

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΙΒΩΝ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ:
ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

Κ. Λαζαρίδη*

Μ. Κυριακού**

Γ. Πηλίδης***

Μ. Αντωνάκου-Μπαλή****

1. Το πρόβλημα με τα
απόβλητα της ελιάς

Σε όλες τις διεργασίες επεξεργασίας του καρπού της ελιάς για την παραγωγή τόσο του λαδιού όσο και της επιτραπέζιας ελιάς, παράγονται υγρά αλλά και στερεά απόβλητα, για τα οποία προκύπτουν έντονα προβλήματα διαχείρισης και διάθεσης στο περιβάλλον. Τα στερεά απόβλητα αποτελούνται από τα φύλλα που συλλέγονται μαζί με τις ελιές, και από την ελαιοπυρήνα, δηλαδή τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού. Η ελαιοπυρήνα, ή απλά πυρήνα, δεν αποτελεί απόβλητο με την αυστηρή έννοια του όρου, καθώς περιέχει ακόμη ένα σημαντικό ποσοστό λαδιού, το οποίο εξαγεται με χημικές μεθόδους στα πυρηνελουργεία (το πυρηνέλαιο). Το στερεό υπόλειμμα αυτής της διεργασίας, το πυρηνόξυλο, αξιοποιείται ως καύσιμο.

Μεγάλο πρόβλημα διαχείρισης εμφανίζεται για τα υγρά απόβλητα, τόσο από τα ελαιοτριβεία όσο και α-

πό την παρασκευή βρώσιμων ελιών, για τα οποία δεν υπάρχουν ακόμη γενικά αποδεκτές και τεχνικά και οικονομικά βιώσιμες μέθοδοι επεξεργασίας και διάθεσης. Τα απόβλητα αυτά αποτέλεσαν ένα από τα βασικά αντικείμενα εργασίας του αείμνηστου καθηγητή Κώστα Μπαλή, τόσο στο Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών όσο και στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, μέσα από μια σειρά ερευνητικών προγραμμάτων με πολύ θετικά αποτελέσματα (LEADER, IMPROLIVE, LIFE, ΕΠΕΤ II).

2. Ιστορικό και
γεωγραφικό πλαίσιο

Η ελιά είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το τοπίο και την ιστορία της Μεσογείου. Για τον F. Braudel, όπως και για πολλούς άλλους, τα όρια της Μεσογείου αλλά και το ίδιο το μεσογειακό κλίμα ορίζονται από το όριο της καλλιέργειας της ελιάς. Και αυτό είναι κάτι που συμβαίνει εδώ και πάρα πολλά χρόνια! Σε

* Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, e-mail: klasaridi@hua.gr.

** Τμήμα Επιστημών Διατροφής και Διατολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, e-mail: mkyriacou@hua.gr.

*** Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, e-mail: gpilidis@cc.uoi.gr.

**** Γεωπόνος MSc, Σύμβουλος σε θέματα Περιβάλλοντος και Φυτοπροστασίας, e-mail: cbalis@hua.gr.

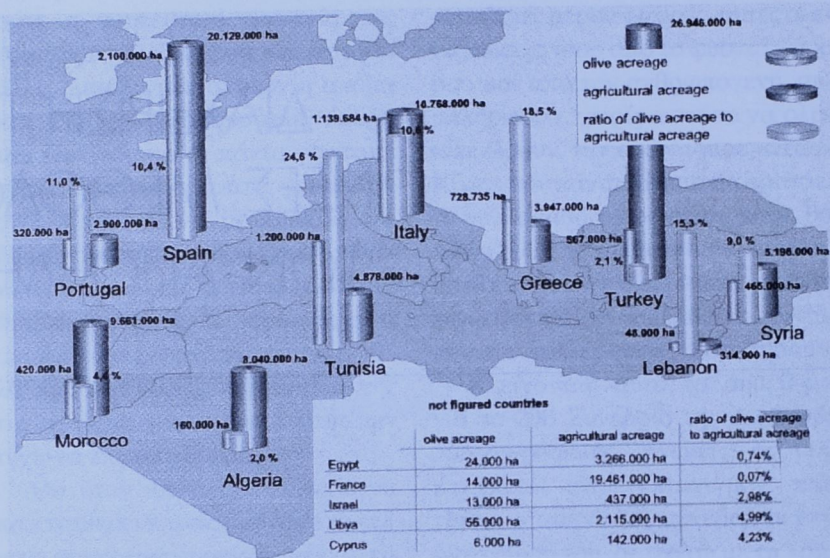
αντίθεση με πολλές από τις σημερινές τυπικές εικόνες του μεσογειακού τοπίου, με τους πορτοκαλεώνες, τις λεμονιές και τα κυπαρίσσια, που ήταν άγνωστες πριν από τον 5ο αιώνα, η πρωταρχική μεσογειακή τριάδα, το αμπέλι, το σιτάρι και η ελιά, είναι μέρος της Μεσογείου εδώ και χιλιάδες χρόνια.

