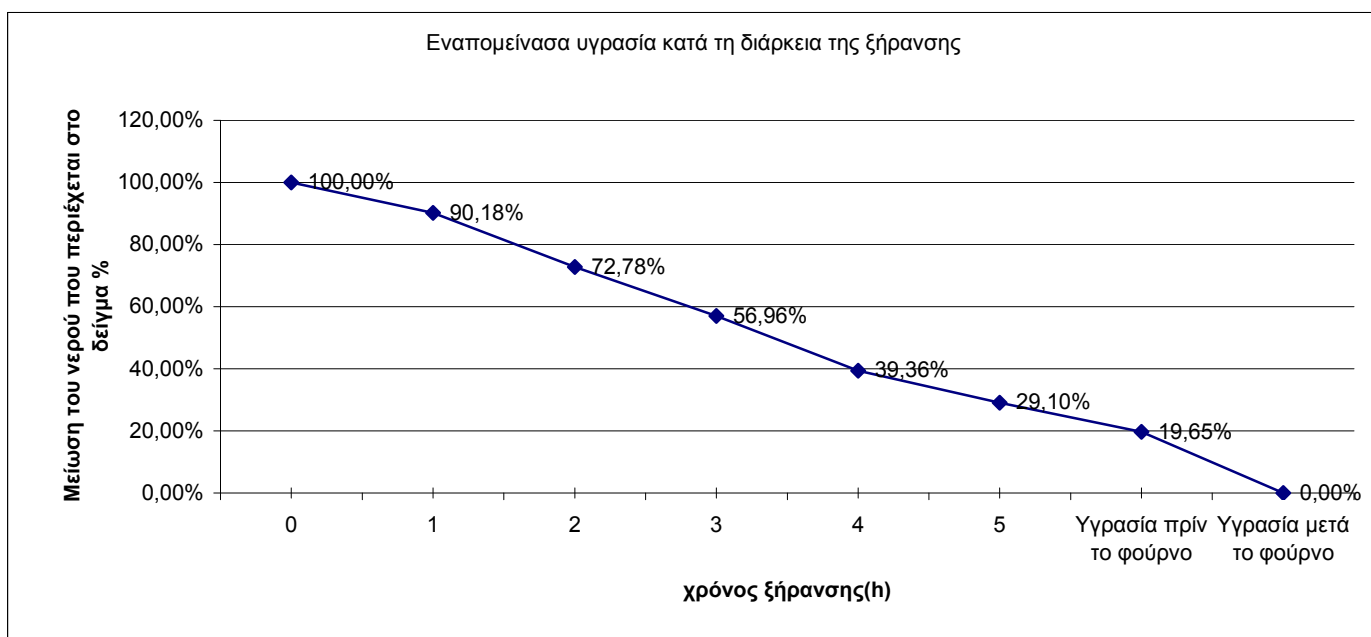
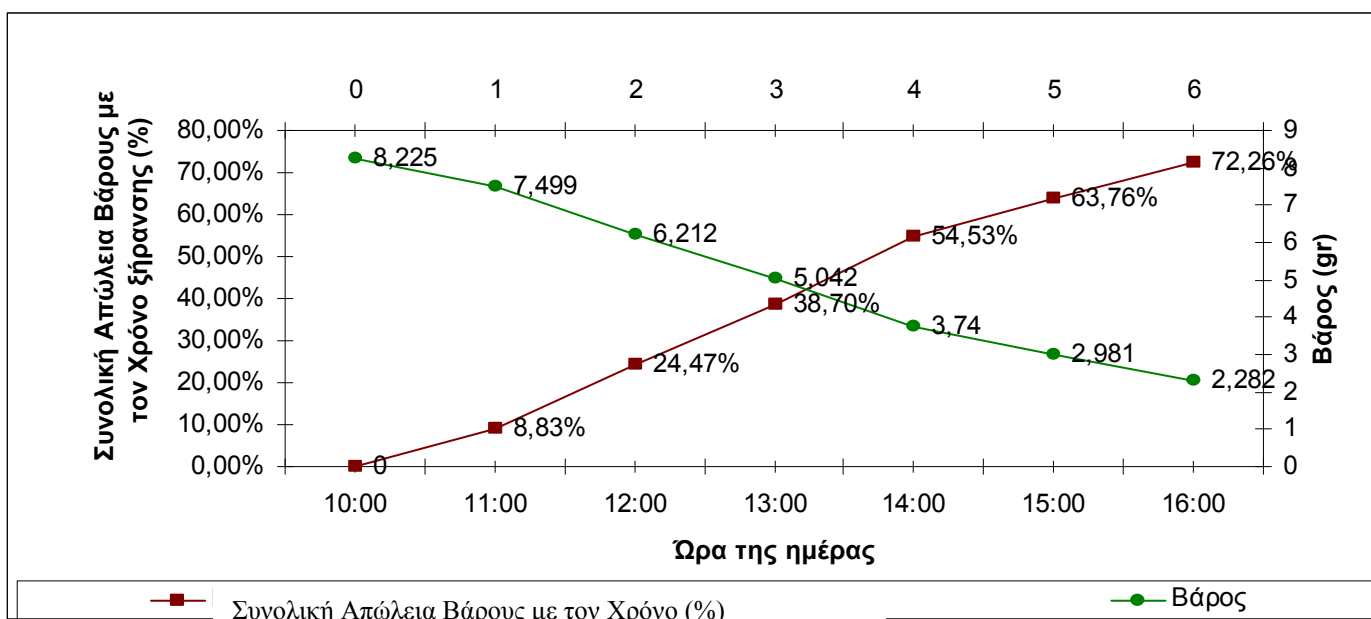
Πείραμα 37
Ακτινίδιο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	14,664	0	0%	0	0%
2	13,543	1,121	7,64%	1,121	7,64%
3	12,093	2,571	17,53%	1,45	9,89%
4	10,636	4,028	27,47%	1,457	9,94%
5	8,97	5,694	38,83%	1,666	11,36%
6	7,823	6,841	46,65%	1,147	7,82%
7	6,693	7,971	54,36%	1,13	7,71%



