



LIFE Project Number
LIFE ENV/GR/000671

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ
MINOS

Ανάπτυξη διαδικασίας για την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων ελαιοτριβείων με ανάκτηση φυσικών αντιοξειδωτικών και παραγωγή οργανικού λιπάσματος

Τοποθεσία	Κρήτη
Διάρκεια έργου	1/9/2001 – 1/3/2004
Προϋπολογισμός	1.239.213 €
Συνεισφορά LIFE	608.561 €
Δικαιούχος	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Υπεύθυνος	Λέανδρος Σκαλτσούνης
Διεύθυνση	Πανεπιστημιούπολη 15771 Ζωγράφου, Αθήνα
Τηλέφωνο	+ 30 210 7274598
Φαξ	+30 210 7274594
E-mail	Skaltsounis@pharm.uoa.gr
Website	www.pharm.uoa.gr/minos

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα ρύπανσης και ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα στο χώρο των γεωργικών βιομηχανιών. Το κόστος της εγκατάστασης των μέχρι σήμερα προτεινόμενων συστημάτων αποθαρρύνει τους ελαιοπαραγωγούς να αλλάξουν την υφιστάμενη πρακτική διαχείρισης που ακολουθούν, δηλαδή την απόρριψη σε παρακείμενους υδάτινους αποδέκτες (χειμάρρους, θάλασσα κλπ.). Ο κύριος λόγος για αυτό είναι ότι τα περισσότερα ελαιουργεία, τα οποία στην πλειοψηφία τους είναι επιχειρήσεις μικρής κλίμακας, δεν μπορούν να αντέξουν το κόστος εγκατάστασης συστημάτων επεξεργασίας του κασίγαρου με αποτέλεσμα να επιμένουν στην διαχείριση των συγκεκριμένων αποβλήτων εφαρμόζοντας περιβαλλοντικά και νομικά μη-αποδεκτές μεθόδους.

Το κυριότερο αίτιο του προβλήματος είναι το ιδιαίτερα υψηλό οργανικό φορτίο τους, το οποίο δεν βιοαποδομείται εύκολα, ενώ από την άλλη οι υψηλές συγκεντρώσεις πολυφαινολικών ενώσεων οδηγούν στην εμφάνιση βιοτοξικών φαινομένων και υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος. Σήμερα όμως ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει αποδείξει ότι ορισμένες από τις ουσίες αυτές είναι υπεύθυνες για την ιδιαίτερη διατροφική αξία του ελαιολάδου αφού εμφανίζουν αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες. Για τον λόγο αυτό οι ουσίες αυτές είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή σκευασμάτων με αξιόλογη κυκλοφορία και οικονομικό ενδιαφέρον.

Κύριος στόχος του έργου ήταν να αποδείξει ότι είναι δυνατή η απομόνωση των πολυφαινολικών ενώσεων σε βιομηχανική κλίμακα και οικονομικά συμφέρουσα η ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων των ελαιουργείων με την οικονομική εκμετάλλευση των ενώσεων αυτών.

Το έργο πραγματοποιήθηκε μεταξύ 10.2001 και 3.2004 στην Κρήτη και την Αθήνα με την συμμετοχή του Εργαστηρίου Φαρμακογνωσίας του Πανεπιστημίου Αθηνών που ήταν και ο συντονιστής του έργου, τη Σχολή Γεωργικής Τεχνολογίας των ΤΕΙ Κρήτης, το Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, τον Τομέα Κοινωνικής Ιατρικής του Πανεπιστημίου Κρήτης και την Εταιρεία Περιβαλλοντικών Μελετών TERRA NOVA Ε.Π.Ε.. Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από την Ε.Ε ενώ η εθνική συμμετοχή καλύφθηκε από τους συμμετέχοντες φορείς καθώς και την Περιφέρεια Κρήτης και τον Δήμο Ρούβας.

Σχεδιάστηκε, εγκαταστάθηκε και λειτούργησε η πιλοτική μονάδα και πραγματοποιήθηκε η παραγωγή εκχυλίσματος πολυφαινολών από τα υγρά απόβλητα του συνεταιριστικού ελαιουργείου Ρούβας (τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη κ.α.) καθώς και από τα στερεά απόβλητα (ολευρωπεΐνη). Η ιλύς που προέκυψε από το σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων αξιοποιήθηκε προς παραγωγή φυσικού οργανικού λιπάσματος μέσω συνλιπασματοποίησης με στερεά απόβλητα (φύλλα ελιάς).

Η μελέτη βιωσιμότητας που εκπονήθηκε στην τελική φάση του προγράμματος έδειξε ότι η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας σε βιομηχανική κλίμακα αποτελεί μια πολύ ενδιαφέρουσα οικονομικά επένδυση με σημαντικές αναπτυξιακές προοπτικές

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Ένα από τα ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα στον χώρο των γεωργικών βιομηχανιών, με σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι η διαχείριση των υγρών αποβλήτων των ελαιотριβείων.

