



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ  
ΑΧΑΪΙΑΣ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ – ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΑΧΑΪΙΑΣ**

**Ανοιχτός Κύκλος Συναντήσεων – Συζητήσεων  
Τετάρτη 20 Μαρτίου 2013, Επιμελητήριο Αχαΐας**

**Αξιοποίηση παραπροϊόντων αγροτοβιομηχανικών  
δραστηριοτήτων**

**Χριστάκης Παρασκευά  
Επίκουρος Καθηγητής  
Τμήμα Χημικών Μηχανικών  
Πανεπιστήμιο Πατρών**

# Νέες εναλλακτικές μέθοδοι αξιοποίησης παραπροϊόντων στα ελαιοτριβεία



## *Το πρόβλημα*

Η υψηλή παραγωγή ελαιόλαδου τα τελευταία χρόνια δημιούργησε πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα.

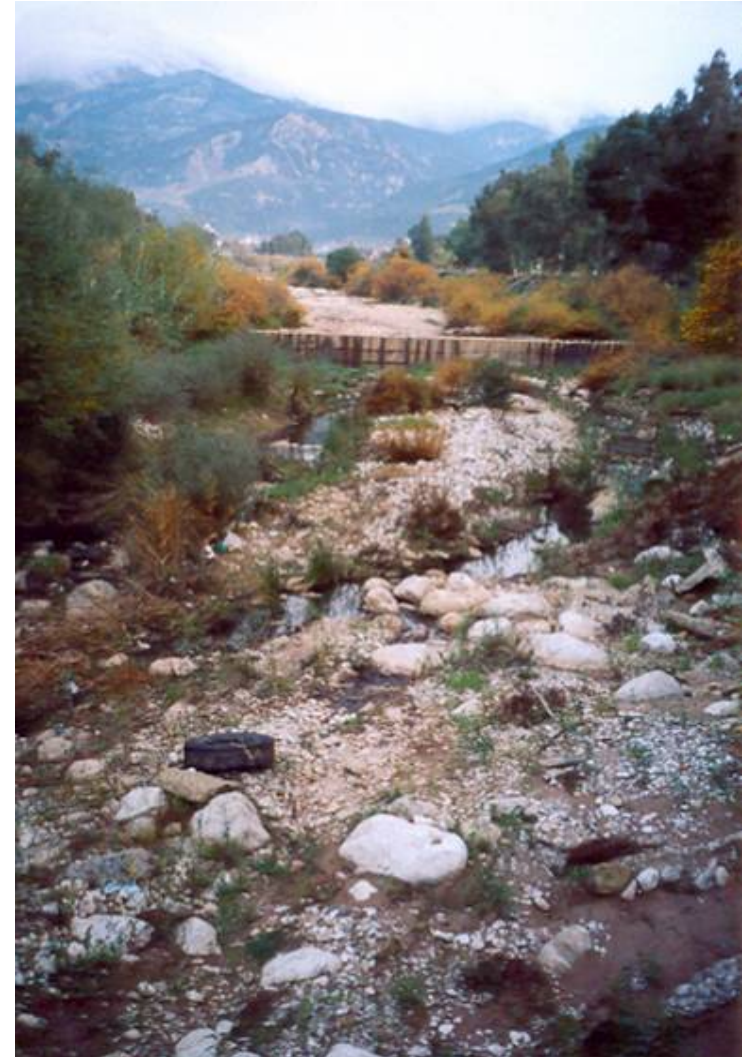
Η επικρατούσα τεχνολογία των ελαιοτριβείων τριών φάσεων έχει σαν αποτέλεσμα την **παραγωγή τεραστίων ποσοτήτων υγρών αποβλήτων (olive mill wastewater- OMW)**, ουσιαστικά ίση με το βάρος του προς επεξεργασία ελαιοκάρπου, λόγω της προσθήκης σημαντικών ποσοτήτων νερού κατά την παραγωγική διαδικασία.



✦ Στην περιοχή της Μεσογείου, η ποσότητα των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων που παράγεται ετησίως είναι της τάξης των **15 εκατ. τόνων υψηλού ρυπαντικού φόρτου.**

✦ Ένα τυπικό ελαιοτριβείο παράγει κατά μέσο όρο **1,000 τόνους τοξικών υγρών αποβλήτων ανά περίοδο.**

✦ Ο ρυπαντικός φόρτος (BOD και COD) των υγρών αποβλήτων ενός ελαιοτριβείου ισοδυναμεί με αυτόν των ακατέργαστων αστικών λυμάτων μιας πόλης **30,000 κατοίκων.**



## **Μέθοδοι διάθεσης**

### **Απ' ευθείας διάθεση**

Διάθεση σε ακαλλιέργητα ή αγροτικά εδάφη  
(ΕΘΙΑΓΕ: 1.5 m<sup>3</sup>/ δέντρο/χρόνο,  
1500 m<sup>3</sup>/χρόνο/εκτάριο σε 3-5 δόσεις)