Η παραγωγή και χρήση ελαιόλαδου στην περιοχή της Μεσογείου είναι γνωστή για πάνω από 6000 χρόνια και είναι στενά δεμένη με την ιστορία και τον πολιτισμό όλων των μεσογειακών χωρών. Η πολύτιμη θέση της ελιάς και των προϊόντων της στην Ελλάδα φαίνεται και από το συμβολικό ρόλο που διαδραματίζει τόσο στην ελληνική μυθολογία (το φυτό της θεάς της σοφίας και της γνώσης, της Αθηνάς), όσο και στα σημαντικά γεγονότα της ζωής των αρχαίων Ελλήνων (στέψη των Ολυμπιονικών, σύμβολο ειρήνης).

Σήμερα η καλλιέργεια της ελιάς στη Μεσόγειο καλύπτει περίπου 85 εκατ. στρέμματα με 715 εκατ. δένδρα και αποτελεί σημαντικό ποσοστό της συνολικής γεωργικής γης (Διάγραμμα 1). Περίπου 95% των ελαιόδενδρων σε όλο τον κόσμο βρίσκονται σε αυτή την περιοχή. Η παραγωγή ελιών και ελαιόλαδου παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 2. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της ελιάς καλύπτει πάνω από επτά εκατ. στρέμματα, το 18,5% των γεωργικών εκτάσεων, και εξαπλώνεται σε όλα σχεδόν τα διαμερίσματα της χώρας, με πιο σημαντικές ελαιοπαραγωγικές περιοχές την Πελοπόννησο, τη Στερεά Ελλάδα, την Κρήτη, τα νησιά του Αιγαίου και τα νησιά του Ιονίου. Υπολογίζεται ότι η μέση ετήσια παραγωγή ελαιοκάρπου στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε 1.900.000 τόνους, από τους οποίους ένα μικρό μόνο μέρος (περίπου 10%) χρησιμοποιείται για την

Διάγραμμα 1.

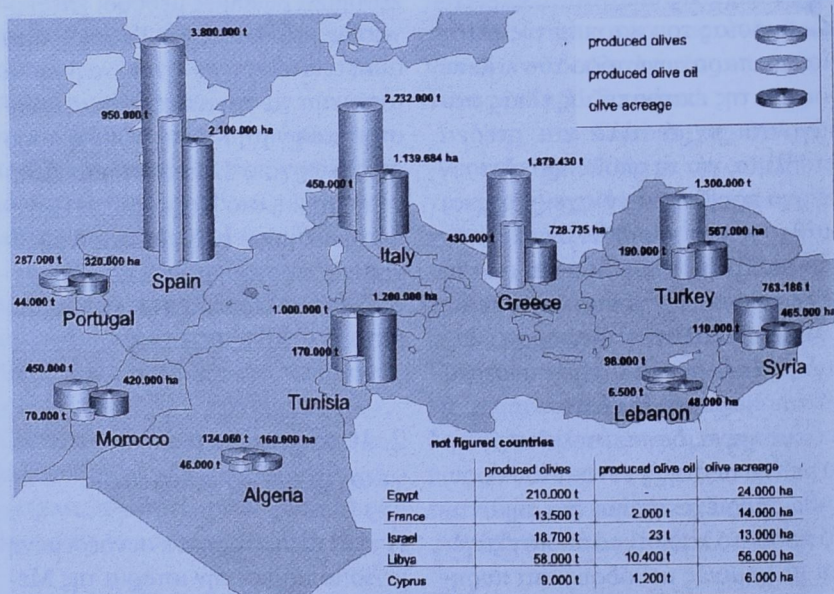
Η έκταση των ελαιώνων σε σχέση με τη συνολική έκταση της γεωργικής γης στις μεσογειακές χώρες, στοιχεία FAOSTAT 1998.



