

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ & ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ενότητα 2^η: Ανάλυση και ρυθμιστικές πολιτικές των αποβλήτων τροφίμων
με βάση την κυκλική βιο-οικονομία

Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC*

Αναπληρωτής Καθηγητής



© 2022 - 2023

1. Εισαγωγή

Το παγκόσμιο σύστημα τροφίμων αποτελείται από μια μακριά αλυσίδα αξίας (value chain) με πολλαπλούς ενδιαφερόμενους, όπως οι παραγωγοί, οι προμηθευτές, οι διανομείς, οι χημικές εταιρίες, οι ασφαλιστές, οι καταναλωτές κτλ.

Η αλυσίδα αξίας των τροφίμων μπορεί να διαχωριστεί σε ανάντη (upstream) παραγωγούς, το “αγροτικό σύστημα,” και σε κατόντη (downstream) καταναλωτές, “το αστικό σύστημα τροφίμων”. Σήμερα, η παραγωγή και κατανάλωση τροφίμων έχει υιοθετήσει μια γραμμική προσέγγιση, όμοια της παρούσης οικονομικής παραγωγής.

Τα τρόφιμα παράγονται κυρίως σε αγροτικά κέντρα, όπου απαιτείται νερό και εύπορο έδαφος. Τα τρόφιμα που παράγονται αναδιανέμονται σε αστικά κέντρα, όπου υπάρχει η μέγιστη κατανάλωση.

Πλέον, αναγνωρίζεται ότι υπάρχει σημαντική αύξηση στην ζήτηση τροφίμων, λόγω της αύξησης του πληθυσμού παγκοσμίως. Αυτό δημιουργεί μια ανάλογη πίεση στους υπάρχοντες πόρους. Επίσης, αναγνωρίζεται και το πολύ υψηλό δυναμικό αξιοποίησης των FW.

Έτσι, ερευνητές και διαμορφωτές πολιτικής αναγνωρίζουν πλέον την σημασία μεταβολής από το παρόν γραμμικό μοντέλο σ' ένα κυκλικό μοντέλο παραγωγής τροφίμων. Ένα τέτοιο μοντέλο κυκλικής οικονομίας θα θεραπεύσει την υπέρογκη δημιουργία αποβλήτων, δημιουργώντας συστήματα κλειστού βρόχου (closed-loop systems).

2. Η προσέγγιση της κυκλικής οικονομίας

Ένα κυκλικό οικολογικό σύστημα διατηρεί και ενισχύει το φυσικό κεφάλαιο, ενώ βελτιστοποιεί την απόδοση των πόρων. Μια κυκλική οικονομία εξασφαλίζει την επαναχρησιμοποίηση των πόρων, κάνοντας βέλτιστη χρήση προϊόντων και υλικών.

Σε μια κυκλική οικονομία εφαρμόζεται η προσέγγιση 3R (reduce, reuse, and recycle). Η χρήση, όπου αυτό είναι δυνατόν, λιγότερων υλικών βοηθάει στην μείωση παραγωγής υλικών και κατανάλωσης ενέργειας, πράγμα το οποίο διασφαλίζει περιβαλλοντική προστασία μέσω ελαχιστοποίησης απώλειας υλικών και εκπομπών.

Δίνοντας έμφαση σε σχεδιασμούς φιλικούς προς το περιβάλλον, τα προϊόντα παράγονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να γίνεται επαναχρησιμοποίηση υλικών που απορρίπτονται. Αυτό βοηθάει την μείωση των αποβλήτων που παράγονται μέσω επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης.

Δηλαδή, ενώ στην γραμμική οικονομία η επαναχρησιμοποίηση συνήθως καταλήγει σε υποβάθμιση της αξίας (downcycling) (λιώσιμο των πλαστικών φιαλών για ανακύκλωση), στην κυκλική οικονομία η προωθείται επαναχρησιμοποίηση που στοχεύει σε επίπεδο αξιοποίησης ίδιο με το αρχικό, ή ακόμα και αναβάθμιση (upcycling) (επαναχρησιμοποίηση φιαλών ως υλικά κατασκευής τοίχων).

