



# Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Αξιοποίηση Αγρο-Διατροφικών Αποβλήτων

### Μέρος IV: Χαρακτηριστικές περιπτώσεις αγρο-διατροφικών αποβλήτων

Ενότητα IV.3: Απόβλητα της βιομηχανίας ελαιόλαδου

**Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC***

*Αναπληρωτής Καθηγητής*

[dimitrismakris@uth.gr](mailto:dimitrismakris@uth.gr)

## 1. Εισαγωγή

Η παραγωγή ελαιόλαδου αποτελεί μια από τις πιο οικονομικώς σημαντικές αγροτοβιομηχανικές δραστηριότητες παγκοσμίως, κυρίως για τις Μεσογειακές χώρες. Η παραγωγή ελαιόλαδου στην Ε.Ε. το 2013 ανήλθε στους 1.96 εκατομμύρια τόνους, το 57% εκ των οποίων παράχθηκε στην Ισπανία.

Η παραγωγή ελαιόλαδου και επιτραπέζιων ελιών δημιουργεί υψηλό όγκο υποπροϊόντων και αποβλήτων, τα οποία προέρχονται κυρίως από την επεξεργασία του ελαιόκαρπου.

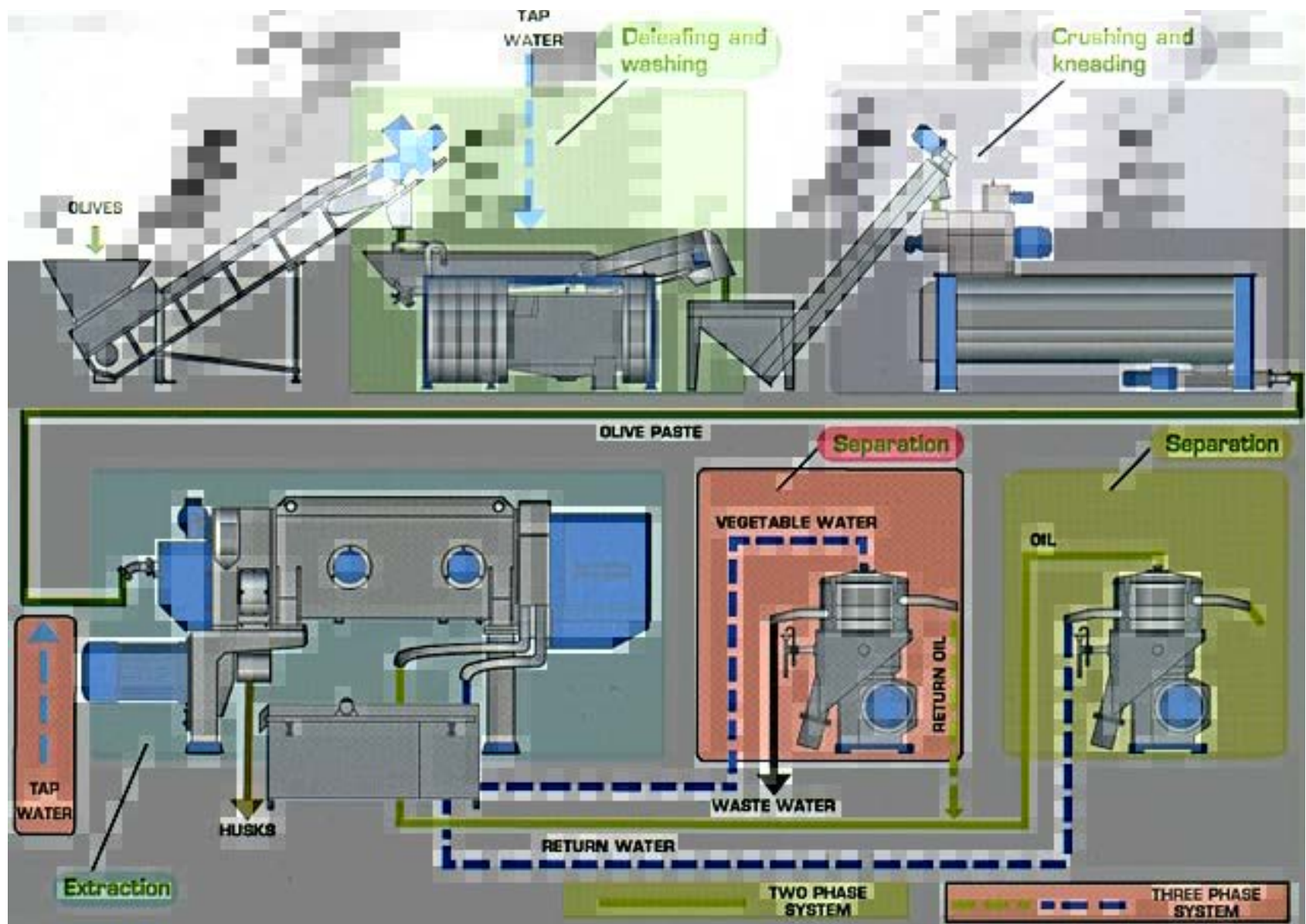
Στην Ε.Ε. μόνο δημιουργούνται ετησίως 9.6 εκατ. τόνοι αποβλήτων από τα ελαιουργεία, ενώ από την καλλιέργεια των ελαιόδενδρων 11.8 εκατ. τόνοι βιομάζας.