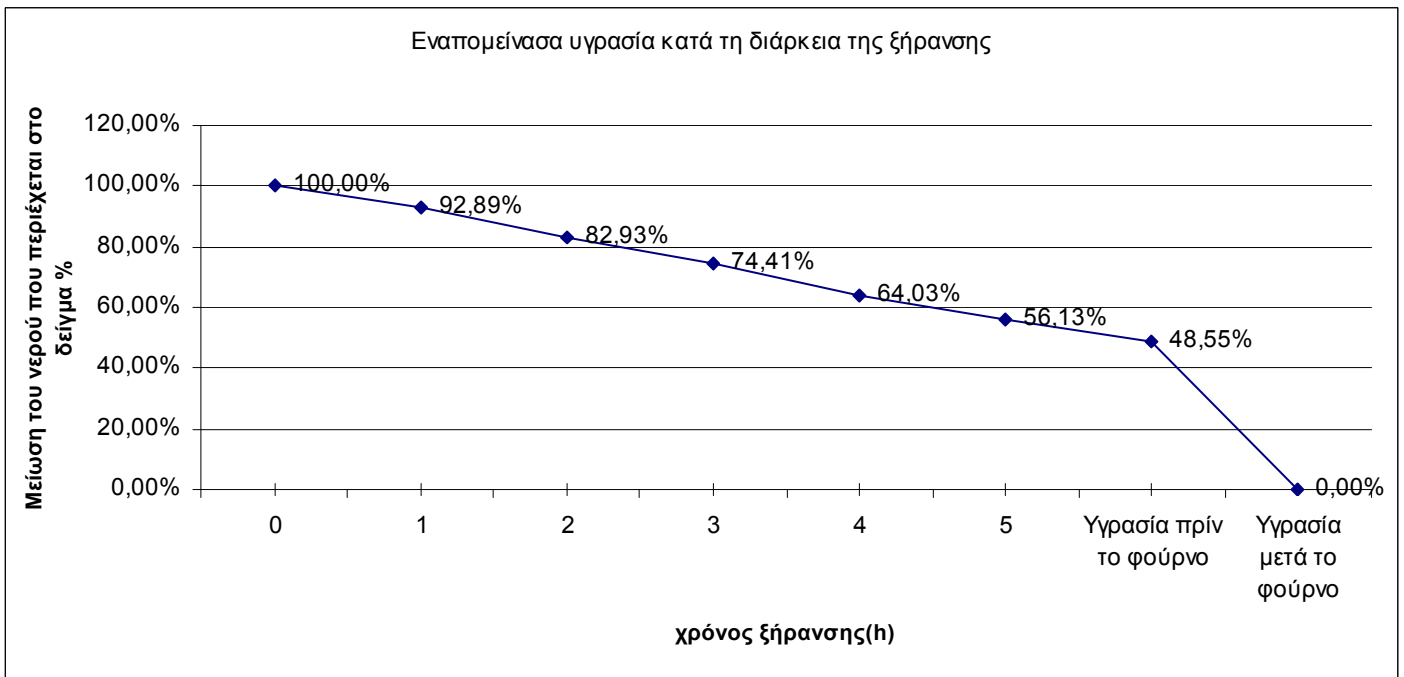
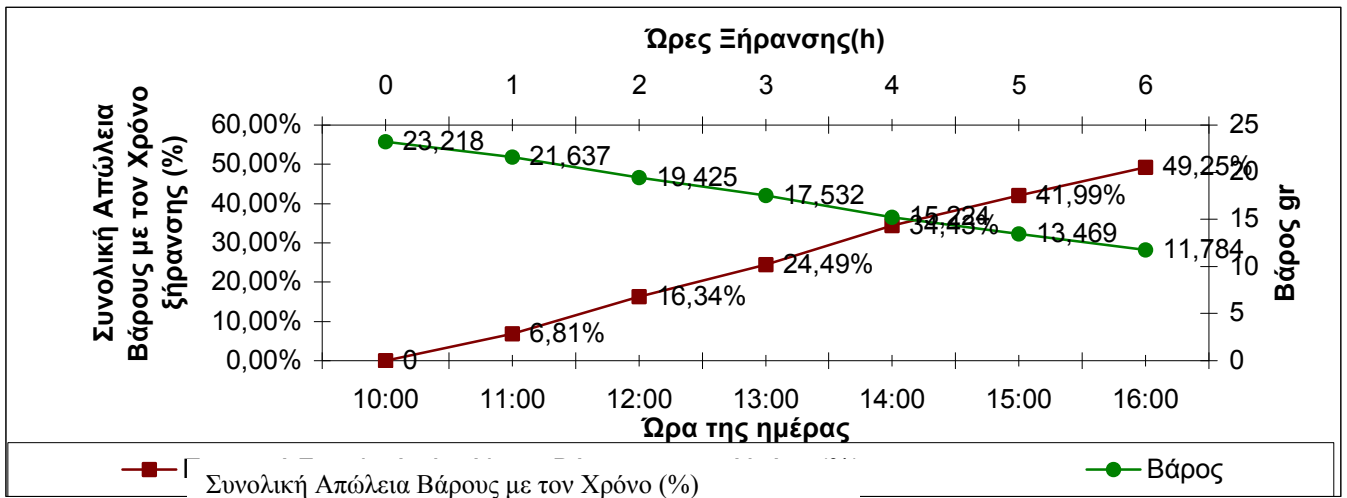
Πείραμα 38
Βερίκοκο

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	8,225	0	0%	0	0%
2	7,499	0,726	8,83%	0,726	8,83%
3	6,212	2,013	24,47%	1,287	15,64%
4	5,042	3,183	38,70%	1,17	14,23%
5	3,74	4,485	54,53%	1,302	15,83%
6	2,981	5,244	63,76%	0,759	9,23%
7	2,282	5,943	72,26%	0,699	8,50%



