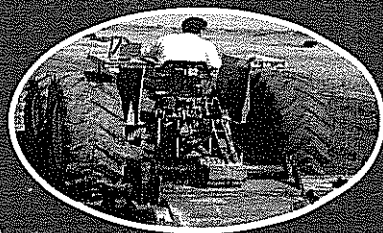


1^ο Εθνικό Συνέδριο ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΤΟΜΟΣ
ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

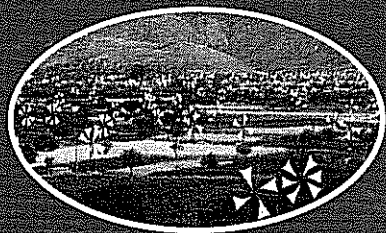


ΓΕΩΡΓΙΚΑ
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ



ΕΛΑΦΟΣ
ΝΕΡΟ

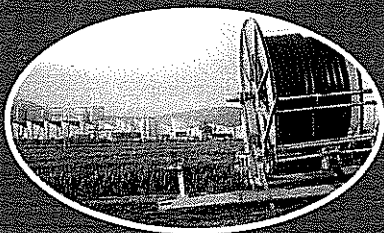
ΓΕΩΡΓΙΚΑ
ΚΤΙΡΙΑ



ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ-
ΑΠΟΒΛΗΤΑ-ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΕΤΑΙΡΕΙΑ
ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ



1^ο ΕΘΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΤΟΜΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

1998

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ: Βίκη Παπανικολάου

ART DIRECTOR: Ρούλα Τζιωρτζιώτη

ΣΤΟΙΧΕΙΟΘΕΣΙΑ: ΑΘΩΣ

FILM: bp Studios

ΕΚΤΥΠΩΣΗ: ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΑΕΒΕ

ΕΚΔΟΣΗ 1998

©ΑΘΩΣ

Στ. Παπανικολάου 10Α ● Κορωπί 194 00

Τηλ. 662.79.81 ● Fax: 662.37.58



ΑΘΩΣ

ΤΟΜΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

1ου ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

1η ΜΕΡΑ - Παρασκευή 11 Δεκεμβρίου 1998

Αίθουσα Α

- ◆ Γεωργικά Μηχανήματα και Παραγωγή Ισχύος
- ◆ Ενέργεια και Γεωργία

Αίθουσα Β

- ◆ Έδαφος & Νερό - Περιβάλλον
- ◆ Γεωργικά Κτίρια

2η ΜΕΡΑ - Σάββατο 12 Δεκεμβρίου 1998

Αίθουσα Α

- ◆ Επεξεργασία Προϊόντων - Απόβλητα - Απορρίματα
- ◆ Γεωργικά Μηχανήματα και Παραγωγή Ισχύος

Αίθουσα Β

- ◆ Έδαφος & Νερό - Περιβάλλον

Οργανωτική Επιτροπή

Δρ. Γ. Παπαδάκης (Πρόεδρος)
Δρ Ν. Δαναλάτος
Δρ Ν. Δέρκας
Ν. Κουτσοβίτης
Δρ Α. Μιστριώνης
Δρ Π. Παναγάκης

Επιστημονική Επιτροπή

Σ. Κυρίτσος (Πρόεδρος)	Δρ Γ. Μαρτζόπουλος
Γ. Παπαδάκης (Αντιπρόεδρος)	Δρ Χ. Μαρτζοπούλου
Δρ Κ.-Β. Ακριτίδης	Δρ Γ. Μαυρογιαννόπουλος
Δρ Π. Αξαόπουλος	Δρ Ι. Μήτσιος
Δρ Σ. Βάλμης	Δρ Δ. Μπριασούλης
Δρ Β. Βασιλάτος	Δρ Χ. Μπαμπατζιρόπουλος
Δρ Φ. Γέρπτος	Α. Παπαγιαννοπούλου
Δρ Δ. Γεωργακάκης	Δρ Γ. Παρισόπουλος
Δρ Ν. Δαλέζιος	Δρ Γ. Πιτσιλής
Δρ Ν. Δαναλάτος	Δρ Α. Πουλοβασίλης
Δρ Ν. Δέρκας	Δρ Ν. Σιγρίμης
Δρ Π. Καρακατσούλης	Δρ Μ. Σκαρβέλας
Δρ Κ. Καρύτσας	Δρ Χ. Σούτερ
Δρ Κ. Κίττας	Δρ Γ. Τερζίδης
Δρ Ι. Κόκκορας	Δρ Χ. Τζιμόπουλος
Δρ Γ. Λαμπρινός	Δρ Κ. Τσατσαρέλης
Δρ Μ. Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη,	

ΤΟΜΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ - ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΙΣΧΥΟΣ

Σύστημα Δοκιμών Διατάξεων Προστασίας σε Περίπτωση Ανατροπής Ελκυστήρων	11
<i>Πόδος Π., Αντωνούλας Γ., Σερσελούδης Χ., Παρισόπουλος Γ.</i>	
Μηχανοσυλλογή Βαμβακιού σε Στενές Αποστάσεις μεταξύ Γραμμών Σποράς	21
<i>Μπαρτζιάλης Δ., Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ.</i>	
Βελτίωση του Βαθμού Απόδοσης Φυγόκεντρης Αντλίας με Προέκταση των Πτερυγίων	27
<i>Ακριτίδης Κ., Καλοκάσης Π.</i>	
Επανασχεδιασμός με σκοπό τη Μείωση του Κόστους Παραγωγής Δισκοσβάρνας	35
(Εργοστασίου Σάμπρη) <i>Τσιρίκογλου Θ., Γέμτος Θ.</i>	
Ο Σχεδιασμός και η Κατασκευή του Νέου Αρότρου TERRA 2000.	47
<i>Κούγκουλος Αθ., Μπαλουκτής Σ., Κατσής Χρ., Γέμτος Θ.</i>	
Σήμανση CE για τα Γεωργικά Μηχανήματα - Κατάρτιση Τεχνικού Φακέλου.	53
<i>Παπαγιαννοπούλου Α., Παρισόπουλος Γ.</i>	
Το Ηλεκτρονικό Εμπόριο στις Ελληνικές Επιχειρήσεις Γεωργικών Μηχανημάτων	63
<i>Κωστοπούλου Κ., Σιδερίδης Α.</i>	
Απώλειες κατά τη Μηχανική Συγκομιδή των Ζαχαροτεύτλων στην Θεσσαλία.	71
Στοιχεία 1996 <i>Γέμτος Θ., Δέμης Βλ., Αλεξάνδρου Αθ., Καραμούτης Χρ.</i>	
Καλλιέργεια Επισπόρου Αραβοσίτου με το Σύστημα της Κατευθείαν Σποράς.	81
<i>Λιθουργίδης Α., Τσατσαρέλης Κ.</i>	
Καλλιέργεια Βαμβακιού σε Αναχώματα: Μια Εναλλακτική Μέθοδος.	89
<i>Σταθάκος Θ., Γέμτος Θ.</i>	
Προβλήματα Διαχείρισης και Κατασκευής Γεωργικών Μηχανημάτων	101
<i>Νάτσος Θ.</i>	

2η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ

Τύποι, Εξοπλισμός, Ενεργειακή Αξιολόγηση και Δυνατότητες Εξοικονόμησης	109
Ενέργεια στα Θερμοκίπια της Μαγνησίας <i>Μπαρτζάνας Θ., Γιαγλάρας Π., Κίττας Κ.</i>	
Θέρμανση και Δροσισμός Θερμοκηπίων με Συστήματα Συνδιασμού	121
Γεώτρησης/Αντλίας Θερμότητας <i>Καρύτσας Κ.</i>	
Πειραματικά μελέτη και αξιολόγηση φωτοβολταϊκού συστήματος άντλησης	129
νερού με αντλία θετικής μετατόπισης <i>Καλλιβρούσης Α., Μανωλάκος Δ., Παπαδάκης Γ.</i>	
Τυποποίηση και Συναφείς Δραστηριότητες.	145
<i>Γκιθώνας Γ.</i>	

3η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Φορτία Ανέμου σε Θερμοκίπια	153
<i>Μπριασούλης Δ., Τσιρογιάννης Γ., Μυστριώτης Α.</i>	
Προσδιορισμός του Βαθμού Αερισμού σε Διπλό Τοξωτό Θερμοκίπιο	165
<i>Βασιλείου Ν., Νικήτα-Μαρτζόπουλου Χ., Μαρτζόπουλος Γ.</i>	
Πειραματικός Προσδιορισμός του Ολικού Συντελεστή Απωλειών	185
Θερμότητας σε ένα Πλαστικό Θερμοκίπιο <i>Κατσούλας Ν., Μπαρτζάνας Θ., Κίττας Κ.</i>	
Ρύθμιση του Περιβάλλοντος των Μεσογειακών Θερμοκηπίων:	195
Πρακτικές και Προοπτική <i>Μπαρτζάνας Θ., Baille Α., Κίττας Κ.</i>	

4η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ - ΑΠΟΒΛΗΤΑ - ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ

Μέσα Μεταφοράς Φθαρτών Ελληνικών Αγροτικών Προϊόντων: 209
Προβλήματα και Προοπτικές
Νάνος Γ.

Παράγοντες που Επιπρεάζουν την Αφυδάτωση κατά την Κατάψυξη 219
Μητρόπουλος Δ., Λαμπρινός Γ.

Εφαρμογή στο Έδαφος Απορριμάτων Παραγομένων κατά τον Εκκοκκισμό 229
του Βαμβακιού και την Χημική Αποκνώση του Βαμβακόσπορου
Χουλιαράς Ν., Γέμος Θ., Δουλουδής Ι.

5η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΛΑΦΟΣ & ΝΕΡΟ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Συστήματα Τηλεπισκόπησης στα Σύγχρονα Αρδευτικά Δίκτυα 239
Ευφραιμίδης Α.

Απλή Μέθοδος Μέτρησης της Παροχής σε Τραπεζοειδείς Ελευθέρους Καταβαθμούς . . 247
Τερζίδης Γ., Αναστασιάδου-Παρθενίου Ε., Χατζηγιαννάκης Ε.

Συμβολή στον Ορθολογικό Σχεδιασμό της Στάγδην Αρδευσης με Βάση. 259
την Κινητική της Διαβροχής από Γραμμική Επιφανειακή Πηγή
Ελμαλόγλου Σ., Μαλάμος Μ.

Μελέτη Διατάξεων Αρδευσης με Σταγόνες στην Καλλιέργεια των Ζαχαροτεύτλων . . . 271
Σακελλαρίου Μ., Μασλάρης Ν., Καλφούντζος Δ., Γούλας Χ.

Διήθηση προς Κεκλιμένο Υδροφορέα από Υδατόρευμα 281
με βαθμιαία Μεταβαλλόμενη Στάθμη
Τελόγλου Η., Ζήσης Θ., Τερζίδης Γ.

Διαστασιολόγηση Ταμειτήρα του Καβουρόλακκα Χαλκιδικής 291
Παπαμιχαήλ Δ., Γεωργίου Π., Καραμούτζης Δ., Παρισόπουλος Γ.

Συγκριτική Αξιολόγηση Μοντέλων Πρόβλεψης της Υδραυλικής Αγωγιμότητας 303
Τσιμόπουλος Χ., Αραμπατζής Γ.

Διαχείριση Υδάτων της Υδρολογικής Λεκάνης του Ποταμού Αχελώου	313
Κατάντη του Φράγματος Στρατού <i>Τσιμόπουλος Χ., Σπυρίδης Α.</i>	
Διαχείριση του Υδροφορέα της Λεκάνης του Αξιού με τη Βοήθεια	325
Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών <i>Κουτάλου Β., Γιαννόπουλος Στ., Τσιμόπουλος Χ., Αρβανίτης Απ., Τσακίρη Μ.</i>	
Εδαφικές ρωγματώσεις και καθιζήσεις από την πτώση στάθμης	335
των υπογείων νερών της λεκάνης της τέως λίμνης Κάρλας του Ν. Λαρίσης <i>Μιμίδης Μ.Θ., Αγγελίδης Σ.Μ., Χαλκίδης Ν.Η.</i>	
Αυτόματη Ρύθμιση του Μαθηματικού Μοντέλου της Πεδιάδας Πιερίας	347
<i>Καβαλιεράτου Σ., Μπαρμπιτσιμόπουλος Χ., Τερζίδη Γ.</i>	
Εκτίμηση της Επίδρασης των Μεθόδων Κατεργασίας του Εδάφους,	357
της Φυτοκάλυψης και της Κατεύθυνσης Σποράς του Βαμβακιού, στην Διάβρωση του Εδάφους <i>Τερζοῦδη Χ., Γέμτος Θ.</i>	
Διαχείριση Νερού και Αζωτούχου Λίπανσης σε Καλλιέργεια Αραβοσίτου	367
με το Μοντέλο WANISIM <i>Αντωνόπουλος Β., Παυλάτου-Βε Α.</i>	
Χρήση Μεθόδων Μειωμένων Εισροών για την Κατεργασία του Εδάφους.	377
στην Καλλιέργεια του Καλαμποκιού <i>Καβαλάρης Χ., Γέμτος Θ., Γεωργίου Χ., Κουρκούτας Μ.</i>	
Η επίδραση της Χρήσης Γης στην Υποβάθμιση του εδάφους	389
<i>Δαναλάτος Ν.Γ., Κοσμάς Κ., Γεροντίδης Σ.τ., Μαραθιανού Μ.</i>	

4η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ- ΑΠΟΒΛΗΤΑ-ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ

Προεδρείο: Δ. Γεωργακάκης, Γ. Λαμπρινός

Συγγραφείς: Γ. Νάνος

Δ. Μπρόπουλος, Γ. Λαμπρινός

Ν. Χουλιάρης, Θ. Γέμτος, Ι. Δουλουδής

ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΘΑΡΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ: ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Γεώργιος Δ. Νάνος

*Εργ. Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μεταφορά φθαρτών αγροτικών προϊόντων (κύρια νωπών οπωροκηπευτικών) από και προς την Ευρώπη γίνεται οδικά με αυτοκίνητα-ψυγεία. Τα προβλήματα, μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα των αυτοκινήτων-ψυγείων και σημεία που πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή συζητούνται αναλυτικά. Η σιδηροδρομική μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών προς την Ευρωπαϊκή Ένωση έχει σταματήσει, αλλά επιχειρείται η χρήση των σιδηροδρόμων για τη μεταφορά αγροτικών προϊόντων προς την Ανατολική Ευρώπη. Τα ψυχόμενα containers χρησιμοποιούνται εκτενώς στις διεθνείς θαλάσσιες μεταφορές και λιγότερο στις χερσαίες, ενώ η χρήση τους επεκτείνεται και στην Ελλάδα. Τέλος, η εναέρια μεταφορά νωπών φθαρτών προϊόντων υψηλής οικονομικής αξίας χρησιμοποιείται, όπου είναι εφικτή και οικονομικά συμφέρουσα.

TRANSPORTATION OF GREEK PERISHABLE AGRICULTURAL PRODUCTS

George D. Nanos

Lab. of Pomology, Dept of Agriculture, Univ. of Thessaly, 38334 Volos

ABSTRACT

Refrigerated trucks are mainly used for the transportation of perishable agricultural products (mainly fresh fruits and vegetables) in Europe. Important factors on their use and efficacy are thoroughly discussed. Transportation of Greek perishables by railway to Eastern Europe is currently exploited. Refrigerated containers are extensively used for sea transportation throughout the world, as the cheapest and safest way of transportation. These containers are also used for land transportation. Finally, air transportation of high value perishables is used whenever economical and feasible.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τόπος παραγωγής των περισσότερων τροφίμων ή και πρώτων υλών τους συχνά απέχει σημαντικά από τις κύριες περιοχές κατανάλωσης με αποτέλεσμα την ανάγκη μεταφοράς των αγαθών αυτών για μικρές ή μεγάλες αποστάσεις. Επίσης, η απελευθέρωση του διεθνούς εμπορίου ήταν και είχε σαν αποτέλεσμα την ευρύτατη χρήση των μέσων μεταφοράς για τη μετακίνηση τροφίμων.