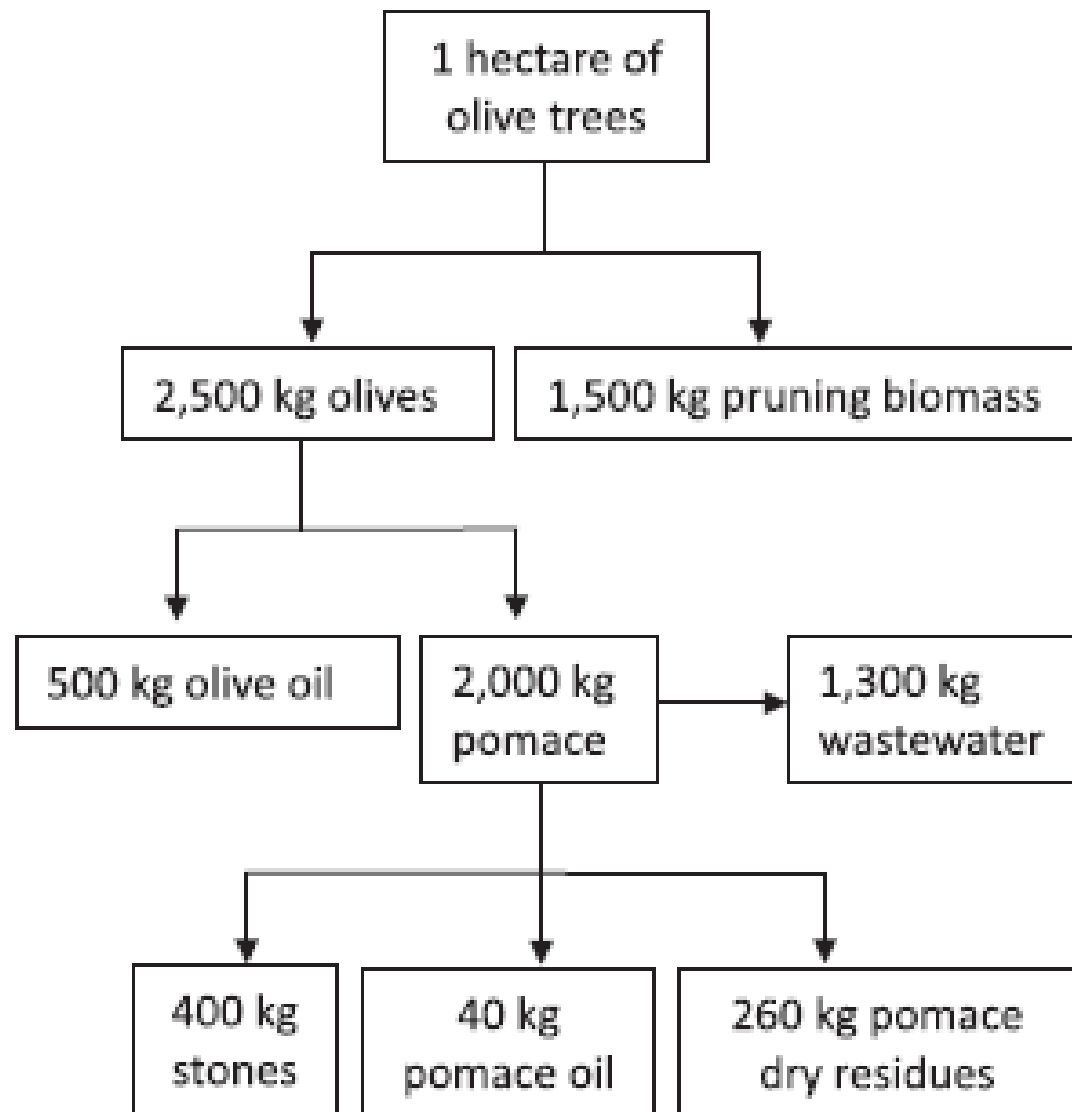
# 1. Εισαγωγή

Τα φύλλα ελιάς δημιουργούνται κατά το κλάδεμα των δέντρων και τον καθαρισμό των ελιών που προορίζονται για ελαιοποίηση. Τα υπολείμματα φυγοκέντρισης (olive pomace) αποτελούνται από πολτό ελιάς, φλοιούς, πυρήνες και νερό, και η σύστασή τους εξαρτάται από την μέθοδο ελαιοποίησης.

Οι ελαιοπυρήνες μπορούν ν' αποτελέσουν ξεχωριστό υποπροϊόν, αν διαχωριστούν από τον πολτό, πριν ή μετά την παραλαβή ελαιόλαδου. Τα υγρά απόβλητα ελαιουργείου (olive mill wastewaters - OMW) είναι όλα τα υγρά απόβλητα που δημιουργούνται κατά την διάρκεια ελαιοποίησης.

Τα υπολείμματα κλαδέματος αποτελούνται από μίγμα φύλλων, μικρών κλαδιών και ξύλου, ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τεχνική. Αυτή η βιομάζα περιέχει σημαντικές ποσότητες κυτταρίνης και ημι-κυτταρίνης, λιγνίνη και άλλα διαλυτά συστατικά.





## 2. Απόβλητα της καλλιέργειας ελιάς και της βιομηχανίας ελαιόλαδου

Το υπόλειμμα φυγοκέντρισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ελαίου (pomace oil). Το ίδιο ισχύει και για τις πυρήνες (πυρηνέλαιο). Αυτό τα καθιστά σημαντικά υποπροϊόντα.

Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα, αυτά δημιουργούνται (i) κατά την πλύση των ελιών, (ii) την φυγοκέντριση και (iii) τον διαχωρισμό του ελαίου. Η χημική τους σύσταση μπορεί να κυμαίνεται ευρέως, ανάλογα κυρίως με την μέθοδο ελαιοποίησης.

Το υψηλό COD και η υψηλή συγκέντρωση σε πολυφαινόλες (έως 12 g/L) καθιστά την επεξεργασία του δύσκολη και δαπανηρή. Εξαιτίας της χαμηλής βιοαποικοδομισιμότητας και της υψηλής φυτοτοξικότητας, τα OMW είναι ένα από τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα των Μεσογειακών χωρών.





### 3. Υγρά απόβλητα ελαιουργείου

Όσον αφορά στην αξιοποίηση των OMWW, η εκχύλιση των πολυφαινολικών αντιοξειδωτικών αντιπροσωπεύει μια οικονομικώς ενδιαφέρουσα στρατηγική με τριπλό όφελος: την ανάκτηση βιοδραστικών μορίων, την αύξηση της βιοαποικοδομισιμότητας και την μείωση της φυτοτοξικότητας.

Τα περισσότερα φαινολικά συστατικά της ελιάς δεν είναι διαλυτά στο έλαιο και παραμένουν στην υδατική φάση (υγρό απόβλητο). Οι υδατοδιαλυτές πολυφαινόλες αντιπροσωπεύουν το 50–72% των πολυφαινολών που βρίσκονται αρχικά στον καρπό (ελιά).

