



# Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Αξιοποίηση Αγρο-Διατροφικών Αποβλήτων

### Μέρος Ι: Απόβλητα της βιομηχανίας τροφίμων - Εισαγωγικά

Ενότητα Ι.3: Αξιοποίηση αποβλήτων επεξεργασίας τροφίμων

**Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC***

*Αναπληρωτής Καθηγητής*

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

# Εισαγωγή

## Ορισμός του απόβλητου

*Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, «απόβλητα είναι υλικά που δεν είναι κύρια προϊόντα (π.χ. προϊόντα που προορίζονται για τις αγορές), τα οποία ο δημιουργός δεν μπορεί να τα χρησιμοποιήσει περαιτέρω για σκοπούς παραγωγής, τροποποίησης και κατανάλωσης και τα οποία απορρίπτονται ή προορίζονται για απόρριψη ή πρέπει ν' απορριφθούν».*

Απόβλητα μπορούν να δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια εκχύλισης πρώτων υλών, κατά τη διάρκεια επεξεργασίας πρώτων υλών σε ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα, κατά την κατανάλωση τελικών προϊόντων και κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε άλλης ανθρώπινης δραστηριότητας.

Εξαιρέσεις αποτελούν:

- Υπολείμματα που ανακυκλώνονται ή επαναχρησιμοποιούνται απευθείας στο μέρος παραγωγής.
- Απόβλητα που απελευθερώνονται απευθείας στον ατμοσφαιρικό αέρα ή νερό.

## Εισαγωγή

Η νομοθεσία της Ε.Ε. έχει καταρτίσει λίστες με απόβλητα και όταν ένα υλικό χαρακτηριστεί ως «απόβλητο» υπόκειται σ' ένα εύρος οδηγιών και ρυθμίσεων, που αφορούν στον χειρισμό και την επεξεργασία του.

Επομένως, η κατάταξη παραπροϊόντων και υποπροϊόντων που απορρίπτονται ως «απόβλητα» είναι σημαντική, εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές μορφές χρήσης και αξιοποίησης.

Αξίζει ν' αναφερθεί ότι δεν υπάρχουν νομικοί όροι για το «παραπροϊόν» και το «υποπροϊόν».

## Στρατηγική Καθαρής Παραγωγής

Οι τρέχουσες βιομηχανικές τεχνικές διαχείρισης των αποβλήτων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις επιλογές:

- Μείωση της δημιουργίας αποβλήτων / υποπροϊόντων μέσω αλλαγών στην παραγωγική διαδικασία.
- Ανάκτηση / ανακύκλωση των αποβλήτων / υποπροϊόντων.
- Επεξεργασία των αποβλήτων / υποπροϊόντων με καταστροφή των τοξικών ουσιών που μπορεί να περιέχουν.

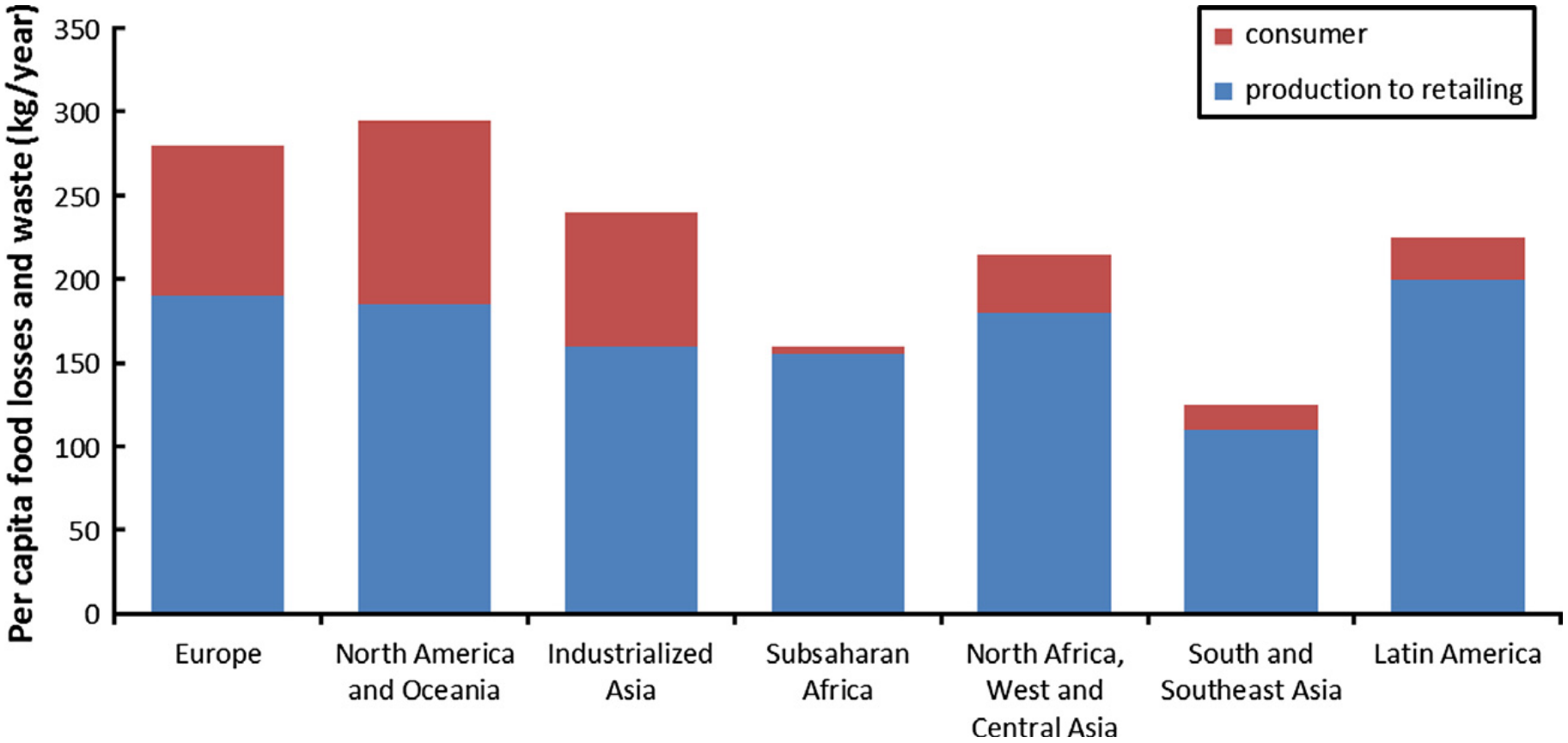
Οι πρώτες δύο επιλογές είναι και οι περισσότερο υποσχόμενες στρατηγικές διαχείρισης. Κυρίως η ανάκτηση είναι ιδιαίτερα ελκυστική, γιατί υπάρχουν σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη από την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση ουσιών υψηλής προστιθέμενης αξίας.

