

**Μέθοδος Επεξεργασίας Αποβλήτων Ελαιοτριβείων με Υπερδιήθηση και η
αναδυόμενη εφαρμογή της στην παραγωγή ζωοτροφών.**

**A method for Olive Mill Wastewater Treatment by Ultrafiltration and its
emerging application in animal food production**

Γκουτσίδης Ε. Πασχάλης, Πετρωτός Β. Κωνσταντίνος, Γούλας Παναγιώτης

GkoutSIDIS E. Paschalis, Petrotos B. Konstantinos, Goulas Panagiotis

Εργαστήριο Μηχανικής Μεταποίησης, Τμήμα Μηχανικής Βιοσυστημάτων,
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, 41110, Λάρισα.

Laboratory of Food Process Engineering, Department of Biosystems Engineering,
Technological Educational Institute of Larisa, TEI Campus, 41110 Larisa, Greece

Tel: 0030 2410 684524. Email: gkoutSIDIS@teilar.gr, petrotos@teilar.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ελαιόλαδο είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό προϊόν, τόσο διατροφικά, λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων του, όσο και οικονομικά για τις χώρες της Μεσογείου που κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής.

Οι μέθοδοι επεξεργασίας – μεταποίησης της ελιάς για την παραγωγή ελαιολάδου που εφαρμόζονται είναι η πίεση, η φυγοκέντριση, και η εκλεκτική διήθηση με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που η κάθε μία παρουσιάζει.

Από την λειτουργία των ελαιουργείων παράγονται υγρά απόβλητα. Η απόρριψη των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων στο περιβάλλον χωρίς την προηγούμενη σωστή επεξεργασία τους προκαλεί μεγάλη επιβάρυνση και ζημία.

Στα ελαιουργεία με φυγοκεντρικό σύστημα διαχωρισμού τριών φάσεων το πρόβλημα εντοπίζεται στην υγρή φάση των αποβλήτων.

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα λόγω, του μεγάλου όγκου παραγωγής, της εποχικότητας, και κυρίως λόγω των πολυφαινολών που περιέχουν.

Με σκοπό την συμβολή στην επίλυση του προβλήματος επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων μελετήθηκε, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε πειραματική συσκευή Υπερδιήθησης.

Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των πειραμάτων που γίνανε με τον συνδυασμό των μεθόδων Υπερδιήθησης και Διαλυδιήθησης όπου μετρήθηκε η διηθητικότητα τριών τύπων μεμβρανών Υπερδιήθησης κυλινδρικής γεωμετρίας της εταιρίας PCI με MW cut off 8.000, 25.000 και 100.000.

Οι τιμές του flux που μετρήθηκαν ήταν όλες αυτές που προκύπτουν από τους συνδυασμούς των 4 διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν (1:10, 1:5, 1:3, 1:2), των τριών θερμοκρασιών (30, 40, 60ο C) και των έξι πιέσεων (1, 2, 3, 4, 5, 6 bar) που ρυθμίστηκαν για κάθε μεμβράνη.

Ο συνδυασμός των μεθόδων Υπερδιήθησης και Διαλυδιήθησης έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα επιτυγχάνοντας, υψηλά ροή διηθητικότητας και έλλειψη φαινομένων φραγής των μεμβρανών, έτσι ώστε να είναι δυνατή ακόμα και η

εμπορική αξιοποίηση του συστήματος και η εφαρμογή του για παραγωγή ζωοτροφής με βάση την ακατέργαστη μονοκυτταρική πρωτεΐνη.

ABSTRACT

Olive oil is a particularly important product, so much alimentary, due to its beneficial attributes, as also economically for all the countries of Mediterranean that possess the bigger percentage of world production.

The direct rejection of the Olive Mill Waste Waters (OMWW) in the environment without an appropriate treatment results to a serious pollution problem.

The problem in Olive mills that employ three phases centrifugal system of segregation is oriented in the liquid OMWW.

The OMWW treatment presents significant problems due to its huge annual volume that comes out within a limited season and mainly due to their polyphenols content.