*Διάθεση σε υδάτινους αποδέκτες/ θάλασσα*

### **Εξάτμιση**

Αποθήκευση – Φυσική εξάτμιση

Θερμική συμπύκνωση (εξαναγκασμένη εξάτμιση)

## **Μέθοδοι κατεργασίας**

### **Φυσικοχημική κατεργασία**

#### **Κατεργασία με ασβέστη**

Κατεργασία με ηλεκτρολύτες και πολυηλεκτρολύτες

#### **Διήθηση μέσω μεμβρανών**

### **Βιολογική κατεργασία**

Αερόβια / αναερόβια κατεργασία

Λιπασματοποίηση

Παραγωγή βιοαερίου (μεθάνιο)

Παραγωγή βιοενέργειας

*Απ' ευθείας διάθεση*

*Ρύπανση χείμαρρων, ποταμών, θάλασσας, νεκρά ψάρια, οσμές  
από υπολείμματα, μηδενικό οικονομικό κόστος*

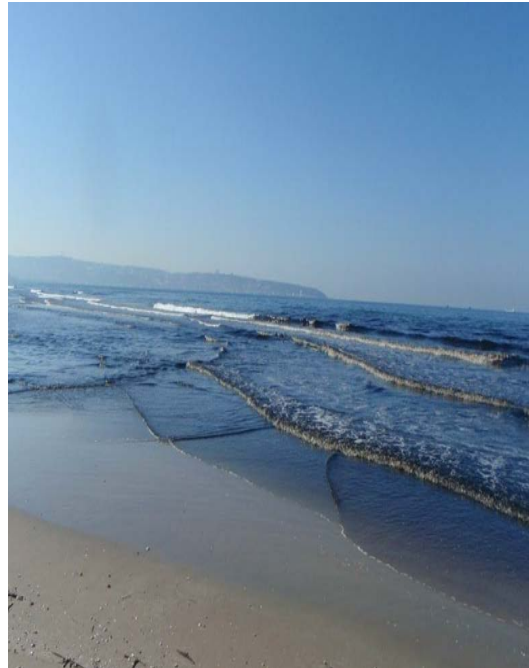


## *Απ' ευθείας διάθεση*

OMW disposal in  
Evrotas side stream  
after CaO coagulation



Mantzavinos, 2012



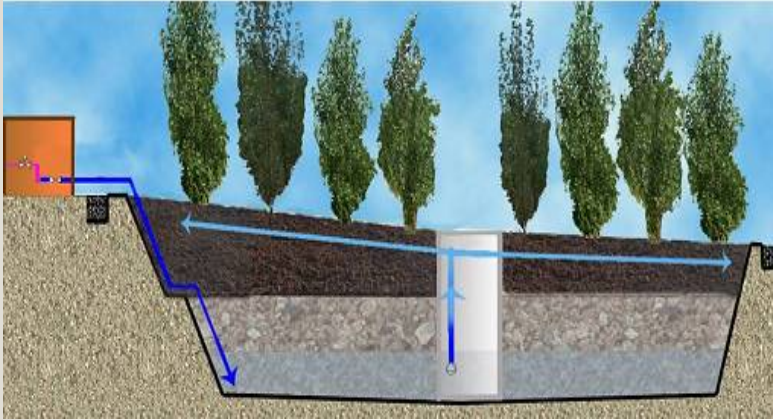
## Διάθεση σε ακαλλιέργητα ή αγροτικά εδάφη



- **Πλεονεκτήματα:** Εμπλουτισμός εδάφους με K, P, N, νερό για άρδευση αν χρησιμοποιηθούν τα ΥΑΕ σε μικρές συγκεντρώσεις
- **Προβλήματα:** Οι οσμές παραμένουν όλο το έτος, ένα μικρό κόστος μεταφοράς των ΥΑΕ στους αγρούς
- **Προβλήματα νομοθεσίας:** Ιταλία: 8- 10 m<sup>3</sup>, Πορτογαλία : 5 m<sup>3</sup>, Ελλάδα (πρόταση ΕΘΙΑΓΕ): 15 m<sup>3</sup> στρέμμα/χρόνος (σε 3 δόσεις), 1.5 m<sup>3</sup>/ δέντρο/χρόνο



**Υπόγεια διάθεση σε ειδικά διαμορφωμένες λεκάνες  
(Φυτοεξυγίανση, rhizodegradation, ISRIM S.C.a r.l.,  
Terni, Italy. (Source: IFE07/INF/IT/00438, Oleico)**



## Εξάτμιση

**Πλεονεκτήματα:** Φυσική εξάτμιση με την βοήθεια της ηλιακής ενέργειας, σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας, υψηλή αποτελεσματικότητα

**Μειονεκτήματα:** απαιτήσεις για μεγάλες εκτάσεις, οσμές, κουνούπια, μόλυνση υδροφόρου ορίζοντα, υπερχειλίση από τα βρόχινα νερά, ο πυθμένας της δεξαμενής χρειάζεται στεγανοποίηση με ειδικές κουβέρτες, ΜΑΚΡΥΑ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ