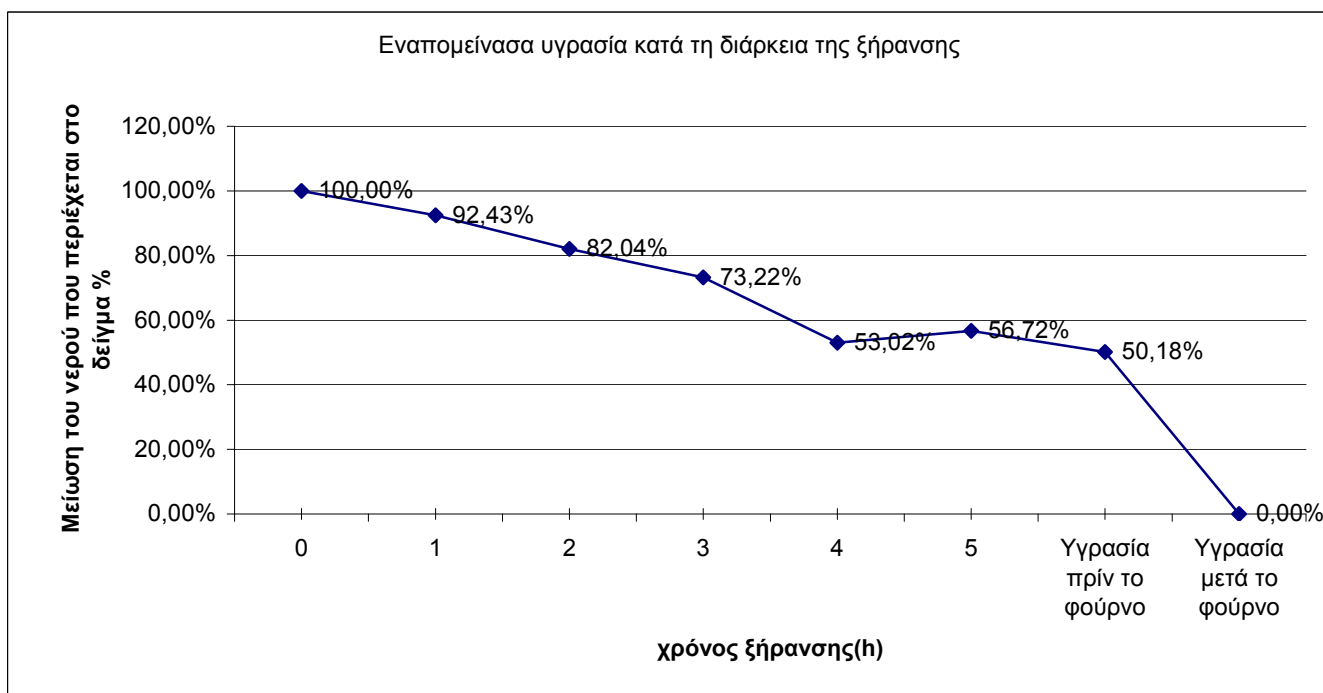
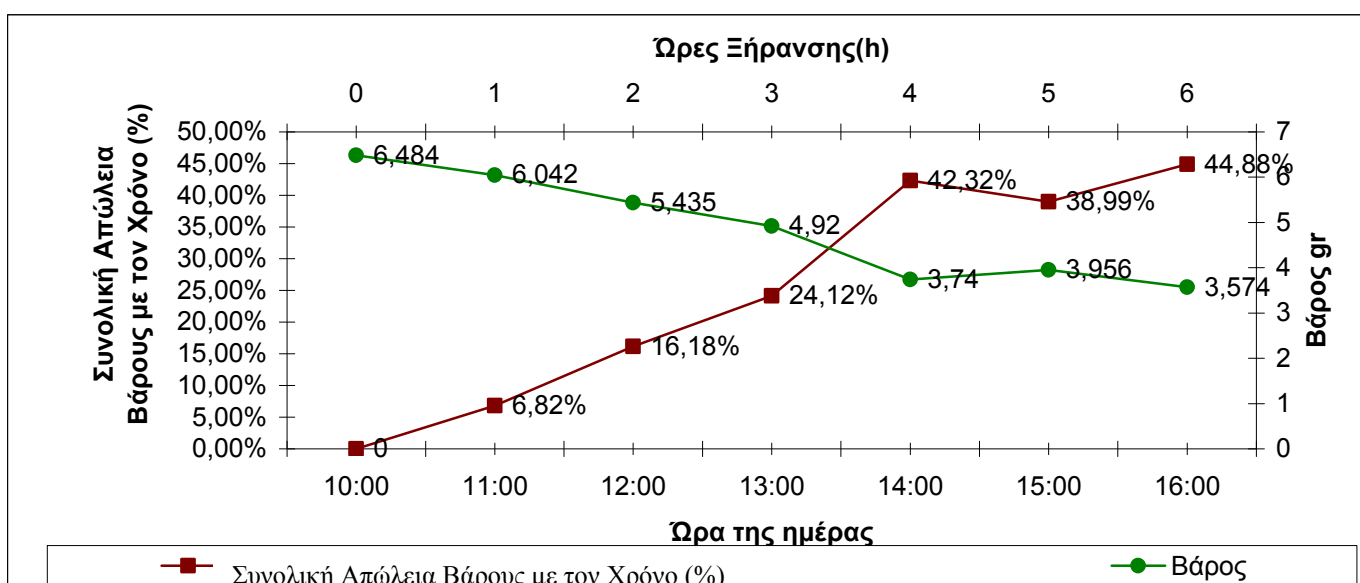
Πείραμα 39
Ντομάτα