The aim of this work is to study the application of UF technology in OMWW treatment.

An experimental rig was built up employing a tubular membrane module and the related tanks, pumps and connections.

Three different membranes were tested with MWCO 8000, 25000 and 100000 respectively by introducing them in the membrane module.

The flux values that were measured, resulted from all possible combination of : 4 solutions that were used (1:10, 1:5, 1:3, 1:2), three temperatures (the 30,.40,.60 C) and six pressures (1,.2,.3,.4,.5,.6 bar) that were regulated for each membrane.

A dialifiltration technique up to a dilution factor 1:10 starting however from 1:2 was applied and the measured average fluxes where adequately high to ensure applicability of the method at industrial scale.

Furthermore sample were collected from UF permeate and retentate in order to be conducted chemical analysis for polyphenols.

Λέξεις κλειδιά: Απόβλητα ελαιοτριβείων, μεμβράνες, πολυφαινόλες, υπερδιήθηση, διαλυδιήθηση, παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης.

Keywords: OMWW, polyphenols, membranes, ultrafiltration, dialifiltration, production of SCP.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξαγωγή και χρήση του ελαιολάδου στις χώρες της Μεσογείου χρονολογείται για περισσότερο από 5.000 χρόνια και συνδέεται άμεσα με την Μεσογειακή παράδοση και ιστορία.

Το ελαιόλαδο σχεδόν στο σύνολό του παράγεται στην περιοχή της Μεσογείου. Περισσότερο από τα τρία τέταρτα της ετήσιας παγκόσμιας παραγωγής παράγεται από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που βρίσκονται γύρω από την Μεσόγειο.

Πίνακας 1. Παραγωγή ελαιολάδου από τις Μεσογειακές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το έτος 2003 (Πηγή: FAOSTAT Database, FAO 2006).

Table 1. Olive oil production in EU Mediterranean countries in 2003 (Source: FAOSTAT Database, FAO 2006).

	Ελλάς Greece	Ιταλία Italy	Ισπανία Spain	ΕΕ EU	Παγκόσμια World
Παραγωγή ελαιολάδου (μετρικοί τόνοι) Olive oil production (In metric tons)	553.169	663.252	1.492.800	2.741.106	3.428.410
Παραγωγή ελαιολάδου (ποσοστά) Olive oil production (In percentage)	16 %	19 %	44 %	80 %	100 %

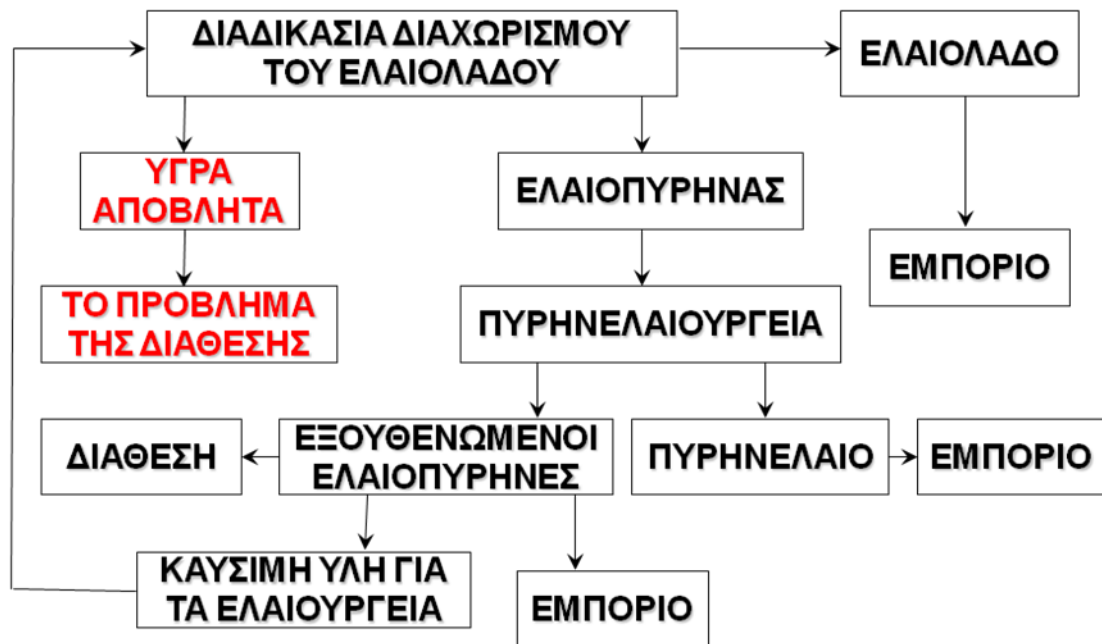
Οι μέθοδοι επεξεργασίας – μεταποίησης της ελιάς για την παραγωγή ελαιολάδου που έχουν εμπορική εφαρμογή είναι τρεις:

- Η μέθοδος διαχωρισμού με πίεση: Είναι η παλαιότερη μέθοδος και της οποίας η εφαρμογή έχει περιοριστεί αρκετά τα τελευταία χρόνια, από τις πιο σύγχρονες μεθόδους, αλλά έχει αρχίσει να ανακάμπτει και πάλι λόγω της τάσεως για επιστροφή

στις παραδοσιακές και βιολογικές μεθόδους επεξεργασίας των διατροφικών προϊόντων.

- Η μέθοδος διαχωρισμού με φυγοκέντριση: Είναι η μέθοδος που έχει κυριαρχήσει λόγω της μεγάλης αποδοτικότητας που την χαρακτηρίζει.

- Η μέθοδος διαχωρισμού με εκλεκτική διήθηση ή συνάφεια: Είναι η πιο σύγχρονη μέθοδος με ευοίωνες προοπτικές λόγω των πολύ καλών χαρακτηριστικών που επιτρέπει στο ελαιόλαδο να συγκρατεί κατά τον διαχωρισμό του.



Διάγραμμα 1. Η διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου

Diagram 1. Olive oil production process

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

Κατά την κατεργασία του ελαιοκάρπου στα ελαιουργεία, παράλληλα με το ελαιόλαδο παράγεται και μία σειρά παραπροϊόντων. Αυτά είναι ο ελαιοπυρήνας, που αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (κυρίως του κουκουτσιού), τα ελαιόφυλλα που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιόκαρπο και μια σημαντική σε όγκο και οργανικό φορτίο ποσότητα υγρών αποβλήτων, που είναι γνωστά ως "λιοζούμι", "κατσίγαρος" ή "μούργα".

Ο ελαιοπυρήνας και όλα τα στερεά απόβλητα των ελαιουργείων δεν προκαλούν ιδιαίτερα προβλήματα στην διαχείρισή τους διότι είτε προωθούνται για περαιτέρω επεξεργασία (εξαγωγή πυρηνελαίου) είτε χρησιμοποιούνται για λίπανση ή ως καύσιμη ύλη έπειτα από φυσική ξήρανση στην οποία υπόκεινται συνήθως.

Ο κατσίγαρος συνίσταται από το υδατικό κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου και από το νερό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις παραγωγής του λαδιού στο ελαιουργείο. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα υδατικό φυτικό εκχύλισμα, που περιέχει μία σειρά από ουσίες όπως σάκχαρα, αζωτούχες ενώσεις, οργανικά οξέα, πολυαλκοόλες, πολυφαινόλες και υπολείμματα ελαίου.

Η άμεση επίπτωση του κατσίγαρου στο περιβάλλον είναι η αισθητική υποβάθμιση που προκαλεί και η οποία οφείλεται στην έντονη οσμή του και στο σκούρο χρώμα του. Παράλληλα, εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου που περιέχει, είναι πιθανόν να δημιουργήσει ευτροφικά φαινόμενα σε περιπτώσεις που καταλήγει σε αποδέκτες με μικρή ανακυκλοφορία νερών (κλειστούς θαλάσσιους κόλπους, λίμνες κ.τ.λ.).