## *Εξάτμιση*

**Πλεονεκτήματα:** Φυσική εξάτμιση με την βοήθεια της ηλιακής ενέργειας, μακριά από κατοικίες

**Μειονεκτήματα:** Οσμές (λιγότερες), κουνούπια, μόλυνση υδροφόρου ορίζοντα, υπερχείλιση από τα βρόχινα νερά



Καθ. Δ. Βαγενάς, Τμ. Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδος

## Φυσικοχημικές μέθοδοι

**Κατεργασία με υδράσβεστο (2.5 % w/v)**

**Πλεονεκτήματα:** απλές δεξαμενές, φθηνά χημικά

**Μειονεκτήματα:** μικρή αφαίρεση του οργανικού φορτίου (~40-60 %) και των στερεών, Συνδυασμός με εξατμισοδεξαμενές



- Εσχαρισμός
- Ελαιοσυλλέκτης
- Δεξαμενής προσθήκης κροκιδωτικού (5 kg/ tn ελαιοκάρπου)
- Καθίζηση σε διθάλαμη δεξαμενή (t1= 30 min, t2= 2 hr)  
→ διάθεση σε δεξαμενές εξατμισοδιαπνοής)



## Φυσικοχημικές μέθοδοι

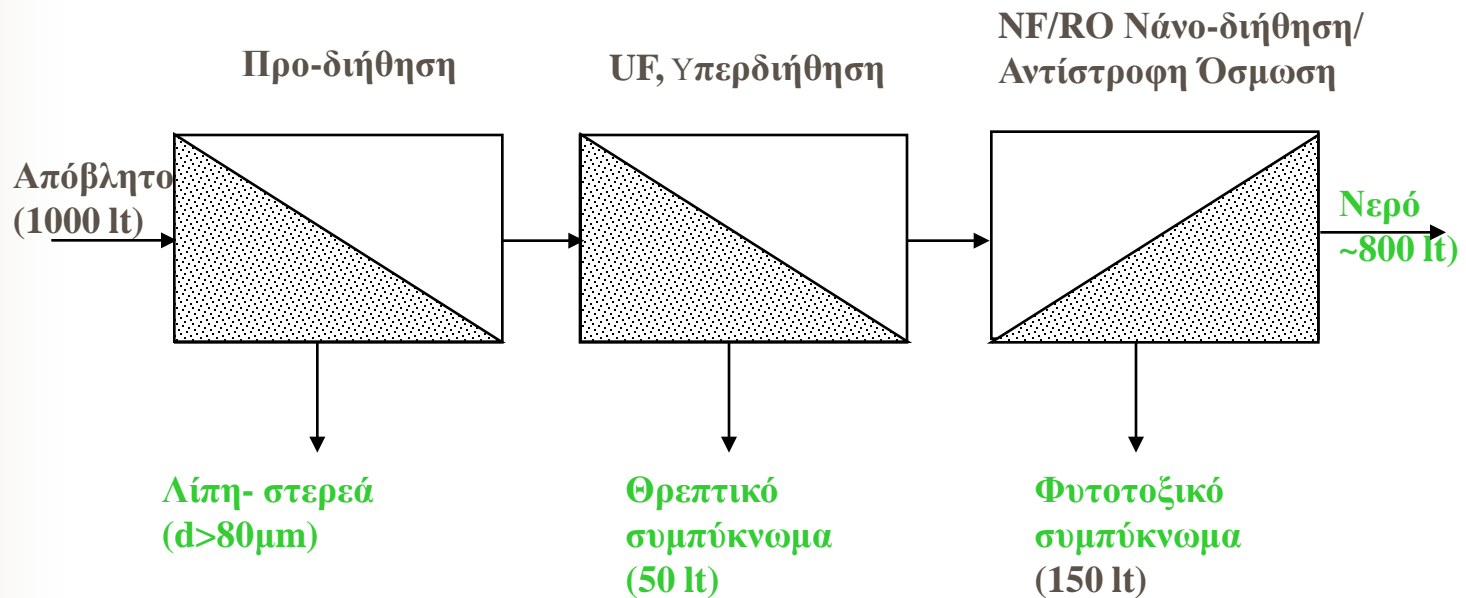
### Κροκίδωση-καθίζηση

- με ηλεκτρολύτες/πολυηλεκτρολύτες, όπως χλωριούχος σίδηρος, πολυχλωριούχο αργύλιο, FLOKAN 23, θειικός δισθενής σίδηρος και ανιονικοί πολυηλεκτρολύτες
- **Πλεονεκτήματα:** μικρότερες ποσότητες (1-5 mg/l), μεγαλύτερες αποδόσεις (50-90 %) σε απομάκρυνση στερεών και οργανικό φορτίο
- **Μειονεκτήματα:** υψηλό κόστος

# Φυσικοχημικές μέθοδοι

## Διήθηση με μεμβράνες

- **Πλεονεκτήματα:** Απόδοση μέχρι και 97 %, αξιοποίηση φαινολικών ουσιών
- **Μειονεκτήματα:** Υψηλό πάγιο και λειτουργικό κόστος, απαιτήσεις για προεπεξεργασία