Πηγή: IMPROLIVE, ct 96-1420 FAIR programme.

Διάγραμμα 2.

Παραγωγή ελιών και ελαιόλαδου στις μεσογειακές χώρες, στοιχεία FAOSTAT 1998.



Πηγή: IMPROLIVE, ct 96-1420 FAIR programme.

παρασκευή βρώσιμων ελιών. Το υπόλοιπο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιόλαδου, περίπου 430.000 τόνοι ετησίως. Σημαντικές

ποσότητες υγρών αποβλήτων παράγονται και στις δύο περιπτώσεις, αν και η χημική τους σύσταση διαφέρει σημαντικά.

3. Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων

Κατά την επεξεργασία της ελιάς παραλαμβάνουμε, εκτός από το λάδι, ελαιοπυρήνα, λιόφυλλα που είχαν μεταφερθεί με τον ελαιοκάρπο και μια σημαντική ποσότητα υγρών αποβλήτων τα οποία είναι γνωστά ως «λιόζουμα», «κατσίγαροι» ή «μούργες». Τα απόβλητα αυτά συνίστανται κυρίως από το υδατικό κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου, το νερό της έκπλυσης και το νερό που προστίθεται κατά τη μάλαξη της ελαιόμαζας καθώς και στο διαχωριστήρα. Διακρίνονται από σχεδόν μαύρο χρώμα, ισχυρή φυτοτοξικότητα και έντονες αντιμικροβιακές ιδιότητες. Το pH τους είναι όξινο (4,5-6,5) και έχουν πολύ υψηλό ρυπαντικό φορτίο (BOD: 90-110 g/l, COD: 120-130 g/l). Ταυτόχρονα όμως είναι πλούσια σε ανόργανα θρεπτικά συστατικά, που είναι πολύτιμα για τα φυτά.

Στην Ελλάδα λειτουργούν περί τα 2500 ελαιοτριβεία, τα περισσότερα από τα οποία βρίσκονται στην Κρήτη, την Πελοπόννησο και την Κεντρική Ελλάδα (Διάγραμμα 3). Στην πλειονότητά τους είναι φυγοκεντρικά τριών φάσεων, από τα οποία προκύπτουν 1,0-1,2 μ³ υγρά απόβλητα ανά τόνο ελαιοκάρπου (Μπαλής και Αντωνάκου 1998). Διατηρούνται επίσης μερικά πιεστικά παλαιού τύπου, τα οποία παράγουν 0,7-0,9 μ³ υγρά απόβλητα ανά τόνο ελαιοκάρπου. Σχετικά πρόσφατα δημιουργήθηκαν τα ελαιοτριβεία δύο φάσεων για τη μείωση της κατανάλωσης νερού. Τα ελαιοτριβεία αυτού του τύπου έχουν πολύ λίγο διαδοθεί στη χώρα μας κυρίως λόγω του ημιστερεού αποβλήτου (ελαιοπυρηνόλυμα) που παράγουν (υγρασία γύρω στο 60-65%), το οποίο δεν είναι επεξεργάσιμο στα πυρηνελαιουργεία.

Διάγραμμα 3.

Χωροταξική κατανομή ελαιοτριβείων στην Ελλάδα.



Πηγή: Χατζηπαυλίδης 1998.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος διάθεσης του κατσίγαρου ήταν και εξακολουθεί να είναι η απόρριψη σε αποδέκτες «ευκολίας», όπως θάλασσες, ποτάμια, έδαφος, ρεματιές και χείμαρροι. Οι τεκμηριωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από αυτή την πρακτική είναι σημαντικές, λόγω του υψηλού ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων, και περιλαμβάνουν:

- ρύπανση επιφανειακών και υπογείων υδάτων
- ρύπανση των ακτών και της θάλασσας
- εκδήλωση τοξικών φαινομένων στην υδρόβια πανίδα
- ζημιές στις γεωργικές καλλιέργειες, λόγω φυτοτοξικότητας
- δημιουργία οσμών και αισθητική υποβάθμιση των αποδεκτών.

Από τα συστατικά του κατσίγαρου οι φαινολικές ενώσεις και τα λίπη παρουσιάζουν ιδιαίτερο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον επειδή:

- περιορίζουν το φάσμα και τη δράση των μικροοργανισμών εκείνων που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν και να αποδομήσουν το απόβλητο·

— έχουν τοξική δράση σε φυτά και πολλά ευαίσθητα υδρόβια ζωικά είδη·

— βιοαποδομούνται με βραδύ ρυθμό από εξειδικευμένες και ολιγάριθμες ομάδες μικροοργανισμών.

