

Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής

Τίτλος Μαθήματος: Διαχείριση και Αξιοποίηση Υποπροϊόντων
Βιομηχανιών Τροφίμων

Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων: Μέρος Α

2-3^η Διάλεξη

Διδάσκουσα: Δήμου Χαραλαμπία

Συστατικά των Υγρών Αποβλήτων

αλληλοσχετίζονται με τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους

Ταξινομούνται σε 3 κατηγορίες:

A) Φυσικά Συστατικά

Αφορούν κυρίως τα στερεά που περιέχουν

B) Χημικά Συστατικά

β1) Οργανικές ενώσεις (υδατάνθρακες, οργανικό N, οργανοχλωριωμένες ενώσεις, παρασιτοκτόνα, εντομοκτόνα κ.λ.π)

β2) Ανόργανες ενώσεις (νιτρικά ή νιτρώδη, χλωροϊόντα, ολικός φώσφορος, φωσφορικά, ολικό θείο ή θειώδη, μεταλλικά κατιόντα π.χ βαρέα μέταλλα)

Γ) Βιολογικά Συστατικά

Αφορούν κυρίως τα κολοβακτηρίδια που περιέχουν και κάποιους παθογόνους μικροοργανισμούς

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων (ΥΑ)

1. Στερεά Συστατικά:

Ένα από τα σημαντικότερα φυσικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων είναι τα στερεά συστατικά που περιέχονται σε αυτά. Αυτά τα στερεά συστατικά διαχωρίζονται στα:

Α) **Αιωρούμενα Στερεά:** Στερεά συστατικά που αιωρούνται στα υγρά απόβλητα και με την πάροδο του χρόνου είτε θα **καθιζάνουν** είτε θα **επιπλεύσουν** (αιωρ. στερεά $>1 \mu$).

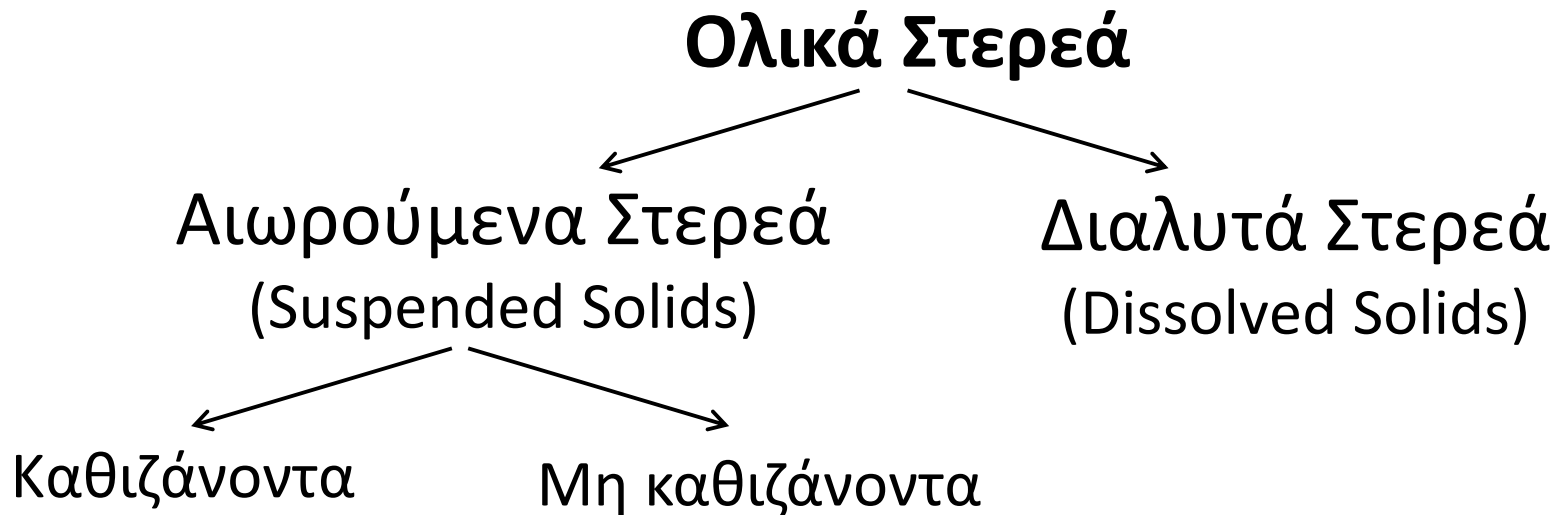
Β) **Κολλοειδή Στερεά:** Στερεά που βρίσκονται σε κολλοειδή διασπορά ($10^{-3}\mu < \text{κολ. διασπορά} < 1\mu$) και τα οποία για να καθιζάνουν ή να επιπλεύσουν απαιτούν διαδικασίες **κροκκίδωσης**.