Οι κύριες μεθοδολογίες διαχωρισμού περιλαμβάνουν εκχύλιση υγρού – υγρού. Επίσης, για τον διαχωρισμό των πολυφαινολών εφαρμόζονται διεργασίες με μεμβράνες

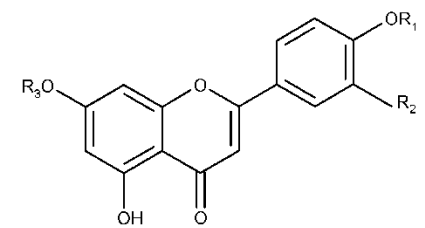
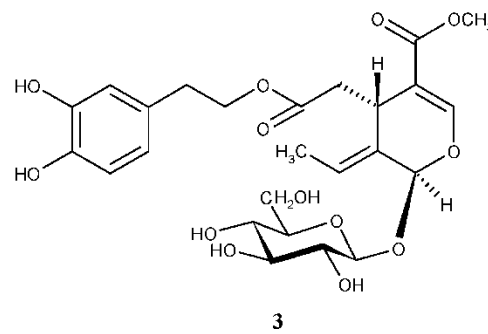
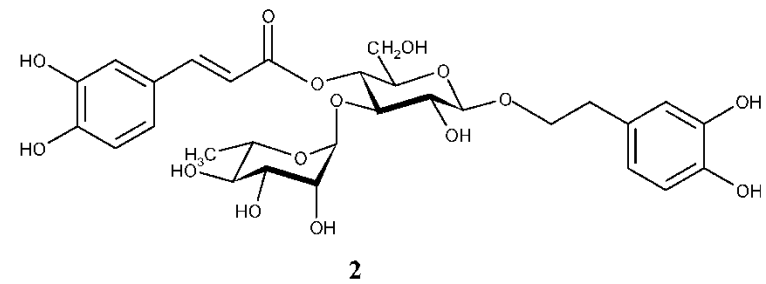
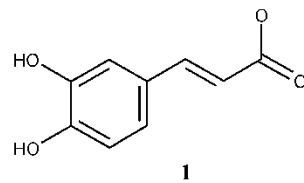
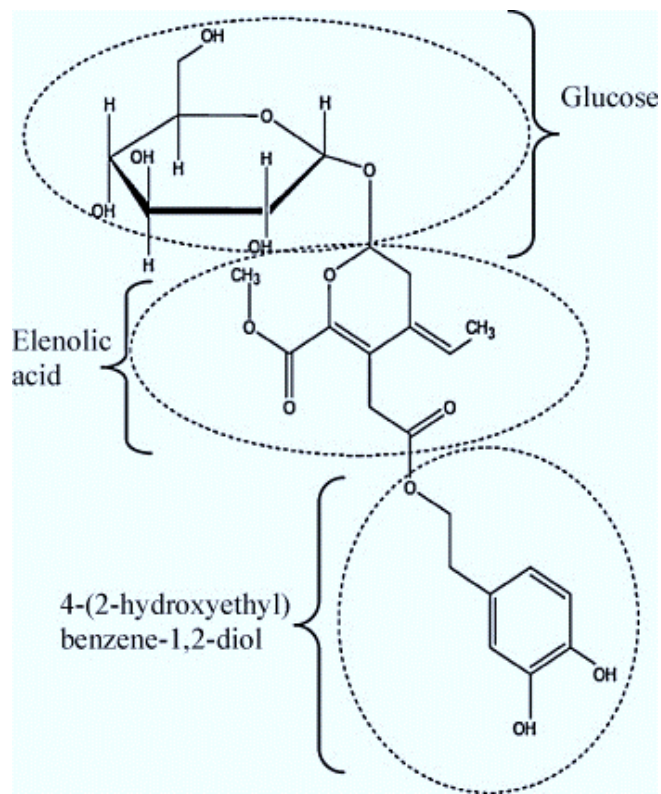


### 3. Φύλλα ελιάς

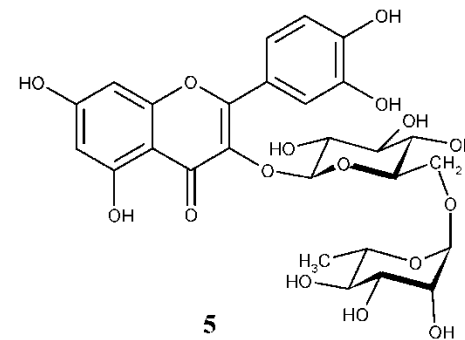
Τα φύλλα ελιάς περιέχουν υδατάνθρακες, έλαιο, ίνες και έναν μεγάλο αριθμό δευτερογενών μεταβολιτών. Η κύρια ένωση είναι η ολευρωπαΐνη, της οποίας η περιεκτικότητα μπορεί ν' ανέλθει στο 15% (β/β), επί ξηρού βάρους.