2. Η προσέγγιση της κυκλικής οικονομίας

Η αναβάθμιση (upcycling) επιτυγχάνεται συνήθως μετατρέποντας τα υποπροϊόντα μιας βιομηχανίας σε πρώτες ύλες μιας άλλης. Αυτό ενισχύει και την διατομεακή δυναμική και συνεργασία, που αποτελούν σημαντική προϋπόθεση για την επίτευξη αειφορικής ανάπτυξης.

Αναγνωρίζεται πλέον ότι το παρόν μοντέλο γραμμικής οικονομικής ανάπτυξης ασκεί εξαιρετικά μεγάλη πίεση σε πόρους όπως το πόσιμο νερό, ο καθαρός αέρας, το γόνιμο έδαφος κτλ., τα οποία είναι αντικείμενα εκμετάλλευσης με πολύ ταχείς ρυθμούς.

Υπάρχει λοιπόν επιτακτική ανάγκη για την αναζήτηση εναλλακτικών μοντέλων οικονομικής ανάπτυξης. Το κυκλικό οικονομικό μοντέλο που μιμείται την φύση θεωρείται ευρέως ως μια λύση σ' αυτό το παγκόσμιο πρόβλημα.

Τα FW αποτελούν την επιτομή ενός μη-αειφορικού συστήματος παραγωγής και κατανάλωσης τροφίμων. Αυτή η αναγνώριση, καθώς και η συνειδητοποίηση της σημασίας της διαχείρισης και χρήσης των FW, έτσι ώστε να επιτευχθεί αειφορική ανάπτυξη, είναι απαραίτητα στο πλαίσιο εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας.

2. Η προσέγγιση της κυκλικής οικονομίας στα απόβλητα τροφίμων

Σε συμφωνία με την αρχή της κυκλικής οικονομίας που δίνει έμφαση στην αναβάθμιση των αποβλήτων σε σχέση με την υποβάθμιση, τα FW μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή.

Επιπλέον, η τελική επιλογή παραγωγής ενέργειας από τα FW όταν έχουν εξαντληθεί όλες οι άλλες επιλογές αξιοποίησης θα εξασφάλιζε βελτιστοποίηση των πηγών και της παραγωγής τροφίμων.

Η ανάκτηση θρεπτικών συστατικών σε μετα-καταναλωτικό στάδιο, σε συνδυασμό με αειφορικές γεωργικές πρακτικές, θα μείωνε την ανάγκη εισαγωγής θρεπτικών συστατικών από μη-ανανεώσιμες πηγές, όπως τα συνθετικά λιπάσματα, συνεισφέροντας έτσι στην ανανέωση του κύκλου των θρεπτικών συστατικών.

Μ' αυτόν τον τρόπο, η εφαρμογή κυκλικής οικονομίας στο τομέα των τροφίμων θα βοηθούσε στην αναγέννηση του φυσικού κεφαλαίου κλείνοντας τους βρόχους των θρεπτικών συστατικών, και ταυτόχρονα θα προσέδιδε επιπρόσθετη αξία από τα οργανικά θρεπτικά συστατικά ως βελτιωτικά εδάφους ή ζωοτροφές ή μέσα παραγωγής ενέργειας.