Γ) **Διαλυμένα Στερεά:** Τα στερεά τα οποία είναι διαλυμένα (διαλ. συστ. $< 10^{-3}\mu$)

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

1. Στερεά Συστατικά συνέχεια:

- ✓ **Ολικά στερεά TS (total solids)** ενός υγρού αποβλήτου: Είναι το στερεό υπόλειμμα το οποίο παραμένει μετά από εξάτμιση σε θερμοκρασία 103-105°C, προζυγισμένου δείγματος αποβλήτου και
- ✓ εκφράζεται σε mg/L ή % αναλογία w/v.



Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

(1. Στερεά Συστατικά συνέχεια)

Α.Αιωρούμενα Στερεά

(Suspended Solids)

Δύναται να

διαχωριστούν



- ✓ Με διήθηση γνωστού όγκου υγρών αποβλήτων με προκαθορισμένο φίλτρο.
- ✓ Συνήθως το μέγεθος του φίλτρου που επιλέγεται για αυτόν τον σκοπό, κατακρατεί αιωρούμενα στερεά ελάχιστης διαμέτρου 1μ

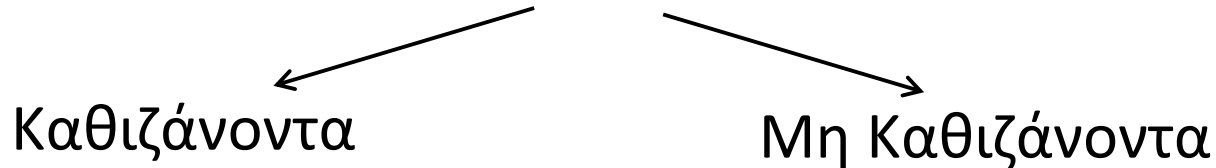


Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

(1. Στερεά Συστατικά συνέχεια)

A. Αιωρούμενα Στερεά

(Suspended Solids)



Καθιζάνοντα Στερεά: κλάσμα εκείνο των αιωρούμενων στερεών που περιέχονται στα υγρά απόβλητα, τα οποία κάτω από συνθήκες ηρεμίας υπό την επίδραση της βαρύτητας καθιζάνουν

Ποσοτικός προσδιορισμός τους: κώνο Imhoff

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

(1. Στερεά Συστατικά συνέχεια:)

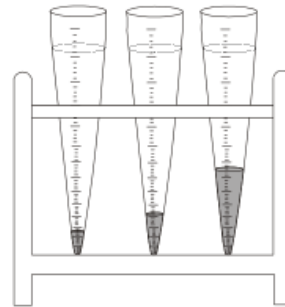
A. Αιωρούμενα Στερεά

Κώνος Imhoff: γυάλινο δοχείο κωνοειδούς σχήματος, το οποίο έχει διαβαθμίσεις όγκου στα τοιχώματα του

Χρησιμοποιείται: μέτρηση των καθιζάνοντων

Πώς γίνεται: εισάγεται το δείγμα του υγρού απόβλητου στους κώνους, συνήθως 1L, και αφήνεται σε ηρεμία για 60min. Μετά ένα ποσοστό των αιωρούμενων συστατικών καθιζάνει. Ενώ ένα άλλο ποσοστό παραμένει σε αιώρηση στο ΥΑ.

Μέτρηση: αφορά την καταγραφή των καθιζάνοντων στερεών σε mL/L



Κώνοι imhoff χρησιμοποιούμενοι για τη μέτρηση των καθιζήσιμων στερεών

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

(1. Στερεά Συστατικά συνέχεια:)

B. Κολλοειδή Στερεά

✓ Ορισμός κολλοειδή στερεά

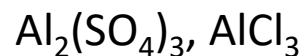
Τα στερεά των υγρών αποβλήτων που η διάμετρό τους κυμαίνεται από $10^{-3}\mu$ έως 1μ .