Βασικά προϊόντα, όπως το καλαμπόκι, σιτάρι και οι επεξεργασμένες μορφές τους, είναι ελάχιστα φθαρτά, γι' αυτό και οι συνθήκες και μέσα μεταφοράς είναι σχετικά απλά. Το ίδιο ισχύει και για τα κονσερβοποιημένα τρόφιμα τα οποία αρκεί να βρίσκονται κατά την αποθήκευση και μεταφορά τους σε θερμοκρασία πάνω από το σημείο παγώματος και κάτω από ένα ανώτατο όριο όπου θα μπορούσαν να αλλοιωθούν (1). Τα κατεψυγμένα προϊόντα αρκεί να συντηρούνται

στους -18°C ή και πιο χαμηλά για να διατηρήσουν την ποιότητά τους για μακρύ χρονικό διάστημα. Τέλος, νωπά κρέατα, ψάρια και τυριά συντηρούνται στους 0°C και 90-95% Σ.Υ. χωρίς άλλες ιδιαίτερες συνθήκες για κάθε είδος, ενώ συχνά η απουσία οξυγόνου στη συσκευασία βελτιώνει τη συντηρησιμότητα (1).

Αντίθετα, τα νωπά οπωροκηπευτικά και ανθοκομικά προϊόντα είναι υψηλής οικονομικής αξίας, η κατανάλωση τους αυξάνεται συνεχώς σε όλο τον κόσμο με απαιτήσεις για υψηλή ποιότητα και αύξηση της ποικιλίας των προσφερόμενων ειδών. Τα ανωτέρω προϊόντα είναι ιδιαίτερα ευπαθή από τη στιγμή της συγκομιδής έως την κατανάλωση, που ίσως γίνει μήνες μετά ή και χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά. Περιέχουν συνήθως υψηλό ποσοστό νερού, το οποίο σε συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας (ακόμα και 90%) διαπνέεται στην ατμόσφαιρα χωρίς δυνατότητα συνήθως επαναπροσρόφησης με αποτέλεσμα τη μείωση του πωλούμενου βάρους καθώς και της ποιότητας. Τα προϊόντα αυτά είναι ζωντανά, επομένως αναπνέουν, πολλές φορές με ταχύ ρυθμό, με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και CO_2 και κατανάλωση O_2 . Επιπλέον, είναι ευαίσθητα στην παρουσία αιθυλενίου, μωλωπίζονται και υποβαθμίζονται ποιοτικά εύκολα με κακό χειρισμό και τέλος είναι ευπαθή στους μικροοργανισμούς και μη παρασιτικές ασθένειες (2). Εξαιτίας των ανωτέρω 10-30% των παραγόμενων νωπών προϊόντων καταστρέφεται πριν να φτάσει τον καταναλωτή. Πολλές φορές 5% των απωλειών αυτών συντελείται κατά τη μεταφορά τους.

ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΩΠΩΝ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Τα προϊόντα μεταφέρονται από τον τόπο παραγωγής στον τόπο συσκευασίας ή συντήρησης εντός της χώρας ή και από τον τόπο συσκευασίας ή συντήρησης τους στα κύρια αστικά κέντρα της χώρας, απόσταση συχνά εκατοντάδων χιλιομέτρων. Στη συντριπτική τους πλειοψηφία τα νωπά προϊόντα μεταφέρονται με ανοικτά φορτηγά και, για σύντομες διαδρομές, με τρακτέρ ή αγροτικά οχήματα, ενώ ήδη μερικές εταιρείες χρησιμοποιούν κλειστά ψυχόμενα φορτηγά για αυτές τις μεταφορές. Αν λάβουμε υπ' όψιν ότι στη χώρα μας η θερμοκρασία είναι συχνά αρκετά υψηλή και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας πολύ χαμηλή, μεταφορά ιδιαίτερα φθαρτών προϊόντων, όπως το μαρούλι ή το μπρόκολο, με ανοικτό φορτηγό προκαλεί σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας. Βερούκκα που συγκομίσθηκαν στην Κορινθία και μεταφέρθηκαν σε συσκευαστήρια της Βέροιας με ανοικτά φορτηγά μέσα σε 20 ώρες από τη συγκομιδή τους έχασαν πάνω από 4% βάρους (3). Οι περισσότεροι καρποί εμφανίζουν συρρίκνωση και υποβάθμιση της ποιότητας, όταν οι απώλειες βάρους ξεπεράσουν το 5%, πέραν των απωλειών στο πωλούμενο βάρος.

Επίσης, η διάρκεια μεταφοράς εντός της Ελλάδας είναι μεγάλη λόγω του υποβαθμισμένου εθνικού οδικού δικτύου με αποτέλεσμα την καθυστέρηση πώλησης ή συσκευασίας του προϊόντος, την καταπόνηση του αλλά και την αύξηση του κόστους μεταφοράς. Η βελτίωση του εθνικού οδικού δικτύου αλλά και των τοπικών αγροτικών δρόμων και η επιμόρφωση και ευαισθητοποίηση των εμπλεκόμενων φορέων σε θέματα μεταχείρισης των προϊόντων θα είχε σημαντικά θετικά αποτελέσματα στη διατήρηση της ποιότητας των Ελληνικών οπωροκηπευτικών.

ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΩΠΩΝ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΑΠΟ ΚΑΙ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα Ελληνικά οπωροκηπευτικά χαρακτηρίζονται από άριστη ποιότητα κατά τη συγκομιδή αλλά, λόγω ελλειπών μετασυλλεκτικών χειρισμών κύρια στους τομείς των μεταφορών, τυποποίησης-συσκευασίας και εμπορίας, οι εξαγωγές μειώνονται, ενώ η Ελληνική παραγωγή αυξάνεται ή θα μπορούσε να αυξηθεί, ιδιαίτερα στους τομείς της δένδροκομίας και λαχανοκομίας και λιγότερο

της ανθοκομίας πάντα όμως με σωστό προγραμματισμό. Ο προγραμματισμός αυτός θα περιελάμβανε και τον σημαντικό τομέα των μεταφορών προς τις χώρες εισαγωγής των Ελληνικών προϊόντων.

Αντίθετα η καλή οργάνωση και υποδομή σε μεταφορικά μέσα χωρών του Νοτίου Ημισφαιρίου και Αμερικής είχε σαν αποτέλεσμα να κατακλυσθούν οι αγορές της Ευρώπης και της Ελλάδας με ανταγωνιστικά προϊόντα από χώρες παραγωγής που δεν θα ήταν δυνατό να φτάσουν πριν από 20 έτη. Να αναφερθούν μήλα από τη Νότια Αφρική, ακτινίδια από τη Ν. Ζηλανδία και σκόρδα από την Κίνα.

Μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών με τραίνα

Οι σημαντικές εξαγόμενες ποσότητες Ελληνικών αγροτικών προϊόντων τις δεκαετίες του '70 και '80 έγιναν πραγματικότητα με τη βοήθεια των σιδηροδρόμων. Ο Ο.Σ.Ε. με εκμισθωμένα ψυχόμενα βαγόνια της εταιρείας Interfrigo είχε αναλάβει τον μεγαλύτερο όγκο των εξαγωγών νωπών οπωροκηπευτικών και λόγω του συναγωνισμού με τα φορητά-ψυγεία, και του σύντομου χρόνου μεταφοράς μέσω Γιουγκοσλαβίας και Αυστρίας στην αγορά κύρια του Μονάχου, τα κόμιστρα ήταν σχετικά χαμηλά.

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές προσφέρουν ποικίλα πλεονεκτήματα, όπως μαζικότητα μεταφορών, φερεγγυότητα, ασφαλή μεταφορά και σταθερό κόμιστρο, αλλά και μειονεκτήματα όπως η μικρή ευελιξία στους χώρους φόρτωσης και εκφόρτωσης. Μετά την πολυδιάσπαση της Γιουγκοσλαβίας, οι μεταφορές με τραίνα σταμάτησαν και οι εξαγωγές Ελληνικών οπωροκηπευτικών προς την Ευρωπαϊκή Ένωση γίνονται πια με φορητά-ψυγεία μέσω Ιταλίας.

Μελέτες που διενεργήθηκαν από το προσωπικό του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κατέληξαν ότι η διάρκεια διακίνησης των Ελληνικών ροδακίνων σιδηροδρομικά από τη συγκομιδή έως τη διάθεση τους στον χονδρέμπορα ήταν για συσκευασία, πρόψυξη και φόρτωση 2,3 ημέρες, για τη μεταφορά στο Μόναχο 3,5 ημέρες και παραμονή στην κεντρική λαχαναγορά έως τη διάθεση 0,8 ημέρες (4). Για τα Ελληνικά βερίκοκα οι αντίστοιχες τιμές ήταν 3,5 ημέρες, 2 και 2,5 ημέρες (3). Χρησιμοποιούνταν δύο τύποι βαγονιών Interfrigo με διαφορετική ικανότητα ψύξης. Κατά τις μεταφορές ροδακίνων στα αυτόψυκτα βαγόνια αιολικού αερισμού η κίνηση του ψυχρού αέρα μέσω των παγοκυψελών γίνονταν μόνο όταν κινούνταν ο συρμός, γι' αυτό η μέση θερμοκρασία κατά τη μεταφορά σε 3 βαγόνια αυτού του τύπου ήταν υψηλή (Μ.Ο. 7,5°C) (4). Αντίθετα βαγόνια ηλεκτρικού αερισμού, στα οποία μέσω πετρελαιομηχανής δίνονταν κίνηση σε ηλεκτρικούς ανεμιστήρες με αποτέλεσμα τη συνεχή βεβιασμένη ανάδευση του αέρα μέσω των παγοκυψελών και του φορτίου, η μέση θερμοκρασία σε 3 βαγόνια ήταν ικανοποιητική (Μ.Ο. 3,9°C). Σαν αποτέλεσμα αυτής της μελέτης ήταν η διακοπή χρήσης των βαγονιών αιολικού αερισμού για τα υπόλοιπα έτη έως την έναρξη των αναταραχών στη Γιουγκοσλαβία.

Ο Ο.Σ.Ε. προσπαθεί να αναπτύξει τις σιδηροδρομικές μεταφορές νωπών οπωροκηπευτικών προς τις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης (Ιωάν. Ρήγας, Αναπλ. Γενικός Διευθυντής Ο.Σ.Ε., προσωπική επικοινωνία). Τα εμπόδια που υπάρχουν είναι η συμφωνία όλων των χωρών από τις οποίες θα διέρχεται ο συρμός σε δασμούς και ποσότητες (συμφωνία που τελικά αποδεικνύεται πολύ επίπονη) και το μεγαλύτερο πλάτος των σιδηροδρομικών γραμμών στις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, το οποίο έχει σχεδόν επιλυθεί. Εναλλακτικές λύσεις στη χρήση ψυχόμενων βαγονιών προτείνονται η χρήση ψυχόμενων containers πάνω σε βαγόνια-πλατφόρμες και μετα-

φόρτωση τους σε άλλα με πλατιά φορεία (τροχούς) στα σύνορα της Μολδαβίας. Ακόμα μελετάται η μεταφορά σιδηροδρομικά ως το λιμάνι του Βόλου, θαλάσσια χωρίς μεταφόρτωση έως την Οδησό της Ουκρανίας και από εκεί με αλλαγή σε πλατιά φορεία σε όλη τη Ρωσία.

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές νωπών οπωροκηπευτικών παρουσιάζουν ενδιαφέρον κύρια για τις μεταφορές προς την Ανατολική Ευρώπη και είναι πιθανό στο μέλλον να χρησιμοποιηθούν ευρύτατα στις μεταφορές από και προς αυτές τις χώρες.

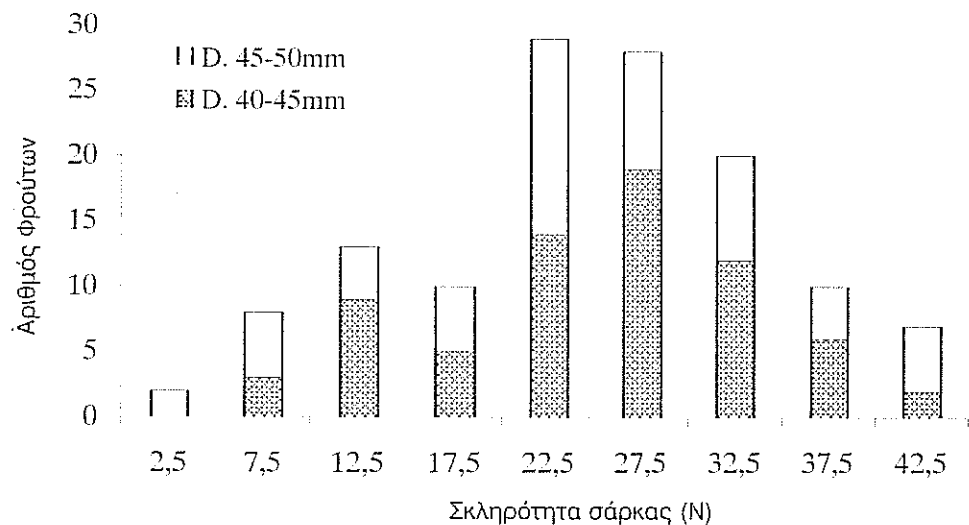
Μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών με αυτοκίνητα-ψυγεία

Η μεταφορά των νωπών οπωροκηπευτικών και κατεψυγμένων προϊόντων από την Ελλάδα προς την Ευρώπη και αντίστροφα γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με αυτοκίνητα-ψυγεία. Πλεονεκτήματα τους είναι η μεγάλη ευελιξία στο χώρο φόρτωσης και εκφόρτωσης και η ταχύτητα μεταφοράς. Μειονεκτήματα υπάρχουν με σοβαρότερο τη διαθεσιμότητα οχημάτων. Έτσι τα τέλη Ιουλίου, όταν αρχίζουν οι εξαγωγές πρώιμων σταφυλιών, τα κόμιστρα αυξάνονται σημαντικά με αποτέλεσμα να είναι ασύμφορη η συνέχιση των εξαγωγών ροδακίνων και καρπουζιών, την περίοδο που έχουμε τη μέγιστη παραγωγή τους, με εμφανή τα αρνητικά αποτελέσματα στην οικονομία.

Η μελέτη των συνθηκών διακίνησης των Ελληνικών ροδακίνων με αυτοκίνητα-ψυγεία από την επιστημονική ομάδα του Α. Π. Θ. που αναφέρθηκε ανωτέρω έδειξε ότι τα αυτοκίνητα-ψυγεία διατηρούν ικανοποιητική θερμοκρασία σαν μέσο όρο 6 αυτοκινήτων (4°C), αλλά η παραλλακτικότητα μεταξύ των οχημάτων ήταν τεράστια (5). Η παραλλακτικότητα μεταξύ οχημάτων αλλά και θέσεων σε κάθε όχημα ήταν σημαντική και σε φορτία παραγωγής από την Ελλάδα στο Μόναχο (6) και μαρουλιού Iceberg από την Καλιφόρνια στις Ανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (διάρκεια ταξιδιού παρόμοια με τη διάρκεια των μεταφορών Ελληνικών προϊόντων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης) (7). Η διατήρηση της άριστης θερμοκρασίας στο φορτίο επαφίεται στη θέληση του οδηγού, στην καλή λειτουργία και ρύθμιση του ψυκτικού μηχανήματος, στον τύπο κατασκευής του ψυγόμενου χώρου, και στη θερμοκρασία, μέσο συσκευασίας και τρόπο φόρτωσης του προϊόντος (8, 9). Ο οδηγός συχνά δεν έχει προψύξει το ψυγείο στην επιθυμητή θερμοκρασία πριν τη φόρτωση και δεν θέτει σε λειτουργία το ψυκτικό μηχανήμα σε τμήματα του ταξιδιού για οικονομία καυσίμου ή στο ferry boat προς την Ιταλία λόγω απαγορεύσεως. Το ψυκτικό μηχανήμα πρέπει να ελέγχεται και ο θερμοστάτης να ρυθμίζεται ανάλογα με το προϊόν που θα μεταφερθεί αλλά και τη θέση του αισθητήρα μέσα στο ψυγείο. Ρωγμές στα μονωτικά τοιχώματα και κύρια απώλειες από τις πόρτες αποτελούν εισόδους θερμότητας και μείωσης της αποτελεσματικότητας του ψυκτικού μηχανήματος.