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	23,218	0	0%	0	0%
2	21,637	1,581	6,81%	1,581	6,81%
3	19,425	3,793	16,34%	2,212	9,53%
4	17,532	5,686	24,49%	1,893	8,15%
5	15,224	7,994	34,43%	2,308	9,94%
6	13,469	9,749	41,99%	1,755	7,56%
7	11,784	11,434	49,25%	1,685	7,26%



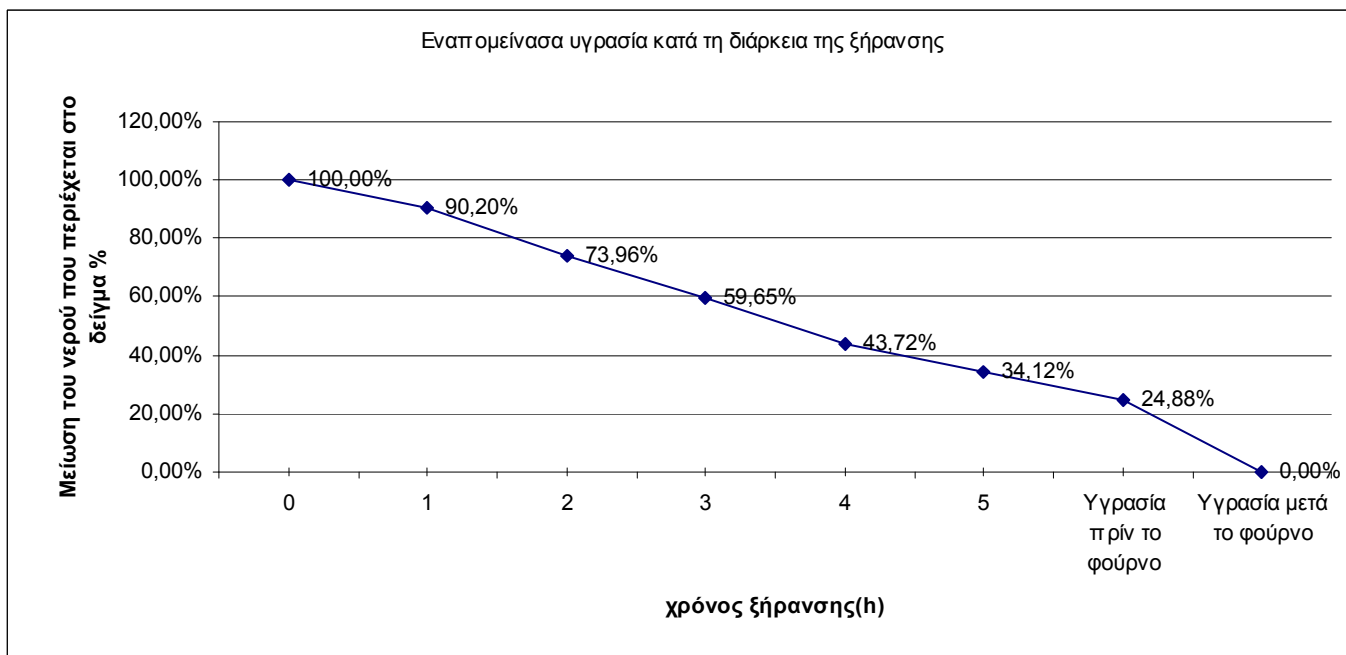
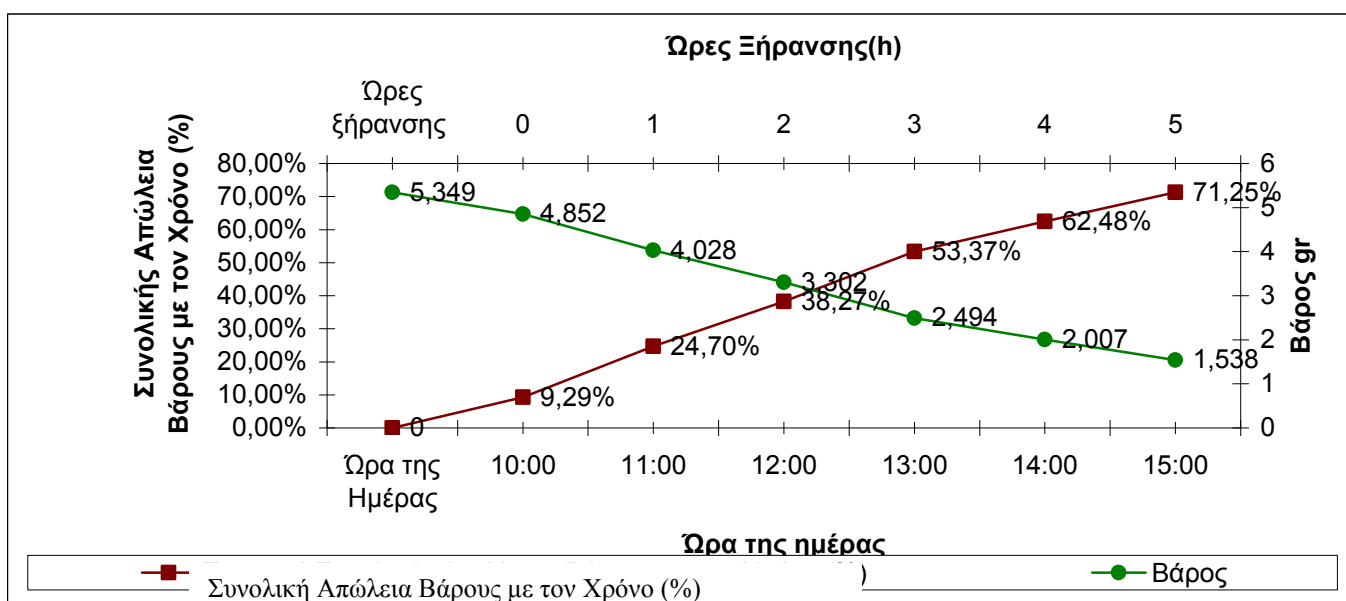
Πείραμα 40
Κεράσι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	6,484	0	0%	0	0%
2	6,042	0,442	6,82%	0,442	6,82%
3	5,435	1,049	16,18%	0,607	9,36%
4	4,92	1,564	24,12%	0,515	7,94%
5	3,74	2,744	32,32%	1,18	8,20%
6	3,956	2,528	38,99%	0,216	6,67%
7	3,574	2,91	44,88%	0,382	5,89%