2. Η προσέγγιση της κυκλικής οικονομίας στα απόβλητα τροφίμων

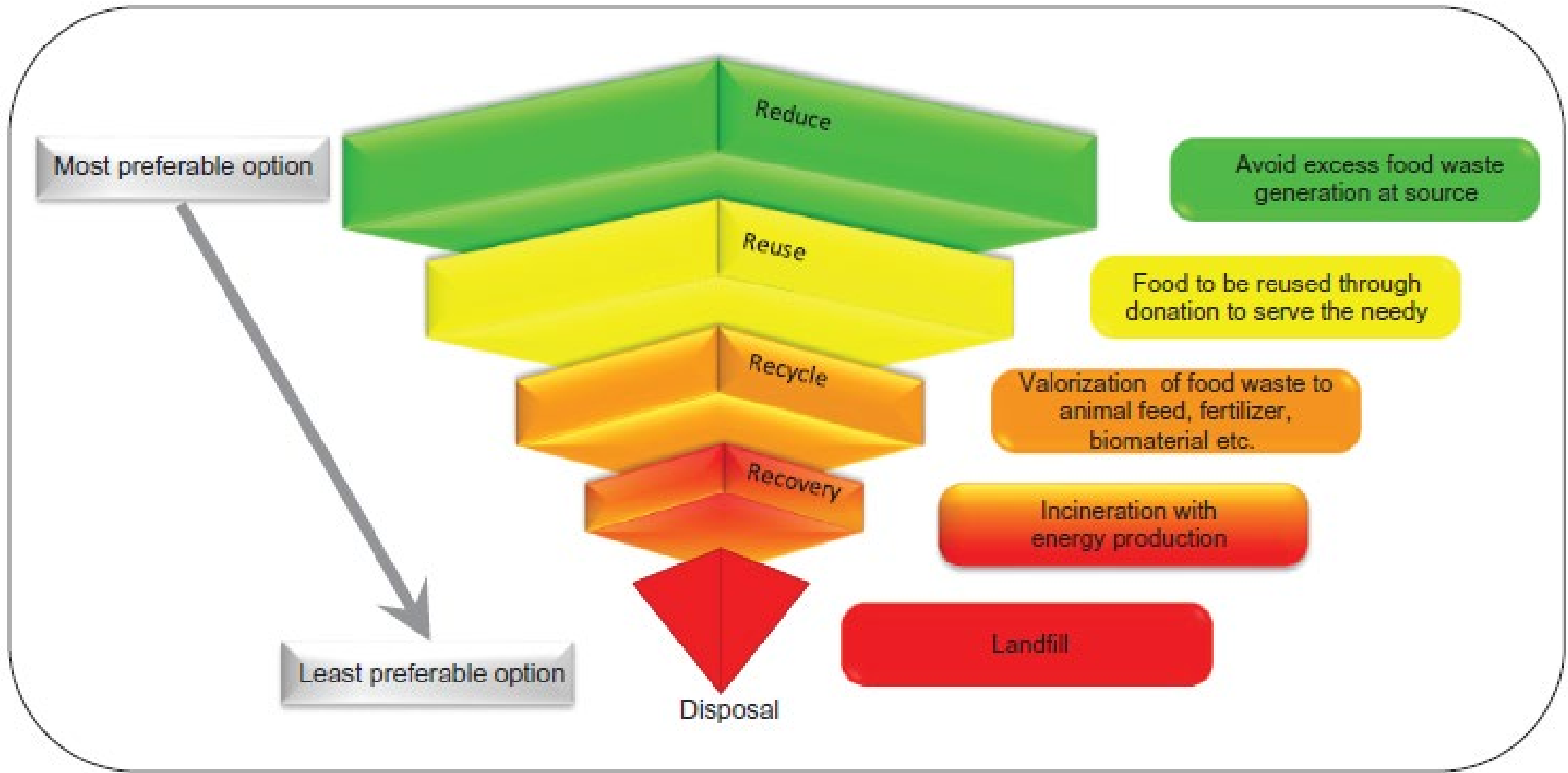
Η κυκλική οικονομία δίνει έμφαση στην βέλτιστη χρησιμοποίηση πόρων, ταυτόχρονα με την χρησιμοποίηση των αποβλήτων μιας διεργασίας ως πρώτη ύλη για μίαν άλλη διεργασία. Αυτή η αρχή της κυκλικής οικονομίας μπορεί να υιοθετηθεί πολύ καλά στην διαχείριση των FW.

Αυτό θα οδηγούσε στην δημιουργία νέων χρήσιμων διεργασιών, αλλά και στην δημιουργία βιομηχανιών που θα χρησιμοποιούν αυτές τις διεργασίες, βοηθώντας έτσι στην ανάπτυξη της οικονομίας.

Για την διαχείριση των FW, συστήνεται η εφαρμογή της ιεραρχίας των αρχών της διαχείρισης των FW. Η Ε.Ε. έχει αναπτύξει την δική της προσέγγιση για την ιεραρχία, η οποία ορίζεται από την οδηγία (Directive) 2008/98/EC8. Η οδηγία θέτει επακριβώς την σειρά δραστηριοτήτων με βάση το υψηλότερο επίπεδο περιβαλλοντικής αειφορικότητας.

Η ιεράρχηση αυτή έχει υιοθετηθεί παγκοσμίως ως το κύριο πλαίσιο διαχείρισης των αποβλήτων. Η εικόνα στην επόμενη διαφάνεια δείχνει την ιεραρχία της διαχείρισης των FW. Το πιο επιθυμητό βήμα είναι οι δραστηριότητες που αποτρέπουν την δημιουργία αποβλήτων καθ' όλη την εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων.