Πολλά ψυγεία έχουν επίπεδους τοίχους και λιγότερο από 2,5 cm αυλακώσεις στο δάπεδο. Σε τέτοια ψυγεία χρειάζεται μεγάλη προσοχή στη φόρτωση ώστε να αφεθούν κενά για την απρόσκοπτη κίνηση του αέρα περιμετρικά στο φορτίο, πρακτική που συνήθως δεν ακολουθείται με αποτέλεσμα την ελλιπή κίνηση του αέρα και μεταφορά θερμότητας από έξω έως το προϊόν.

Επίσης σημαντικοί παράγοντες στη διατήρηση της άριστης θερμοκρασίας κατά τη μεταφορά είναι η θερμοκρασία του προϊόντος κατά τη φόρτωση, ο τύπος της συσκευασίας (οπές, πλαστικές επενδύσεις) και ο τρόπος που φορτώνεται το προϊόν. Η πρόψυξη νωπών οπωροκηπευτικών στην άριστη θερμοκρασία μεταφοράς είναι ανυπέρβλητης σημασίας πρακτική και πρέπει να ακολουθείται από όλους. Δυστυχώς, ιδιαίτερα τις περιόδους αιχμής ούτε κατάλληλες ούτε αρκετές εγκαταστάσεις υπάρχουν, ούτε και ο κατάλληλος προγραμματισμός για να επιτευχθεί σωστή πρόψυξη. Ο τρόπος φόρτωσης παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην κίνηση του ψυχρού αέρα μέ-



ΣΧΗΜΑ 1: Κατανομή βερίκοκων ανάλογα με τη σκληρότητα της σάρκας τους προερχόμενα από τρία φορτία βερίκοκων τυποποιημένα και συσκευασμένα στον ίδιο εξαγωγέα αυθιμερόν. Καρποί διαμέτρου 40-45mm είχαν Μ.Ο. σκληρότητας σάρκας 24,3N και διαμέτρου 45-50mm 24,8N (3).

σα στο ψυγείο. Πρόσφατα όλα σχεδόν τα προϊόντα μετακινούνται με συσκευασίες τοποθετημένες σε παλέτες με κατάλληλη ακινητοποίηση (δίχτυα, πλαστικά φύλλα, τσέρκια). Οι παλέτες έχουν κατάλληλες διαστάσεις (0,8*1 m ή 1*1,2 m) για το ευχερές στοίβαγμα ποικιλίας συσκευασιών, αλλά καταλαμβάνουν όλο σχεδόν το πλάτος του ψυγείου χωρίς να αφήνουν κενά. Η κατάλληλη κατεύθυνση τοποθέτησης της παλέτας μπορεί να δημιουργήσει κενά κανάλια μετακίνησης ψυχρού αέρα και πιο ομοιογενή θερμοκρασία προϊόντος σε όλο το φορτίο αλλά και μείωση του φορτίου κάθε οχήματος έως και 10%. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας κατά τη μεταφορά γίνεται με καταγραφική συσκευή του ψυκτικού μηχανήματος αλλά, αν επιθυμεί ο εξαγωγέας, και φορητή μιας χρήσης τοποθετημένη σε κατάλληλη θέση του φορτίου. Με αυτό τον τρόπο ο εξαγωγέας θα μπορούσε να διενεργήσει κατάλληλο εγκεκριμένο ποιοτικό έλεγχο πριν τη φόρτωση και γνωρίζοντας τις συνθήκες μεταφοράς να αναζητήσει ευθύνες για τυχόν ποιοτική υποβάθμιση και αντίστοιχη οικονομική ζημιά.

Συνήθως δεν γίνεται έλεγχος της σχετικής υγρασίας μέσα στο αυτοκίνητο-ψυγείο, γι' αυτό ευπαθή στην απώλεια νερού προϊόντα πρέπει να μεταφέρονται σε συσκευασίες ώστε να παρεμποδίζεται η έντονη διαπνοή (συνήθως με διάτρητα πλαστικά φύλλα). Ενώ κάποια πολύ ευαίσθητα προϊόντα (μπρόκολο, φασολάκι, φρέσκο καλαμπόκι) μπορούν να μεταφερθούν μέσα σε τριμμένο πάγο.

Η αρχική ποιότητα του προϊόντος που πρόκειται να μεταφερθεί σε μακρινές αγορές καθορίζει σε σημαντικό βαθμό και την ποιότητα του προϊόντος μετά τη μεταφορά. Η ύπαρξη αρχικά ανώριμων και αρκετά ώριμων καρπών (κακή τυποποίηση) θα αμβλυνθεί μετά τη μεταφορά (Σχεδ. 1) ιδιαίτερα σε όχι άριστες συνθήκες μεταφοράς. Οι πολύ ανώριμοι καρποί σε μερικά είδη δεν θα ωριμάσουν σε καλή ποιότητα και οι υπερώριμοι καρποί δεν θα φτάσουν τον καταναλωτή λόγω μωλωπισμών και προσβολής από ζυμωτογαμικές ασθένειες.

Η κυριότερη υποβάθμιση του προϊόντος κατά τη μεταφορά είναι συνήθως λόγω μολωπισμών που υφίσταται το προϊόν. Και εδώ η συσκευασία αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα, αλλά ο τρόπος φόρτωσης, η κατάσταση του οδικού δικτύου και κύρια η ανάρτηση του οχήματος και τρόπος οδήγησης θα επηρεάσουν την έκταση των ζημιών. Ο τρόπος συσκευασίας (χίδην, σε σειρές ή σε θήκες), η ανθεκτικότητα της συσκευασίας στην πίεση, ο τρόπος φόρτωσης των συσκευασιών πάνω στις παλέτες και μετακίνησης των παλετών, η απότομη οδήγηση και τα σκληρά ελατηριωτά συστήματα ανάρτησης των οχημάτων μπορεί να καταλήξουν σε παραμορφωμένες συσκευασίες και απώλειες καρπών από μολωπισμούς. Η πρόσφατη έρευνα εστιάζεται στην ανάλυση των συχνοτήτων ταλάντωσης και εύρεση αυτών που είναι περισσότερο ζημιογόνες με τη βοήθεια προσομοιωτών ταλάντωσης. Βρέθηκε ότι για σταφύλια και φράουλες οι συχνότητες μεταξύ 5 και 10 Hz προκαλούν τη μεγαλύτερη ζημιά και οι πάνω συσκευασίες σε κάθε παλέτα δέχονται τις περισσότερες από αυτές τις ταλαντώσεις ενώ οι καρποί σε αυτές ζημιώνονται περισσότερο (10). Σε πραγματικές συνθήκες μεταφοράς με αχλάδια, κεράσια, νεκταρίνια και τομάτες βρέθηκε ότι αυτοκίνητα-ψυγεία με ελατηριωτό σύστημα ανάρτησης συχνά παράγουν συχνότητες ταλάντωσης στα 3,5 Hz και 9, 18 και 25 Hz. Όταν τα αυτοκίνητα-ψυγεία εφοδιάστηκαν με σύστημα ανάρτησης με αέρα, οι συχνότητες ταλάντωσης περιορίστηκαν κοντά στα 3,5 Hz (11).

Για την ποσοτικοποίηση των χτυπημάτων και συμπιέσεων στα διάφορα στάδια της μετασυλλεπτικής μεταχείρισης τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ένα φορητό όργανο-σφαίρα (Instrumental Sphere). Με μινιατούρες ηλεκτρονικά μέρη χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία 15 διαμέτρου 89 mm αλλά και μικρότερη μονάδα (διαμέτρου 38 mm) να προσομοιάζουν τον όγκο και βάρους του κάθε προϊόντος (12). Αυτές είναι ανεξάρτητες μονάδες οι οποίες ποσοτικοποιούν χτυπήματα πάνω από ένα προκαθορισμένο κατώφλι με ένα επιταχυνσιόμετρο τριών διαστάσεων και τα αποθηκεύουν στη μνήμη.

Το προϊόν μπορεί ακόμη να υποβαθμιστεί ποιοτικά όταν το μεταφορικό μέσο έχει ελλιπή καθαριότητα. Πολλά προϊόντα μπορούν να απορροφήσουν οσμές που προέρχονται από υπολείμματα των προηγούμενων προϊόντων (αρωματικά λαχανικά, πατάτες, κρεμμύδια, μερικά κρέατα). Ασθένειες συχνά από αποσυντιθέμενα υλικά μεταδίδονται εύκολα στο φορτίο και προκαλούν εκτεταμένη υποβάθμιση της ποιότητας.

Όλο και πιο συχνά γίνονται μεταφορές από και προς την Ελλάδα μικτών φορτίων φρούτων και λαχανικών για αλυσίδες ή μεμονωμένα super markets. Ο τρόπος αυτός μεταφοράς απαιτεί οργάνωση στο χώρο φόρτωσης (διαφορετικά προϊόντα, λίγος χρόνος, διαφορετικές συσκευασίες), αλλά και κατάλληλες γνώσεις των αναγκών κάθε προϊόντος ώστε μόνο συμβατά προϊόντα να στέλνονται με ένα φορτίο (Πίνακας 1). Ο Πίνακας 1 ισχύει για μεταφορές διάρκειας μέχρι 5 ημέρες, δηλαδή αρκετό χρόνο για μεταφορές εντός της Ευρώπης, αλλά είναι ακατάλληλος για μακράς διάρκειας μεταφορές. Τέλος, προϊόντα που παράγουν ή απορροφούν οσμές και δεν πρέπει να συντηρούνται ή μεταφέρονται μαζί φαίνονται στον Πίνακα 2.

Συμπερασματικά τα νέα οχήματα πρέπει να είναι κατασκευασμένα με ανιλακώσεις βάθους περίπου 2 cm στους πλαϊνούς τοίχους και 7,5 cm στο δάπεδο με σχήμα T για την εύκολη μετακίνηση των παλετών. Τα οχήματα να είναι καθαρά πριν τη φόρτωση, να έχουν ψυχθεί κατάλληλα και το ψυκτικό μηχανήμα να βρίσκεται σε καλή λειτουργία και σωστά ρυθμισμένο. Το προϊόν να είναι καλά τυποποιημένο, συσκευασμένο και παλεταρισμένο κατάλληλα για αποφυγή ζημιών στα προϊόντα, να είναι προψυγμένο και να φορτώνεται στο αυτοκίνητο-ψυγείο με προσοχή και σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η κίνηση του αέρα με τους ανεμιστήρες του ψυκτικού μηχανήματος να γίνεται απρόσκοπτα με κενά τουλάχιστον περιμετρικά του φορτίου και αδιάκοπα ακόμα και όταν δεν απαιτείται η χρήση ψύξης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Ομάδες οπωροκηπευτικών που συνδυάζονται για τη σύντομη μεταφορά τους (έως 5 ημέρες) και οι συνιστώμενες συνθήκες μεταφοράς (13).

0-2° C, 90-98% Σ.Υ.	7-10° C, 85-95% Σ.Υ.	16-18° C, 85-95% Σ.Υ.
<i>Λαχανικά και πεπονοειδή</i> Αρωματικά φυλλώδη λαχανικά, διάφορα φυλλώδη λαχανικά*, αγνανάρα, σπαράγγι*, παντζάρι, μπρόκολο*, λάχανο*, καρτό*, κουνουπίδι*, σκόρδο, πράσο*, μανιτάρι*, ραπανάκι.	Φασολάκια, αγγούρι, μελιτζάνα*, μπάμια*, πιπεριά, κολοκυθάκι, καρπούζι*.	Πεπόνια, ξηρά κρεμμύδια, πατάτες, τομάτα.
<i>Φρούτα</i> Μήλο, βερίκοκο, ώριμο αβοκάντο, κεράσι, νωπό σύκο, σταφύλι, ακτινίδιο*, ροδάκινο και νεκταρίνι, αχλάδι, λωτός*, δαμάσκηνο, κυδώνι, φράουλα, σμέουρο.	Ανώριμο αβοκάντο, εσπεριδοειδή, ελιά, ανανάς, ρόδι, λίτσε, γκουάβα, καραμπόλα.	Μπανάνα, μάνγκο, παπάγια, τσιριμόγια, ινδική καρύδα, άλλα τροπικά.

* Προϊόντα ευαίσθητα στο αιθυλένιο, στα φορτία να διατηρείται < 1 ppm αιθυλένιο.

Μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών με containers

Τα containers είναι ανεξάρτητες μονάδες για την εύκολη και ασφαλή μεταφορά αγαθών συνήθως σε μεγάλες αποστάσεις. Containers κατάλληλα μονωμένα και εφοδιασμένα με ψυκτικό μηχανήμα χρησιμοποιούνται εκτεταμένα για υπερπόντιες μεταφορές αλλά συχνά και οδικά πάνω σε φορτηγά-πλατφόρμες. Τα ψυχόμενα containers άρχισαν να χρησιμοποιούνται και στην Ελλάδα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι αυτά που περιγράφηκαν στα νέας τεχνολογίας αυτοκίνητα-ψυγεία. Το ψυκτικό μηχανήμα χρησιμοποιεί ενέργεια κατά την οδική ή σιδηροδρομική του μεταφορά από ειδική φορητή πετρελαιομηχανή. Κατά την παραμονή στο λιμάνι και μετά τη φόρτωση πάνω στο κατάστρωμα πλοίου ή πιο ψηλά συνδέεται με παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

Η μεγάλη ευελιξία των containers, η άριστη ποιότητα κατασκευής και η ικανότητα ενοικίασης μόνο και όταν τα χρειάζεται κάποιος αποτελούν πλεονεκτήματα που συνετέλεσαν στη ραγδαία ανάπτυξη των μεταφορών νωπών οπωροκηπευτικών σε μακρινές αγορές. Τα σύγχρονα ψυχόμενα containers έχουν τη δυνατότητα με πλαστική κουρτίνα σε κατάλληλη υποδοχή περιμετρικά της πόρτας να γίνουν θάλαμοι τροποποιημένης ατμόσφαιρας με την προσθήκη CO₂ ή και N₂ στο φορτίο. Τέλος με την εισαγωγή ελάχιστης ποσότητας αιθυλενίου και ρύθμιση της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας επιτυγχάνεται επιθυμητή ωρίμανση κάποιων προϊόντων κατά τη μεταφορά, όπως συμβαίνει κατά τη μεταφορά ακτινιδίων από τη Ν. Ζηλανδία στην Ευρώπη με σημαντικά οικονομικά οφέλη.

Λόγω των πλεονεκτημάτων που διαθέτουν τα containers θα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για μεταφορά προϊόντων αλλά και νωπών οπωροκηπευτικών. Απαιτείται όμως κατάλληλη υποδομή σε λιμάνια, πλοία, ικανός αριθμός από φορτηγά-πλατφόρμες και τραίνα-πλατφόρμες και κατάλληλη οργάνωση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Ασυμβίβαστα προϊόντα κατά τη μεταφορά λόγω παραγωγής ή απορρόφησης οσμίων (8).