Πείραμα 41
Αγγούρι

Χρόνος ξήρανσης (h)	Βάρος (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (gr)	Συνολική Απώλεια Βάρους με τον Χρόνο ξήρανσης (%)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (gr)	Ωριαία Απώλεια Υγρασίας (%)
1	5,349	0	0%	0	0%
2	4,852	0,497	9,29%	0,497	9,29%
3	4,028	1,321	24,70%	0,824	15,41%
4	3,302	2,047	38,27%	0,726	13,57%
5	2,494	2,855	53,37%	0,808	15,10%
6	2,007	3,342	62,48%	0,487	9,11%
7	1,538	3,811	71,25%	0,469	8,77%















6.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων :

Ημερομηνία	Φρούτα - Λαχανικά	Ώρες ξήρασης (h)	Αρχικό Βάρος- Βάρος πριν από την ηλιακή ξήραση (gr)	Βάρος μετά από την ηλιακή ξήραση και πριν την ξήραση σε συμβατικό Φούρνο (gr)	Βάρος μετά τον συμβατικό Φούρνο (gr)	Ξήραση % στο ηλιακό ξηραντήριο	Εναπομείνουσα Υγρασία % Μετά την ηλιακή ξήραση
11/7/2006	Αγγούρι	5	3,037	0,576	0,105	83,94%	16,06%
17/7/2006	Αγγούρι	6	6,31	1,96	0,25	71,78%	28,22%
20/7/2006	Αγγούρι	6	5,349	1,538	0,276	75,12%	24,88%
24/5/2006	Ακτινίδιο	5,5	12,16	5,05	1,9	69,30%	30,70%
10/7/2006	Ακτινίδιο	4,5	10,969	6,68	2	47,82%	52,18%
20/7/2006	Ακτινίδιο	6	14,664	6,693	1,995	62,92%	37,08%
24/5/2006	Βερίκοκο	5,5	29,532	24,48	2,4	18,62%	81,38%
25/5/2006	Βερίκοκο	5,5	27,962	21,9	3,559	24,84%	75,16%
12/7/2006	Βερίκοκο	4,5	12,75	8,585	1,621	37,48%	62,52%
20/7/2006	Βερίκοκο	6	8,225	2,282	0,829	80,35%	19,65%
25/5/2006	Γκρέιπ Φρούτ	5,5	51,448	30,41	8,435	48,91%	51,09%
12/7/2006	Γκρέιπ Φρούτ	4,5	42,947	33,916	7,042	25,15%	74,85%
20/7/2006	Γκρέιπ Φρούτ	6	27,99	13,553	3,518	59,01%	40,99%
12/7/2006	Κεράσι	4,5	8,444	5,79	1,586	38,72%	61,28%
20/7/2006	Κεράσι	6	6,484	3,574	0,643	49,82%	50,18%
18/5/2006	Λεμόνι	5	17,894	5,068	1,892	92,61%	7,39%
10/7/2006	Λεμόνι	4,5	26,59	20,493	18,49	85,83%	14,17%
17/7/2006	Λεμόνι	6	21,41	15,2	3,39	84,35%	15,65%
19/7/2006	Λεμόνι	5	8,65	4,283	1,449	60,64%	39,36%
25/5/2006	Μανταρίνι	5,5	17,787	14,64	2,459	20,53%	79,47%
12/7/2006	Μαύρο Σταφύλι	4,5	10,782	7,35	1,995	39,06%	60,94%
18/7/2006	Μήλο	6	26,19	16,926	3,6	41,01%	58,99%
18/7/2006	Μούσμουλο	6	6,37	4,234	1,062	40,24%	59,76%
10/7/2006	Νεκταρίνι	4,5	9,471	4,611	0,983	57,26%	42,74%
22/5/2006	Ντομάτα	6	38,95	13,6	1,99	68,59%	31,41%
10/7/2006	Ντομάτα	4,5	25,385	15,01	1,191	42,88%	57,12%
12/7/2006	Ντομάτα	4,5	27,756	15,107	1,195	47,62%	52,38%
17/7/2006	Ντομάτα	6	13,06	6,88	0,63	49,72%	50,28%
20/7/2006	Ντομάτα	6	23,218	11,784	0,996	51,45%	48,55%
19/7/2006	Ντοματάκι	5	12,8	8,336	1,146	38,30%	61,70%
23/5/2006	Πατάτα	4,5	13,728	7,1	2,87	61,04%	38,96%
11/7/2006	Πατάτα	5	17,224	12,715	3,96	33,99%	66,01%
18/7/2006	Πατάτα	6	7,217	2,193	1,454	87,18%	12,82%
23/5/2006	Πορτοκάλι	5,5	22,332	10,7	3,1	60,48%	39,52%
10/7/2006	Πορτοκάλι	4,5	36,142	26,4	5,692	74,90%	25,10%
18/7/2006	Πορτοκάλι	6	24,682	16,236	5,278	43,53%	56,47%
20/7/2006	Πορτοκάλι	6	20,353	8,684	3,53	69,36%	30,64%
17/7/2006	Ρόδι	6	6,51	5,03	1,27	28,24%	71,76%
20/7/2006	Σταφύλι	6	6,397	3,686	0,966	49,92%	50,08%
17/7/2006	Τριαντάφυλλο	6	1,53	0,6	0,28	74,40%	25,60%
19/7/2006	Τριαντάφυλλο εκατόφυλλο	5	1,44	0,34	0,23	90,91%	9,09%

6.4 Φωτογραφίες αποξηραμένων προϊόντων

Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά τα αγροτικά προϊόντα και η μορφή τους μετά την αποξήρανση :

	Τριαντάφυλλο		Βερίκοκο
	Ντομάτα		Ακτινίδιο
	Αγγούρι		Σταφύλι
	Πορτοκάλι		Λεμόνι
	Κεράσι		Νεκταρίνι
	Γκρεπ Φρουτ		Ρόδι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

7.1 Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις

α) Σύμφωνα με τους πίνακες που προέκυψαν από τα πειράματά μας καταλήγουμε σε κάποια συμπεράσματα σχετικά με την συμπεριφορά των φρούτων και των λαχανικών, ως προς το ηλιακό μας ξηραντήριο κατά τη διάρκεια της ξήρανσής τους.