# Φυσικοχημικές μέθοδοι

## Διήθηση με μεμβράνες

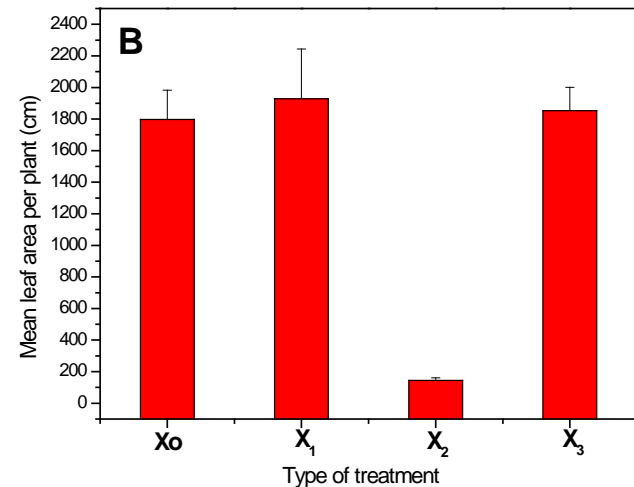


Πιλοτική εφαρμογή σε  
ελαιοτριβείο για μια πλήρη  
ελαιοκομική περίοδο

## Αξιολόγηση της θρεπτικής αξίας του “θρεπτικού κλάσματος OMW”

Αξιολόγηση της θρεπτικής αξίας κλασμάτων OMW

- Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι κλάσματα OMW απαλλαγμένα από φαινόλες είναι αξιόλογα λιπάσματα





## Αξιολόγηση της φυτοτοξικότητας του “τοξικού κλάσματος OMW”

- Αξιολόγηση της φυτοτοξικότητας κλασμάτων OMW και της δυνητικής χρήσης των ως παρεμποδιστών ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες.
- Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το τοξικό κλάσμα των OMW (που περιέχει φαινόλες) έχει φυτοτοξικές ιδιότητες στην βλάστηση σπόρων και στην επιμήκυνση ριζών ζιζανίων.

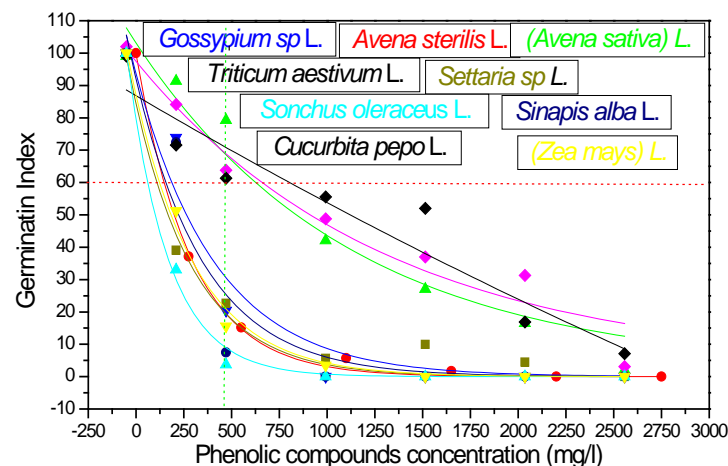


Figure 3.4 Changes of germination index with the concentration of phenolic compounds

# Φυσικοχημικές μέθοδοι

## Διήθηση με μεμβράνες



Ελαιουργία, *'DANTE' Industria Olearia Biagio Mataluni, s.r.l, Montesarchio- Italy*