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων είναι ένα από τα πιο τοξικά γεωργικά απόβλητα σε σχέση με το ρυπογόνο φορτίο (Οικονόμου, 1994).

Τεράστιες ποσότητες υγρών αποβλήτων ελαιουργείων παράγονται κάθε χρόνο στην περιοχή της Μεσογείου, μια περιοχή στην οποία παράγεται το 95% της συνολικής παραγωγής ελαιολάδου παγκοσμίως. Αυτός ο τύπος υγρού απόβλητου προκαλεί έναν μεγάλο περιβαλλοντικό κίνδυνο εάν δεν αντιμετωπίζεται κατάλληλα λόγω του πολύ υψηλού οργανικού φορτίου που εμπεριέχει (Hytiris et al., 2004).

Το αντίκτυπο της μόλυνσης των εδαφών και των υδάτων είναι τεράστιο σε όλες τις ελαιοπαραγωγές παραμεσόγειες χώρες (Μπαλής, 1993).

Από τα συστατικά που περιέχονται στον κατσίγαρο, οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι από τη μία πλευρά προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών και αποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών, ενώ από την άλλη είναι υπεύθυνες για τη συντήρηση της ποιότητας του λαδιού στο χρόνο (χαμηλή οξύτητα) ως φυσικό συντηρητικό.

Επειδή η παραγωγή του ελαιολάδου είναι μία φυσική διαδικασία, πρέπει να σημειωθεί ότι ο κατσίγαρος δεν περιέχει άλλες ουσίες που είναι ιδιαίτερα τοξικές, όπως τα βαρέα μέταλλα και οι συνθετικές οργανικές ενώσεις.

Το υψηλό οργανικό φορτίο του κατσίγαρου σε συνάρτηση με την παρουσία των πολυφαινολών δεν επιτρέπει την απευθείας διάθεση του στο περιβάλλον, αλλά καθιστά αναγκαία την πρότερη επεξεργασία του.

Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Για την επεξεργασία και διάθεση του κατσίγαρου έχουν δοκιμαστεί διάφορες μέθοδοι σε εργαστηριακή και πραγματική κλίμακα. Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα δεν έχει

προταθεί μία ολοκληρωμένη λύση αλλά έχουν εφαρμοστεί διάφορες τεχνικές κατά περίπτωση, που παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα τεχνικής ή οικονομικής φύσεως και δεν έχουν επιλύσει ικανοποιητικά το πρόβλημα. Όλες οι μέθοδοι που έχουν δοκιμαστεί μέχρι σήμερα είναι γενικά πολύ δαπανηρές ή / και ανεπαρκείς για την ουσιαστική επίλυση του προβλήματος.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος διαχείρισης των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων, αλλά εντούτοις περιβαλλοντικά απαράδεκτη, είναι η απόρριψή τους σε χείμαρρους, ποταμούς, στην θάλασσα ή στο έδαφος (Οικονόμου, 1994).

Τα προβλήματα που προκαλούνται στο περιβάλλον από την ανεξέλεγκτη διάθεση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων είναι (Οικονόμου, 1994):

α. Πρόκληση τοξικών φαινομένων στις καλλιέργειες.

β. Μόλυνση των εδαφών, των υδάτων και της θάλασσας.

γ. Πρόκληση τοξικών φαινομένων στην χλωρίδα και την πανίδα και κυρίως στην υδρόβια πανίδα.

Μια οικονομικώς εφαρμόσιμη και αποδοτική μέθοδος διαχείρισης των αποβλήτων των ελαιουργείων είναι η διάθεσή τους σε δεξαμενές εξάτμισης (Herold et al., 2000; Ammar and Ben Rouina, 1999; Garcí-Ortiz et al., 1999).

Σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες συμπεριλαμβανομένης της Ιταλίας και της Ελλάδας, είναι παράνομη η διάθεση των αποβλήτων άμεσα στις υδάτινες οδούς, και θα πρέπει να αποθηκεύονται σε κλειστές ή ανοικτές δεξαμενές.

Αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως βιολογική - φυσική μέθοδος λόγω των υψηλών ποσοστών εξάτμισης που επιτυγχάνονται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού στις χώρες όπου καλλιεργούνται τα ελαιόδεντρα (Hytiris et al., 2004).

Στις κλειστές δεξαμενές συσσωρεύονται μεγάλες ποσότητες χημικά ασταθούς ιζήματος που καθιζάνουν στον πυθμένα τους και αποτελούν το 30% του όγκου των αποβλήτων των ελαιουργείων που πρέπει να διατεθεί. Αυτοί οι τύποι κλειστών δεξαμενών για την αποθήκευση των αποβλήτων των ελαιουργείων είναι πηγές μόλυνσης για τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα (Ramos-Cormenzana et al., 1995; Hytiris et al., 2004).

Στην περίπτωση των ανοικτών δεξαμενών, το νερό εξατμίζεται από την ηλιακή ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και το ίζημα που καθιζάνει θα πρέπει να απομακρύνεται. Αυτή η μέθοδος απαιτεί μεγάλες εκτάσεις καλλιεργήσιμου εδάφους και γενικά κρίνεται ως ανεπαρκής από κάθε άποψη (Ramos-Cormenzana et al., 1995).

Τόσο οι ανοικτές όσο και οι κλειστές δεξαμενές παράγουν πολλές πτητικές δύσοσμες ενώσεις. Και τα δύο συστήματα είναι πολύ δαπανηρά χαρακτηριστικό που οφείλεται στις αυξημένες εργασίες συντήρησης που απαιτούνται. Επιπλέον, σε αυτά τα συστήματα, το νερό και οι πολύτιμες ουσίες που περιέχονται μέσα στα απόβλητα και αποτελούν δυνητικά οικονομικά εισοδήματα χάνονται (Ramos-Cormenzana et al., 1995).

**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΜΕ MEMBRANES**

Προκειμένου να επιτευχθεί ένας διαχωρισμός των ‘‘προβληματικών’’ συστατικών από τη μάζα των υγρών αποβλήτων μελετήθηκε και η χρήση της τεχνολογίας μεμβρανών, ιδιαίτερα η εφαρμογή της μεθόδου της διαλυδιήθησης.

Γενικότερες μελέτες επάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο έχουν γίνει από τους:

Borsani and Ferrando, 1996 έχουν τρέξει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων εφαρμόζοντας τη μέθοδο της υπερδιήθησης και χρησιμοποιώντας συστοιχίες πολυμερικών μεμβρανών, με σκοπό τα απόβλητα να προωθούνται σε γραμμή βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων ως δεύτερο στάδιο επεξεργασίας έτσι ώστε η διαδικασία να είναι σύμφωνη με τα ιταλικά πρότυπα.

Sayadi et al., 2000 έχουν μελετήσει τις επιβλαβείς συνέπειες των μεγαλομορίων των πολυφαινολών στην βιοεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων. Αυτή η μελέτη διεξήχθη με σκοπό να μελετηθεί ποιες από τις πολυφαινολικές ενώσεις (μικρο-, μεσο- ή μεγαλο- μοριακές) είναι οι πιο προβληματικές στην βιοεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων. Για αυτόν τον λόγο, με την μέθοδο της υπερδιήθησης απομονώθηκαν τρία κλάσματα πολυφαινολών από πρωτογενές υγρό απόβλητο ελαιουργείου και ταυτοποιήθηκαν με μεθόδους αέριας χρωματογραφίας συνδεδεμένης με φασματογράφο μάζας (GC:MS) και χρωματογραφικής ανάλυσης γέλης (gel filtration analysis).