Συνεπώς έχουμε :

Το αγγούρι με αρχικό βάρος 4,90 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με ξήρανση διάρκειας 5,67 h χάνει το 76,95 % της υγρασίας του και χρειάζονται 6,4 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε την πλήρη αποξήρανση του,

Το ακτινίδιο βάρους 12,60 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου με ξήρανση 5,33 ωρών χάνει το 60,01 % της υγρασίας του. Άρα χρειάζεται 9,1 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

Το βερίκοκο βάρους 19,62 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με ξήρανση διάρκειας 5,38 h χάνει το 40,32 % της υγρασίας του, οπότε χρειάζεται 17,754 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε την πλήρη αποξήρανση του.

Το γκρεπ φρουτ βάρους 40,80 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου με ξήρανση 5,33 ωρών χάνει το 44,36 % της υγρασίας του, Άρα χρειαζόμαστε 13,7 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

Το κεράσι βάρους 18,57 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με ξήρανση διάρκειας 5,28 h χάνει το 44,30 % της υγρασίας του. οπότε χρειάζονται 12,6 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση του.

Το λεμόνι βάρους 18,64 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου με ξήρανση 5,13 ωρών χάνει το 80,86 % της υγρασίας του. Άρα χρειάζονται 6,9 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

Το μανταρινί βάρους 17,787 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με διάρκεια ξήρανσης 5,5 h χάνει το 20,53 % της υγρασίας του. οπότε χρειάζεται 26,8 ώρες ηλιοφάνειας για να αποξηρανθεί πλήρως.

Το μαύρο σταφύλι βάρους 10,782 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου με ξήρανση 4,5 ωρών χάνει το 39,06 % της υγρασίας του. Άρα χρειάζονται 11,5 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

Το Μήλο βάρους 26,19 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με διάρκεια ξήρανσης 6 h χάνει το 41,01 % της υγρασίας του. οπότε χρειάζεται 14,6 ώρες ηλιοφάνειας για να αποξηρανθεί πλήρως.

Το μούσμουλο βάρους 6,37 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου με ξήρανση 6 ωρών χάνει το 40,24 % της υγρασίας του. Άρα χρειάζονται 14,9 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

Το νεκταρίνι βάρους 9,471 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με διάρκεια ξήρανσης 4,5 h χάνει το 57,26 % της υγρασίας του. οπότε χρειάζεται 7,9 ώρες ηλιοφάνειας για να αποξηρανθεί πλήρως.

Η ντομάτα βάρους 26,67 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου με ξήρανση 5,40 ωρών έχασε το 52,05 % της υγρασίας της, Άρα χρειάζονται 10,6 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

Το ντοματάκι βάρους 12,8 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με διάρκεια ξήρανσης 5 h έχασε το 38,30 % της υγρασίας του, οπότε χρειάζεται 13 ώρες ηλιοφάνειας για να αποξηρανθεί πλήρως.

Η πατάτα βάρους 12,72 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου χάνει το 60,74 % της υγρασίας της με ξήρανση 5,17 ωρών, Άρα χρειάζονται 9,9 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

Το πορτοκάλι βάρους 27,06 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με διάρκεια ξήρανσης 5,50 ωρών χάνει το 62,07 % της υγρασίας του. οπότε χρειάζεται 9,3 ώρες ηλιοφάνειας για να αποξηρανθεί πλήρως.

Το ρόδι βάρους 6,51 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου με ξήρανση 6 ωρών χάνει το 28,24 % της υγρασίας του. Άρα χρειάζονται 21,2 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

Το σταφύλι βάρους 6,397 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου, με διάρκεια ξήρανσης 6 h χάνει το 49,92 % της υγρασίας του. οπότε χρειάζεται 12 ώρες ηλιοφάνειας για να αποξηρανθεί πλήρως.

Το εκατόφυλλο τριαντάφυλλο βάρους 1,485 gr στον συγκεκριμένο τύπο ξηραντηρίου έχασε το 71,74 % της υγρασίας του με ξήρανση 5,5 ωρών. Άρα χρειάζονται 5,5 ώρες ηλιοφάνειας για να έχουμε πλήρη αποξήρανση.

β) Πρέπει να εκμεταλλευτούμε την ηλιακή ακτινοβολία γιατί είναι σημαντικά χρήσιμη για την ξήρανση όλων των γεωργικών προϊόντων.

γ) Τα έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια μας απελευθερώνουν από την κοπιαστική παραδοσιακή φυσική ξήρανση. Με την εκμετάλλευση τους μπορούμε να αυξήσουμε τους ρυθμούς παραγωγής και την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων.

δ) Κοστίζουν κάπως τα έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια και γι' αυτό χρησιμοποιούνται κατά το πλείστο από μικρές βιοτεχνίες. (π.χ. βιοτεχνίες ξήρανσης ξύλων) .

ε) Τα αποτελέσματα που μας δίδουν τα έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια αρχίζουν να είναι ικανοποιητικά το δεύτερο ή τρίτο χρόνο. Το πρώτο χρόνο μπορεί να μην έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα ξήρανσης λόγω διαφόρων αστάθμητων συνεπειών που επηρεάζουν το ξηραντήριο.