Στην Ε.Ε. παράγεται το 78% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου με κυριότερες παραγωγούς χώρες την Ισπανία, την Ιταλία και την Ελλάδα. Για την επεξεργασία του ελαιοκάρπου στα ελαιотριβεία καταναλώνονται περίπου 20 εκατομμύρια τόνοι νερού ετησίως και παράγονται 30 εκατομμύρια τόνοι υγρών αποβλήτων.

Στην Ελλάδα παράγονται 230.000-280.000 τόνοι ελαιόλαδο σε ετήσια βάση, δηλαδή το 12,5 - 15% της παγκόσμιας παραγωγής. Στην Ελλάδα λειτουργούν 2.500-3.000 ελαιотριβεία ποικίλης δυναμικότητας, τα οποία καλύπτουν τις ανάγκες για την παραγωγή λαδιού. Βέβαια πρέπει να σημειωθεί ότι η πλειονότητα των ελληνικών ελαιотριβείων είναι επιχειρήσεις μικρού μεγέθους. Οι ποσότητες υγρών αποβλήτων που παράγονται κατά την περίοδο λειτουργίας των ελαιотριβείων είναι εξαιρετικά μεγάλες με μέση ημερήσια τιμή ανά ελαιотριβείο τους 15-20 τόνους. Αρκεί να σημειωθεί ότι για κάθε κιλό λαδιού παράγονται κατά μέσο όρο 5 κιλά υγρών αποβλήτων.

Η πιο συνηθισμένη πρακτική που εφαρμόζεται σήμερα για την διαχείριση των υγρών αποβλήτων των ελαιотριβείων είναι η διάθεση τους σε παρακείμενους επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες όπως χείμαρροι, ποτάμια, λίμνες και θάλασσα. Πιο συγκεκριμένα, το 58% των ελαιουργείων διαθέτουν τα απόβλητα τους σε χείμαρρους, τα οποία στην συνέχεια στις περισσότερες των περιπτώσεων καταλήγουν σε

μεγαλύτερους υδάτινους αποδέκτες. Το 11,5% διαθέτει τα παραγόμενα υγρά απόβλητα απευθείας στην θάλασσα ενώ το 19,5% σε εδαφικούς αποδέκτες.

Η ανεξέλεγκτη διάθεση των υγρών αποβλήτων οδηγεί:

- σε εκδήλωση έντονων φυτοτοξικών φαινομένων στην υφιστάμενη χλωρίδα
- στην ποιοτική υποβάθμιση:
 - του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα
 - των επιφανειακών υδάτων
 - των ακτών και της θάλασσας.

Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί η όχληση που προκαλείται στους κατοίκους των ελαιοπαραγωγικών περιοχών τόσο από τις δυσάρεστες οσμές που αναδίδουν οι υπαίθριες ανοικτές δεξαμενές αποθήκευσης των υγρών αποβλήτων (δεξαμενές εξατμισοδιαπνοής) όσο και από την ύπαρξη μεγάλου αριθμού εντόμων που συγκεντρώνονται γύρω από αυτές.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΛΥΣΗ

Η κύρια περιβαλλοντική επιβάρυνση που προκύπτει από την λειτουργία των ελαιουργείων κατά την διάρκεια της ελαιοπαραγωγικής περιόδου (Οκτώβριος έως Μάρτιος) σχετίζεται με την διαχείριση (επεξεργασία, τελική διάθεση) του παραγόμενου κατσιγάρου. Ο κατσιγάρος παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις οργανικού φορτίου, αιωρούμενων στερεών και ελαίων. Η ρυπαντική παράμετρος, η οποία κύρια ευθύνεται για τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την τελική διάθεση του κατσιγάρου σε φυσικούς αποδέκτες είναι οι φαινόλες, οι οποίες στις ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις που βρίσκονται στα συγκεκριμένα απόβλητα δρουν βιοτοξικά. Ο βιοτοξικός χαρακτήρας των φαινολών αποτελεί σημαντικότατο ανασταλτικό παράγοντα των βιολογικών δράσεων που λαμβάνουν χώρα στις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας αποβλήτων. Αυτός είναι και ο κυριότερος λόγος για τον οποίο οι κλασικές μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας αποβλήτων δεν αποδίδουν στον επιθυμητό βαθμό όταν εφαρμόζονται για την επεξεργασία του κατσιγάρου.