Μαζί με τον λιγκστροζίτη (ligstroside) και τα απομεθυλιωμένα παράγωγά της, τα οποία επίσης ανευρίσκονται στα φύλλα ελιάς, απαρτίζουν την κατηγορία των σεκοϊριδοειδών που περιέχουν ένα φαινολικό υποκαταστάτη.

Άλλες πολυφαινόλες που έχουν ταυτοποιηθεί στα φύλλα ελιάς είναι η υδροξυτυροσόλη, η τυροσόλη, ο βερμπασκοζίτης (verbascoside), το καφφεϊκό οξύ, και σημαντικές ποσότητες γλυκοζιτών φλαβονών (luteolin-7-*O*-glucoside, luteolin-7-*O*-rutinoside, apigenin-7-*O*-glucoside, rutin, luteolin, apigenin).



- 4  $R_1 = H$ ;  $R_2 = OH$ ;  $R_3 = \text{glucose}$   
 6  $R_1 = H$ ;  $R_2 = H$ ;  $R_3 = \text{glucose}$   
 7  $R_1 = \text{glucose}$ ;  $R_2 = OH$ ;  $R_3 = H$



### 3. Υπόλειμμα φυγοκέντρισης

Το υπόλειμμα φυγοκέντρισης είναι μια παχύρρευστη ιλύς που απομένει μετά τον διαχωρισμό του ελαίου από τον ελαιοπολτό και αποτελείται από τεμάχια φλοιού, πολτό και πυρήνες. Ο πολτός αποτελεί το 70–90% του συνολικού βάρους του υπολείμματος.

Ανάλογα με την τεχνολογία φυγοκέντρισης (2-φασική, 3-φασική), η περιεκτικότητα σε νερό μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Το 2-φασικό υπόλειμμα έχει υγρασία περίπου 70% ενώ το 3-φασικό 45%.

Εκτός από το νερό, το υπόλειμμα περιέχει υδατάνθρακες, λιπίδια, πολυφαινόλες κτλ. και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραλαβή ελαίου (2% της μάζας του υπολείμματος).



Deoiled olive pomace waste



Raw olive pomace waste

### 3. Υπόλειμμα φυγοκέντρισης

Οι κυριότερες πολυφαινόλες στο υπόλειμμα φυγοκέντρισης είναι η υδροξυτυροσόλη (1.8%), η τυροσόλη, το π-κουμαρικό οξύ και το βανιλλικό οξύ. Επίσης ανευρίσκονται διάφορα φλαβονοειδή (luteolin, luteolin 7-*O*-glucoside, luteolin-4-*O*-glucoside, luteolin-7-*O*-rutinoside, rutin, hesperidin, quercetin, apigenin, apigenin 7-*O*-glucoside, cyanidin 3-*O*-rutinoside, and cyanidin 3-*O*-glucoside).

Η ανάκτηση των πολυφαινολών συνήθως περιλαμβάνει ένα στάδιο συμπύκνωσης και εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες. Προτιμώνται πολικοί πρωτικοί διαλύτες, όπως η αιθανόλη και η μεθανόλη, οι οποίοι παρέχουν καλή διαλυτοποίηση των περισσότερων πολυφαινολικών συστατικών.

Η μεθανόλη δίνει την υψηλότερη απόδοση σε ολευρωπαΐνη από φύλλα ελιάς. Επίσης, για την εκχύλιση OMWW ο οξικός αιθυλεστέρας θεωρείται ο πλέον κατάλληλος, έχοντας εκλεκτικότητα και δίνοντας υψηλές αποδόσεις.

## Βιβλιογραφία

Berbel J., Posadillo A., **2018**. Review and analysis of alternatives for the valorisation of agro-industrial olive oil by-products. **Sustainability**, 10, 237.

Negro M.J, Manzanares P., Ruiz E., Castro E., Ballesteros M., 2017. The biorefinery concept for the industrial valorization of residues from olive oil industry. In “**Olive Mill Waste - Recent Advances for Sustainable Management**”, Galanakis C.M. ed., Elsevier.