Αυτές οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν νέες συμπεριφορές κατανάλωσης, όπως αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες, μείωση αγοράς ζωικών προϊόντων, και αύξηση εποχικών φρούτων και λαχανικών. Η επόμενη επιθυμητή επιλογή είναι η επαναχρησιμοποίηση μέσω τραπεζών τροφίμων (foodbanks) και κέντρων αναδιανομής.



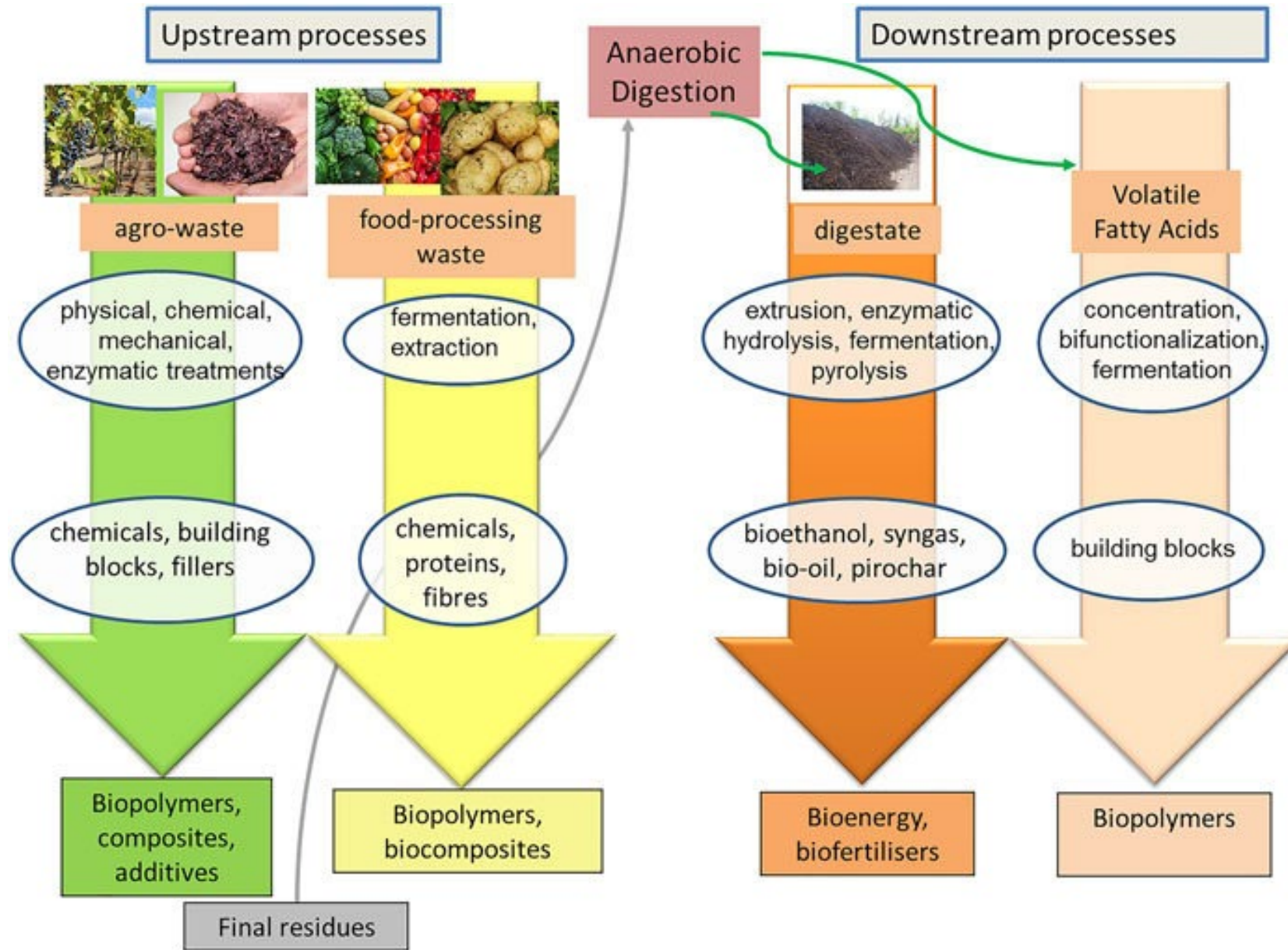
2. Η προσέγγιση της κυκλικής οικονομίας στα απόβλητα τροφίμων