Οι ιδιότητες αυτές, σε συνδυασμό με το πολύ υψηλό οργανικό φορτίο και τις αντιμικροβιακές ιδιότητες του κατσίγαρου, είχαν αποτρέψει μέχρι πρόσφατα το σχεδιασμό και την επιτυχή εφαρμογή ενός περιβαλλοντικά αποδεκτού συστήματος αξιοποίησής τους. Όμως ακριβώς λόγω του υψηλού οργανικού του φορτίου και της υψηλής περιεκτικότητάς του σε κάλιο, φώσφορο και ιχνοστοιχεία, ο κατσίγαρος θα μπορούσε να συμβάλει στην παροχή θρεπτικών συστατικών στις καλλιέργειες και στη βελτίωση των εδαφών, με την προϋπόθεση ότι θα μπορούσε να εξουδετερωθεί η φυτοτοξικότητά του. Το στόχο αυτό επιτυγχάνει η πρωτότυπη μέθοδος βιοεπεξεργασίας που ανέπτυξε ο αείμνηστος Κώστας Μπαλής και η ομάδα του στο Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Balis 1995), με την

οποία τα απόβλητα μετατρέπονται σε υγρό οργανικό λίπασμα υψηλής βιολογικής αξίας.^[1] Η πρώτη πιλοτική εφαρμογή της μεθόδου πραγματοποιήθηκε στο Ρωμανό Πυλίας, στο πλαίσιο προγράμματος Leader, ενώ μεγαλύτερες εφαρμογές πλήρους κλίμακας, οι οποίες συνεχίζουν να λειτουργούν και μετά τη λήξη των αντίστοιχων προγραμμάτων, έχουν εγκατασταθεί στη Δήμο Καλαμάτας (LIFE 95/GR/1092/PEL), στον Αγροτικό Συνεταιρισμό Πέτα Άρτας (ΕΠΕΤ II ΕΚΒΑΝ 87) και στον Αγροτικό Συνεταιρισμό Ροβιών Ευβοίας (LEADER).

Η μέθοδος Μπαλή στηρίζεται στο γεγονός ότι ο κατσίγαρος, υπό αερόβιες και ελαφρά αλκαλικές συνθήκες, προσφέρει ένα εκλεκτικό υπόστρωμα ανάπτυξης μιας εξαιρετικά χρήσιμης από γεωργικής απόψεως ομάδας μικροοργανισμών, των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων και κατεξοχήν ειδών του γένους *Azotobacter*.

Η δράση των μικροοργανισμών αυτών στο έδαφος:

- συντελεί στη δέσμευση μοριακού αζώτου·
- προάγει τη σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων και βελτιώνει τη δομή του εδάφους, αυξάνοντας έτσι το πορώδες και την υδατοϊκανότητά του·
- συντελεί στην αύξηση της επισχετικότητας του εδάφους έναντι εδαφογενών παθογόνων μυκήτων, όπως ειδών *Pythium* και *Phytophthora*·
- προάγει την παραγωγή ρυθμιστών αυξήσεως στο ριζοσφαιρικό περιβάλλον των φυτών·
- συντελεί στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται στον κατσίγαρο, καθώς και στην κινητοποίηση εκείνων που βρί-

σκονται υπό δεσμευμένη μορφή στο έδαφος.