Turano et al., 2002 έχουν μελετήσει ένα ολοκληρωμένο σύστημα φυγοκέντρισης - υπερδιήθησης για επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων. Με την συγκεκριμένη πειραματική μελέτη κατεύθυναν την ερευνά τους στην μελέτη των ρευστοδυναμικών απαιτήσεων που σχετίζονται με την υπερδιήθηση σε κανονική κλίμακα εφαρμογής σε υγρά απόβλητα ελαιουργείων. Τα αποτελέσματα

επετεύχθησαν με την εφαρμογή ενός σχεδίου συνδυασμένης επεξεργασίας, φυγοκέντριση και υπερδιήθηση με μεμβράνη, επιτυγχάνοντας σημαντική μείωση του ρυπογόνου φορτίου των αποβλήτων περίπου 80% για την τέφρα και τα στερεά και 90% για το Chemical Oxygen Demand (COD). Τα προβλήματα ήταν το παρμένων υψηλό COD στο τέλος της διαδικασίας και επίσης το λέρωμα των μεμβρανών.

Η δυσκολία στην διαχείριση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων, προκύπτει από τον μεγάλο όγκο αποβλήτων που παράγονται μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα λόγω της εποχικότητας του προϊόντος και των πολυφαινολών που περιέχει.

Παρά το πλήθος των μελετών που έχουν γίνει μέχρι σήμερα και τις μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί για την επίλυση του προβλήματος διαχείρισης των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων, μία αποτελεσματική και ταυτόχρονα οικονομική λύση δεν έχει εξευρεθεί ακόμη.

Στην παρούσα πειραματική εργασία εξετάστηκε, για πρώτη φορά, η εφαρμογή της αρχής της Διαλυδιήθησης (Dialifiltration) (DF) για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων.

Απώτερος σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων και η ελαχιστοποίηση των τοξικών ουσιών που περιέχονται σ' αυτά όπως είναι οι πολυφαινόλες. Έπειτα από την αφαίρεση των πολυφαινολών είναι πλέον εφικτή η επεξεργασία τους .

Η μέθοδος της Υπερδιήθησης, που έχει δοκιμασθεί παλαιότερα, εμφανίζει προβλήματα μικρής διηθητικότητας και φραγής των μεμβρανών. Σκοπός της παρούσης πειραματικής εργασίας ήταν η επίλυση αυτών των προβλημάτων με την

εφαρμογή της μεθόδου της Διαλυδιήθησης, η οποία χρησιμοποιεί τον εξοπλισμό και τις μεμβράνες της Υπερδιήθησης (Ultrafiltration), (UF).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για πειραματική χρήση σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ένα στοιχείο Υπερδιήθησης κυλινδρικού τύπου.

Η προτεραιότητα σε αυτήν την μελέτη ήταν ο διαχωρισμός των τοξικών ουσιών από τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων και κυρίως των πολυφαινολών που είναι πολύ ρυπογόνες.

Στην πορεία της πειραματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικοί τύποι μεμβρανών, η PU 608 (8 000 MW), η AN 620 (25 000 MW) και η FP 100 (100 000 MW).

Όλες οι μεμβράνες αρχικά δοκιμάστηκαν με απιονισμένο νερό και στην συνέχεια με τέσσερα διαλύματα υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων με σχέσεις αραιώσης 1:10, 1:5, 1:3 και 1:2 αντίστοιχα.

Γίνανε μετρήσεις διηθητικότητας για κάθε μεμβράνη σε όλες τις προαναφερθείσες αραιώσεις των υγρών αποβλήτων καθώς επίσης και με απιονισμένο νερό μεταβάλλοντας την θερμοκρασία (30°C, 40°C, 60°C) και την πίεση (1, 2, 3, 4, 5, 6 bar) με σκοπό την λήψη μετρήσεων με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς.