Όταν δεν μπορούν να εφαρμοστούν οι δύο αυτές επιλογές για την πρόληψη δημιουργία FW, εφαρμόζεται η αρχή της προς τα κάτω κλιμάκωσης (cascading). Η προς τα κάτω κλιμάκωση μεγιστοποιεί την αποτελεσματικότητα των πόρων, χρησιμοποιώντας την βιομάζα σε προϊόντα που δημιουργούν την υψηλότερη οικονομική αξία.

Αυτή η προσέγγιση της παραγωγής και κατανάλωσης υποδηλώνει ότι η ανάκτηση ενέργειας πρέπει να είναι η τελευταία επιλογή, και μόνο αφότου έχουν εξαντληθεί επιλογές για προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας. Η αξιοποίηση των αποβλήτων εξασφαλίζει μια πολύ καλή εναλλακτική λύση.

Η αξιοποίηση των αποβλήτων είναι η διαδικασία μετατροπής αποβλήτων σε πιο χρήσιμα προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των χημικών ουσιών, πρόσθετων τροφίμων, υλικών και καυσίμων.

Το χωνευμένο υλικό που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση είναι καλό λίπασμα, όπως η κομπόστα, και γι' αυτό η αναερόβια χώνευση είναι αμφότερα μια επιλογή ανάκτησης και ανακύκλωσης.



3. Η προσέγγιση της βιο-οικονομίας

Η βιο-οικονομία αποτελεί εκείνα τα τμήματα της οικονομίας που χρησιμοποιούν ανανεώσιμους βιολογικούς επίγειους και θαλάσσιους πόρους, με σκοπό την ευεργεσία των επιχειρήσεων, της κοινωνίας και της φύσης.

Με την πίεση ν' αυξάνεται δραματικά στους φυσικούς πόρους, ο όρος βιο-οικονομία σημαίνει την επίτευξη μέγιστης απόδοσης των πόρων, χωρίς να ζημιωθεί η ικανότητά τους ν' αναγεννούνται. Στην παρούσα φάση, η βιο-οικονομία θεωρείται ότι σχετίζεται με την χρήση της βιομάζας.

Η βιομάζα που προέρχεται από πηγές που εκτείνονται από το ξύλο έως τα αγρο-βιομηχανικά απόβλητα, μετατρέπεται στα βιο-διυλιστήρια. Ένα βιο-διυλιστήριο είναι μια εγκατάσταση που ενσωματώνει διεργασίες μετατροπής βιομάζας και εξοπλισμό για την παραγωγή καυσίμων, ενέργειας, και χημικών προστιθέμενης αξίας.

Αυτή η εφαρμογή της βιο-οικονομίας που βασίζεται στην βιομάζα είναι χρήσιμη στις στρατηγικές διαχείριση των FW, καθώς τα FW αποτελούν περίπου το 1/3 των τροφίμων που παράγονται.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει εκδώσει μια εγκύκλιο με τίτλο «Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe in 2012». Αυτή η εγκύκλιος έχει θέσει το πλαίσιο για ώθηση προς την ανάπτυξη γνώσης, έρευνας και καινοτομίας πάνω στην μετατροπή ανανεώσιμων βιολογικών πόρων σε προϊόντα και ενέργεια (European Commission, 2012).