Οι βασικές φάσεις της μεθόδου δίδονται σχηματικά στο Διάγραμμα 4. Στη φάση I γίνεται ρύθμιση του pH του κατσίγαρου με CaO, και στη δεύτερη (II) υποβάλλεται στη βιολογική δράση επιλεγμένου στελέχους του βακτηρίου *Azotobacter vinelandii*. Ο ελάχιστος χρόνος παραμονής του υλικού στον βιοαντιδραστήρα είναι δύο ημέρες, στη διάρκεια του οποίου το υλικό μετατρέπεται σε παχύρρευστο, μη φυτοτοξικό, καστανό-κίτρινο, ελαφρά αλκαλικό (pH 7,5-8,0) υγρό, πλούσιο σε αζωτοδεσμευτικούς πληθυσμούς, το οποίο μπορεί να αναμιχθεί με νερό σε οποιαδήποτε αναλογία. Περιέχει όλα τα λιπαντικά στοιχεία του καρπού της ελιάς και είναι ως ένα βαθμό εμπλουτισμένο με οργανικό άζωτο και φυτοαυξητικούς παράγοντες λόγω της δράσης του *A. vinelandii*. Όπως έχει αποδειχθεί με πειράματα εργαστηριακά (Μπαλής 1993) και αγρού (Chatjipavlidis et al 1996), το προϊόν είναι κατάλληλο για γεωργική χρήση ως οργανικό βιολογικό λίπασμα και ως βελτιωτικό του εδάφους. Ως συνέχεια της μεθόδου, και για να υπερπηδηθούν πρακτικά προβλήματα διάθεσης και αποθήκευσης, εξετάζεται στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο η δυνατότητα συγκομποποίησης του υγρού βιολιπάσματος, ακολουθώντας τα νήματα της έρευνας που ο Κώστας Μπαλής δεν πρόλαβε να ολοκληρώσει (πρόγραμμα διάθεσης αποβλήτων Αγροτικού Συνεταιρισμού Ροβιών).

4. Τα υγρά απόβλητα από την παρασκευή βρώσιμων ελιών

Οι βρώσιμες ελιές είναι το ζυμωμένο προϊόν που παράγεται από τον

ελαιόκαρπο μετά από επεξεργασία που περιλαμβάνει διάφορα στάδια. Υπολογίζεται ότι η παγκόσμια παραγωγή βρίσκεται σε σταθερή ανοδική πορεία από τη δεκαετία του 1960 μέχρι σήμερα, και κατά την περίοδο 1994-1995 έφθασε τους 900.000 τόνους. Η Ελλάδα κατέχει την τρίτη θέση, αφού παράγει το 10% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής, μετά την Ισπανία (25%) και την Τουρκία (15%). Εάν λάβει κανείς υπόψη την έκταση και τον πληθυσμό των χωρών αυτών, εύκολα κατανοεί πόσο σημαντική οικονομικά είναι η παραγωγή αυτή για τον αγροτικό πληθυσμό της χώρας μας.

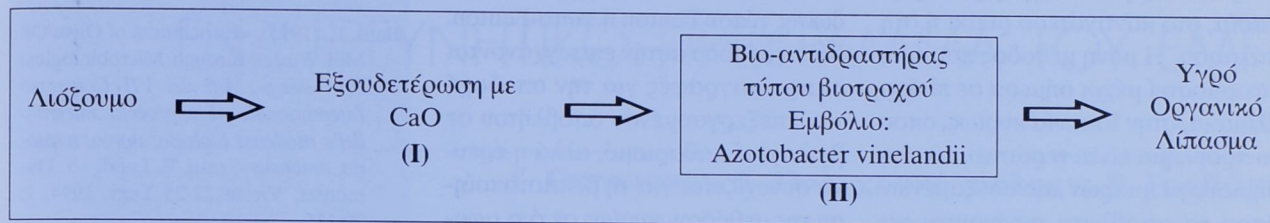
Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι βρώσιμης ελιάς: η πράσινη ελιά (ισπανικού τύπου), η φυσικά ώριμη μαύρη ελιά και η τεχνητά μαύρη ελιά. Η διαδικασία επεξεργασίας και ζύμωσης είναι διαφορετική για κάθε τύπο (Μπαλατσούρας 1995), και αντίστοιχα διαφέρουν η ποσότητα και η σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων. Στην Ελλάδα υπάρχουν τουλάχιστον 250 εργοστάσια επεξεργασίας βρώσιμων ελιών, 75 από τα οποία έχουν δυναμικότητα πάνω από 1000 τόνους. Κατά την επεξεργασία παράγονται υγρά απόβλητα, η ποσότητα και η σύσταση των οποίων κυμαίνεται ανάλογα με την εποχή του χρόνου, τον τύπο αλλά και την ποικιλία της ελιάς, και τη μέθοδο επεξεργασίας.

Το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, ανέπτυξε στο πλαίσιο τριών διαδοχικών ερευνητικών προγραμμάτων μια πρωτότυπη μέθοδο επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία πράσινων ελιών, η οποία εφαρμόστηκε πιλοτικά σε μονάδα δυναμικότητας 8 m³/ημέρα στον Αγροτικό Συνεταιρισμό Πέτα (ΕΠΕΤ II, ΕΚΒΑΝ 87) και σε πλήρη κλίμακα σε μονάδα δυναμι-

1. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας 930100432 ΟΒΙ, Μπαλής Κ., Χατζηπαναλίδης Ι. και Φλουρή Φ.