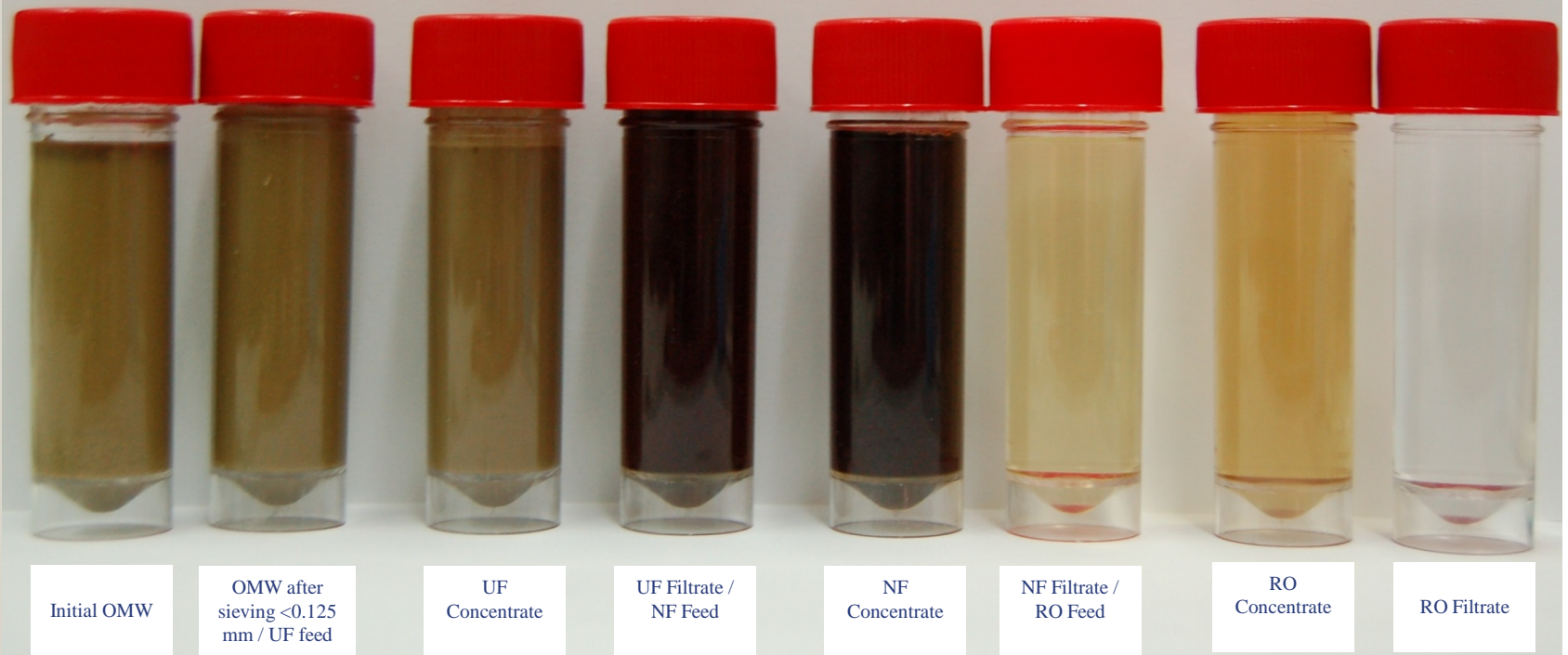
Απομόνωση φαινολών και εμπλουτισμός κοινών ελαίων



# Πρόσθετα τροφίμων από απόβλητα ελαιουργείων



**Ιστοσελίδα Prismanews:** Να μετατρέψει τα απόβλητα ελαιουργείων σε πρόσθετα για τρόφιμα κατάφερε πρόσφατα ένας νέος επιστήμονας, ο χημικός Χάρης Γαλανάκης, δίνοντας παράλληλα απάντηση σε ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα του αγροβιομηχανικού τομέα της Κρήτης. Μάλιστα, μέρος του προϊόντος των φαινολών που παρήγαγε χρησιμοποιείται ήδη σε σοκολάτες που περιέχουν αντιοξειδωτικά και κυκλοφορούν στη σουηδική αγορά, ενώ ενδιαφέρον για την αξιοποίηση του καινοτόμου αυτού προϊόντος έχουν δείξει ελληνικές βιομηχανίες καλλυντικών αλλά και εταιρείες με αρτοσκευάσματα.







## Βιολογικές μέθοδοι

- Αναερόβιες μέθοδοι (70 %, περιορισμοί από τις φαινόλες, μεγάλοι χρόνοι παραμονής)
- Αερόβιες μέθοδοι (70-80 %, περιορισμοί από τις φαινόλες, μικρότεροι χρόνοι παραμονής, απαιτήσεις αερισμού, υψηλότερο κόστος)
- Συνδυασμός αναερόβιων ή αερόβιων μεθόδων με φυσικοχημικές μεθόδους
- Κομποστοποίηση
- Συγχώνευση με άλλα απόβλητα



## Βιολογικές μέθοδοι- Κομποστοποίηση

- Βασική Αρχή: Αερόβια κομποστοποίηση σε ελεγχόμενες συνθήκες
- Ανάμιξη κατσίγαρου με λιοκόκκι, φύλλα ελιάς, πολτοποιημένα κλαδιά ελιάς και κοπριές κοτόπουλων, αλόγων, προβάτων, φύλλα και κλαδιά από αμπέλια, στέμφυλα, υπολείμματα οινοποιίας, υπολείμματα τυρόγαλου, κλπ
- Προβλήματα: Οσμές, μεγάλες εκτάσεις, μη ομοιογενές βιο-λίπασμα
- Κέρδος από το βιολογικό λίπασμα
- Απόσβεση: 5-8 χρόνια
- Ανταγωνισμός από τις εταιρείες με χημικά λιπάσματα

# Βιολογικές μέθοδοι- Κομποστοποίηση (Life TIRSAV, SALERNO)





## Βιολογικές μέθοδοι - Συγχώνευση με άλλα απόβλητα



# Συγχώνευση εποχιακών αποβλήτων σε μια μονάδα επεξεργασίας (Μιχάλης Κορνάρος, Επίκουρος Καθηγητής, Τμ. Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, kornaros@chemeng.upatras.gr)



## Βιολογικές μέθοδοι – ανάμιξη με άλλα στερεά της ελιάς (λιοκόκκι, φύλλα, τριμμένα κλαδιά)

Παραγωγή στερεών καυσίμων – Biocombus-  
Universidade de Trás-os-Montes, Vila Real,  
Portugal