✓ Ιδιότητες

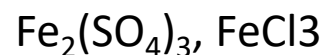
1. Δεν καθιζάνουν, γιατί η εξωτερική τους μεμβράνη φέρνει ηλεκτρικά φορτία
2. Απομάκρυνσή τους από το αιώρημα απαιτεί βιολογική οξείδωση ή κροκίδωση

Μέχρι σήμερα, τα κυριότερα ανόργανα κροκιδωτικά μέσα που χρησιμοποιούνται είναι (Jiang & Graham, 1998) :

- Άλατα του αργιλίου



- Άλατα του σιδήρου



Κροκίδωση (Α) αντίδραση με κροκιδωτική ουσία, Β) συσσωμάτωση Γ) Καθίζηση

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

(1. Στερεά Συστατικά συνέχεια:)

Γ. Διαλυτά Στερεά

✓ Ορισμός διαλυτά στερεά

Τα στερεά των υγρών αποβλήτων που η διάμετρό τους είναι μικρότερη από $<10^{-3}\mu$

✓ Ιδιότητες διαλυτών στερεών

1. Περιέχουν οργανικά και ανόργανα ιόντα
2. Είναι πραγματικά διαλυμένα στα υγρά απόβλητα

□ Είναι σημαντικό να ειπωθεί:

Κάθε κατηγορία στερεών που περιέχονται στα υγρά απόβλητα περιλαμβάνει:

A) **οργανικά** συστατικά που αναφέρονται ως **πτητικά** (volatile)

B) **ανόργανα** συστατικά που αναφέρονται ως **σταθερά** (fixed)

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

(Στερεά Συστατικά συνέχεια:)

Πτητικά Συστατικά των ΥΑ

Είναι οι οργανικές ενώσεις που περιέχονται σε όλες τις κατηγορίες στερεών συστατικών των υγρών αποβλήτων (δηλ των αιωρούμενων στερεών, διαλυτών στερεών και κολλοειδών στερεών)

Προσδιορισμός τους: Σε ειδικούς φούρνους, με ανάφλεξη και καύση του προς ανάλυση στερεού, στους 600°C.

- ✓ Σε αυτές τις συνθήκες οι οργανικές ενώσεις **οξειδώνονται σε αέρια προϊόντα**
- ✓ Ενώ οι ανόργανες παραμένουν ως στάχτη

Ουσιαστικά **η απώλεια βάρους των στερεών συστατικών** του δείγματος **από την καύση των οργανικών ενώσεων** αποτελεί το πτητικό περιεχόμενο των δειγμάτων

Έκφραση πτητικού περιεχόμενου: συνήθως % του συνόλου στερεών του ΥΑ, είτε αυτά είναι ολικά στερεά ή αιωρούμενα στερεά.

Είναι σημαντικός ο υπολογισμός ή μέτρηση όλων των στερεών που περιέχονται σε ένα ΥΑ;

Φυσικά

- 1) Τα στερεά συστατικά αποτελούν μέτρο εκτίμησης του ρυπαντικού φορτίου του απόβλητου
- 2) Βοηθάει στον καθορισμό της καταλληλότερης τεχνικής διαχείρισης του κάθε υγρού **αποβλήτου** (κατά την προεπεξεργασία του)

π.χ

- ✓ αν τα **καθιζάνοντα αιωρούμενα σωματίδια** αποτελούν σημαντικό μέρος του συνόλου των στερεών στο ΥΑ, τότε ενδείκνυται η εφαρμογή **πρωτογενούς καθίζησης**
- ✓ αν το ποσοστό των **κολλοειδών συστατικών** είναι σημαντικό, τότε ενδείκνυται να εφαρμοστεί μια μέθοδος **κροκκίδωσης** και καθίζησης ή κροκκίδωσης-επίπλευσης και να ακολουθήσει βιολογική επεξεργασία

Ποιες είναι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση και ποσοτικοποίηση των στερεών συστατικών των ΥΑ;

1) Σταδιακή διήθηση:

- ✓ Ένα δείγμα υγρού αποβλήτου περνά σταδιακά διαμέσου διηθητικών μεμβρανών με οπές γνωστής διαμέτρου (συνήθως 12,8,5,3,1 και 0.1μ) και μετράτε το ποσό των αιωρούμενων στερεών που μένει πάνω στο φίλτρο