Διάγραμμα 4.

Σχηματική πορεία βιολιπασματοποίησης των λιόζονμων (Μπαλής και Αντωνάκων 1998).



κότητας 100 μ³/ημέρα στο εργοστάσιο της Ένωσης Ελαιουργικών Συνεταιρισμών Στυλίδας (ΕΠΕΤ II, 98 ΒΙΑ-08). Ταυτόχρονα εξετάζεται η δυνατότητα προσαρμογής της μεθόδου για μικρότερες μονάδες, καθώς και η δυνατότητα επεξεργασίας των αποβλήτων της γαλακτικής ζύμωσης πράσινης και μαύρης ελιάς με φυσικά συστήματα (πρόγραμμα LEADER Αγροτικού Συνεταιρισμού Ροβιών).

Διαδικασία παρασκευής πράσινων ελιών (ισπανικού τύπου)

Οι πράσινες ελιές συλλέγονται πριν από την πλήρη ωρίμανση του καρπού, αλλά αφού ο καρπός έχει φτάσει στο κανονικό του μέγεθος. Οι ελιές μεταφέρονται στο εργοστάσιο επεξεργασίας όπου γίνεται η διαλογή. Η διαδικασία επεξεργασίας ξεκινά με το στάδιο της εκπίκρασης, που περιλαμβάνει εμβάπτιση των καρπών σε υδατικό διάλυμα καυστικού νατρίου. Η συγκέντρωση του διαλύματος NaOH εξαρτάται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, την ποικιλία της ελιάς και το βαθμό ωρίμανσης της. Οι ελιές παραμένουν στο διάλυμα μέχρι να διεισδύσει αυτό στα 2/3 έως 3/4 του καρπού. Στη συνέχεια το διάλυμα απομακρύνεται με δύο έως τρία ξεπλύματα με νερό.

Το επόμενο στάδιο είναι το στάδιο της ζύμωσης του ελαιοκάρπου, όπου το προϊόν παίρνει την τελική του μορφή. Ο καρπός τοποθετείται

σε διάλυμα χλωριούχου νατρίου (άρμη) όπου γίνεται η γαλακτική ζύμωση. Ο χρόνος που απαιτείται για τη ζύμωση των καρπών εξαρτάται από το στάδιο της εκπίκρασης, την ποικιλία της ελιάς και το μικροβιακό πληθυσμό. Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης, όταν εξαντλούνται οι ενώσεις εκείνες που χρησιμοποιούν οι ζυμωτικοί μικροοργανισμοί, οι ελιές διατηρούνται σε άρμη μέχρι τη συσκευασία τους (Fernandez et al 1997).

Η ζύμωση του ελαιοκάρπου γίνεται στις περισσότερες περιπτώσεις με τη φυσική χλωρίδα που υπάρχει στον καρπό και στα δοχεία, αν και για τη βιομηχανική παραγωγή είναι αρκετές πλέον οι μελέτες που αναφέρουν ότι η χρήση αρχικού εμβολίου μπορεί να επιταχύνει τη ζύμωση και να προφυλάξει από ανεπιθύμητες μολύνσεις από άλλους μικροοργανισμούς, που ενέχουν τον κίνδυνο της αλλοίωσης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος (Μπαλατσούρας 1995). Ο μικροοργανισμός που ευθύνεται για τη ζύμωση της ελιάς είναι το βακτήριο *Lactobacillus plantarum*, το οποίο ανήκει στα βακτήρια του γαλακτικού οξέος.