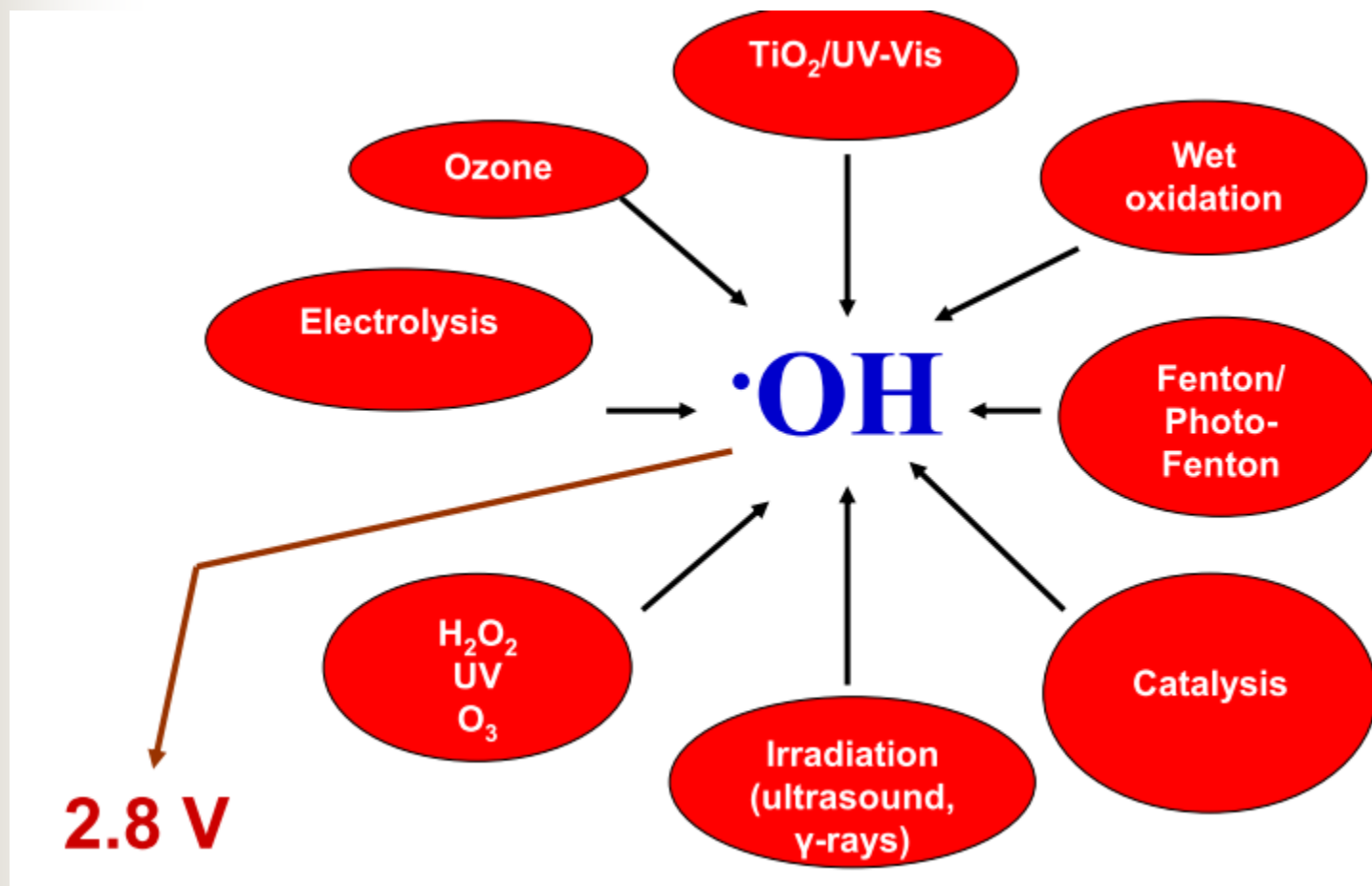
(Πηγή:  
IFE07/INF/IT/00438,  
*Oleico*)



## Προχωρημένες μέθοδοι οξείδωσης

**Πλεονεκτήματα:** Υψηλές αποδόσεις

**Μειονεκτήματα:** υψηλό κόστος, εξειδικευμένο προσωπικό





## Συμπεράσματα

- Θέλουμε να σταματήσουμε να επιβαρύνουμε το Περιβάλλον?  
Αν ναι, μέθοδοι υπάρχουν...
- Υπάρχουν μέθοδοι για διαχείριση των αποβλήτων ελαιοτριβείων (όχι μόνο στο εργαστήριο ή σε πιλοτική κλίμακα)
- Κάποιες από αυτές είναι οικονομικά βιώσιμες αλλά καμιά δεν παρέχεται με μηδενικό κόστος. Συνήθως το κόστος απόσβεσης είναι 5-8 χρόνια.
- Προστατεύεται το περιβάλλον και οι θάλασσες μας
- ‘Ο ρυπαίνων πληρώνει’?
- Από το φθινόπωρο του 2011 πληρώνουμε πρόστιμα...