## Απόβλητα Επεξεργασίας Τροφίμων – Η Κλίμακα του Προβλήματος

Τα απόβλητα τροφίμων (ΑΤ), τα οποία προέρχονται από όλα τα στάδια παραγωγής, διακίνησης, αποθήκευσης και κατανάλωσης, είναι ένα αντικείμενο παγκόσμιας ανησυχίας.

Η δημιουργία αυτών των ΑΤ αποτελεί πρόβλημα εξαιτίας της απώλειας πόρων, του κόστους και την περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Η εκτίμηση της παραγωγής ΑΤ είναι δύσκολη και υπολογίζεται ότι στη Ε.Ε. ανέρχεται σε 89 εκατ. τόνους ή κατά κεφαλήν 179 kg (2006).

Το 42% είναι οικιακά απόβλητα, το 39% προέρχεται από τη βιομηχανική επεξεργασία, το 14% από μονάδες εστίασης και το 5% από την αλυσίδα διανομής. Τα ΑΤ αναμένεται ν' αυξηθούν σε 126 εκατ. τόνους το 2020, εάν δεν ληφθούν προληπτικά μέτρα.



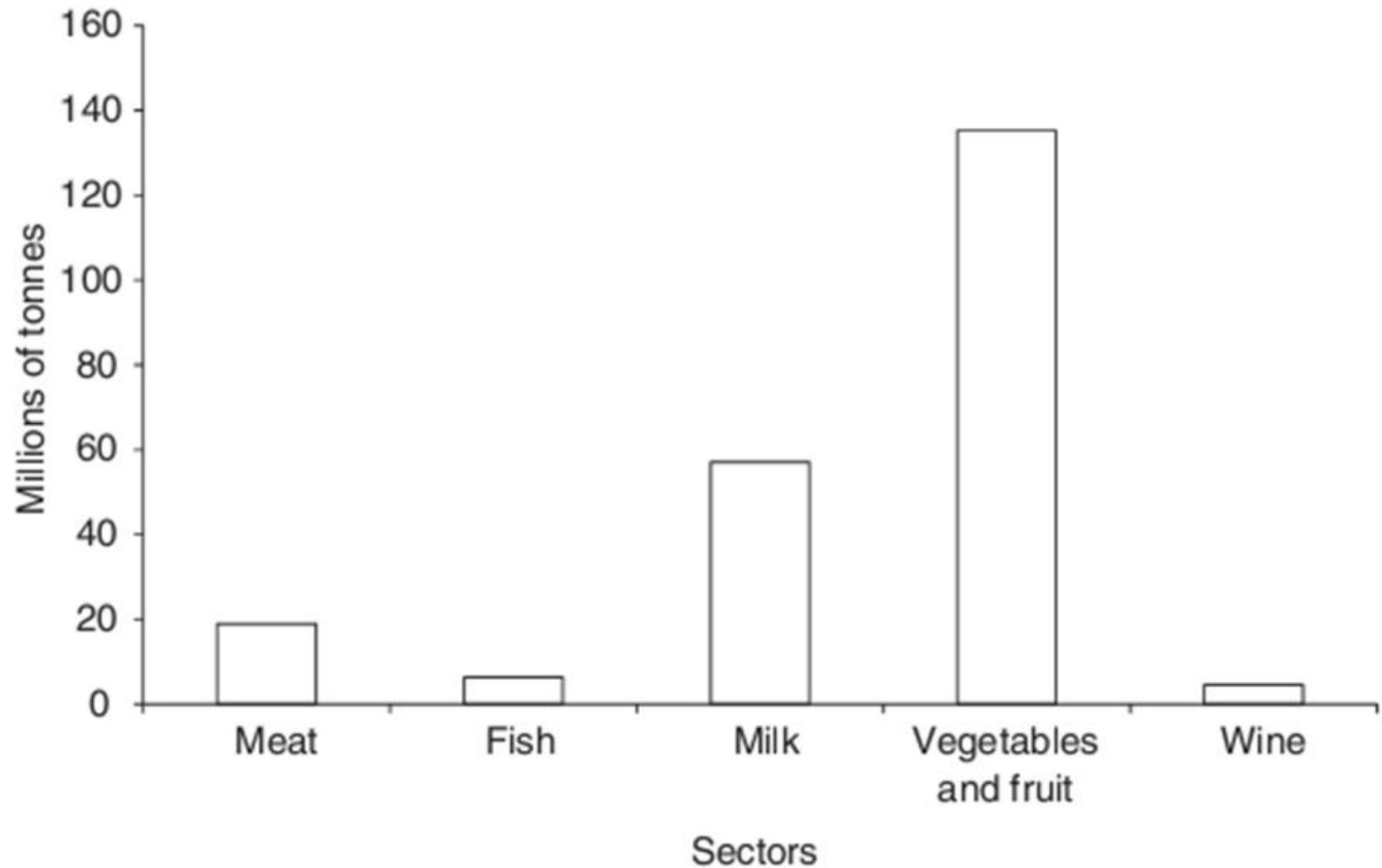
## Απόβλητα Επεξεργασίας Τροφίμων – Η Κλίμακα του Προβλήματος