Η φύση και η αντιμετώπιση των υγρών αποβλήτων

Για τις πράσινες ελιές ισπανικού τύπου, ο κύριος όγκος των αποβλήτων προέρχεται από τη διαδικασία της

εκπίκρασης και των ξεπλύματων που ακολουθούν και υπολογίζεται σε 1,5-3,0 λίτρα απόβλητο για κάθε κιλό ελιάς. Τα απόβλητα αυτά παρουσιάζουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο (COD: 15-35 g/l, BOD: 9-20 g/l) και είναι πολύ δύσκολα επεξεργάσιμα με βιολογικές μεθόδους λόγω των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών τους. Χαρακτηριστικές τιμές για το διάλυμα της εκπίκρασης είναι pH: 10-12, συγκέντρωση ελεύθερου καυστικού νατρίου: 11 g/l, περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες: 2,5-4,0 mg/l (ταννικό οξύ) και υψηλή αγωγιμότητα (Fernandez et al 1997). Αντίστοιχες τιμές μετρήθηκαν και στο πλαίσιο των προγραμμάτων ΕΠΕΤ II (ΕΚΒΑΝ 87 και 98 ΒΙΑ-08 — αδημοσίευτα στοιχεία).

Τα απόβλητα που προέρχονται από την επεξεργασία της μαύρης ελιάς είναι αρκετά διαφορετικά. Ο όγκος τους είναι πολύ μικρότερος και υπολογίζεται σε 1 περίπου λίτρο αποβλήτου για κάθε κιλό ελιάς. Δεν περιέχουν καυστικό νάτριο και προέρχονται κυρίως από το υλικό της άρμης. Παρά το μικρό όγκο τους, και τα απόβλητα αυτά είναι προβληματικά ως προς την επεξεργασία τους, καθώς περιέχουν υψηλή συγκέντρωση αλατιού και φαινολικών ουσιών που δυσχεραίνουν τη βιολογική επεξεργασία του αποβλήτου. Το βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅) είναι επίσης πολύ υψηλό και κυμαίνεται σε 35-38 g/l.

Η κοινή πρακτική και για τα

απόβλητα αυτά είναι η διοχέτευσή τους στο περιβάλλον, χωρίς επεξεργασία, στο κοντινότερο ρυάκι ή στη θάλασσα. Η μόνη μέθοδος που έχει εφαρμοστεί μέχρι σήμερα σε πλήρη κλίμακα, στην Ισπανία κυρίως, όπου το πρόβλημα είναι τεράστιο, είναι η δημιουργία μικρών λιμνοδεξαμενών όπου τα απόβλητα αφήνονται να εξατμιστούν με τον καιρό, δημιουργώντας όμως συχνά σημαντικά προβλήματα, όπως δυσάρεστες οσμές, οχλήσεις και οικολογική υποβάθμιση του περιβάλλοντος, κυρίως λόγω ανεπαρκούς εξάτμισης και επικράτησης αναερόβιων συνθηκών. Ένα άλλο πρόβλημα που συνδέεται με τις λιμνοδεξαμενές εξάτμισης είναι η σχετικά μεγάλη έκταση που απαιτούν, η οποία συχνά δεν είναι διαθέσιμη κοντά στις βιομηχανίες επεξεργασίας βρώσιμων ελιών.

Σε ερευνητικό επίπεδο έχουν γίνει πρόσφατα κάποιες προσπάθειες επεξεργασίας των αποβλήτων της βρώσιμης ελιάς, με καλά αποτελέσματα σε εργαστηριακή κλίμακα (Benitez et al 1999, Beltran-Heredia et al 2000). Οι υψηλές τιμές του pH και η παρουσία φαινολικών ενώσεων που αναστέλλουν την ανάπτυξη πολλών μικροοργανισμών δυσχεραίνουν τη βιολογική επεξεργασία και μειώνουν την απόδοσή της. Για το λόγο αυτόν η μέχρι σήμερα έρευνα, τόσο σε διεθνές επίπεδο όσο και στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, έδειξε ότι η βιολογική επεξεργασία θα πρέπει να συνδυαστεί και με κάποιο στάδιο χημικής επεξεργασίας.

Η μέθοδος που αναπτύχθηκε στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο και εφαρμόστηκε με επιτυχία στους συνεταιρισμούς Πέτα και Στυλίδας περιλαμβάνει ένα βιολογικό στάδιο ελεγχόμενης ζύμωσης μετά από εμβολιασμό με στέλεχος μύκητα που απο-

μονώθηκε στο εργαστήριο σε συνδυασμό με ένα στάδιο χημικής οξείδωσης τύπου Fenton ή φωτο-Fenton. Με τη μέθοδο αυτήν επιτυγχάνονται οι προδιαγραφές για την αποδοχή του επεξεργασμένου αποβλήτου σε βιολογικό καθαρισμό, αλλά η έρευνα συνεχίζεται για τη βελτιστοποίηση της μεθόδου, κυρίως σε ό,τι αφορά τα λειτουργικά κόστη των μονάδων. Προς το παρόν δεν είναι δυνατόν να περιγραφεί η μέθοδος αναλυτικότερα, καθώς επίκειται η έκδοση Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας.