Έπειτα από την ολοκλήρωση των μετρήσεων σε κάθε αραιώση του υγρού αποβλήτου, γινόταν μετρήσεις του μέσου όρου της ροής για κάθε μία από τις αραιώσεις.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

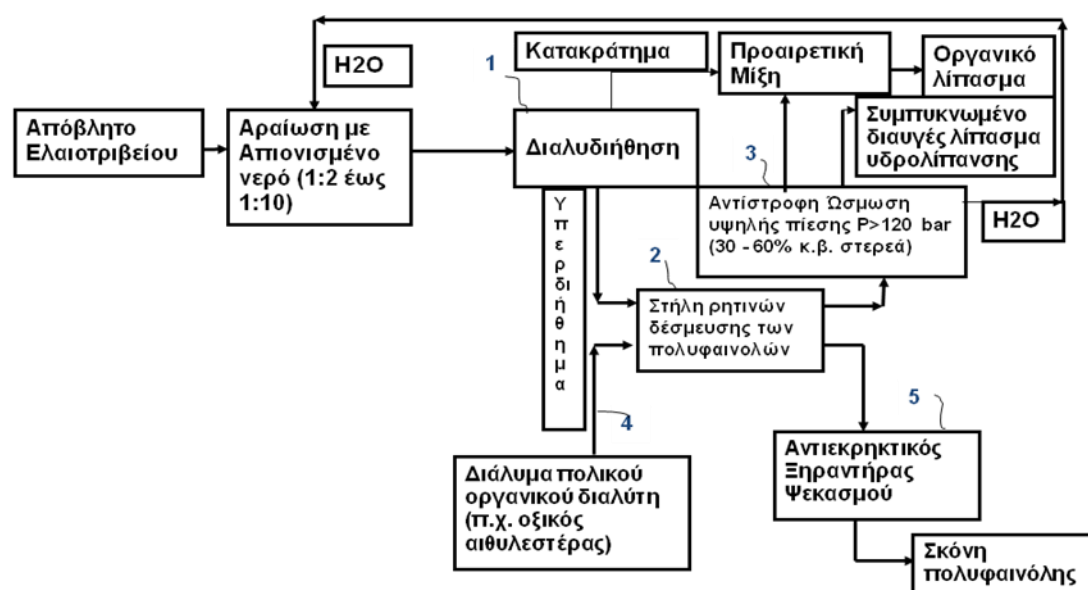
Από τα πειραματικά αποτελέσματα εξάχθηκε το συμπέρασμα ότι με την εφαρμογή της Διαλυδιήθησης, αντί της αμιγούς εφαρμογής της Υπερδιήθησης, η ροή του διηθήματος βελτιώνεται ικανοποιητικά.

ΓΝΩΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

Έπειτα από τον επιτυχή διαχωρισμό των πολυφαινολών αναπτύχθηκε μία συνδυασμένη υβριδική μέθοδος καθαρισμού των πολυφαινολών από τα απόβλητα ελαιοτριβείων αλλά και ολικής αξιοποίησης των αποβλήτων αυτών με συμπαραγωγή λιπάσματος και σκόνης πολυφαινόλης.

Η μέθοδος συνδυάζει αρχικά διαλυδιήθηση του απόβλητου με παραγωγή ιζώδους κατακρατήματος, απαλλαγμένου από πολυφαινόλες, κατάλληλου για λίπανση καλλιεργειών και διαυγούς διαλυδιηθήματος που τις περιέχει. Στην συνέχεια ακολουθεί στάδιο ανάμειξης του διαυγούς διαλυδιηθήματος με ιοντοεναλλακτικές ρητίνες με συγγένεια προς τις πολυφαινόλες για ποσοτική προσρόφηση των πολυφαινολών στο υλικό της ρητίνης, στάδιο έκλυσης των πολυφαινολών από το υλικό της ρητίνης με χρήση πολικού διαλύτη, στάδιο ξήρανσης με ψεκασμό (spray drying) του ληφθέντος διαλύματος πολυφαινολών για ανάκτηση τους σε μορφή σκόνης και τέλος στάδιο συμπύκνωσης του διαυγούς και απαλλαγμένου από πολυφαινόλες διαλυδιηθήματος με χρήση τεχνολογίας αντιστρόφου ωσμώσεως υψηλής πίεσης ή θερμικής συμπύκνωσης για παραγωγή συμπυκνωμένου διαυγούς λιπάσματος υδρολίπανσης αλλά και ως υπόστρωμα παραγωγής υψηλής θρεπτικής αξίας ζωοτροφής μετά από ζύμωση για παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης (SCP)