Σε ετήσια βάση, η παραγωγή κρέατος ανέρχεται σε 200 εκατ. τόνους, η παραγωγή γαλακτοκομικών σε 514 εκατ. τόνους και η παραγωγή δημητριακών σε 2 δις τόνους. Στις ανεπτυγμένες χώρες, η αύξηση κατανάλωσης τροφίμων οδήγησε και στην αύξηση της επεξεργασίας των τροφίμων, όπως η κονσερβοποίηση, η κατάψυξη, η ξήρανση κτλ.

Η επεξεργασία των τροφίμων δημιουργεί απόβλητα/υποπροϊόντα και έχει υπολογιστεί ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση οι βιομηχανίες τροφίμων παράγουν ετησίως 222 εκατ. τόνους αποβλήτων / υποπροϊόντων.

Ένα σημαντικό ποσοστό αυτών των αποβλήτων αξιοποιείται εν μέρει, π.χ. ως ζωοτροφή. Το μεγαλύτερο μέρος όμως απορρίπτεται σε χωματερές ή και σε άλλες, περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές.

## European food waste across the different sectors





## Απόβλητα Επεξεργασίας Τροφίμων – Η Κλίμακα του Προβλήματος

Τα απόβλητα των τροφίμων είναι πλούσια σε βιοαποικοδομήσιμες ουσίες με υψηλό BOD (biological oxygen demand) και COD (chemical oxygen demand). Εάν δεν γίνει καλή διαχείριση και επεξεργασία, η ανεξέλεγκτη αποικοδόμηση είναι επικίνδυνη για το περιβάλλον, γιατί παράγεται μεθάνιο και τοξικές ουσίες.

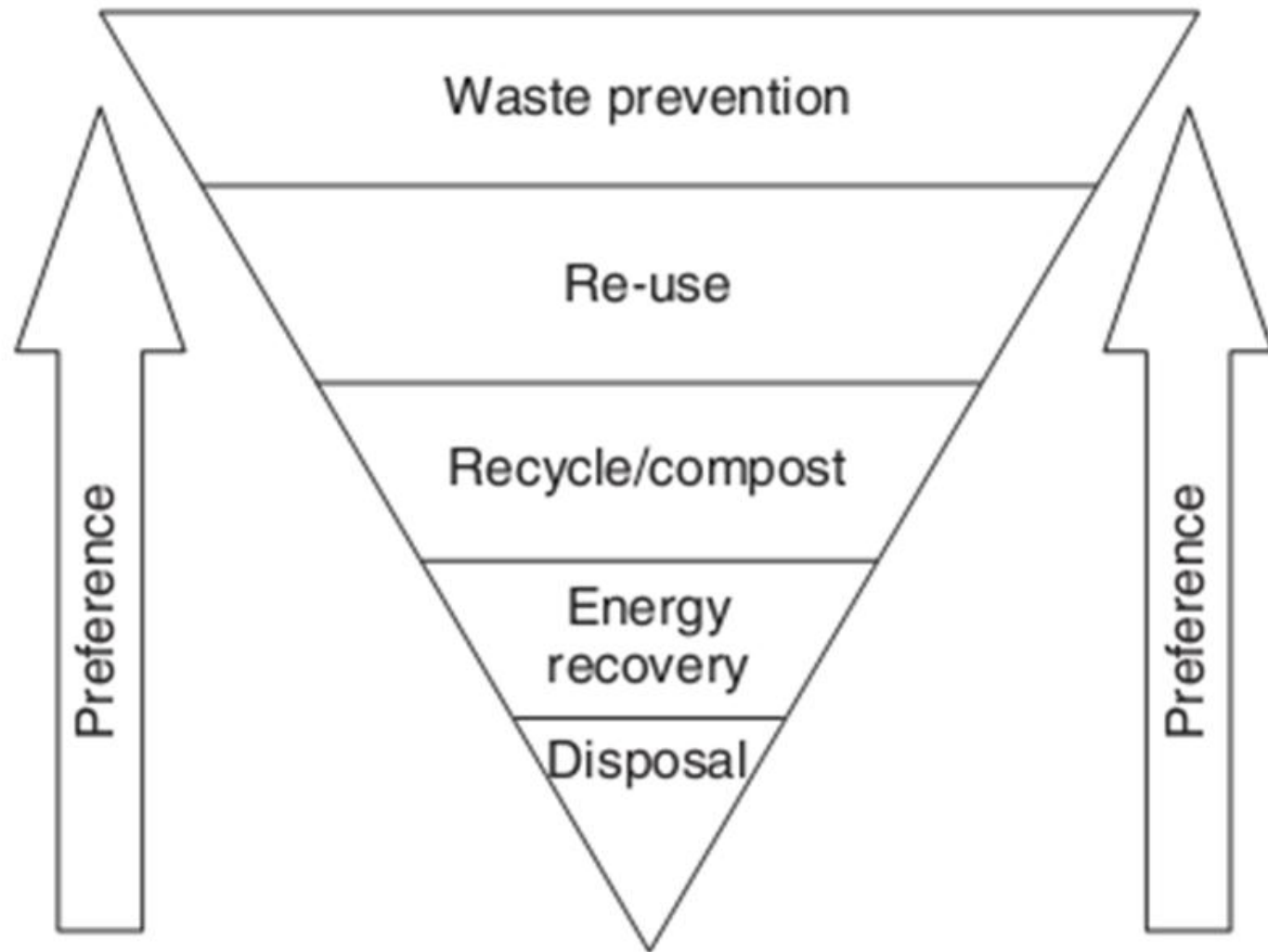
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει εκδοθεί (1989) και τροποποιηθεί (1996) η Κοινοτική Στρατηγική για τη Διαχείριση των Αποβλήτων (COM(96)0339), η οποία έχει θέσει νομικές αρχές – κλειδιά:

Η αρχή της πρόληψης (περιορισμός παραγωγής αποβλήτων)

Η αρχή «αυτός που ρυπαίνει πληρώνει» (πρόστιμο)

Η αρχή της προφύλαξης (τα προβλήματα που σχετίζονται με απόβλητα θα πρέπει να προβλέπονται)

Η αρχή της εγγύτητας (τα προβλήματα με τα απόβλητα θα πρέπει ν' αντιμετωπίζονται επί τόπου ή κοντά στην πηγή).



The waste hierarchy

## Η «Ολιστική Έννοια Παραγωγής Τροφίμων»

Επειδή είναι πλέον αδιανόητο στην έρευνα και ανάπτυξη νέων τροφίμων να μην συμπεριλαμβάνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και η καλή διαχείριση των πρώτων υλών, έχει αναπτυχθεί η λεγόμενη «ολιστική έννοια».

Αυτή η προσέγγιση έχει ως σκοπό τη σύνδεση διαφόρων στόχων που αφορούν στην παραγωγή των τροφίμων, όπως η υψηλότερη ποιότητα και ασφάλεια των προϊόντων, η υψηλότερη παραγωγικότητα και η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών όψεων στην ανάπτυξη και παραγωγή τροφίμων.

Η ανακύκλωση των υπολειμμάτων είναι σημαντική σε κάθε τομέα της παραγωγικής διαδικασίας, ενώ μια συστηματική μείωση των απωλειών και της απόρριψης ρίπων στο περιβάλλον είναι ωφέλιμη από περιβαλλοντικής και οικονομικής άποψης.



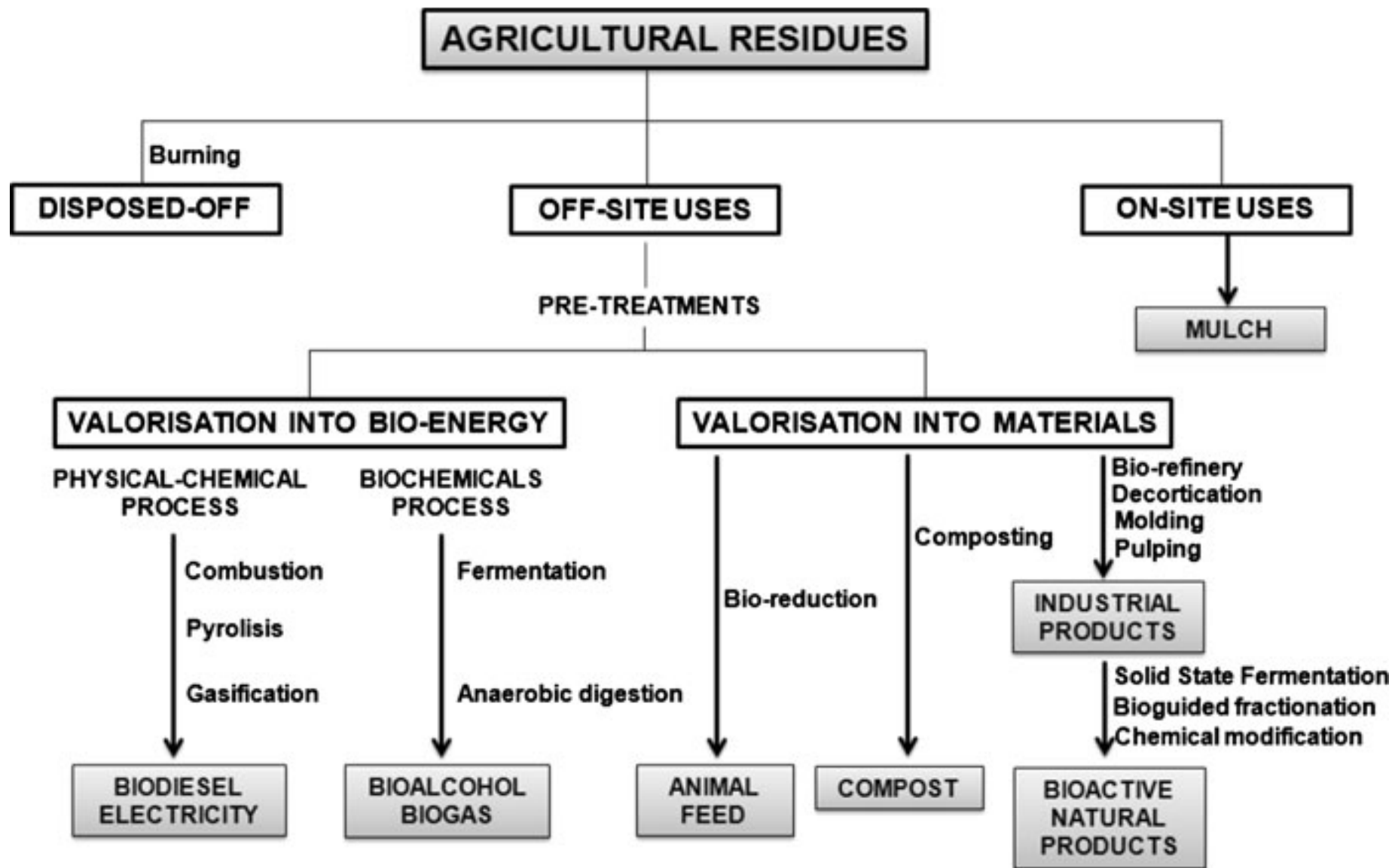
The holistic concept of food production.