Το πιο πρόσφατο τμήμα της έρευνας που παρουσιάστηκε σε αυτή την εργασία αναφέρεται στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων βρώσιμης ελιάς και χρηματοδοτήθηκε από τη ΓΓΕΤ, στο πλαίσιο του προγράμματος ΕΠΕΤ II 98 ΒΙΑ-08 με τίτλο «Εγκατάσταση και λειτουργία πιλοτικής μονάδας για τη διάθεση αποβλήτων επεξεργασίας βρώσιμων ελιών», το οποίο ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 1999 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2001. Ανάδοχος του προγράμματος ήταν το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, με Επιστημονικό Υπεύθυνο τον αείμνηστο Καθηγητή Κώστα Μπαλή, και συμμετείχαν το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, με επικεφαλής της επιστημονικής ομάδας τον Γιώργο Πηλίδη, ο οποίος ανέλαβε και Επιστημονικός Υπεύθυνος του έργου, και η Ένωση Ελαιοουργικών Συνεταιρισμών Στυλίδας. Στην ερευνητική ομάδα συμμετείχαν ακόμη οι Μαντώ Κυριακού, Κάτια Λαζαρίδη, Κοσμάς Παυλός, Μαρία Κώτσου, Κώστας Αντωνιάδης και Γιάννης Φιλίππου από το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, οι Νίκος Γεωργόπουλος και Άγγελος Ντάντος από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και οι Ηλίας Κυρίτης, Μαίρη Αντωνάκου και Παρασκευάς Παλιούρας από την Ένωση Ελαιοουργικών Συνεταιρισμών Στυλίδας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Balis, C. (1995), «Enrichment of Olive Oil Mill Wastes through Microbiological Processing», *Atti del VII Congresso Internazionale «L'approccio integrato della moderna biologia: uomo, territorio, ambiente»*, επιμ. E. Landi - S. Dumontet, Vieste 22-25 Σεπτ. 1994, 1: 99-115.
- Beltran-Heredia, J., Torregrosa, J., Dominguez, J., Garcia, J. (2000), «Aerobic Biological Treatment of Black Table Olive Washing Wastewater: Effect of an Ozonation Stage», *Process Biochemistry*, 35: 1183-1190.
- Benitez, F. G., Beltran-Heredia, J., Torregrosa, J., Dominguez, J. (1999), «Aerobic Treatment of Black Olive Wastewater and the Effect of an Ozonation Stage», *Bioprocess Engineering*, 20: 355-361.
- Chatjipavlidis, J., Antonakou, M., Demou, D., Flouri, F., Balis, C. (1996), «Bio-Fertilization of Olive Mills Liquid Wastes. The Pilot Plant in Messinia, Greece», *International Biodeterioration & Biodegradation*, 38: 183-187.
- Fernandez, G., Diez, F., Adams, M. (1997), *Table Olives*, Chapman & Hall.
- Μπαλατσούρας, Γ. (1995), *Η επιτραπέζια ελιά, β' έκδοση*, Αθήνα.
- Μπαλής, Κ. (1993), «Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων. Μέθοδος βιολινπασματοποίησης τους», *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, 7: 52-58.
- Μπαλής, Κ. (1998), Αδημοσίευτες ενδιάμεσες εκθέσεις προγράμματος LIFE.
- Μπαλής, Κ., Αντωνάκου, Μ. (1998), Αδημοσίευτη μελέτη για τη διαχείριση αποβλήτων ελαιοτριβείων των Νομών Πρέβεζας, Θεσπρωτίας, Κέρκυρας, Ζακύνθου, Κεφαλονιάς και Λευκάδας.
- Μπαλής, Κ., Χατζηπαυλίδης, Ι., Φλουρή, Φ. (1991), «Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων», *Πρακτικά συμποσίου «Διαχείριση αποβλήτων ελαιοτριβείων»*, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος & Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, Χανιά 9-10 Μαΐου 1991, σ. 66-74.
- Χατζηπαυλίδης, Ι. (1998), *Οι επιπτώσεις των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων στη δυναμική και τις δράσεις των μικροβιακών πληθυσμών του εδάφους, διδακτορική διατριβή*, Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.