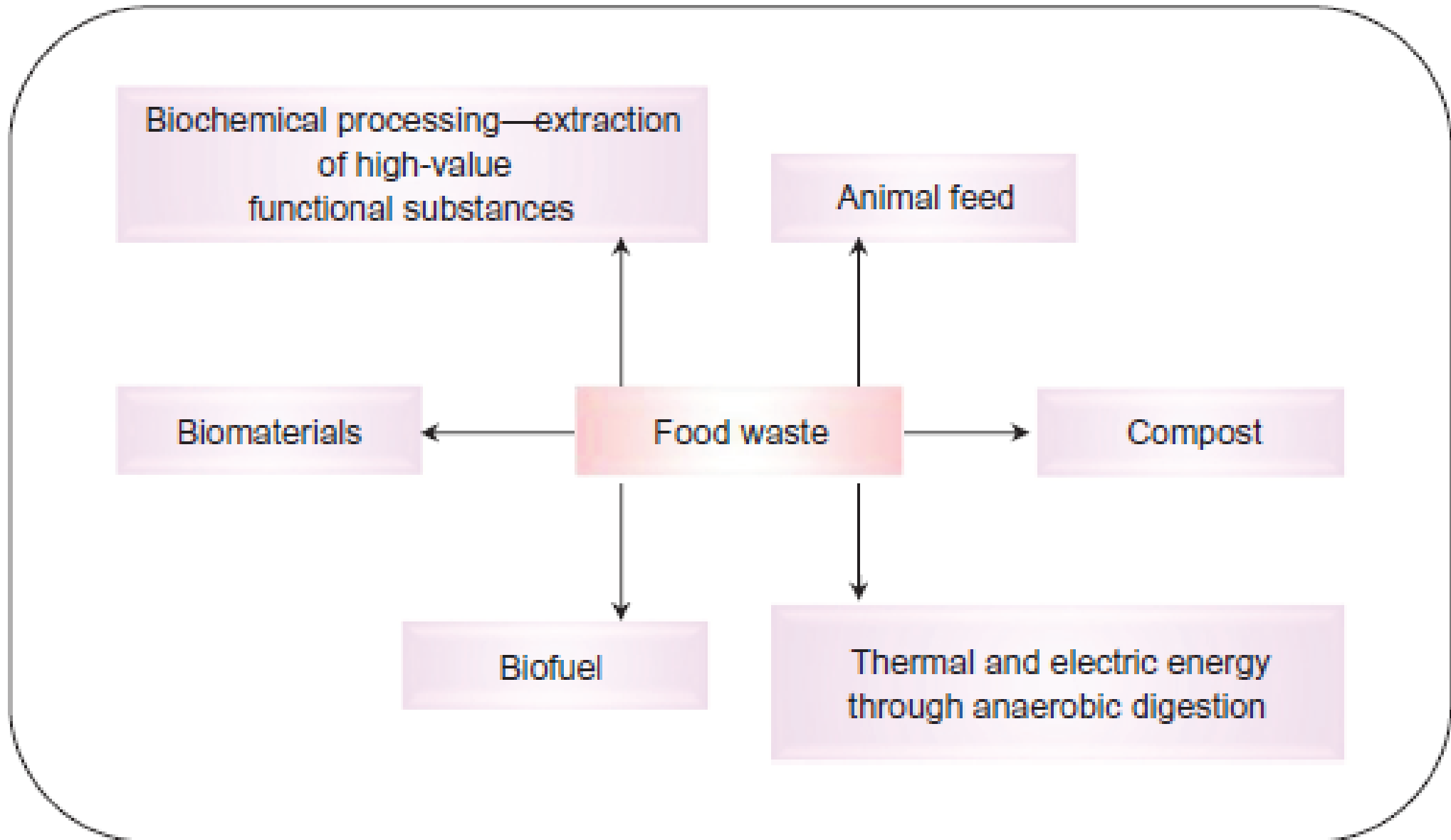
4. Εφαρμογές της βιο-οικονομίας στην διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων

Η εξέλιξη της εφαρμογής την βιο-οικονομικής προσέγγισης είναι κυρίως η ανεύρεση λύσεων για την αύξουσα ζήτηση πόρων, για να υποστηριχθεί ο αύξων παγκόσμιος πληθυσμός που χρησιμοποιεί τους πόρους με μη-αιθροικό τρόπο.

Τα τρόφιμα είναι ένας πόρος του οποίου η ζήτηση αυξάνει συνεχώς. Αν και τα τρόφιμα δεν είναι ένας πεπερασμένος πόρος, η παραγωγή τροφίμων εξαρτάται από πεπερασμένους πόρους, όπως η γη, και συρρικνούμενους ανακυκλώσιμους πόρους, όπως το νερό.

Ενώ λοιπόν η ζήτηση τροφίμων αυξάνεται, σχεδόν το 1/3 των τροφίμων που παράγεται, καταλήγει ως απόβλητο. Η διαχείριση των FW έχει δύο πλευρές, την ελαχιστοποίηση των αποτρέψιμων FW και την αξιοποίηση των μη-αποτρέψιμων FW. Η προσέγγιση της βιο-οικονομίας είναι χρήσιμη κυρίως όσον αφορά στην αξιοποίηση των μη-αποτρέψιμων FW που προέρχεται πρωτίστως από τους καταναλωτές.