## Βιομηχανικά Απόβλητα Τροφίμων – Δυνατότητες Ανάκτησης

Η μεγάλη ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται από τη βιομηχανία τροφίμων, εκτός από την απώλεια πολύτιμων υλικών, θέτει και σημαντικά προβλήματα διαχείρισης που άπτονται της οικονομίας και του περιβάλλοντος.

Πολλά από αυτά τα υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλα συστήματα παραγωγής, μέσω π.χ. των βιο-διυλιστηρίων (bio-refineries). Η αντίληψη του «βιο-διυλιστήριου» είναι επί της ουσίας η χρήση πρώτων υλών που προέρχονται από τη βιομάζα, προς αντικατάσταση των αντίστοιχων ορυκτών.

Οι τομείς της αγροτικής παραγωγής και της παραγωγής τροφίμων θεωρούνται σχετικοί με τον τομέα της βιο-διύλισης, λόγω της παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων, τα οποία μπορούν ν' αποτελέσουν πρώτες ύλες για την παραγωγή άλλων προϊόντων.



## Βιομηχανικά Απόβλητα Τροφίμων – Δυνατότητες Ανάκτησης

Εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των υποπροϊόντων επεξεργασίας τροφίμων, αλλά και των διεργασιών για την παραγωγή ενός νέου προϊόντος, οι μητρικές εταιρίες δεν αξιοποιούν εύκολα τα υποπροϊόντα που παράγουν.

Η εκμετάλλευση των υποπροϊόντων/αποβλήτων απαιτεί ένα βαθμό διαφοροποίησης, έτσι ώστε να παραχθούν καινοτομικά προϊόντα για νέες αγορές. Αυτό ως επιχειρηματική κίνηση εμπεριέχει μεγάλο βαθμό κινδύνου (ρίσκου), το οποίο δεν είναι ελκυστικό για τις βιομηχανίες τροφίμων που παράγουν προϊόντα ευρείας κατανάλωσης.

Οι δυσκολίες αντιμετώπισης των προβλημάτων που σχετίζονται με τα υποπροϊόντα διογκώνονται εξαιτίας του γεγονότος ότι τα υλικά αυτά είναι ευπαθή, αφού υπόκεινται σε μια σειρά χημικών, βιοχημικών και μικροβιολογικών μεταβολών που υποβαθμίζουν την ποιότητα των εν δυνάμει προϊόντων προστιθέμενες αξίας που μπορούν να παραχθούν.

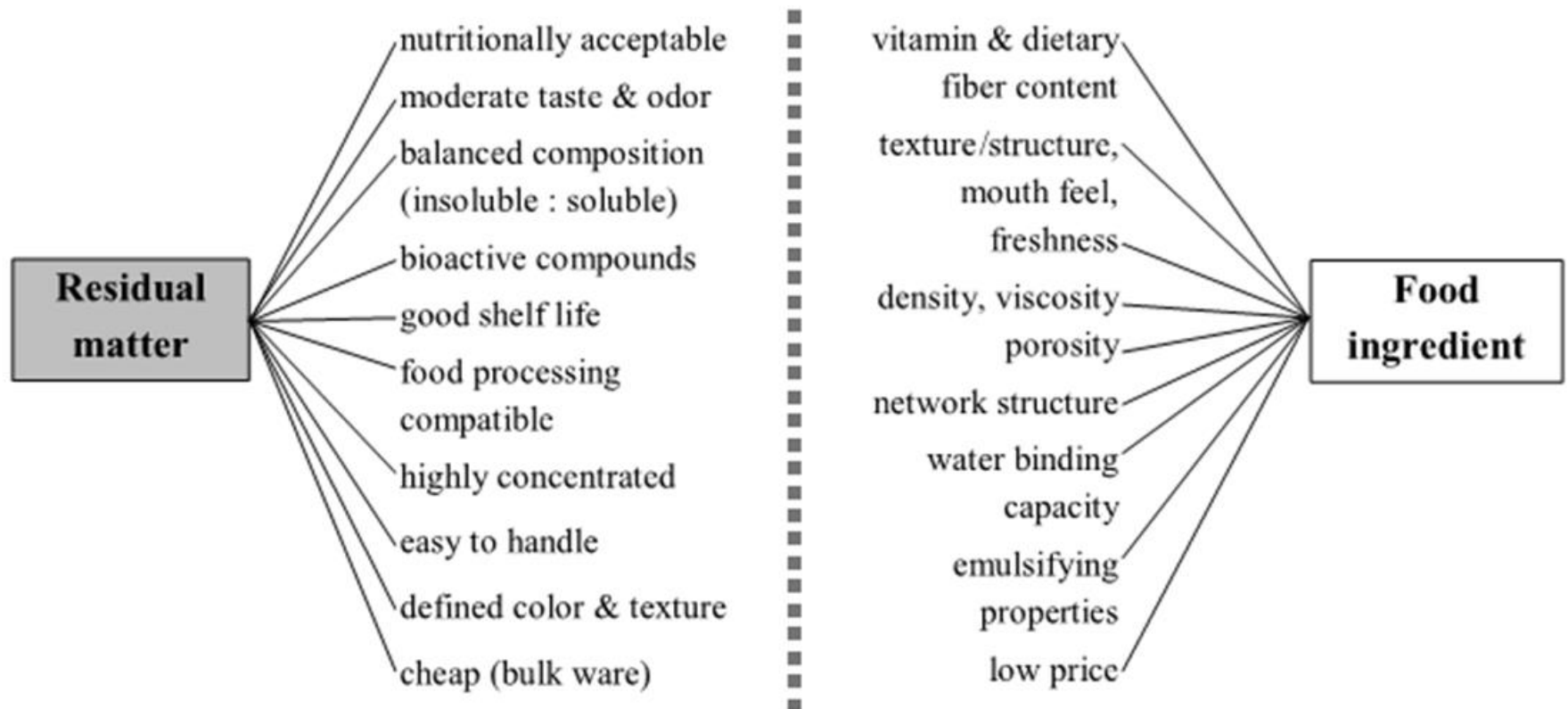
## Βιομηχανικά Απόβλητα Τροφίμων – Δυνατότητες Ανάκτησης