2) Χρήση Ηλεκτρονικού μικροσκοπίου:

- ✓ Τοποθέτηση ενός μικρού δείγματος σε ειδικό θάλαμο μέτρησης σωματιδίων και μέτρηση ξεχωριστά κάθε ενός σωματιδίου που περιέχεται στο δείγμα

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

2. Χρώμα

- ✓ Πολλά βιομηχανικά απόβλητα είναι πολύ έντονα χρωματισμένα ή περιέχουν χρωματισμένα στερεά συστατικά τα οποία είναι ανθεκτικά στην βιολογική διάσπαση
- ✓ Τα νερά που περιέχουν φυσικά χρώματα είναι καστανοκίτρινα στην εμφάνιση
- ✓ Έχει πειραματικά βρεθεί πως διαλύματα χλωροπλατινικού καλίου (K_2PtCl_6) με μικρές ποσότητες χλωριούχου κοβαλτίου ($CoCl_2$) παράγουν χρώματα που μοιάζουν πάρα πολύ με τα φυσικά. Μεταβάλλοντας την συγκέντρωση των αντιδραστηρίων είναι δυνατόν να αλλάζει η απόχρωση του χρώματος φτάνοντας κοντά στα φυσικά χρώματα

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

2. Χρώμα

✓ Μέτρηση χρώματος:

A) Η συνήθης πρακτική μέτρηση του χρώματος των υγρών αποβλήτων γίνεται ως εξής:

1) Παρασκευάζεται ένα αποθεματικό διάλυμα χλωροπλατινικού καλίου (K_2PtCl_6) που περιέχει: 500mg/L λευκόχρυσο (Pt) + μικρή ποσότητα χλωριούχου κοβαλτίου ($CoCl_2$)



Διάλυμα αντιστοιχεί σε **500 μονάδες χρώματος**

2) Με αραιώσεις παρασκευάζονται και άλλα πρότυπα διαλύματα που αντιστοιχούν σε άλλες μονάδες χρώματος

3) Τέλος γίνονται συγκρίσεις των διάφορων δειγμάτων υγρών αποβλήτων με τα πρότυπα διαλύματα σε σωλήνες Nessler

4) Προσδιορισμός μονάδων χρώματος ΥΑ



Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

2. Χρώμα

- ✓ Συνήθης πρακτική κατά την μέτρηση χρώματος (συνέχεια):
 - ❑ Όταν το προς ανάλυση δείγμα ΥΑ περιέχει αιωρούμενα σωματίδια το χρώμα το οποίο προκύπτει λέγεται «Φαινομενικό Χρώμα»
 - ❑ Ενώ όταν το προς ανάλυση δείγμα ΥΑ περιέχει κολλοειδή σωματίδια το χρώμα το οποίο προκύπτει λέγεται «Πραγματικό Χρώμα»



Γι' αυτόν τον λόγο αποτελεί συνήθη πρακτική η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών με φυγοκέντρηση πριν την ανάλυση του χρώματος



Έτσι ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση του πραγματικού χρώματος

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

3. Οσμή και Γεύση

Πολλά υγρά απόβλητα (έμφαση τα βιομηχανικά) περιέχουν:

- 1) Μεταλλικά ιόντα
- 2) Ανόργανα άλατα (άλατα του Fe, Mn, Cu, Na, K κ.λ.π)
- 3) Πληθώρα οργανικών ενώσεων (H/C, μερκαπτάνες, αλδεΐδες, κετόνες, χλωριωμένες φαινόλες)



Προσδίδουν άσχημη οσμή και γεύση στα ΥΑ και στο απόβλητο νερό

Μέθοδοι απομάκρυνσης δυσάρεστων οσμών και γεύσεων πριν την απορροή τους στους υδάτινους περιέκτες:

- 1) Κροκκίδωση
- 2) Προσρόφηση με ενεργό άνθρακα
- 3) Χλωρίωση, οξείδωση με όζον, υπερμαγγανικό κάλιο κ.λ.π