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ:

1. Απευθείας διάθεση σε καλλιεργήσιμες ή μη εκτάσεις

- Διάθεση σε ελαιώνες
- Διάθεση σε αγροτικούς χωμάτινους δρόμους
- Υπόγεια διάθεση σε κατάλληλους διαμορφωμένους χώρους για την καλλιέργεια υδροβόρων δέντρων (πχ. λεύκες, καλάμια, κλπ)

□ Πρόταση ΕΘΙΑΓΕ:  $1.5 \text{ m}^3$ / δέντρο/χρόνο,  $150 \text{ m}^3$ /χρόνο/στρέμμα σε 3-5 δόσεις)

**Πλεονεκτήματα:** Ενίσχυση εδαφών με ανόργανα συστατικά και ειδικά του καλίου άζωτο και φώσφορο, έχει χαμηλό κόστος και είναι απλή μέθοδος στην εφαρμογή της

**Μειονεκτήματα:** Κόστος μεταφοράς αποβλήτων στους αγρούς (μικρό), οσμές, αυστηρή τήρηση των οδηγιών διάθεσης ανά δέντρο για την αποφυγή ξήρανσης των δέντρων

Προβλήματα νομοθεσίας: Ελλάδα (πρόταση ΕΘΙΑΓΕ):  $15 \text{ m}^3$  /στρέμμα/χρόνος (σε 3 δόσεις),  $1.5 \text{ m}^3$ / δέντρο/χρόνο. Στην Ιταλία ( $8-10 \text{ m}^3$ /στρέμμα) και Πορτογαλία ( $8-10 \text{ m}^3$ /στρέμμα) επιτρέπεται βάσει της νομοθεσίας

## 2. Διάθεση σε εξατμισο-δεξαμενές

Συνήθως συνδυάζεται με επεξεργασία υδρασβέστου για την αφαίρεση μέρους των οργανικών ουσιών και στερεών

**Πλεονεκτήματα:** Φυσική εξάτμιση με την βοήθεια της ηλιακής ενέργειας, σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας, υψηλή αποτελεσματικότητα. Οι λάσπες μετά την εξάτμιση μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετά από επεξεργασία ως εδαφοβελτιωτικό

**Μειονεκτήματα:** απαιτήσεις για μεγάλες εκτάσεις, οσμές, κουνούπια, μόλυνση υδροφόρου ορίζοντα, υπερχείλιση από τα βρόχινα νερά, ο πυθμένας της δεξαμενής χρειάζεται στεγανοποίηση με ειδικές μεμβράνες, **ΜΑΚΡΥΑ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ**


Εναλλακτικά αντί υπαίθριων δεξαμενών μπορούν να χρησιμοποιηθούν υδροβιότοποι (Ελαιοτριβείου Χρ. Θεοδώρου- Καθ. Δ. Βαγενάς στην Αμφιλοχία)



## ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

- Αναερόβιες μέθοδοι (70 %, περιορισμοί από τις φαινόλες, μεγάλοι χρόνοι παραμονής)
- Αερόβιες μέθοδοι (70-80 %, περιορισμοί από τις φαινόλες, μικρότεροι χρόνοι παραμονής, απαιτήσεις αερισμού, υψηλότερο κόστος)
- Συνδυασμός αναερόβιων ή αερόβιων μεθόδων με φυσικοχημικές μεθόδους
- Κομποστοποίηση**
- Συγχώνευση με άλλα απόβλητα**

Από τις παραπάνω οι δύο τελευταίες προκρίνονται ως συμφέρουσες γιατί υπάρχει προϊόν προστιθέμενης αξίας.



**Κομποστοποίηση:** Η βασική Αρχή της μεθόδου περιλαμβάνει αερόβια κομποστοποίηση σε ελεγχόμενες συνθήκες με ανάμιξη κατσίγαρου με λιοκόκκι, φύλλα ελιάς, πολτοποιημένα κλαδιά ελιάς και κοπριές κοτόπουλων, βοοειδών, αλόγων, προβάτων, φύλλα και κλαδιά από αμπέλια, στέμφυλα, υπολείμματα οινοποιίας, υπολείμματα τυρόγαλου, κλπ

**Πλεονεκτήματα:** Κέρδος από το βιολογικό λίπασμα

**Μειονεκτήματα:** ελαφρές οσμές, μεγάλες εκτάσεις, μη ομοιογενές βιο-λίπασμα,

Ανταγωνισμός από τις εταιρείες με χημικά λιπάσματα,  
ΠΡΟΣΟΧΗ για παθογόνους μικροοργανισμούς στο βιο-λίπασμα.

Απόσβεση: 5-8 χρόνια





## Συγχώνευση με άλλα απόβλητα

Αξιοποίηση και άλλων εποχιακών αποβλήτων (απόβλητα ελαιοτριβείου, τυροκομείων και χοιροστασίου) σε μια Κεντρική Μονάδα συγ-κομποστοποίησης (πilotική μονάδα στην ΒΙΠΕ Πατρών της Νομαρχίας Αχαΐας, Επ. Καθηγητής Κορνάρος Μιχάλης).