Ο σκοπός της αναβάθμισης των υποπροϊόντων/αποβλήτων της βιομηχανίας τροφίμων είναι η παραγωγή ενός προϊόντος με επιθυμητές ιδιότητες και αναπαραγώγιμα χαρακτηριστικά, το οποίο είναι σχεδιασμένο με βάση οικονομικά και οικολογικά κριτήρια.

Τα περισσότερα υπολείμματα φρούτων και λαχανικών αποτελούνται από νερό και κυτταρίνη, ενώ παρουσιάζουν φτωχή μικροβιολογική ποιότητα, εξαιτίας της παρουσίας μεγάλου αριθμού βακτηρίων στην επιφάνειά τους. Αυτό το πρόβλημα είναι εντονότερο αν τα υπολείμματα έχουν αποθηκευτεί για ορισμένο χρονικό διάστημα.

Σχεδόν οποιαδήποτε διεργασία ανακύκλωσης ξεκινάει με ξήρανση, μείωση του μεγέθους (π.χ. κονιορτοποίηση) και κλασμάτωση. Η στρατηγική της ανακύκλωσης συνολικά συμπεριλαμβάνει χαρακτηρισμό των ουσιών, καθορισμό των στόχων, σχεδιασμό του προϊόντος και των διεργασιών και εφαρμογές και βελτιστοποίηση. Το αποτέλεσμα είναι ένα τελικό προϊόν, του οποίου τα χαρακτηριστικά έχουν βελτιστοποιηθεί, έτσι ώστε ν' αποτελεί ένα πολυλειτουργικό συστατικό των τροφίμων.





Natural properties of vegetable waste (average) and food properties and quality being influenced by multifunctional food ingredients.

## Βιομηχανικά Απόβλητα Τροφίμων – Δυνατότητες Ανάκτησης

### Ανάπτυξη διεργασιών ανάκτησης / ανακύκλωσης

Το πρώτο στάδιο είναι ο **χαρακτηρισμός των ουσιών**. Με βάση τα δεδομένα που θα προκύψουν, θα γίνει η μελέτη για βέλτιστη ανάκτηση πιθανές εφαρμογές του τελικού προϊόντος. Σημαντικό ρόλο σ' αυτό το στάδιο παίζουν οι φυσικοχημικές ιδιότητες του υπολείμματος και η χημική ανάλυση που θ' αναδείξει τη σύσταση.

Το επόμενο στάδιο είναι ο **καθορισμός των στόχων**. Σ' αυτό το στάδιο καθορίζονται οι κύριες ιδιότητες που θα πρέπει να έχει το προϊόν που θα παραχθεί, αλλά και τα χαρακτηριστικά των πιθανών τροφίμων στα οποία θα χρησιμοποιηθεί το προϊόν. Οι ιδιότητες του προϊόντος αφορούν στην τεχνολογική του χρησιμότητα, τους οργανοληπτικούς χαρακτήρες και τη διατροφική αξία.

## Βιομηχανικά Απόβλητα Τροφίμων – Δυνατότητες Ανάκτησης

Το στάδιο που ακολουθεί είναι ο **σχεδιασμός του προϊόντος και των διεργασιών**. Σ' αυτό το στάδιο εξετάζονται οι ιδιότητες του προϊόντος και οι αλλαγές που μπορούν να υποστούν ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας.

Για παράδειγμα, γίνονται μελέτες σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις του προϊόντος με άλλα συστατικά των τροφίμων γενικά ή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Το εύρος των αλληλεπιδράσεων μπορεί να είναι πολύ μεγάλο, γι' αυτό δίνεται έμφαση στα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, τους οργανοληπτικούς χαρακτήρες και τη διατροφική αξία.

Κατά το **στάδιο της εφαρμογής**, το προϊόν ενσωματώνεται πλέον σε πραγματικό τρόφιμο. Έτσι γίνεται μια πολύ καλή εκτίμηση της χρήσης του προϊόντος και του καλύτερου τρόπου εφαρμογής. Αξιολογούνται όλες οι παράμετροι του προϊόντος που σχετίζονται με την ποιότητα και συγκρίνονται με παρόμοια εμπορικά προϊόντα. Έτσι, γίνεται μια επιτυχημένη πρόβλεψη σχετικά με την προώθηση του προϊόντος.