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

4. Θερμοκρασία

- ❑ Γενικά η θερμοκρασία των υγρών αποβλήτων που προέρχονται από βιομηχανικές εγκαταστάσεις, οικιακές δραστηριότητες κ.λ.π είναι **πιο υψηλή από αυτήν του πόσιμου νερού.**
- ❑ Συνήθως κυμαίνεται από **10°C μέχρι 22°C** και είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου με εξαίρεση το καλοκαίρι.
- ❑ Αν αυτά τα θερμά υγρά απόβλητα αποχυθούν στο υδάτινο περιβάλλον τότε έχουμε τα κάτωθι **περιβαλλοντικά προβλήματα:**
 - 1) Ανάπτυξη μικροοργανισμών
 - 2) Επιτάχυνση χημικών αντιδράσεων
 - 3) Μείωση του διαλυτού οξυγόνου με αύξηση της θερμοκρασίας των θαλασσών και θερμική ρύπανση
 - 4) Αύξηση της ανάπτυξης φυκών
 - 5) Μεγάλη θνησιμότητα υδρόβιας ζωής

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

5. Θολότητα

- Εξαιτίας της παρουσίας συστατικών στα υγρά απόβλητα που η τάξη μεγέθους τους κυμαίνεται από **κολλοειδή** μέχρι **χοντρής διασποράς** όπως αιωρούμενα στερεά, αργιλώδη ή λασπώδη σωματίδια, διασκορπισμένα οργανικά συστατικά, μικροοργανισμοί το φώς εμποδίζεται να διαδοθεί μέσα από το νερό απορροφώντας ή διαχέοντας της ακτίνες φωτός.



Αυτή η παρεμβολή στην δίοδο του φωτός, λέγεται **θολότητα** του απόβλητου νερού ή γενικότερα των υγρών αποβλήτων

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

5. Θολότητα

- ❑ Σύγχρονα όργανα που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της έντασης της διερχόμενης φωτεινής ακτινοβολίας μέσα από ένα δείγμα υγρού αποβλήτου είναι τα νεφελόμετρα (καθώς ένα ποσοστό της διερχόμενης ακτινοβολίας είτε απορροφάται από τα στερεά σωματίδια είτε διαχέεται)
- ❑ Μονάδες μέτρησης της θολότητας από νεφελόμετρο: μονάδες θολότητας NTU (Nephelometric turbidity units) ή mg/L SiO₂ (μονάδες Jackson)



Φυσικά Χαρακτηριστικά των Υγρών Αποβλήτων

5. Θολότητα

- ❑ Υπάρχουν προδιαγραφές όσον αφορά τις **μέγιστες επιτρεπόμενες μονάδες θολρότητας** που δύναται να έχουν τα υγρά απόβλητα τα οποία εκβάλλονται σε υδάτινους αποδέκτες :
 - A) Σε **ρέματα ζεστού νερού** δεν πρέπει να ξεπερνούν τα ΥΑ τις **50 μονάδες Jackson**
 - B) Σε **ρέματα κρύου νερού** δεν πρέπει να ξεπερνούν τα ΥΑ τις **10 μονάδες Jackson**
 - Γ) Σε **λίμνες με ζεστό νερό** δεν πρέπει να ξεπερνούν τα ΥΑ τις **25 μονάδες Jackson**
 - Δ) Σε λίμνες με κρύο νερό δεν πρέπει να ξεπερνούν τα ΥΑ τις **25 μονάδες Jackson**
- ❑ Κύριοι μέθοδοι μείωσης της θολότητας είναι: Διήθηση, Φυγοκέντριση, Κροκίδωση, Καθίζηση

Προτεινόμενη βιβλιογραφία

- Α. Βλυσίδης, Σχεδιασμός εγκαταστάσεων αντιρρύπανσης υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2003
- Α. Βλυσίδης, Τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2001
- Μ. Τσέζος, Α. Χατζηκιοσεγιάν, Τεχνολογία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, Βοηθητικές Σημειώσεις, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2012
- Γ. Λυμπεράτος, Δ. Βαγενάς, Διαχείριση υγρών αποβλήτων, Εκδόσεις Τζιόλα, 2012
- Metcalf & Eddy, Μηχανική υγρών αποβλήτων, τόμος Α & Β, 4^η έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2012
- Α. Κούγκολος, Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική, Εκδ. Τζιόλα, 2016
- I. Arvanitoyannis, Waste Management for the Food Industries, Elsevier, 2008