Από την άλλη τα τελευταία είκοσι χρόνια έχουν αναπτυχθεί και δοκιμαστεί διάφορες άλλες μέθοδοι επεξεργασίας, οι οποίες όμως είτε απαιτούν ιδιαίτερα υψηλό κόστος για την προμήθεια του αναγκαίου εξοπλισμού, κόστος το οποίο είναι δυσβάστακτο

για το οικονομικό μέγεθος της πλειονότητας των ελαιουργείων του ελλαδικού χώρου, είτε απαιτούν υψηλό λειτουργικό κόστος και κόστος συντήρησης των συστημάτων επεξεργασίας γεγονός το οποίο σε συνδυασμό με την παραγωγή παραπροϊόντων χαμηλής ή μέσης εμπορικής αξίας καθιστά την λειτουργία των συστημάτων αυτών ασύμφορη και μη βιώσιμη.

Τα τελευταία χρόνια εξειδικευμένες επιστημονικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι οι πολυφαινόλες είναι ουσίες με ενδιαφέρουσα βιολογική δράση (αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή κ.ά.) και είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος εφαρμογών στη φαρμακευτική βιομηχανία, βιομηχανία καλλυντικών και τροφίμων. Οι ουσίες αυτές έχουν σημαντική εμπορική αξία γεγονός βάσει του οποίου εκτιμάται ότι θα εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα μίας επένδυσης για την εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας σε πλήρη (βιομηχανική) κλίμακα.

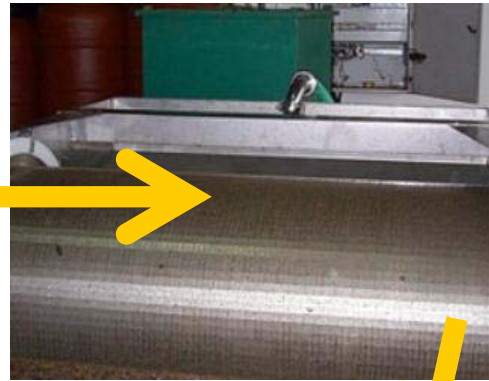
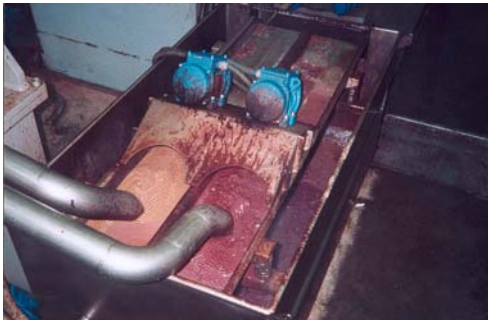
Κατά το διάστημα μεταξύ του Οκτωβρίου του 2001 και του Μαρτίου του 2004 που διήρκησε η υλοποίηση του Προγράμματος MINOS:

- ✓ Σχεδιάστηκαν και εξετάστηκαν διάφορα εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης του κατσίγαρου, στόχος των οποίων ήταν αφενός η αποδοτική και ολοκληρωμένη επεξεργασία των εν λόγω αποβλήτων και αφετέρου η ανάκτηση των περιεχόμενων πολυφαινολών.
- ✓ Επιλέχθηκε βάσει τεχνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων το βέλτιστο σενάριο διαχείρισης του κατσίγαρου
- ✓ Επί του επιλεχθέντος σεναρίου σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε σε πιλοτική κλίμακα μονάδα επεξεργασίας του κατσίγαρου.
- ✓ Η πιλοτική μονάδα λειτούργησε δοκιμαστικά κατά την διάρκεια δύο διαδοχικών ελαιουργικών περιόδων. Κατά το διάστημα αυτό πραγματοποιήθηκαν συνεχείς βελτιώσεις της ώστε να επιτευχθεί ο υψηλότερος δυνατός βαθμός απόδοσης της.

Τα κύρια στάδια της αναπτυχθείσας τεχνολογίας είναι τα ακόλουθα:

- Διαδοχικά φιλτραρίσματα του κατσίγαρου
- Δέσμευση των περιεχόμενων πολυφαινολών από εξειδικευμένη προσροφητική ρητίνη
- Επεξεργασία της εκροής της ρητίνης σε σύστημα νανοδιήθησης/ αντίστροφης ώσμωσης
- Ανάκτηση των πολυφαινολών από την ρητίνη με χρήση οργανικού διαλύτη

- Παραλαβή του μίγματος πολυφαινολών μέσω θερμικής ανάκτησης του οργανικού διαλύτη
- Χρωματογραφικός διαχωρισμός των πολυφαινολών
- Συν-λιπασματοποίηση της λάσπης που παράγεται κατά τα στάδια φιλτραρίσματος του κατσιγάρου και των φύλλων ελιάς που απορρίπτονται σαν στερεά απόβλητα από τα ελαιουργεία.