στ) Η απόδοση του ξηραντηρίου για αγροτικά προϊόντα μέσου βάρους 25gr είναι περίπου 80% .

ζ) Η απόδοση του ξηραντηριου για προϊόντα με μέσο βάρος 40gr είναι περίπου 60%.

η) Το ποσοστό συνολικής απώλειας βάρους επί τοις εκατό υπολογίζεται στο 10% ανά ώρα για τα αγροτικά προϊόντα μέσου βάρους 35 gr.

θ) Οι υψηλότερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος και ξηραντηριου παρατηρήθηκαν από τις 12:00 έως και τις 14:00. Συνεπώς εκείνες τις ώρες εάν παρατηρήσουμε και τους πίνακες είχαμε τις υψηλότερες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας άρα και τον μεγαλύτερο ρυθμό ξήρανσης. Οποτε οι καταλληλότερες ώρες για ξήρανση με προσανατολισμό του ξηραντηριου κατά τη διεύθυνση του νότου είναι από τις 11:00 το πρωί έως και τις 15:00 το μεσημέρι.

ι) Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τα αγροτικά προϊόντα τα οποία τοποθετήσαμε στον αποξηραντήρα και τα μελετήσαμε για 4,5 ώρες.

Παρατηρούμε ότι το λεμόνι υπέστη την μεγαλύτερη αποξήρανση με ποσοστό ξήρανσης 85,83%. Αντίθετα το αγροτικό προϊόν το οποίο είχε το μικρότερο ποσοστό αποξήρανσης ήταν το γκρέιπ φρουτ όπου το ποσοστό ξήρανσης του ήταν μόλις 25,15%.

Φρούτα - Λαχανικά	Ωρες ξήρανσης (h)	Αρχικό Βάρος (gr)	Ξήρανση επί τοις %	Συνολικές ώρες που απαιτούνται για την πλήρη Ξήρανση (h)	Μέση ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)	T _{max} στον θάλαμο ξήρανσης (°C)	ΔT (°C)
Λεμόνι	4,5	26,59	85,83%	5,2	774	43,8	8,7
Πορτοκάλι	4,5	36,142	74,90%	6,0	774	43,8	8,7
Νεκταρίνι	4,5	9,471	57,26%	7,9	774	43,8	8,7
Ακτινίδιο	4,5	10,969	47,82%	9,4	774	43,8	8,7
Ντομάτα	4,5	25,385	42,88%	10,5	774	43,8	8,7
Βερίκοκο	4,5	12,75	37,48%	12,0	774	43,7	9,6
Κεράσι	4,5	8,444	38,72%	11,6	774	43,7	9,6
Μαύρο Σταφύλι	4,5	10,782	39,06%	11,5	774	43,7	9,6
Πατάτα	4,5	13,728	61,04%	7,4	791	41,3	9,8
Ντομάτα	4,5	27,756	47,62%	9,4	774	43,7	9,6
Γκρέιπ Φρούτ	4,5	42,947	25,15%	17,9	780	43,7	9,6

κ) Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τα αγροτικά προϊόντα τα οποία τοποθετήσαμε στον αποξηραντήρα και τα μελετήσαμε για 5 ώρες.

Παρατηρούμε ότι το λεμόνι υπέστη την μεγαλύτερη αποξήρανση με ποσοστό ξήρανσης 92,61%. Αντίθετα το αγροτικό προϊόν το οποίο είχε το μικρότερο ποσοστό αποξήρανσης ήταν η πατάτα της οποίας το ποσοστό ξήρανσης ήταν 33,99%.

Φρούτα - Λαχανικά	Ωρες ξήρανσης (h)	Αρχικό Βάρος (gr)	Ξήρανση επί τοις %	Συνολικές ώρες που απαιτούνται για την πλήρη Ξήρανση (h)	Μέση ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)	T _{max} στον θάλαμο ξήρανσης (°C)	ΔT (°C)
Πατάτα	5	17,224	33,99%	14,7	778	43,6	10,4
Αγγούρι	5	3,037	83,94%	6,0	781	43,6	10,4
Λεμόνι	5	17,894	92,61%	5,4	823	38,9	8,7
Τριαντάφυλλο εκατόφυλλο	5	1,44	90,91%	5,5	840	54,2	22
Λεμόνι	5	8,65	60,64%	8,2	840	54,2	22
Ντοματάκι	5	12,8	38,30%	13,1	840	54,2	22

λ) Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τα αγροτικά προϊόντα τα οποία τοποθετήσαμε στον αποξηραντήρα και τα μελετήσαμε για 5,5 ώρες.

Παρατηρούμε ότι το ακτινίδιο υπέστη την μεγαλύτερη αποξήρανση με ποσοστό ξήρανσης 69,30%. Αντίθετα το αγροτικό προϊόν το οποίο είχε το μικρότερο ποσοστό αποξήρανσης ήταν το βερίκοκο όπου το ποσοστό ξήρανσης του ήταν 18,62%.

Φρούτα - Λαχανικά	Ώρες ξήρανσης (h)	Αρχικό Βάρος (gr)	Ξήρανση επί τοις %	Συνολικές ώρες που απαιτούνται για την πλήρη Ξήρανση (h)	Μέση ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)	T _{max} στον θάλαμο ξήρανσης (°C)	ΔT (°C)
Πορτοκάλι	5,5	22,332	60,48%	9,1	791	41,3	9,8
Γκρέιπ Φρούτ	5,5	51,448	48,91%	11,2	799	45,8	10,9
Βερίκοκο	5,5	27,962	24,84%	22,1	799	45,8	10,9
Μανταρίνι	5,5	17,787	20,53%	26,8	799	45,8	10,9
Ακτινίδιο	5,5	12,16	69,30%	7,9	815	42,1	8,1
Βερίκοκο	5,5	29,532	18,62%	29,5	815	42,1	8,1

μ) Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τα αγροτικά προϊόντα τα οποία τοποθετήσαμε στον αποξηραντήρα και τα μελετήσαμε για 6 ώρες.