Οσμή που παράγεται από	Θα απορροφηθεί από
μήλα	λάχανα, καρότα, σέλινο, κρεμμύδια, κρέας, αυγά, γαλακτοκομικά προϊόντα
καρότα	σέλινο
εσπεριδοειδή	κρέας, αυγά, γαλακτοκομικά προϊόντα
σταφύλια υποκαπνισμένα με SO ₂	άλλα φρούτα και λαχανικά
ξηρά κρεμμύδια	μήλα, σέλινο, αχλάδια
αχλάδια	λάχανα, καρότα, σέλινο, κρεμμύδια, πατάτες
πατάτες	μήλα, αχλάδια
λαχανικά με δυνατή οσμή	εσπεριδοειδή

Μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών με πλοία

Η μεταφορά προϊόντων με πλοίο αποτελεί τον οικονομικότερο τρόπο διακίνησης. Πολλά οπωροκηπευτικά μετακινούνται υπερπόντια με πλοία προς τις μεγάλες αγορές της Βόρειας Αμερικής, Ευρώπης και Ιαπωνίας. Μέχρι πριν μερικά έτη τα προϊόντα φορτώνονταν είτε σαν ατομικές συσκευασίες είτε παλεταρισμένα στα αμπάρια χωρίς ικανοποιητικό έλεγχο των συνθηκών περιβάλλοντος κατά τη μεταφορά. Ελληνικά πορτοκάλια που μεταφέρονται στην Οδησό με καράβια φορτώνονται ακόμα με αυτό τον τρόπο. Τα τελευταία όμως χρόνια η χρήση των containers αποτελεί τον κανόνα στις θαλάσσιες μεταφορές και ειδικά πλοία μεταφέρουν τεράστιο αριθμό containers σε μεγάλες αποστάσεις, με αποτέλεσμα τη ραγδαία ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου νωπών οπωροκηπευτικών. Τα ειδικά αυτά πλοία έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε κάθε ψυχόμενο container το οποίο τροφοδοτούν με ηλεκτρικό ρεύμα (για τη λειτουργία του ψυκτικού του μηχανήματος), με ψυχρό αέρα (για την ψύξη, αν δεν είναι εφοδιασμένο με ψυκτικό μηχανήμα), με κατάλληλα αέρια (CO₂, N₂, αιθυλένιο), ενώ ελέγχονται και τυχόν τροποποιήσεις γίνονται εύκολα με ηλεκτρονικά μέσα. Ήδη Ελληνικά προϊόντα άρχισαν να εξάγονται με αυτό τον τρόπο (π.χ. μήλα του Αγροτ. Συνεταιρισμού Ζαγοράς προς το Ισραήλ) με άριστα αποτελέσματα.

Μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών με αεροπλάνο

Το αεροπλάνο είναι το ταχύτερο μεταφορικό μέσο αλλά και το ακριβότερο. Μικρά φορτία νωπών ευαίσθητων προϊόντων υψηλής αξίας (π.χ. φράουλες εκτός εποχής, υπερπρώιμα κεράσια, πρώιμα σιέουρα) μπορούν να φορτωθούν σε αεροσκάφη των κοινών αερογραμμών. Μερικές αεροπορικές εταιρείες διαθέτουν ειδικά μικρά containers που φορτώνονται με συσκευασίες του προϊόντος και τοποθετούνται στο κάτω μέρος του αεροπλάνου στον χώρο αποσκευών των επιβατών.

Στο αεροπλάνο δεν υπάρχει κατάλληλη εγκατάσταση για ψύξη του προϊόντος αλλά, με κατάλληλη οργάνωση, η ψύξη δεν είναι και ιδιαίτερα απαραίτητη. Πάντως, προϊόντα που θα μεταφερθούν με αεροπλάνο πρέπει να είναι προψυγμένα και πιθανά να συσκευαστούν σε θερμομονωτικό κουτί ή να προστεθεί 'ξηρός πάγος' στο container πριν τη φόρτωση στο αεροπλάνο. Επιπλέον, υπάρχουν αεροπλάνα κατάλληλα διαμορφωμένα μόνο για τη μεταφορά φορτίων και χρησιμοποιούνται συχνά για μεταφορές ευαίσθητων νωπών τροπικών προϊόντων υψηλής αξίας (π.χ.

ανανάς από τη Χαβάη στις Η.Π.Α.). Τα αεροπλάνα καλύπτουν ένα ευρύτατο δίκτυο προορισμών αλλά λόγω του μεγάλου όγκου και βάρους των νωπών οπωροκηπευτικών το κόστος μεταφοράς ανά μονάδα είναι μεγάλο. Γι' αυτό, η αεροπορική μεταφορά νωπών προϊόντων δεν θα αυξηθεί ιδιαίτερα αλλά θα παραμείνει ο καλύτερος τρόπος μεταφοράς ευπαθών προϊόντων υψηλής αξίας σε μακρινές αγορές.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τελευταία χρόνια οι σιδηροδρομικές μεταφορές νωπών οπωροκηπευτικών προς την Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν διακοπεί λόγω των αναταραχών στη Γιουγκοσλαβία και τον πολυτεμαχισμό της. Ο Ο.Σ.Ε. προσπαθεί να επιτύχει συμφωνίες με τις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης και να βρει λύσεις για τη μεταφορά Ελληνικών αγροτικών προϊόντων στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης. Τα αυτοκίνητα-ψυγεία έχουν αναλάβει τη μεταφορά του όγκου των Ελληνικών νωπών οπωροκηπευτικών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και τις εισαγωγές ομοειδών προϊόντων από αυτές στη χώρα μας. Η ανεπάρκεια οχημάτων τις περιόδους αιχμής και η ανυπαρξία ελέγχου των κατάλληλων συνθηκών μεταφοράς από τρίτους έχουν προκαλέσει σημαντική μείωση των εξαγωγών αλλά και υποβάθμιση της ποιότητας των Ελληνικών οπωροκηπευτικών σε συνδυασμό με την εισαγωγή στην Ευρωπαϊκή Ένωση ομοειδών προϊόντων από άλλες χώρες. Τα ψυχόμενα containers χρησιμοποιούνται ήδη μερικά για την εξαγωγή Ελληνικών προϊόντων αλλά και την ευρύτερη εισαγωγή προϊόντων προς την Ευρωπαϊκή Ένωση με πλοία. Θα επεκταθούν σημαντικά τα επόμενα χρόνια κύρια στις θαλάσσιες αλλά και χερσαίες μεταφορές. Η θαλάσσια μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών με ψυχόμενα containers έκανε δυνατή τη διακίνηση τεράστιων ποσοτήτων νωπών οπωροκηπευτικών σε μακρινές αγορές και τη διεθνοποίηση της αγοράς και του ανταγωνισμού. Τέλος οι υψηλού κόστους αεροπορικές μεταφορές θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούνται για ευπαθή υψηλής αξίας νωπά προϊόντα, όπως μερικά υπερπρώιμα ή εκτός εποχής φρούτα και λαχανικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ashby BH, Hinsch RT, Risse LA, Kindya WG, Craig WL, Turczyn MT. Protecting perishable foods during transport by truck. USDA Agr. Handbook #669, p. 94, 1987.
2. Σφαζιωτάκης Ε. Μετασυλλεκτική φυσιολογία και τεχνολογία νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων, ΤυροMan, Θεσσαλονίκη, 381 σελ., 1995, 1η έκδοση.
3. Nanos GD, Sfakiotakis EM, Ververidis F, Stavroulakis G. Transit conditions and quality changes of Greek apricots shipped by Interfrigo wagons to Germany. Acta Hort. 1998, (in press).
4. Σφαζιωτάκης ΕΜ, Βερβερίδης Φ, Νάνος Γ, Σταυρουλάκης Γ. Μελέτη συνθηκών μεταφοράς και ωρίμανσης Ελληνικών ροδακίνων ποικ. 'Red Haven' από την Ελλάδα στο Μόναχο: Α. Μεταφορά με βαγόνια-ψυγεία Interfrigo. Α.Π.Θ., Επιστημ. Επετηρίδα Τμήμ. Γεωπονίας, 1988α, Τόμος 27, 129-155.
5. Σφαζιωτάκης ΕΜ, Νάνος Γ, Βερβερίδης Φ, Σταυρουλάκης Γ. Μελέτη συνθηκών μεταφοράς και ωρίμανσης Ελληνικών ροδακίνων ποικ. 'Red Haven' από την Ελλάδα στο Μόναχο: Β. Μεταφορά με αυτοκίνητα-ψυγεία. Α.Π.Θ., Επιστημ. Επετηρίδα Τμήμ. Γεωπονίας, 1988β, Τόμος 27, 157-189.
6. Siomos AS, Sfakiotakis E, Dogras C, Vlahonasios C. Handling and transit conditions of white asparagus shipped by refrigerated trucks from Greece to Germany. Acta Hort., 1995, Vol 379, 507-512.
7. Hinsch RT, Rij RE, Kasmire RF. Transit temperatures of California Iceberg lettuce shipped by truck during the hot summer months. USDA, Marketing Res. Rpt #1117, p. 5, 1987.
8. McGregor BM. Tropical products transport Handbook. USDA, Agric. Handbook #668, p 148, 1987.

9. Kasmire RF, Hirsch RT. Maintaining optimum transit temperatures in refrigerated truck shipments of perishables. Univ. Calif. Perishables Handling Transportation Suppl. #2, p. 12, 1987.
10. Fischer D, Craig WL, Watada AE, Douglas W, Ashby BH. Simulated in-transit vibration damage to packaged fresh market grapes and strawberries. Applied Engineer. In Agric., 1992, Vol 8/3, 363-366.
11. Hirsch RT, Craig WL, Slaughter DC, Thompson JF. Vibration of fresh fruits and vegetables during refrigerated truck transport. Amer. Soc. Of Agric. Engineers Paper, 1992, No 92-6033, p 14.
12. Tseng H, Zapp HR, Aslam M, Brown GK. Miniaturization of the instrumented sphere using smart logic. Applied Engineering in Agriculture, 1994, Vol 10/4, 567-572.
13. Thompson JF, Kader AA. A simplified compatibility chart for fruits and vegetables during short-term transport or storage. Univ. Calif. Perishables Handling Newsletter #83, 1995, pp 6-7.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΨΥΞΗ

Δ. Μητρόπουλος, Γ. Λαμπρινός

Γ.Π.Α. - Τμήμα Α.Φ.Π.&Γ.Μ., Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά την κατάψυξη ενός γυμνού προϊόντος στον αέρα, παρατηρούνται απώλειες μάζας εξαιτίας της επιφανειακής εξάτμισης/εξάχνωσης υγρασίας από την μάζα του υλικού. Σκοπός της ερευνητικής αυτής εργασίας είναι η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν το φαινόμενο της αφυδάτωσης και η εκτίμηση της συμμετοχής του καθενός.

Πειράματα κατάψυξης αγγουριού σε ρεύμα ψυχρού αέρα έδειξαν ότι οι απώλειες μάζας εξαρτώνται από την θερμοκρασία, το έλλειμμα κορεσμού, την ταχύτητα του αέρα καθώς και την διάρκεια της διεργασίας. Οι απώλειες περιορίζονται με την μείωση τόσο της θερμοκρασίας κατάψυξης όσο και της ταχύτητας του αέρα. Η εργασία συσχετίζει την πυκνότητα αφυδάτωσης κατά την κατάψυξη με την θερμοκρασία του ψύχοντος μέσου (αέρα), την ταχύτητα του και το έλλειμμα υγρασίας, συμπεραίνεται δε τελικά ότι ο κύριος παράγοντας που ελέγχει το φαινόμενο είναι η θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας του ψυχόμενου προϊόντος.

ABSTRACT

In this study, results dealing with dehydration of foodstuffs during their freezing by cooled air circulated in a wind tunnel loop, are presented. Vertically placed cylindrical samples of cucumber were subjected a cross flow of air stream.

The data obtained, enables us to present certain correlations of dehydration flux versus air temperature, saturation pressure deficit, saturation humidity deficit and velocity. Finally, it is concluded that the main factor controlling the phenomenon of humidity loss is the surface temperature of the product undergoing the freezing process.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την κατάψυξη ενός γυμνού προϊόντος στον αέρα, παρατηρούνται απώλειες μάζας εξαιτίας της επιφανειακής εξάτμισης/εξάχνωσης υγρασίας από την μάζα του υλικού.

Όπως είναι γνωστό τα περισσότερα γεωργικά προϊόντα χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό και μοιάζουν πολύ μεταξύ τους όταν θεωρηθούν ως υλικά σε διασπορά.

Με τον όρο κατάψυξη εννοούμε την διαδικασία κατά την οποία το προϊόν από θερμοκρασία περιβάλλοντος φτάνει σε θερμοκρασία κάτω από -18 οC. Επειδή η διαδικασία αυτή πρέπει να είναι γρήγορη, στις πρακτικές εφαρμογές αναγκαστικά το προϊόν πρέπει να βρεθεί μέσα σε ισχυρό ρεύμα ψυχρού αέρα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, προϊόντα με μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό οπωσδήποτε αφυδατώνονται.

Την διαδικασία κατάψυξης μπορούμε να την χωρίσουμε σε δύο περιόδους, την περίοδο ψύξης και την περίοδο της καθαρής κατάψυξης. Κατά την διάρκεια της πρώτης περιόδου η θερμοκρασία του προϊόντος είναι μεγαλύτερη από το σημείο αρχόμενης κατάψυξης (στερεοποίησης). Η

απώλεια νερού γίνεται με εξάτμιση και η πυκνότητα εξάτμισης αφού ξεκινήσει από μια μέγιστη τιμή μειώνεται πολύ γρήγορα. Κατά την διάρκεια της δεύτερης περιόδου η επιφανειακή θερμοκρασία του προϊόντος είναι χαμηλότερη από το σημείο στερεοποίησης ενώ το μέτωπο κατάψυξης προχωρεί προς το εσωτερικό. Οι απώλειες νερού οφείλονται σε εξάτμιση και σε εξάχνωση της υγρασίας των επιφανειακών ιστών και καθώς το μέτωπο κατάψυξης προχωρεί, η εξάτμιση ελαττώνεται ενώ η συμμετοχή της εξάχνωσης γίνεται εντονότερη [2].

Τα φαινόμενα που παίζουν σημαντικό ρόλο και καθορίζουν την συνολική συμπεριφορά του συστήματος είναι η μετάδοση θερμότητας, η αλλαγή κατάστασης της υγρασίας του (εξάτμιση, εξάχνωση) και η μεταφορά μάζας (υδρατμών). Η σταδιακή αφυδάτωση και ξήρανση του υλικού έχει σαν συνέπεια την διαρκή μεταβολή της δομής και των θερμοφυσικών ιδιοτήτων του. Πάντοτε βέβαια η μετακίνηση των υδρατμών οφείλεται στην διαφορά πίεσης των υδρατμών ανάμεσα στην ζώνη εξάχνωσης ή εξάτμισης και το περιβάλλον.

Στην αρχική περίοδο, της απλής ψύξης, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι συμβαίνει εξάτμιση από μια κορεσμένη επιφάνεια. Η μεταφορά των υδρατμών από την επιφάνεια προς τον περιβάλλοντα αέρα γίνεται με διάχυση. Η μεταφορά θερμότητας προς την επιφάνεια γίνεται με συναγωγή και ακτινοβολία. Ένα μέρος της μεταφερόμενης θερμότητας χρησιμοποιείται για την εξάτμιση του νερού ενώ το υπόλοιπο αντιστοιχεί στη μεταβολή της αισθητής θερμότητα του προϊόντος.