**Πλεονεκτήματα:** Ταυτόχρονη παραγωγή βιοαερίου (μεθάνιο, υδρογόνο), κομπόστα και καθαρό νερό για άρδευση

**Μειονεκτήματα:** Κόστος μεταφορών αποβλήτων στην κεντρική μονάδα

Εναλλακτικά το απόβλητο (κυρίως της διφασικής λειτουργίας) να αξιοποιηθεί με ανάμιξη άλλων στερεών αποβλήτων της ελιάς (λιοκόκκι, φύλλα ελιάς, τριμμένα κλαδιά) για την παραγωγή στερεών καυσίμων



□ Διήθηση με μεμβράνες

Συνδυασμός προεπεξεργασίας (φιλτρόπρεσσα για την αφαίρεση στερεών και μεγάλου μοριακού βάρους οργανικών ενώσεων, κυρίως λίπη) με μεμβράνες υπερδιήθησης και νανοδιήθησης

**Πλεονεκτήματα:** Απόδοση μέχρι και 97 %, αξιοποίηση φαινολικών ουσιών

**Μειονεκτήματα:** Υψηλό πάγιο και λειτουργικό κόστος, απαιτήσεις για προεπεξεργασία, κόστος μεταφοράς αποβλήτων σε κεντρική μονάδα, εξειδικευμένο προσωπικό

Απόσβεση: 5-6 χρόνια αν αξιοποιηθούν οι φαινολικές ουσίες



## ΔΙΦΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

Επιστροφή της λειτουργίας των ελαιοτριβείων σε διφασική λειτουργία σημαίνει αμέσως μείωση του όγκου των αποβλήτων κατά 4-5 φορές. Με τους σύγχρονους διαχωριστές 2-φάσεων εξασφαλίζεται περίπου η ίδια απόδοση σε λάδι. Όμως αναγκαστικά τα απόβλητα της διφασικής λειτουργίας πρέπει να οδηγούνται στα πυρηνελαιουργεία για την εξαγωγή του πυρηνελαίου και του στεγνού πυρήνα.

**Πλεονεκτήματα:** Τα ελαιοτριβεία δεν έχουν πλέον απόβλητα αφού μεταφέρουν το πρόβλημα στα πυρηνελαιουργεία. Μικρό εισόδημα στα ελαιοτριβεία από την πώληση της λάσπης (στερεή-υγρή φάσης με υγρασία ~65%). Η λάσπη θα πρέπει άμεσα να μεταφέρεται στα πυρηνελαιουργεία σε 1-2 ημέρες πριν να ξεκινάει η αποδόμηση του οργανικού υλικού και δημιουργεί οσμές



## Μειονεκτήματα:

- 1) Κόστος μετατροπής των τριφασικών ελαιοτριβείων σε ελαιοτριβεία διφασικής λειτουργίας **(80,000- 100,000 Ευρώ)**
- 2) Κόστος μετατροπής της λειτουργίας του εξοπλισμού των πυρηνοελαιουργείων για την υποδοχή και επεξεργασία της λάσπης **(1,000,000-2,000,000 Ευρώ)**
- 3) Οι ρύποι και οι οσμές δεν εξαφανίζονται απλά μεταφέρονται στην λάσπη. Έτσι αντί οι οργανικές ουσίες να μεταφέρονται σε υδάτινους αποδέκτες θα μεταφέρονται στον αέρα, οπότε θα έχουμε **σοβαρά προβλήματα αέρια ρύπανσης και οσμών που θα διαχέονται σε πολύ μεγαλύτερες περιοχές**
- 4) Τα υφιστάμενα πυρηνοελαιουργεία ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ την δυνατότητα να επεξεργαστούν τις λάσπες από όλα τα ελαιοτριβεία της περιοχής



## Συμπεράσματα:

Υπάρχουν μέθοδοι αποτελεσματικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων αλλά όλες έχουν σημαντικό κόστος. Ο χρόνος απόσβεσης των προτεινόμενων μεθόδων είναι περίπου **5-8 χρόνια** εάν χρησιμοποιηθούν οι μέθοδοι όπου παράγεται ένα υποπροϊόν

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μέθοδοι για κάθε περιοχή ανάλογα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις τοπικές αγροτικές δραστηριότητες (πχ. στην περιοχή Καλαβρύτων θα μπορούν να αξιοποιηθούν και άλλα στερεά απόβλητα για βιοκομποστοποίηση ενώ για τα ελαιοτριβεία που είναι στον αστικό ιστό να παρθεί μια απόφαση για την μεταφορά των υγρών αποβλήτων σε κεντρικές μονάδες (π.χ. στην ΒΙΠΕ Πατρών) για την αφαίρεση και αξιοποίηση των φαινολικών ουσιών ή για την συγ-κομποστοποίησης για την παραγωγή βιοαερίου και κομπόστας