Παρατηρούμε ότι η πατάτα υπέστη την μεγαλύτερη αποξήρανση με ποσοστό ξήρανσης 85,83%. Αντίθετα το αγροτικό προϊόν το οποίο είχε το μικρότερο ποσοστό αποξήρανσης ήταν το ροδί του οποίου το ποσοστό ξήρανσης του ήταν 28,24%.

Φρούτα - Λαχανικά	Ώρες ξήρανσης (h)	Αρχικό Βάρος (gr)	Ξήρανση επί τοις %	Συνολικές ώρες που απαιτούνται για την πλήρη Ξήρανση (h)	Μέση ηλιακή ακτινοβολία (W/m ²)	T _{max} στον θάλαμο ξήρανσης (°C)	ΔT (°C)
Βερίκοκο	6	8,225	80,35%	7,5	767	50,8	17,4
Αγγούρι	6	5,349	75,12%	8,0	767	50,8	17,4
Πορτοκάλι	6	20,353	69,36%	8,7	767	50,8	17,4
Ακτινίδιο	6	14,664	62,92%	9,5	767	50,8	17,4
Γκρέιπ Φρούτ	6	27,99	59,01%	10,2	767	50,8	17,4
Ντομάτα	6	23,218	51,45%	11,7	767	50,8	17,4
Σταφύλι	6	6,397	49,92%	12,0	767	50,8	17,4
Κεράσι	6	6,484	49,82%	12,0	767	50,8	17,4
Ντομάτα	6	38,95	68,59%	8,7	781	50,8	10,7
Πατάτα	6	7,217	87,18%	6,9	808	46,7	10,9
Πορτοκάλι	6	24,682	43,53%	13,8	808	46,7	10,9
Μήλο	6	26,19	41,01%	14,6	808	46,7	10,9
Μούσμουλο	6	6,37	40,24%	14,9	808	46,7	10,9
Λεμόνι	6	21,41	84,35%	7,1	829	45,3	10,3
Τριαντάφυλλο	6	1,53	74,40%	8,1	829	45,3	10,3
Αγγούρι	6	6,31	71,78%	8,4	829	45,3	10,3
Ντομάτα	6	13,06	49,72%	12,1	829	45,3	10,3
Ρόδι	6	6,51	28,24%	21,2	829	45,3	10,3

ν) Επίσης παρατηρήθηκε ότι εκτός από το βάρος, σημαντικό ρόλο έχει και το περίβλημα του προϊόντος, το οποίο ανάλογα με τη φύση και το πάχος του εμποδίζει ιδιαίτερα την μεταφορά θερμότητας και τη μεταφορά νερού στο εσωτερικό του προϊόντος, με αποτέλεσμα να έχουμε σημαντική μείωση του ποσοστού ξήρανσης του.

Τέτοια αγροτικά προϊόντα είναι το βερίκοκο, το γκρέιπ φρούτ, το ροδί, το μούσμουλο και το σταφύλι.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω έρχονται τα αγροτικά προϊόντα όπως λεμόνι, αγγούρι και η πατάτα, τα οποία χάνουν την υγρασία τους με μεγαλύτερο ρυθμό.

Επίσης μεγάλη αποξήρανση παρατηρήθηκε στο τριαντάφυλλο.

ξ) Η μεγαλύτερη θερμοκρασία που παρατηρήθηκε μέσα στον θάλαμο αποξηράνσης ήταν $54,2^{\circ}\text{C}$ στις 19/7/2006 όπου επίσης η μέση ηλιακή ακτινοβολία ήταν η μεγαλύτερη από υπόλοιπες ημέρες ξήρανσης με τιμή $840\text{W}/\text{m}^2$.
Συνεπώς συμπεραίνουμε ότι η θερμοκρασία μέσα στο θάλαμο επηρεάζεται από την ηλιακή ακτινοβολία.

ο) Η μεγαλύτερη διάφορα θερμοκρασίας μεταξύ θερμοκρασίας περιβάλλοντος και θερμοκρασίας εντός του ξηραντηρίου ήταν 22°C και παρατηρήθηκε την ημέρα με την υψηλότερη ηλιακή ακτινοβολία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Brace Research Institute : A survey of solar agricultural driers, 1975
- 2) Action/Peace Corps and VITA : Preparing grain for storage, 1976
- 3) Commonwealth Science Council : Solar driers, 1985
- 4) ILO : 'Solar drying' - Practical methods of food preservation -1988
- 5) NRI: Producing Solar Dried Fruit and Vegetables for Small-scale Enterprise Development, 1996
- 6) IT Publishing : Try Drying It!: Case studies in the dissemination of tray drying technology, 1991
- 7) Directors of Wagh College of Engineering, Nashik (MS), 2002 Elsevier Science
- 8) Financial support of Council of Scientific Research, (CSIR),2002 Elsevier Science
- 9) Π. Χαρόνη : Ηλιακά ξηραντήρια : Σημειώσεις 1985 , TEI Πειραιώς.
- 10) J.J. Bimbenet : Le sechage dans les industries agricoles et alimentaires.
- 11) M. Dagueneat : Cing sechours solaires a vocation industrielle operationels dans le sud de la France. (IV seminaire sur l' energie solaire 10. 21/9/86 Trieste).
- 12) J.P. Heber, D. Griffon, A. Themelin : Utilisation de l' energie solaire pour le sechage de produits agricoles dans les pays en voie de developpement. (IV seminaire sur l' energie solaire 10 : 21/9/84 Trieste).
- 13) Collectif : Le sechage des produits alimentaires Colloque EDONTON (Canada) 1981 OTTAWA.
- 14) Collectif : Sechage solaire et developpement rural Colloque Bordeaux (France) 1983.
- 15) Collectif : Le sechage solaire. Colloque Perpignant (France)1984.
- 16) Gosta Gustafsson : Solar assisted grain drying in hot and humid areas 1982.