Κατά την δεύτερη περίοδο, της κατάψυξης, η μεταφορά θερμότητας γίνεται με αγωγή από το εσωτερικό του υλικού και με συναγωγή και ακτινοβολία μεταξύ δείγματος και περιβάλλοντος. Η μεταφερόμενη θερμότητα αντιστοιχεί στην λανθάνουσα για το μέρος του υλικού που αλλάζει φάση (στερεοποιείται), στην αισθητή για το εσωτερικό του υλικού και στην θερμότητα που αντιστοιχεί στην εξάχνωση ή/και εξάτμιση στα εξωτερικά στρώματα. Η μεταφορά των υδρατμών από το εσωτερικό γίνεται με διάχυση τόσο στη σπογγώδη (αφυδατωμένη) ζώνη, όσο και από την επιφάνεια προς το περιβάλλον. Μεταξύ της επιφάνειας του δείγματος και της περιοχής του ψύχοντος μέσου με σταθερή συγκέντρωση υδρατμών, ορίζεται το οριακό στρώμα διάχυσης. Η διάχυση περιγράφεται από τον νόμο του Fick, δηλαδή

$$I = - D_{va} \cdot \frac{dC}{dx} = - \frac{D_{va}}{\delta_{diff}} \cdot (C_{surf} - C_{air}) \quad \text{όπου}$$

I είναι η πυκνότητα ροής μάζας σε $\text{Kgr.m}^{-2}\text{s}^{-1}$

D_{va} ο συντελεστής διάχυσης των υδρατμών στον αέρα, σε m^2s^{-1}

C_{surf} η συγκέντρωση των υδρατμών στην επιφάνεια του δείγματος, σε Kgr.m^{-3}

C_{air} η συγκέντρωση των υδρατμών στον περιβάλλοντα αέρα μακριά από την επιφάνεια του υλικού, σε Kgr.m^{-3}

δ_{diff} το πάχος του οριακού στρώματος, σε m .

Κάτω από πρακτικά ισόθερμες συνθήκες και όταν η ποσότητα των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα είναι μικρή (πράγμα που συνήθως συμβαίνει στην πράξη), οι συγκεντρώσεις μπορούν να αντικατασταθούν από τις μερικές πιέσεις των υδρατμών με βάση την σχέση $C = P_v / r_v \cdot T$, όπου P_v η μερική πίεση των υδρατμών σε Pa , $r_v = R_o / m$ η σταθερά των τέλειων αερίων για τον υδρατμό σε $\text{J.Kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ με R_o την παγκόσμια σταθερά των τέλειων αερίων, m τη χιλιογραμμομορια-

κή μάζα του υδρατμού και T τη θερμοκρασία σε οΚ. Έτσι ο νόμος του Fick παίρνει την μορφή

$$I = \frac{D_{va}}{\tau_v T} \cdot \frac{P_{vsurf} - P_{vair}}{\delta_{diff}}$$

Η ένταση της αφυδάτωσης κατά την κατάψυξη εξαρτάται από την φύση του προϊόντος, την θερμοκρασία και την ταχύτητα του μέσου και από το έλλειμμα υγρασίας μεταξύ προϊόντος και υψύχοντος μέσου. Η επιδερμίδα του προϊόντος προκαλεί αντίσταση στην διάχυση των υδρατμών η οποία ποικίλει ανάλογα με το προϊόν. Την αφυδάτωση επηρεάζουν επίσης η περιεκτικότητα σε νερό και ο ύπαρξη τραυματισμών ή προσβολών.

Η θερμοκρασία της επιφάνειας του προϊόντος καθορίζει την τάση υδρατμών και κατά συνέπεια την διαφορά με το περιβάλλον. Η αφυδάτωση είναι έντονη όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας είναι υψηλή, αφού η τάση των υδρατμών εξαρτάται σχεδόν γεωμετρικά από την θερμοκρασία.

Η ταχύτητα του υψύχοντος μέσου γύρω από το δείγμα (προϊόν) καθορίζει το πάχος του οριακού στρώματος και κατά συνέπεια επηρεάζει την κλίση της μερικής πίεσης και κατ' επέκταση την ένταση διάχυσης των υδρατμών [1]. Έτσι κάθε αύξηση της ταχύτητας του αέρα προκαλεί αύξηση της αφυδάτωσης. Βέβαια η αυξημένη ταχύτητα μειώνει τον χρόνο ψύξης και συνεπώς την διάρκεια του φαινομένου.

Σκοπός της ερευνητικής αυτής εργασίας είναι η διερεύνηση, κατά την κατάψυξη γυμνών (ασυσκευάστων) αγροτικών προϊόντων, των παραγόντων που επηρεάζουν το φαινόμενο της αφυδάτωσης καθώς και η εκτίμηση της συμμετοχής του καθενός.

ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΙ

Δείγματα: Η έρευνα έγινε σε πειραματικό τούνελ ανοικτού τύπου όπου κυλινδρικά δείγματα αγγουριού τοποθετούνταν κατακόρυφα σε αγωγό δοκιμών. Το συγκεκριμένο προϊόν έχει υψηλή περιεκτικότητα σε νερό, οι ιδιότητες του μοιάζουν με αυτές πολλών άλλων αγροτικών προϊόντων και το κυλινδρικό σχήμα του κάνει πιο εύκολους τους χειρισμούς και τους υπολογισμούς. Το ύψος του κυλινδρικού δείγματος ήταν περίπου 150 mm, ενώ η διάμετρος του γύρω στα 40 mm. Οποσδήποτε υπήρχαν κάποιες μικρές αποκλίσεις όσον αφορά το κυλινδρικό σχήμα και το μέγεθος της διαμέτρου, οι οποίες όμως περιορίστηκαν με αυστηρή επιλογή των δειγμάτων. Για να αποφευχθούν οριακά φαινόμενα στις δυο βάσεις των κυλίνδρων, τοποθετήθηκαν δίσκοι από καουτσούκ ανάλογης διαμέτρου έτσι ώστε ο αέρας να μην έρχεται στα δύο άκρα σε επαφή με το υλικό του δείγματος.

Πειραματική εγκατάσταση: Χρησιμοποιήθηκε ένας αγωγός ανακύκλωσης (ανοικτού τύπου) του αέρα του θαλάμου κατάψυξης, ορθογωνικής διατομής και μήκους 5 περίπου μέτρων. Αποτελείτο από πέντε τμήματα μεταξύ των οποίων και των αγωγό δοκιμών διαστάσεων διατομής 30x80 cm που βρισκόταν στο μέσο του πειραματικού αγωγού. Ένας ανεμιστήρας αξονικής ροής εξασφάλιζε την κυκλοφορία του αέρα. Η ομοιομορφία του πεδίου της ταχύτητας του αέρα μέσα στον αγωγό δοκιμών, επιτυγχανόταν με περύγια τοποθετημένα ομόκεντρα στις δυο γωνίες του αεραγωγού και με ένα συγκλίνοντα αγωγό στο τέλος του οποίου υπήρχε και πλέγμα ομογενοποίησης τύπου κυψελών [3].

Η θερμοκρασία του θαλάμου ρυθμιζόταν με θερμοστάτη ακριβείας 1 οC. Υπήρχε καταγραφικό όργανο θερμοκρασίας με δυνατότητα ταυτόχρονης χρήσης έξι θερμοζευγών. Έτσι γινόταν η καταγραφή της θερμοκρασίας του αέρα, της επιφάνειας και του κέντρου του δείγματος.

Ένα ηλεκτρονικό υγρόμετρο χρησιμοποιούταν για την μέτρηση της υγρασίας του αέρα του θαλάμου. Με την βοήθεια μικρής φυγοκεντρικής αεραντλίας αντλούσαμε αέρα μέσα από τον θάλαμο και τον οδηγούσαμε με ένα αγωγό τριών περιόδου μέτρων στο δοχείο υγρομέτρησης.

Η ταχύτητα του αέρα ρυθμιζόταν με ειδικούς δακτυλίους στην κατάβληψη του ανεμιστήρα. Η μέτρηση της ταχύτητας του αέρα ήταν συνεχής με ανεμόμετρο του οποίου το αισθητήριο (μυλίσκος) είχε τοποθετηθεί μέσα στον αγωγό δοκιμών.

Για την ζύγιση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε ειδικός ηλεκτρονικός ζυγός με ακρίβεια 0,01 gr. Τα ζυγιστικά κύτταρο (αισθητήριο) βρισκόταν μέσα στο θάλαμο δοκιμών, ενώ το ηλεκτρονικό μέρος έξω απ' αυτόν.

Πειραματική διαδικασία: Σε κάθε σειρά μετρήσεων χρησιμοποιούσαμε δύο όμοια δείγματα στα οποία είχαμε τοποθετήσει ένα λεπτό νήμα κατά την έννοια του άξονα συμμετρίας τους και δίσκους από καουτσούκ στις βάσεις. Το ένα δείγμα το κρεμούσαμε στο ζυγό (χρησιμοποιώντας το νήμα που προαναφέρθηκε) έτσι ώστε να είναι δυνατή η καταγραφή του βάρους οποιαδήποτε στιγμή. Δύο θερμοζεύγη ετοποθετούτο στο δεύτερο δείγμα, το ένα ακριβώς κάτω από την επιδερμίδα και το άλλο στον άξονα του. Έτσι ήταν δυνατή η καταγραφή των αντίστοιχων θερμοκρασιών. Και το δεύτερο δείγμα ετοποθετείτο μέσα στον αγωγό δοκιμών δίπλα στο πρώτο. Τα δυο δείγματα τοποθετούνταν πάντοτε σε θέσεις όπου το πεδίο ταχυτήτων του αέρα ήταν σταθερό. Η χρήση των δυο δειγμάτων ήταν αναγκαία γιατί δεν ήταν δυνατό να μετρούμε στο ίδιο δείγμα θερμοκρασία και βάρος ταυτόχρονα αφού τα καλώδια των θερμοζευγών θα αλλοίωναν τις μετρήσεις του βάρους.

Μετά την τοποθέτηση των δειγμάτων στον αγωγό δοκιμών αρχίζαμε μετρήσεις θερμοκρασίας και βάρους τις οποίες επαναλαμβάναμε σε σύντομα χρονικά διαστήματα (2-3 min). Το βάρος του δείγματος κάθε φορά προέκυπτε ως ο μέσος όρος δέκα μετρήσεων που γίνονταν σε μικρό χρονικό διάστημα (περίπου 10 sec), αυτή η διαδικασία ήταν αναγκαία για να μειωθούν τα σφάλματα που προκαλούσε το ρεύμα του αέρα στις ζυγίσεις.

Σε όλη την διάρκεια των πειραμάτων δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο να ελαχιστοποιηθούν τα ανοίγματα της πόρτας του θαλάμου για καλύτερο έλεγχο της υγρασίας, η οποία μετά από συχνές μετρήσεις βρέθηκε να κυμαίνεται γύρω στο 65%.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Μελετήθηκαν τρεις θερμοκρασίες κατάψυξης (-10, -18 και -25 οC) και πέντε ταχύτητες αέρα (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 και 5.0 m/sec). Από την μεταβολή του βάρους των δειγμάτων και λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος και το σχήμα τους καθώς και την χρονική διάρκεια των μεταβολών υπολογίστηκε η πυκνότητα εξάτμισης-εξάχνωσης. Οι πειραματικές μετρήσεις σταματούσαν κάθε φορά που η θερμοκρασία της επιδερμίδας πλησίαζε αυτή του αέρα.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται συσχετίσεις της πυκνότητας αφυδάτωσης I και της απώλειας μάζας L με το χρόνο, καθώς και οι αντίστοιχοι συντελεστές συσχέτισης.

Στα σχήματα 1.α, 1.β και 1.γ φαίνεται η απώλεια μάζας για διάφορες ταχύτητες και θερμοκρασίες κατάψυξης. Παρατηρούμε ότι οι απώλειες αυξάνουν με την θερμοκρασία και την ταχύτητα του αέρα. Αυτό συμβαίνει γιατί σε υψηλότερες θερμοκρασίες κατάψυξης το δείγμα καθυστερεί

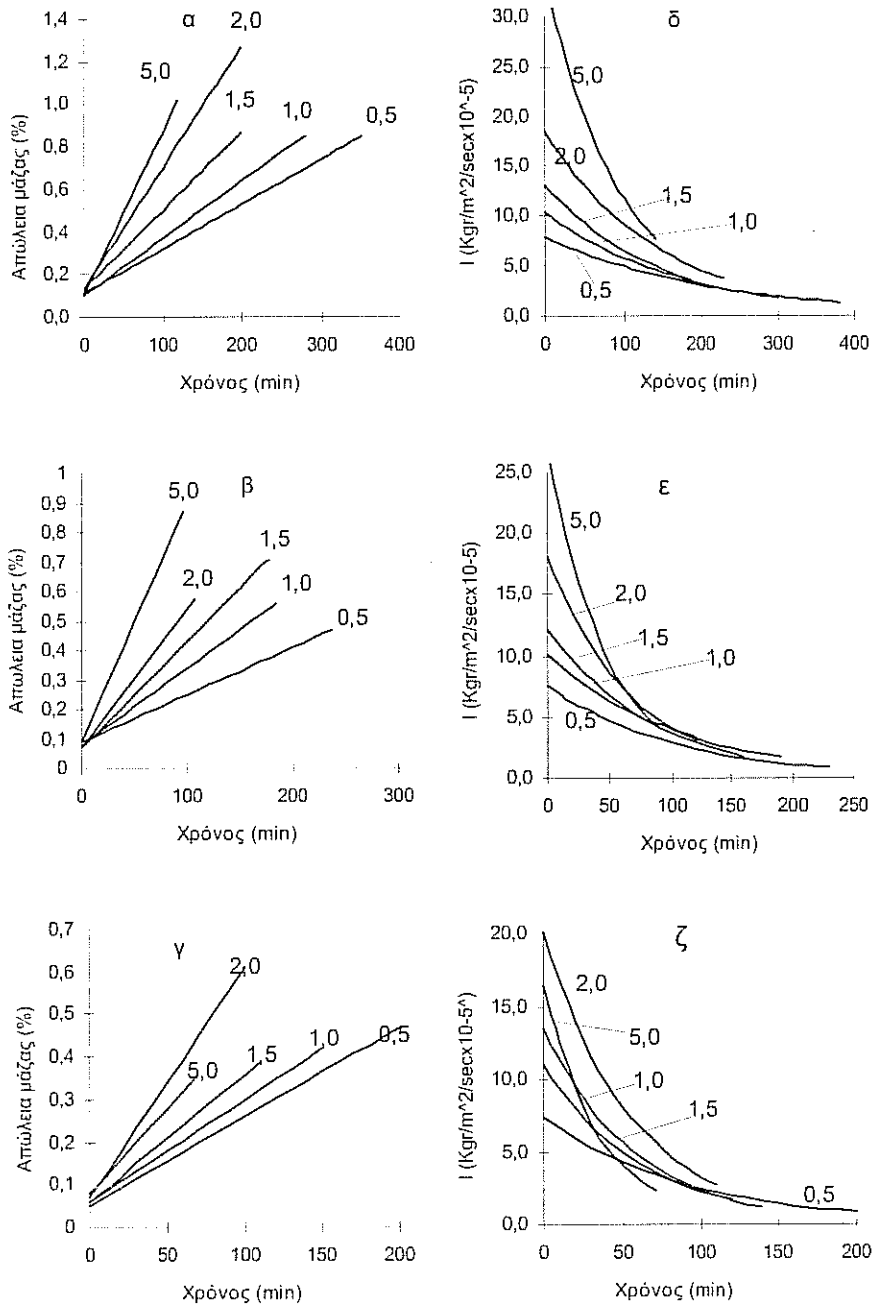
ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Συσχέτιση πυκνότητας αφυδάτωσης και απώλειας μάζας με το χρόνο κατά την κατάψυξη.