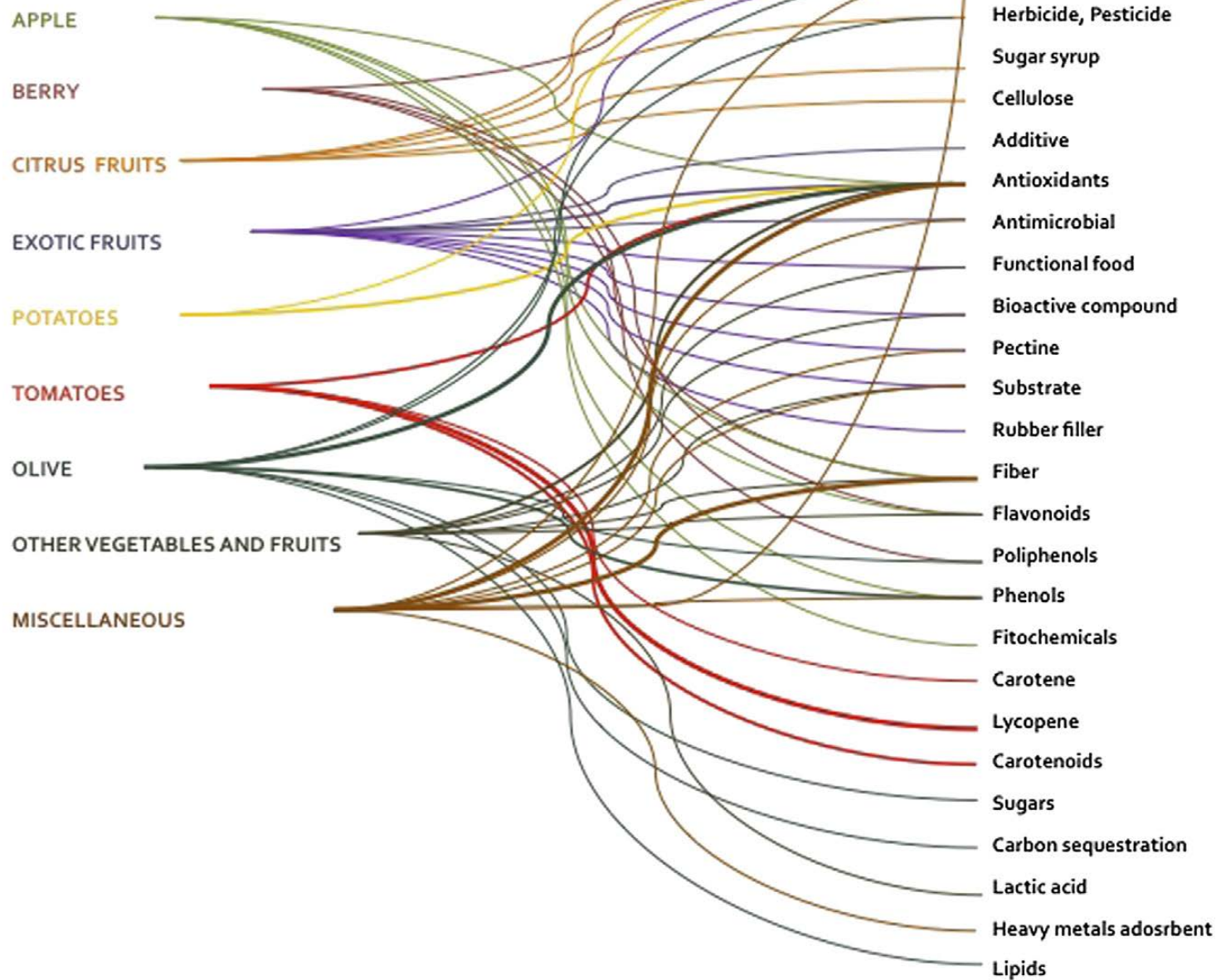
# Βιομηχανικά Απόβλητα Τροφίμων – Δυνατότητες Ανάκτησης

## 1. Φρούτα και λαχανικά

Η βιομηχανία τροφίμων δημιουργεί υψηλές ποσότητες αποβλήτων από την επεξεργασία φρούτων και λαχανικών. Αυτό προκαλεί σημαντικά προβλήματα στους δημόσιους ΧΥΤΑ, εξαιτίας της υψηλής βιο-αποικοδομισιμότητας και της εκπομπής μεθανίου.

Αυτά τα απόβλητα συνήθως περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε εν αιωρήσει στερεά (suspended solids - SS) και επιδεικνύουν υψηλές τιμές BOD και COD. Η οργανική τους σύσταση είναι περίπου 75% σάκχαρα και ημι-κυτταρίνη, 9% κυτταρίνη και 5% λιγνίνη.

Περιέχουν σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λίπη και έχουν 80 – 90% υγρασία.

**A**

# Βιομηχανικά Απόβλητα Τροφίμων – Δυνατότητες Ανάκτησης

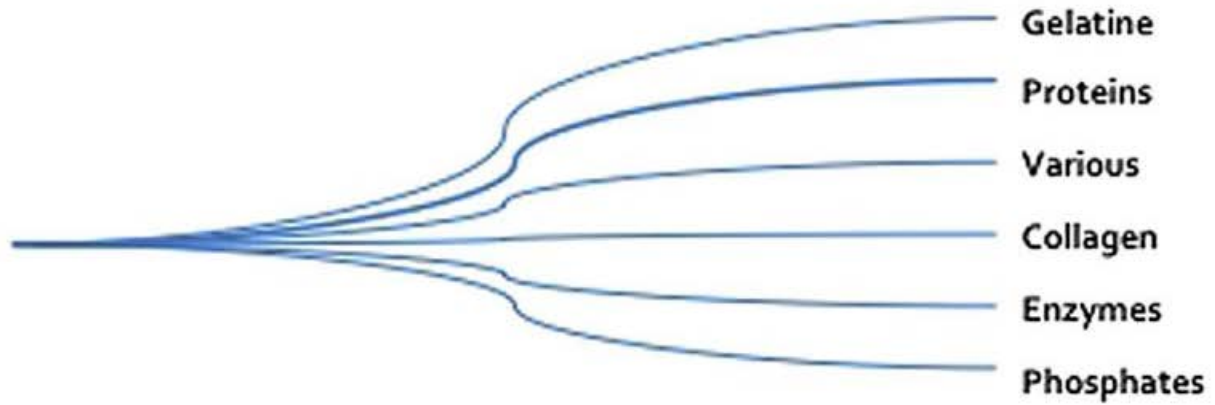
## 2. Κρέας και παράγωγα

Η συχνότητα κατανάλωσης κρέατος αυξάνει παγκοσμίως και ως εκ τούτου αυξάνει και η παραγωγή αποβλήτων που προέρχονται από την επεξεργασία κρέατος. Τα απόβλητα, προερχόμενα κυρίως από σφαγεία, συμπεριλαμβάνουν δέρμα, οστά, εντόσθια και λιπαρούς ιστούς.