με χρήση του μικροοργανισμού *Candida Utilis*. Η χρήση του υποστρώματος για την παραγωγή της μονοκυτταρικής πρωτεΐνης έδωσε στα προκαταρκτικά πειράματα πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα και ιδιαίτερα διότι δεν απαιτείται πρόσθετος καθαρισμός για να χρησιμοποιηθεί το τελικό προϊόν για διατροφή ζώων.



Τα πειράματα στέφθηκαν με επιτυχία και στις 22 Οκτωβρίου του 2008 υποβλήθηκε στον Οργανισμό Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (ΟΒΙ) αίτηση για χορήγηση Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας.

Στις 13 Ιανουαρίου 2010 απονεμήθηκε από τον ΟΒΙ στην ερευνητική ομάδα Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας με τίτλο: «Μέθοδος Ολικής Αξιοποίησης Αποβλήτων Ελαιοτριβείων με συμπαραγωγή σκόνης πολυφαινόλης και λιπάσματος».

Έχει ήδη υποβληθεί από το Εργαστήριο Μηχανικής Μεταποίησης του Τμήματος Μηχανικής Βιοσυστημάτων του ΤΕΙ Λάρισας πρόγραμμα εφαρμογής της εφεύρεσης σε ελαιουργείο της περιοχής της Λάρισας με την προβλεπόμενη ενεργό συμμετοχή του ΤΕΙ και με σκοπό την πρώτη εφαρμογή της σε Βιομηχανική Κλίμακα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ammar, E., Ben Rouina, B., 1999. Potential horticultural utilization of olive oil processing wastewater. *Acta Hort* 474, 741–744.

Borsani, R. and Ferrando, B., 1996. Ultrafiltration plant for olive vegetation waters by polymeric membrane batteries. *De-salination* 108, 281-286.

Garci-Ortiz, A., Beltran, G., Gonzalez, P., Ordonez, R., Giral-dez, J. V., 1999. Vegetation water (alpechin) application effects on soils and plants. *Acta. Hort.* 474, 749–752.

Herold, D., Neskakis, A., Wagner, L., 2000. Experimental olive oil wastewater treatment plant in Crete. Moments of 1st World Water Congress of the IWA, Paris, 3–7 July, 2000.

Hytiris, N., Kapellakis, I. E., Roij, R. L. De, Tsagarakis, K. P., 2004. The potential use of olive mill sludge in solidification process. *Resources, Conservation and Recycling* 40, 129–139.

Μπαλής, Κ., 1993. Μέθοδοι Βιολιπασματοποίησης Αποβλήτων Ελαιουργείων. *Γεωργία – Κτηνοτροφία* 7, 52-59.

Οικονόμου, Δ., Κουτσαντάκης, Α., Στεφανουδάκη, Ε., Μετζιδάκης, Γ. και Ινιωτάκης, Ν., 1994. Επεξεργασία Απόβλητων Ελαιουργείου με την χρήση Μembranών. Βιολογική Καλλιέργεια της Ελιάς. Πρακτικά Συνεδρίου, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Βιολογικής Γεωργίας. ΔΗΩ, Αθήνα. 189-198.

Ramos-Cormenzana, A., Monteoliva-Sanchez, M., and Lopez, M. J., 1995. Bioremediation of Alpechin. *International Bio deterioration & Biodegradation*, 249-268.

Sayadi, S., Allouche, N., Jaoua, M., Aloui, F., 2000. Detrimental effects of high molecular-mass polyphenols on olive mill wastewater bio treatment. *Process Biochemistry* 35, 725-735.

Turano, E., Curcio, S., Paola, G., M., Calabrò, V., and Iorio, G., 2002. An integrated centrifugation–ultrafiltration system in the treatment of olive mill wastewater. *Journal of Membrane Science*, Volume 209, Issue 2, 519-531.