T οC	U m/sec	Πυκνότητα Αφυδάτωσης Kgr/m ² /sec x 10 ⁻⁵	R	Απώλειες μάζας. %	R
-10	0.5	$I = \exp(2.07 - 4.7 \times 10^{-3} \times t)$	0.92	$L = 0.11 + 2.1 \times 10^{-3} \times t$	0.98
-10	1.0	$I = \exp(2.34 - 5.8 \times 10^{-3} \times t)$	0.95	$L = 0.10 + 2.7 \times 10^{-3} \times t$	0.98
-10	1.5	$I = \exp(2.58 - 7.0 \times 10^{-3} \times t)$	0.93	$L = 0.13 + 3.7 \times 10^{-3} \times t$	0.98
-10	2.0	$I = \exp(2.92 - 7.0 \times 10^{-3} \times t)$	0.96	$L = 0.13 + 5.7 \times 10^{-3} \times t$	0.98
-10	5.0	$I = \exp(3.54 - 10.7 \times 10^{-3} \times t)$	0.95	$L = 0.10 + 7.7 \times 10^{-3} \times t$	0.99
-18	0.5	$I = \exp(2.02 - 9.7 \times 10^{-3} \times t)$	0.92	$L = 0.09 + 1.6 \times 10^{-3} \times t$	0.96
-18	1.0	$I = \exp(2.31 - 9.4 \times 10^{-3} \times t)$	0.93	$L = 0.08 + 2.6 \times 10^{-3} \times t$	0.98
-18	1.5	$I = \exp(2.5 - 12.0 \times 10^{-3} \times t)$	0.97	$L = 0.07 + 3.6 \times 10^{-3} \times t$	0.98
-18	2.0	$I = \exp(2.9 - 15.0 \times 10^{-3} \times t)$	0.98	$L = 0.07 + 4.7 \times 10^{-3} \times t$	0.97
-18	5.0	$I = \exp(3.3 - 21.2 \times 10^{-3} \times t)$	0.97	$L = 0.09 + 8.1 \times 10^{-3} \times t$	0.98
-25	0.5	$I = \exp(2.0 - 10.9 \times 10^{-3} \times t)$	0.98	$L = 0.05 + 2.1 \times 10^{-3} \times t$	0.98
-25	1.0	$I = \exp(2.4 - 15.9 \times 10^{-3} \times t)$	0.99	$L = 0.06 + 2.4 \times 10^{-3} \times t$	0.96
-25	1.5	$I = \exp(2.6 - 17.4 \times 10^{-3} \times t)$	0.98	$L = 0.06 + 3.0 \times 10^{-3} \times t$	0.96
-25	2.0	$I = \exp(3.0 - 18.2 \times 10^{-3} \times t)$	0.97	$L = 0.07 + 5.4 \times 10^{-3} \times t$	0.97
-25	5.0	$I = \exp(2.8 - 28.1 \times 10^{-3} \times t)$	0.96	$L = 0.08 + 4.0 \times 10^{-3} \times t$	0.97

να ψυχθεί με αποτέλεσμα να αφυδατώνεται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ενώ στην επιδερμίδα του επικρατεί υψηλή θερμοκρασία. Στο σχήμα 1.γ παρουσιάζεται μικρότερη απώλεια σε ταχύτητα αέρα 5.0 m/sec από ότι στην ταχύτητα 2.0 m/sec. Αυτό πιθανώς να οφείλεται σε μια κρούστα που δημιουργείται πάνω στο δείγμα εξαιτίας της έντονης αφυδάτωσης κατά τις πρώτες στιγμές του φαινομένου και στην μικρή διάρκεια ψύξης λόγω της υψηλής ταχύτητας, αφού η επιφάνεια του προϊόντος παραμένει για ελάχιστο μόνο χρόνο σε θετικές θερμοκρασίες.

Στα σχήματα 1.δ, 1.ε και 1.ζ φαίνεται η επίδραση της ταχύτητας του αέρα στην πυκνότητα αφυδάτωσης για τις διάφορες θερμοκρασίες κατάψυξης. Όπως θα περιμέναμε, αύξηση της ταχύτητας οδηγεί σε αύξηση της πυκνότητας εξάχνωσης, οι καμπύλες όμως των μεγάλων ταχυτήτων κατερχόμενες τέμνουν αυτές των μικρότερων. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο ότι τα δείγματα ψύχονται πολύ γρήγορα στις μεγάλες ταχύτητες και έτσι η αφυδάτωση συμβαίνει σε χαμηλές θερμοκρασίες επιδερμίδας. Ο ρυθμός μείωσης συνολώς του ελλείμματος κορεσμού υπερκαλύπτει την αύξηση της αφυδάτωσης λόγω μείωσης του πάχους του οριακού στρώματος στις μεγαλύτερες ταχύτητες. Το γεγονός αυτό παρουσιάζεται έντονα όσο κατεβαίνει η θερμοκρασία κατάψυξης.

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται συσχετίσεις καθώς και συντελεστές συσχέτισης για την εξάρτηση της πυκνότητας αφυδάτωσης από την θερμοκρασία της επιφάνειας, το έλλειμμα πίεσης κορεσμού και το έλλειμμα κορεσμού για διάφορες θερμοκρασίες κατάψυξης και για τις ταχύτητες αέρα που μελετήθηκαν. Επίσης εμφανίζεται η συσχέτιση της πυκνότητας εξάχνωσης με την θερμοκρασία της επιφάνειας, το έλλειμμα πίεσης κορεσμού και το έλλειμμα κορεσμού για τις ταχύτητες που μελετήθηκαν, ανεξάρτητα από την θερμοκρασία κατάψυξης, οι συντελεστές συσχέτισης όμως σε αυτή την περίπτωση δεν είναι πολύ μεγάλοι κυμαινόμενοι από 0,63 έως 0,87.



Σχήμα 1. α,β,γ: Μεταβολή απωλειών μάζας με το χρόνο για θερμοκρασίες κατάψυξης α=-10 οC, β: -18 οC και γ: -25 οC .
 δ,ε,ζ: Μεταβολή της πυκνότητας εξάχνωσης (I) με το χρόνο για θερμοκρασίες κατάψυξης δ=-10 οC, ε: -18 οC και ζ: -25 οC.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Αποτελέσματα συσχετίσεων μεταξύ πυκνότητας αφυδάτωσης και θερμοκρασίας επιφάνειας, ελλείμματος πίεσης κορεσμού και ελλείμματος κορεσμού.

I=f(T)

U	$\Theta = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²	$\Theta = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²	$\Theta = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²
0,5	I= -146,343+0,553xT	0,954	I= -179,865+0,677xT	0,929	I=exp(-27,288+0,105xT)	0,764
1,0	I= -185,673+0,701xT	0,921	I= -181,570+0,687xT	0,956	I=exp(-23,511+0,093xT)	0,855
1,5	I= -263,004+0,995xT	0,913	I= -214,530+0,816xT	0,915	I=exp(-24,709+0,098xT)	0,869
2,0	I= -268,856+1,031xT	0,800	I= -282,220+1,079xT	0,814	I=exp(-21,652+0,088xT)	0,875
5,0	I= -639,261+2,424xT	0,974	I= -369,968+1,420xT	0,909	I=exp(-19,529+0,081xT)	0,797

I=f(Δ P)

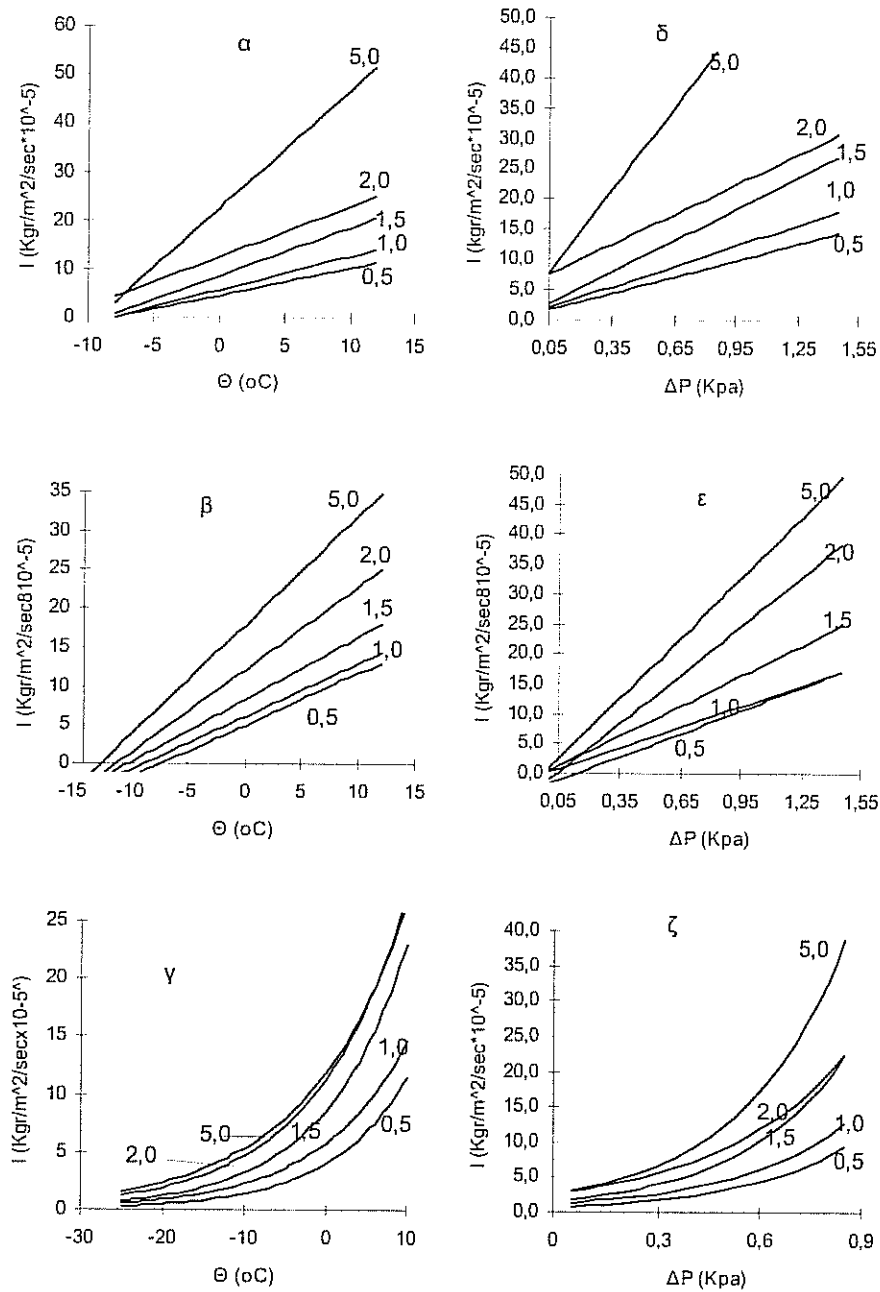
U	$\Theta = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²	$\Theta = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²	$\Theta = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²
0,5	I= 1,244+9,081x Δ P	0,934	I= -1,847+13,023 x Δ P	0,969	I=exp(-0,385+3,101x Δ P)	0,835
1,0	I= 1,451+11,449x Δ P	0,892	I= 0,163+11,634x Δ P	0,928	I=exp(0,085+2,884x Δ P)	0,886
1,5	I= 1,930+17,335x Δ P	0,904	I= 0,368+16,791x Δ P	0,887	I=exp(0,426+3,159x Δ P)	0,944
2,0	I= 6,743+16,529x Δ P	0,723	I= -1,340+27,378x Δ P	0,860	I=exp(0,954+2,536x Δ P)	0,867
5,0	I= 5,526+45,584x Δ P	0,795	I= 0,720+33,722x Δ P	0,898	I=exp(0,920+3,219x Δ P)	0,954

I=f(Δ W)

U	$\Theta = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²	$\Theta = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²	$\Theta = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$	R ²
0,5	I=1,278+1,447x Δ W	0,933	I= -1,797+2,081x Δ W	0,966	I=exp(-0,377+0,497x Δ W)	0,833
1,0	I=1,495+1,913x Δ W	0,890	I=0,229+1,854x Δ W	0,927	I=exp(0,090+0,463x Δ W)	0,884
1,5	I=1,979+2,764x Δ W	0,903	I= -0,313+2,687x Δ W	0,884	I=exp(0,428+0,509x Δ W)	0,944
2,0	I=6,817+2,587x Δ W	0,728	I= -1,307+4,399x Δ W	0,860	I=exp(0,959+0,407x Δ W)	0,865
5,0	I=5,627+7,286x Δ W	0,975	I=0,785+5,410x Δ W	0,896	I=exp(0,921+0,519x Δ W)	0,955

Συσχετίσεις ανεξάρτητα της θερμοκρασίας κατάψυξης

U	I=f(T)	R ²	I=f(Δ P)	R ²	I=f(Δ W)	R ²
0,5	I=exp(-29,805+0,114xT)	0,836	I= -0,385+10,529x Δ P	0,846	I= 0,358+1,686x Δ W	0,846
1,0	I=exp(-24,456+0,096xT)	0,835	I= 0,622+11,466x Δ P	0,872	I= 0,655+1,834x Δ W	0,872
1,5	I=exp(-24,071+0,096xT)	0,830	I= 1,055+16,034x Δ P	0,823	I= 1,082+2,571x Δ W	0,823
2,0	I=exp(-21,875+0,089xT)	0,817	I= 2,221+20,661x Δ P	0,721	I= 2,256+3,314x Δ W	0,721
5,0	I=exp(-24,820+0,101xT)	0,845	I= 0,590+35,843x Δ P	0,631	I= 0,523+5,771x Δ W	0,633



Σχήμα 2. α,β,γ: Μεταβολή πυκνότητας εξαχνωσης (I) με την θερμοκρασία της επιφάνειας του δείγματος (Θ) για θερμοκρασίες κατάψυξης $\alpha=-10$ $^{\circ}\text{C}$, $\beta: -18$ $^{\circ}\text{C}$ και $\gamma: -25$ $^{\circ}\text{C}$.

δ,ε,ζ: Μεταβολή πυκνότητας εξαχνωσης (I) με το έλλειμμα πίεσης κορεσμού (ΔP) για θερμοκρασίες κατάψυξης $\delta=-10$ $^{\circ}\text{C}$, $\epsilon: -18$ $^{\circ}\text{C}$ και $\zeta: -25$ $^{\circ}\text{C}$.

Η πυκνότητα αφυδάτωσης μειώνεται πολύ γρήγορα με την πτώση της επιφανειακής θερμοκρασίας, γεγονός αναμενόμενο αφού η τάση ατμών του νερού μειώνεται έντονα με την πτώση της θερμοκρασίας. Στα σχήματα 2.α, 2.β, 2.γ εμφανίζονται γραφικά τα παραπάνω ενώ στα σχήματα 2.δ, 2.ε, 2.ζ φαίνεται η μεταβολή της πυκνότητας αφυδάτωσης με το έλλειμμα πίεσης κορεσμού. Βλέπουμε ότι η αύξηση της ταχύτητας οδηγεί σε αύξηση της πυκνότητας αφυδάτωσης. Σε θερμοκρασίες κατάψυξης της τάξεως των -25 οC για μεγάλες τιμές του ελλείμματος πίεσης κορεσμού, το φαινόμενο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι παράγοντες που ελέγχουν σοβαρά το φαινόμενο της αφυδάτωσης κατά την κατάψυξη είναι η ταχύτητα του αέρα και το έλλειμμα κορεσμού που είναι συνάρτηση της επιφανειακής θερμοκρασίας του δείγματος. Η τελική απώλεια μάζας όμως είναι συνάρτηση και της χρονικής διάρκειας του φαινομένου. Έτσι ενώ σε χαμηλές θερμοκρασίες παρατηρείται στην αρχή του φαινομένου πολύ μεγάλη τιμή ελλείμματος κορεσμού, η τελική απώλεια μάζας είναι ίση ή μικρότερη από αυτή που παρατηρείται σε υψηλότερες θερμοκρασίες κατάψυξης.