Τα υποπροϊόντα/απόβλητα της βιομηχανίας κρέατος αποτελούν σχεδόν το 60 – 70% του σφαγίου, από τα οποία το 40% είναι εδώδιμο και το 20% μη-εδώδιμο.

Η βιομηχανία κρέατος αναζητά νέους τρόπους αξιοποίησης, δεδομένου ότι οι ιστοί που απορρίπτονται αποτελούν σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα, με σοβαρές συνέπειες για τη δημόσια υγεία.

## MEAT AND DERIVATIVES



## Βιομηχανικά Απόβλητα Τροφίμων – Δυνατότητες Ανάκτησης

### 3. Γαλακτοκομικά

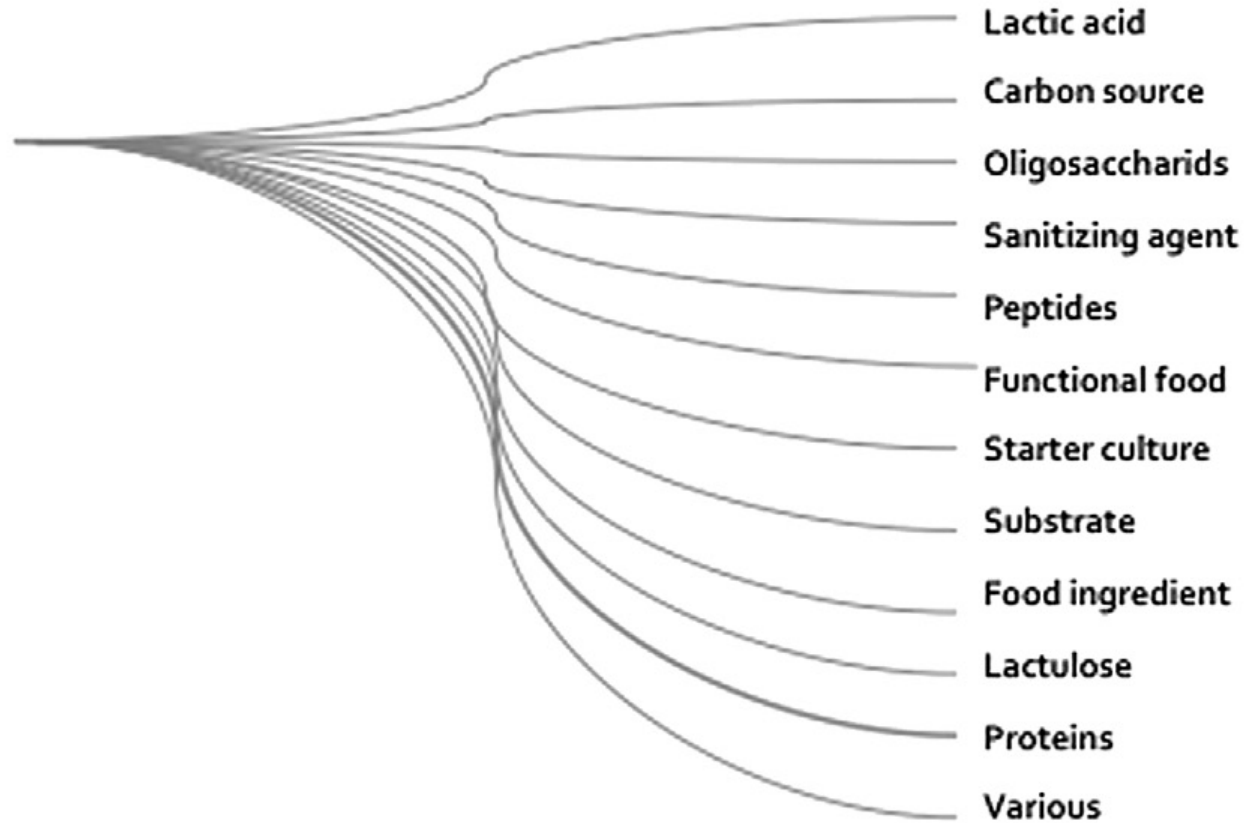
Η βιομηχανία γαλακτοκομικών είναι ένας από τους σημαντικότερους κλάδους της βιομηχανίας τροφίμων, παράγοντας υψηλές ποσότητες υγρών αποβλήτων. Τα απόβλητα γαλακτοκομικών μονάδων περιέχουν κυρίως πρωτεΐνες, άλατα, λιπαρές ουσίες και λακτόζη.

Το υποπροϊόν στο οποίο έχει επικεντρωθεί το ενδιαφέρον σχετικά με την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, είναι το τυρόγαλα (whey).

Εκτιμάται ότι στην Ε.Ε. παράγονται ετησίως 9 εκατ. τόνοι διαφόρων τύπων τυριού, που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία 50 εκατ. m<sup>3</sup> τυρόγαλου.



## DAIRY PRODUCTS



## Βιβλιογραφία

Arancon R.A.D., Lin C.S.K., Chan K.M., Kwan T.H., Luque R., **2013**. Advances on waste valorization: new horizons for a more sustainable society. **Energy Science & Engineering**, 1(2), 53-71.

Laufenberg G., Kunz B., Nystroem M., **2003**. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, 87, 167-198.

Mirabella N., Castellani V., Sala S., **2014**. Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. **Journal of Cleaner Production** 65, 28-41.

Waldron K., **2007**. Waste minimization, management and co-product recovery in food processing: an introduction. In “**Handbook of Waste Management and Co-product Recovery in Food Processing**”, Waldron K. ed., CRC Press, pp. 4 – 20.