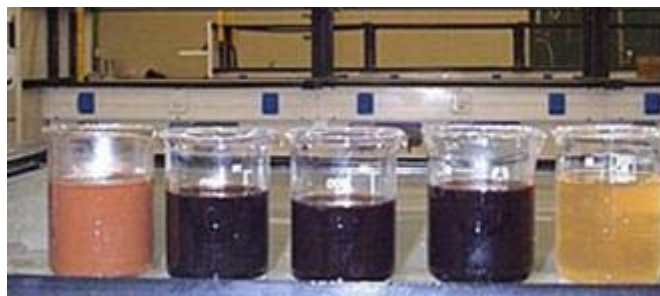
Τα βασικά στάδια της αναπτυχθείσας τεχνολογίας
για την ανάκτηση των πολυφαινολών
(φιλτράρισμα, δέσμευση σε ρητίνες, ανάκτηση διαλύτη)



Τεμαχισμός στερεών αποβλήτων



Παραγωγή εδαφοβελτιωτικού



Δείγματα του αποβλήτου κατά τα διάφορα στάδια της επεξεργασίας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας οδηγεί στην παραγωγή:

⇒ Καθαρού νερού κατάλληλου για:

- Τελική διάθεση σε υδάτινο φυσικό αποδέκτη
- Υπεδάφια διάθεση
- Άρδευση
- Αξιοποίηση στην ίδια την μονάδα που θα εφαρμόζει την αναπτυχθείσα τεχνολογία για την κάλυψη των διαφόρων αναγκών της σε κατανάλωση νερού

⇒ Πολυφαινολών (υδροξυτυροσόλη κλπ.) σε μορφή και καθαρότητα κατάλληλη για χρήση ως πρώτη ύλη σε διάφορες εφαρμογές:

- παραγωγή φαρμάκων
- παρασκευή καλλυντικών
- παραγωγή συμπληρωμάτων διατροφής κλπ.

⇒ Φυσικού εδαφοβελτιωτικού (compost).

Η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας απαιτεί αφενός την προμήθεια και εγκατάσταση εξειδικευμένου εξοπλισμού και αφετέρου την απασχόληση προσωπικού με εξειδικευμένο επιστημονικό υπόβαθρο. Οι λόγοι αυτοί καθιστούν ασύμφορη την εγκατάσταση της συγκεκριμένης τεχνολογίας σε κάθε ένα από τα ελαιουργεία, τα οποία στην πλειονότητα τους είναι επιχειρήσεις μικρής κλίμακας.

Βάσει των ανωτέρω και προκειμένου να είναι βιώσιμη η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας προτείνεται η εγκατάσταση κεντρικών μονάδων σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές, οι οποίες θα εξυπηρετούν τα ελαιουργεία που δραστηριοποιούνται στις περιοχές αυτές. Κατά αυτόν τον τρόπο τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων θα επεξεργάζονται συνολικά με συνέπεια τόσο το πάγιο κόστος της εγκατάστασης όσο και το λειτουργικό να είναι σημαντικά χαμηλότερο σε σχέση με την περίπτωση που η εν λόγω τεχνολογία εφαρμόζονταν σε κάθε ένα από τα ελαιουργεία.

Όσον αφορά τα οικονομικά στοιχεία μίας τέτοιας κεντρικής μονάδας, σημειώνεται ότι για δυναμικότητα επεξεργασίας 50 m³ κασιγάρου ανά ημέρα, το κόστος του απαιτούμενου εξοπλισμού εκτιμάται στα 1.150.000 € (το κόστος κατασκευής του κτιρίου δεν περιλαμβάνεται) ενώ το μηνιαίο λειτουργικό κόστος υπολογίζεται ότι θα ανέρχεται στα 54.000 €. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέση περιεκτικότητα του κασιγάρου σε πολυφαινόλες ανέρχεται στα 2-4 g/l και ότι η τιμή πώλησης του τελικού εκχυλίσματος στην σχετική αγορά εκτιμάται ότι θα κυμαίνεται μεταξύ 0,4–1 €/g, προκύπτει με βάση τους μετριοπαθέστερους υπολογισμούς ότι είναι εφικτή η πλήρης απόσβεση του εξοπλισμού της μονάδας εντός των δύο πρώτων ετών λειτουργίας της.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας σε πλήρη κλίμακα αποτελεί μία ιδιαίτερα κερδοφόρα επένδυση, η οποία θα δώσει βιώσιμη λύση στο δυσεπίλυτο έως σήμερα πρόβλημα της διαχείρισης των ελαιουργικών αποβλήτων ενώ ταυτόχρονα θα αποτελέσει μία ιδιαίτερα σημαντική αναπτυξιακή προοπτική, η οποία θα οδηγήσει:

➤ στην ανάπτυξη υψηλής τεχνολογίας

- στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- στην στήριξη της απασχόλησης στην περιφέρεια
- στην ανάπτυξη σημαντικών εμπορικών σχέσεων με εταιρείες άλλων χωρών.