Επειδή η ταχύτητα κατάψυξης έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα των προϊόντων θα πρέπει η θερμοκρασία κατάψυξης να είναι αρκετά χαμηλή και η ταχύτητα του αέρα όχι μεγάλη. Τα πειραματικά βεβαίως στοιχεία που δείχνουν μείωση της αφυδάτωσης σε χαμηλές θερμοκρασίες κατάψυξης και υψηλές ταχύτητες δεν είναι αρκετά για να στηρίξουν αυτή την άποψη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Lambrinos (1990): 'Sublimation de la glace sous convection forcee ; coefficients de transfer de masse'. *Revue Generale du Froid* No 9 (Nov./Dec.), pp. 25-30.
2. Lambrinos, M. Sakly (1994): 'Evaluation experimentale, par simulation des echanges thermiques ayant lieu a la surface d' echantillons cylindriques geles'. *Revue Generale du Froid*, Vol. 17, No 2, pp. 135-139.
3. Lambrinos, D. Mitropoulos (1995) : Le role du facteurur 'temps' sur la deshydratation des produits congeles. *Proceedings of the 19th Int. Congress of Refrigeration*, Vol. II, pp. 235-241.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΚΚΟΚΚΙΣΜΟ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ ΑΠΟΧΝΟΩΣΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΟΣΠΟΡΟΥ

Νικόλαος Χουλιαράς¹, Θεοφάνης Γέμιος² και +Ιωάννης Δουλούδης¹

¹Εργαστήριο Εδαφολογίας ΤΕΙ Λάρισας, ²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σημαντικές ποσότητες οργανικών αποβλήτων παράγονται κατά τον εκκοκκισμό του βαμβακιού (εκτός του σπόρου) και κατά την χημική αποχνόωση του βαμβακόσπορου με χρήση θεικού οξέως, προς απόκτηση σπόρου κατάλληλου για σπορά. Για τη μελέτη αυτών των υλικών σε πείραμα επώασης διάρκειας 9 εβδομάδων, προστέθηκαν υποπροϊόντα εκκοκκισμού βαμβακιού (ασθενώς αλκαλικό υλικό) σε όξινο έδαφος. Επίσης σε ασβεστούχο έδαφος προστέθηκαν υποπροϊόντα της χημικής επεξεργασίας του βαμβακόσπορου (όξινο υλικό) σε ανάλογο πείραμα. Παράλληλα έλαβε χώρα συγκριτικό πείραμα με εφαρμογή οργανικού λιπάσματος εμπορίου στο όξινο έδαφος.

Η εφαρμογή των υλικών αύξησε την περιεκτικότητα όλων των επεμβάσεων σε οργανική ουσία και σε διαλυτά συστατικά. Στο όξινο έδαφος το pH αυξήθηκε από 5,65 σε 7,68 για τη μεγαλύτερη δόση εφαρμογής του υλικού εκκοκκισμού, ενώ η εφαρμογή του υλικού αποχνόωσης μείωσε το αρχικό pH του εδάφους από 8,50 σε 8,03 επίσης για τη μεγαλύτερη δόση εφαρμογής του στο ασβεστούχο έδαφος. Η εφαρμογή των υλικών αύξησε την περιεκτικότητα των επεμβάσεων σε διαθέσιμα P (Olsen) και K (εναλλακτικό). Όσον αφορά τα μικροθρεπτικά, σημαντικές μεταβολές που παρατηρήθηκαν είναι οι μειώσεις των διαθέσιμων μορφών Fe και Mn που προκάλεσε η εφαρμογή του υλικού εκκοκκισμού στο Alfisol και σχετίζεται με την δραστηκή αύξηση του pH. Δεν προκύπτει ουσιώδης επίδραση με την εφαρμογή των υλικών στην περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ανόργανο N.

APPLICATION OF GIN TRASH AND RESIDUE OF COTTONSEED ACID DELINTING PROCESS, TO SOILS

ABSTRACT

In a 9 weeks incubation experiment, gin trash (weakly alkaline material), was added to an acid soil and the residue of cottonseed acid delinting process (acid material), was added to a calcareous soil; a parallel control experiment, was carried out by adding a commercial organic fertiliser, to the same acid soil, used in the previous treatment with gin trash.

The application of those materials to the soils, increased the contents in organic matter and the available P and K. The gin trash, and the organic fertiliser, (chemically neutral materials), corrected the soil acidity but the residue of acid delinting the cottonseed (acid material) reduced the soil alkalinity. The experiment didn't show any significant effect on mineral N content of the soils.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιομηχανική εκκόκκιση του βαμβακιού συνδυάζεται με την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων (εκτός του σπόρου), των οποίων τα ποσοστά κυμαίνονται στο 15% της εισερχόμενης για επεξεργασία πρώτης ύλης (προφοροζική ενημέρωση από ΕΓΣ/Λάρισα, 1996). Παραγωγή αποβλήτου προκύπτει επίσης και κατά την χημική αποχλώση του βαμβακόσπορου με χρήση θετικού οξέως για την απόκτηση σπόρου κατάλληλα αποχλωμένου για τη σπορά, σε ποσοστά επίσης 10-15% του αρχικά εισερχόμενου υλικού (προφοροζική ενημέρωση από ΕΓΣ/Λάρισα, 1996).

Ως γνωστόν στις μέρες μας εστιάζεται ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον σ' εκείνα τα υλικά που ως απόβλητα αντί να απορρίπτονται και να ρυπαίνουν, είναι δυνατόν να ανακυκλωθούν στο έδαφος εξυπηρετώντας την συντήρηση ή βελτίωση ιδιοτήτων του στη φυσική τους κατάσταση ή ύστερα από επεξεργασία όπως η κομποστοποίηση (Gemplos και συν. 1995; Χουλιάρης και συν. 1996; Nelson and Flores, 1994). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις περιοχές της εντατικής εκμετάλλευσης του εδάφους, που χαρακτηρίζονται από ισχυρή ελάττωση της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία, παρουσιάζουν τα υλικά που έχουν πλούσιο οργανικό φορτίο (Par et al., 1989; Blaine and Melting, 1992; Σιδηράς και Χουλιάρης, 1993). Η εφαρμογή τους όμως στα εδάφη πρέπει πάντα να βασίζεται σε τεκμηριωμένα στοιχεία.

Τα απορρίμματα επεξεργασιών φυτικών προϊόντων δείχνουν μεγάλη ποικιλία σύστασης (Heckman et al., 1996). Οι συνέπειες της εφαρμογής των στο έδαφος εξαρτώνται από την σύσταση αυτών των υλικών όπως πχ περιεκτικότητα σε βαριά μέταλλα αλλά αυτό δεν αρκεί. Η αντικειμενική πληροφόρηση επί του θέματος αποκτάται μόνο από σχετικό πειραματισμό. Ως γνωστόν οι τελικές συνέπειες της χρήσης προκύπτουν από την δράση πληθώρας παραγόντων που διαμορφώνονται κατά την αλληλεπίδραση του υλικού και του είδους του εδάφους (Χουλιάρης, 1994). Όσο καλύτερα ελέγχονται οι συνέπειες της εφαρμογής των υλικών τόσοσ ασφαλέστερη καθίσταται η χρήση τους (Chouliaras et al., 1998).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι δύο ειδών (Πίνακας 1). Το πρώτο είναι σκουπίδι από υποπροϊόντα εκκόκκιμού (E) του εργοστασίου της Ένωσης Γεωργικών Συνεταιρισμών Τρικάλων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το υλικό παράγεται ύστερα από διαχωρισμό και αφαίρεση των χονδροειδών ξυλωδών μερών. Περιέχει χώμα, φυτικά υπολείμματα και ίνες βαμβακιού. Το άλλο είναι το υποπροϊόν της χημικής επεξεργασίας (X) του βαμβακόσπορου από το εργοστάσιο της Ένωσης Γεωργικών Συνεταιρισμών Λάρισας και αποτελείται κύρια από ίνες βαμβακιού εμποτισμένες με θειικό οξύ, γι' αυτό και είναι όξινο υλικό, (Πίνακας 1).

Το υλικό (E) που έχει ασθενώς αλκαλικό pH, εφαρμόστηκε σε συνθήκες επώασης σε όξινο έδαφος (Typic Rhodoxeralf από την περιοχή Αλμυρού). Το υλικό (X) έχει όξινο pH και δοκιμάστηκε σε αβεστούχο (Typic Xerofluvnt, από την περιοχή Πυργατού, Πίνακας 2) με την ίδια τεχνική.

Έτσι σε 100 g αεροξηραμένου εδάφους προστέθηκαν 0, 3, 6, 9 g από το υλικό (E) για το όξινο έδαφος και 0, 1,4, 2,8 και 4,2 g από το υλικό (X) για το αβεστούχο έδαφος. Η επιλογή των δόσεων έγινε ώστε να υπάρχει ισοδυναμία στην προσθήκη οργανικής ύλης από το κάθε υλικό για την αντίστοιχη δόση. Ανάλογο πείραμα για σύγκριση εκτελέστηκε με εφαρμογή οργανικού λιπάσματος εμπορίου (γερμανική τύρφη εμπλουτισμένη με θρεπτικά, Πίνακας 1) και σε δοσολογίες 0, 1,6, 3,2, και 4,8 g αεροξηραμένου υλικού, ανά 100 g εδάφους Allisol. Τα πειράματα παρασκευάστηκαν σε 3 επαναλήψεις και υποβλήθηκαν σε περίοδο επώασης 9 εβδομάδων σε θερ-

μορρασία 28 οC. Κατά την περίοδο των 3 πρώτων εβδομάδων και των 3 τελευταίων, η υγρασία των δειγμάτων διατηρήθηκε στα 2/3 της υδατοϊκανότητας, κατάσταση που ευνοεί τις αερόβιες ζυμώσεις. Στην αρχή της ενδιάμεσης περιόδου των 3 εβδομάδων ξήρανσης, τα δείγματα υποβλήθηκαν σε απομάκρυνση των υδατοδιαλυτών μορφών με εφαρμογή έκπλυσης με νερό σε αναλογία (έδαφος: H₂O) = 1:5, ώστε να ανιχνευτούν οι υποκείμενες μορφές των διαφόρων στοιχείων σε έκπλυση. Έτσι με τη σχετική πειραματική μέθοδο, επιτυγχάνεται οικολογική προσέγγιση της προκαλούμενης έκπλυσης υπό φυσικές συνθήκες (Chone et al., 1974). Στο τέλος της περιόδου επώασης στα εδαφικά δείγματα έγιναν οι παρακάτω εργαστηριακοί προσδιορισμοί:

Πίνακας 1. Ιδιότητες των υλικών που εφαρμόστηκαν στο έδαφος. (Η σύσταση αναφέρεται επί της ξηρής ουσίας).

Υλικό Περιγραφή	Οργανικό Λίπασμα Εμπορίου (O) Τύρφη Γερμανική εμπλουτισμένη με ανόργανα θρεπτικά στοιχεία	Υποπροϊόν Εκκοκκισμού (E) βαμβακώδες- χωματώδες	Υπόλειμμα χημικής αποχλόωσης (X) βαμβακώδες
pH (H ₂ O)1:5	6,10	7,64	1,0
Οργανικές Ύλες %	61	33	73
CaCO ₃ %	0	7,3	0
N%	0,8	0,3	1,4
P%	0,05	0,2	0,06
K%	0,8	1,3	1,1
Fe ppm	1000	4750	1300
Zn ppm	38	63	25
Mn ppm	84	283	100
Cu ppm	<20	<20	<20

Πίνακας 2: Ιδιότητες των εδαφών που χρησιμοποιήθηκαν.

Έδαφος	βάθος	Υφή cm	Οργανικές Ύλες	PH (H ₂ O) 1:5	CaCO ₃ (%)	C.E.C cmol/kg	S/T *	C/N 100
Alfisol	0-25	SCL	1,5	4,82	0	7	43	12
Entisol	0-25	SiL	1,7	8,38	2,7	22,5	sat	6

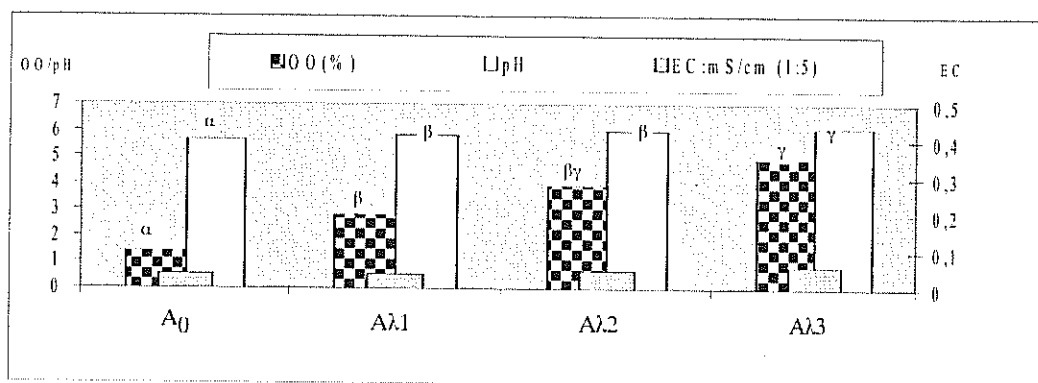
- pH : αιώρημα (1:5)
- CaCO₃ %
- Περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (Walkley)
- Αλατότητα : Ηλεκτρική αγωγιμότητα στο εκχύλισμα (έδαφος :H₂O)/1:5

- Εναλλακτικό Κ με εκχύλιση σε NH_4OAc , IN.
- P-Olsen
- Άζωτο νιτρικό και αμμωνιακό με απόσταξη, σε δείγματα λαμβανόμενα ανά 2 εβδομάδες κατά την περίοδο της επώασης.
- Αφομοιώσιμα Fe, Zn, Mn, Cu με τη μέθοδο του DTPA
- Επίσης στο διάλυμα έκπλυσης (1:5) που παραλήφθηκε, μετρήθηκαν το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η περιεκτικότητα σε αμμωνιακά και νιτρικά, P, K, Ca, Fe, Zn, Mn και Cu.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Α. Πείραμα με οργανικό λιπάσμα εμπορίου

Η εφαρμογή του οργανικού λιπάσματος βελτίωσε το pH του εδάφους από 5.65 σε 6.11 στη μεγαλύτερη δόση και η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία αυξήθηκε σημαντικά (Σχήμα 1). Το υδατοδιαλυτό εκχύλισμα είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε αλάτια όμως δείχνει αύξηση της έκπλυσης σε Ca και Na με την εφαρμογή του λιπάσματος (Πίνακας 3). Βελτιώθηκαν τα επίπεδα σε αφομοιώσιμα Κάλι και Φώσφορο (Πίνακας 4), ενώ η αλατότητα δεν αυξήθηκε ουσιαστικά. Όσον αφορά το ανόργανο N (αδημοσίευστα δεδομένα), δεν παρατηρείται ουσιαστική επίδραση στο έδαφος με την εφαρμογή του οργανικού λιπάσματος, κι' αυτό μάλλον πρέπει να αποδοθεί στην χαμηλή περιεκτικότητα σ' αυτό το στοιχείο του λιπάσματος.



Σχήμα 1: Επίδραση του οργανικού λιπάσματος στις ιδιότητες των εδαφών μετά από περίοδο επώασης (A: Alfisol / OO: Οργανική ουσία / λ: οργανικό λιπάσμα / 0, 1, 2, 3: δόσεις εφαρμογής του λιπάσματος, αξιολόγηση διαφορών κατά Tukey 0,05 και κατά ιδιότητα).

Πίνακας 3. Επίδραση του οργανικού λιπάσματος στην παραγωγή υδατοδιαλυτών στοιχείων κατά την έκπλυση (mg/kg εδάφους).

Επεμβάσεις	EC Εκχύλισμα Έδαφος:H ₂ O (1:5) mS/cm	P	K	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
A0	0,07α#	5,2α	10,442β	5,72α	27,7α	3,2β	<0,5	<2,5
Aλ1	0,11β	2,7α	5,85α	30,37β	19,8α	1,5α	<0,5	<2,5
Aλ2	0,15γ	3,4α	6,523α	50,47γ	15,7α	1α	<0,5	<2,5
Aλ3	0,12β	4α	13,033γ	30,9β	18α	1α	<0,5	<2,5

A: Alfisol, λ: οργανικό λίπασμα 0/1/2/3: δόσεις εφαρμογής των υλικών,
#Τεστ Tukey κατά στήλη (0,05).

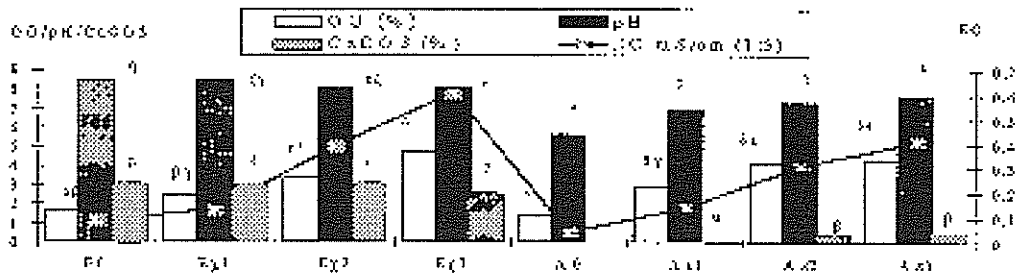
Πίνακας 4. Επίδραση οργανικού λιπάσματος στην παραγωγή αφομοιώσιμων θρεπτικών στοιχείων μετά από περίοδο επώασης (mg/kg εδάφους).

Επεμβάσεις	P-Olsen	K	FeDTPA	MnDTPA	ZnDTPA	CuDTPA
A0	43.4α#	0.155α	21.9α	98.7α	1α	2.28β
Aλ1	48.7α	0.212β	21.8α	86α	0.6α	1.47αβ
Aλ2	61.7αβ	0.227β	28.9α	72α	0.8α	1.2α
Aλ3	78.5β	0.25β	25.2α	72α	0.77α	0.8α

A: Alfisol, λ: οργανικό λίπασμα, 0/1/2/3: δόσεις εφαρμογής των υλικών, K: εναλλακτική μορφή
#Τεστ Tukey κατά στήλη (0,05)

B. Επίδραση των υποπροϊόντων εκκοκκισμού και αποχώνωσης στις ιδιότητες των εδαφών

Υδατοδιαλυτά Συστατικά: Η εφαρμογή των υποπροϊόντων αύξησε σημαντικά την περιεκτικότητα του εδάφους σε ευκίνητες στο νερό μορφές Ca και K, που ανιχνεύθηκαν στο ενδιάμεσο στάδιο της περιόδου επώασης (Πίνακας 5). Στο σχετικό διάλυμα έκπλυσης, βρέθηκε αξιολογική αύξηση της ηλεκτρικής του αγωγιμότητας. Γι' αυτό η τελική εκτίμηση της αλατότητας του εδάφους όπως μετρήθηκε στο τέλος της περιόδου επώασης (Σχήμα 2), δεν πρέπει να αξιολογηθεί ανεξάρτητα από την αλατότητα που απομάκρυνε η έκπλυση των υδατοδιαλυτών μορφών στο ενδιάμεσο του πειράματος. Πρακτικό συμπέρασμα αυτής της διαπίστωσης είναι η πιθανή αυξημένη αλατότητα του εδάφους σε χρόνο γειτονικό της εφαρμογής του υλικού αυτού στο έδαφος, αν δεν μεσολαβήσουν εν τω μεταξύ συνθήκες έκπλυσης.



Σχήμα 2: Επίδραση των απορριμμάτων εκκοκκισμού και αποχρόνωσης βαμβακιού στις ιδιότητες των εδαφών μετά από περίοδο επώασης. (E,A: Entisol, Alfisol/ OO:οργανική ουσία / χ, ε: απόβλητα αποχρόνωσης και εκκοκκισμού/ 0, 1, 2, 3: δόσεις εφαρμογής του αποβλήτου, αξιολόγηση διαφορών κατά Tukey 0,05 και κατά ιδιότητα)

Πίνακας 5. Επίδραση των απορριμμάτων στην παραγωγή υδατοδιαλυτών στοιχείων κατά την έκπλυση (mg/kg εδάφους).

Επεμβάσεις	EC Εκχύλισμα Έδαφος:H ₂ O,(1:5) mS/cm	P	K	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
E0	0,37β#	0,5α	2α	347βγ	3,3α	13,6β	2,5β	<2,5
Eχ1	0,0608βγ	0,5α	10,7αβ	587γδ	3α	16,4β	2,8β	<2,5
Eχ2	0,722γδε	1αβ	18αβ	808δε	3,8β	16β	5γ	<2,5
Eχ3	0,892δε	2,4γ	20,2β	973ε	7,3β	15,5β	2,8β	<2,5
A0	0,07α	5,2ε	10,5αβ	5,72α	27,7γ	3,2α	<0,5	<2,5
Aε1	0,62βγδε	2βγ	98γ	36,4αβ	<2,5	0,5α	<0,5	<2,5
Aε2	0,96ε	3,7δ	160δ	46αβ	<2,5	1,2α	<0,5	<2,5
Aε3	1,24ζ	3,7δ	257ε	52,4αβ	<2,5	0,3α	<0,5	<2,5

E: Entisol, A: Alfisol, χ: Υλικό αποχρόνωσης, ε: υλικό εκκοκκισμού, 0/1/2/3: δόσεις εφαρμογής των υλικών, #Τεστ Tukey κατά στήλη (0,05).

Γενικές ιδιότητες των εδαφών: Στο όξινο έδαφος (Alfisol) η εφαρμογή του υλικού (E) που προήλθε από τον εκκοκκισμό του βαμβακιού, εξουδετέρωσε την οξύτητα του όπως δείχνουν τα δεδομένα των προσδιορισμών επί των δειγμάτων, στο τέλος της περιόδου επώασης και το pH αυξήθηκε από 5,65 σε 7,68 για τη μεγαλύτερη δόση εφαρμογής του υλικού (E), (Σχήμα 2). Στο έδαφος αυτό η εφαρμογή του υλικού εκκοκκισμού προκάλεσε ανιχνεύσιμη αύξηση της περιεκτικότητας των επεμβάσεων σε CaCO₃ για τη μεγαλύτερη δόση εφαρμογής του από 0 σε 0,5%. Αντίθετα στο ασβεστούχο έδαφος (Entisol) η εφαρμογή του υλικού (X) που προήλθε από την χημική αποχρόνωση του βαμβακιού με θειικό οξύ, μείωσε ελαφρώς το αρχικό pH του εδάφους από 8,50 σε 8,03 επίσης για τη μεγαλύτερη δόση

εφαρμογής του (X). Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία αυξάνει σε όλες τις περιπτώσεις εφαρμογής των υλικών, σημειωτέον δε ότι πρόκειται για περιεκτικότητα στο τέλος της περιόδου επώασης και ήδη ένα σημαντικό ποσοστό έχει αποδομηθεί. Η αλατότητα επίσης των δειγμάτων αυξάνει σε συνάρτηση με την δόση των υλικών, δεν διαμορφώνονται όμως υψηλά επίπεδα αλατότητας για τα φυτά. (Σημειωτέον επίσης ότι ήδη η έκπλυση έχει απομακρύνει κατά το ενδιάμεσο της διάρκειας του πειραματισμού ένα σημαντικό ποσοστό των ευδιάλυτων συστατικών των επεμβάσεων).

Αφομοιώσιμα θρεπτικά: Η εφαρμογή των υλικών αύξησε την περιεκτικότητα των επεμβάσεων σε P-Olsen και K-εναλλακτικό (Πίνακας 6). Αυτό σε συνδυασμό με τις ήδη απομακρυνθείσες ποσότητες υδατοδιαλυτών, δείχνει το μέγεθος των διαθέσιμων ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων που παράγονται στα δείγματα με την εφαρμογή των υλικών της μελέτης. Όσον αφορά τα μικροθρεπτικά στατιστικά σημαντικές μεταβολές που παρατηρήθηκαν είναι οι μειώσεις των διαθέσιμων μορφών Fe και Mn στο Alfisol που προκάλεσε η εφαρμογή των υποπροϊόντων εκκοκκισμού (Πίνακας 6). Στα δείγματα αυτά η εφαρμογή αυτού του υλικού εξουδετέρωσε την οξύτητα του εδάφους και η μείωση της διαθεσιμότητας αυτών των μικροθρεπτικών, μάλλον πρέπει να συνδέεται με την αύξηση του pH των δειγμάτων (Χουλιαράς και συν., 1996). Όμως παρά την μείωση του FeDTPA αυτό διατηρείται σε πολύ υψηλά επίπεδα σε σχέση με τις ανάγκες των φυτών, επειδή δε το MnDTPA στο Alfisol βρίσκεται σε ανεπιθύμητα μεγάλα επίπεδα (κίνδυνος τοξικότητας), η εφαρμογή του υλικού (E) ευνοεί τον περιορισμό του (Loue, 86).

Δεν προκύπτει επίδραση με την εφαρμογή των υλικών στην περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ανόργανο N (αδημοσίευτα δεδομένα). Είναι συνεπώς πιθανή η δύσκολη αποδόμηση του οργανικού άζωτου της ίνας του βαμβακιού, γι' αυτό φαίνεται πως όλες οι επεμβάσεις όσον αφορά την περιεκτικότητα σε ανόργανο άζωτο μοιάζουν με τον μάρτυρα. Συνεπώς τα προαναφερθέντα υλικά πρέπει να θεωρούνται ως υλικά αμφισβητούμενα όσον αφορά την ικανότητα τους να αποδώσουν αφομοιώσιμο άζωτο για τα φυτά. Οποσδήποτε ένα πείραμα υπαίθρου είναι πιο φερέγγυο για πιο αντικειμενική εκτίμηση του προβλήματος, γιατί η ανοργανοποίηση υπό συνθήκες επώασης είναι λιγότερο έντονη (Jensen and Paustian, 1989).

Πίνακας 6. Επίδραση των απορριμμάτων στην παραγωγή αφομοιώσιμων μορφών των θρεπτικών στοιχείων μετά την περίοδο επώασης (mg/kg εδάφους).

Επεμβάσεις	P-Olsen	K	FeDTPA	MnDTPA	ZnDTPA	CuDTPA
E0	26,4α#	149β	8,7α	4,2α	1α	<0,5
Eχ1	24,9α	170β	9,3α	5,7α	0,9α	<0,5
Eχ2	33,7α	181γ	8,7α	5α	1,3α	<0,5
Eχ3	36,7α	181γ	8α	3,9α	1,3α	<0,5
A0	43,4α	61α	21,9β	98,7γ	1β	2,3β
Aε1	122,9β	263β	10,9α	58β	1,2α	1,3α
Aε2	162γ	442ε	13,8αβ	71β	1,5α	1,6αβ
Aε3	168γ	580ζ	14,4αβ	76β	1,5α	1,2α

E: Entisol, A: Alfisol, χ/ε: προϊόν αποχλόωσης και εκκοκκισμού, 0/1/2/3: δόσεις εφαρμογής των υλικών, K: εναλλακτική μορφή, #Τεστ Tukey κατά στήλη (0,05)

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα δεδομένα του πειράματος εφαρμογής των υποπροϊόντων εκκοκκισμού και αποχρόωσης, σε σύγκριση με την εφαρμογή του οργανικού λιπάσματος εμπορίου, επιτρέπουν την παρακάτω συνοπτική αξιολόγηση:

- Όλα τα οργανικά υλικά (υποπροϊόντα και λίπασμα), αυξάνουν την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, τον αφομοιώσιμο Ρ και το αφομοιώσιμο Κ.
- Το οργανικό λίπασμα και τα υποπροϊόντα εκκοκκισμού βελτώνουν ουσιαστικά την οξύτητα των εδαφών, ενώ το υποπροϊόν της χημικής αποχρόωσης τείνει να ελαττώνει την αλκαλικότητα.
- Τα απορρίμματα του εκκοκκισμού και της αποχρόωσης του βαμβακιού αυξάνουν την αλατότητα των εδαφών ενώ το οργανικό λίπασμα επιφέρει ασήμαντη επίδραση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BLAINE, F., and J.R. MELTING, 1992. Soil Microbial Ecology. Marcel Dekker Inc.
- CHONE TH., F. JACQUIN, M. YAGHI: 1974. Emploi de ^{14}C et ^{45}Ca comme elements traceurs dse l'humification. Bull. ENSAIA, XV (1-2), 69-85.
- CHOULIARAS N., J.C.VEDY, and TSADILAS Chr: 1998. Speciation of Phosphate, Fe, Zn, Mn, Cu and their Availability in Soils Amended with Sweage Sludge. Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, FRANCE. Symposium 6, 8 p.
- GEMTOS, T., N. CHOULIARAS, and ST. MARAKIS, 1995. Vinasse (Alcohol Industry Waste) Recycling in Agriculture. Proc. of 7th Intern. Symp. ISAGPW, Chicago, USA, 422 - 438.
- HECKMAN, J.R. and D. KLUCHINSKI, 1996. Chemical composition of municipal leaf waste and hand-collected urban leaf litter. J. Envir. Qual. 25:355-362.
- JENSEN, A., and K. PAUSTIAN: 1989. Nitrogen and Carbon transformation. "In" Jeans Aa Hansen and Henrikse. Nitrogen inorganic wastes applied to soils. Ed. Academic Press, 381 p.
- LOUE, A., 1986. Les Oligoelements en Agriculture, SCPA, Agri-Nathan, 339 p.
- NELSON, R.G., and R.A.FLORES, 1994. Survey of Processing Residues Generated by Kansas Agribusiness. Amer. Soc. of Agr. Engin. Vol. 10 (5): 703-708.
- PAR, J.F., R.I. PAPPENDICK, S.B. HORNICK, and D. COLACICCO, 1989. Use of organic amendments for increasing the productivity of arid lands. Arid Soils Res. Rehabil. 3:149-170.
- ΣΙΔΗΡΑΣ, Ν., και Ν. ΧΟΥΛΙΑΡΑΣ., 1993. Επίδρασεις του συστήματος εδαφοκατεργασίας και αμειψι-σποράς στη γονιμότητα των αγρών. Πρακτικά 4ου Παν/νίου Συν. Έλλην. Εδαφ. Εταιρείας, τόμος: Α, 25-39.
- ΧΟΥΛΙΑΡΑΣ, Ν., 1994. Η επίδραση της εφαρμογής οργανικών Υλικών στη γονιμότητα των Εδαφών. 5ο Πανελλήνιο Εδαφολ. Συνέδριο, Τόμος Α, 383-399.
- ΧΟΥΛΙΑΡΑΣ, Ν., 1995. Ρόλος του Εδάφους κατά την Ανακύκλωση των Οργανικών Αποβλήτων-Γεωργική Χρήση. ΤΕΙ/Α-ΣΠΕΚ, "Θεσσαλία", Σεμινάριο για τη Διαχείριση- Ανακύκλωση Αποβλήτων, 21 σ.
- ΧΟΥΛΙΑΡΑΣ, Ν., Χ.ΤΣΑΝΤΗΛΑΣ, Κ.ΤΣΙΤΣΙΑΣ, και Δ.ΔΗΜΟΓΙΑΝΝΗΣ. 1996. Επίδραση της Εφαρμογής Ιλύος Βιολογικού Καθαρισμού στη Σύσταση των Φυτικών Ιστών σίτου. 2ο Παν/νιο Συν/δριο ΓΕΩ-ΤΕΕ. Πρακτικά τόμος Α', 513-522.