Τα FW μπορούν ν' αξιοποιηθούν σε διάφορα προϊόντα, όπως ζωοτροφές, βιο-υλικά, κομπόστα, ενέργεια κτλ., και γι' αυτό απαιτούνται διαφορετικές τεχνολογίες, υλικά και ενέργεια, ενώ δημιουργούνται και διαφορετικά υποπροϊόντα (εικόνα στην επόμενη διαφάνεια).



4. Εφαρμογές της βιο-οικονομίας στην διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων

Τα βιο-διυλιστήρια παίζουν ζωτικό ρόλο στην προσέγγιση της βιο-οικονομίας, γιατί είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στην αξιοποίηση των FW.

Ως «βιο-διυλιστήριο» (biorefinery) ορίζεται η αειφορική επεξεργασία βιομάζας για την παραγωγή ενός φάσματος εμπορικών προϊόντων και ενέργειας. Τα βιο-διυλιστήρια είναι συγκρίσιμα με τα διυλιστήρια πετρελαίου, υπό την έννοια ότι περιλαμβάνουν ένα εύρος τεχνολογιών που κατ' αρχάς διαχωρίζουν δομικές μονάδες (building blocks) βιομάζας και τις μετατρέπουν σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας, όπως π.χ. βιοκαύσιμα και χημικά.

Τα προηγμένα βιο-διυλιστήρια χρησιμοποιούν καινοτομικές και πράσινες τεχνολογίες για την παραγωγή καινοφανών προϊόντων από δευτερεύουσες πρώτες ύλες πλούσιες σε λιγνινο-κυτταρινούχες ουσίες, συμπεριλαμβανομένων των FW.

Επίσης, τα προϊόντα που παράγονται από τα βιο-διυλιστήρια θα πρέπει και αυτά να είναι περιβαλλοντικώς φιλικά. Αυτό επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση των αρχών της Πράσινης Χημείας (green chemistry).

Η Πράσινη Χημεία είναι ένα σύνολο αρχών για την παραγωγή και εφαρμογή προϊόντων που αποσκοπούν στον αποκλεισμό της χρήσης ή δημιουργίας περιβαλλοντικώς επιβαρυντικών ή επικίνδυνων χημικών.

4. Κυκλική οικονομία για την διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων

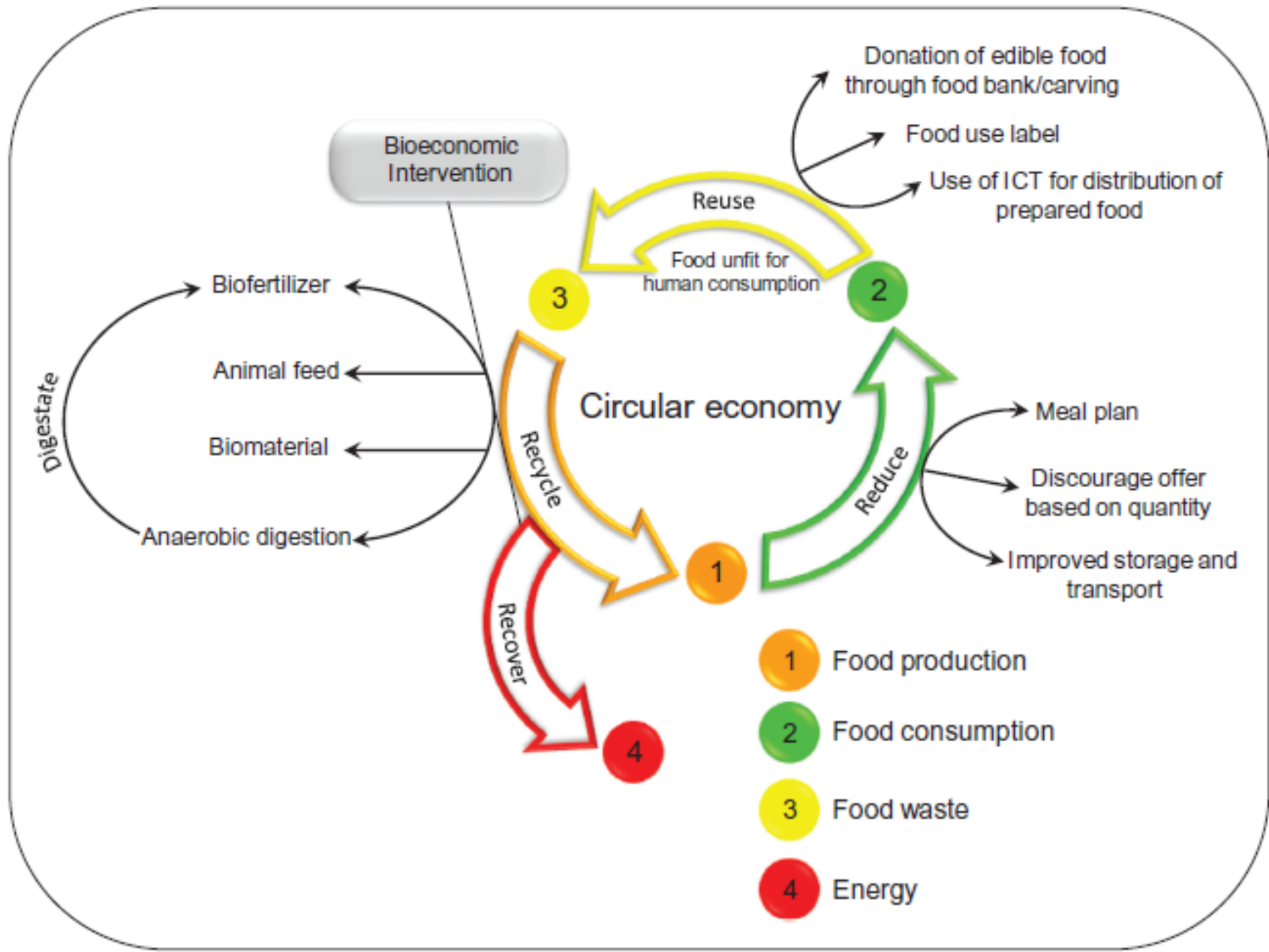
Η σύνδεση της βιο-οικονομίας με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη της ιδέας του «βασισμένου στην βιομάζα ιστού αξιών» (“biomass-based value web”). Αυτή η έννοια λαμβάνει υπόψη ό,τι η προς τα κάτω κλιμάκωση της βιομάζας και η χρήση υποπροϊόντων από την επεξεργασία της βιομάζας καταλήγει σε μια υπερσύνδεση διαφορετικών αλυσίδων αξιών που μπορεί να θεωρηθεί ως «ιστός αξιών» (“value web”).

Συνεπώς, η ενσωμάτωση κυκλικής οικονομίας/βιο-οικονομίας στην διαχείριση των FW σημαίνει την εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας/βιο-οικονομίας στην αξιοποίηση των FW. Αυτή η αξιοποίηση εξαρτάται από την πηγή των FW και την ποιότητα των FW.

Η αξιοποίηση των FW εμπεριέχει την εκχύλιση ουσιών υψηλής προστιθέμενης αξίας (πρωτεΐνες, λίπη, αντιοξειδωτικά κτλ.), την παρασκευή βιο-πολυμερών (π.χ. βιο-πλαστικά), την παραγωγή βιο-λιπασμάτων και τα βιοκαύσιμα (βιοαιθανόλη, βιοντίζελ).

Η χώνευση των FW και η εφαρμογή της χωνεμένης ύλης ή της κομπόστας σε αγροτική γη βοηθάει στην αναγέννηση του εδάφους και την αποφυγή απόρριψής τους σε χωματερές ή υδάτινους όγκους.

Δηλαδή, η οικονομικώς βιώσιμη χρησιμοποίηση των FW εξαρτάται από τον τύπο και την σύσταση του FW, τις μεθόδους προκατεργασίας, και τις διεργασίες εκχύλισης/απομόνωσης. Επίσης, η οικονομική αξία του τελικού προϊόντος έχει μεγάλο αντίκτυπο στην επιλεγείσα διεργασία.



4. Προκλήσεις στην διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων

Υπάρχει μια ξεκάθαρη χρησιμότητα στην ενσωμάτωση της βιο-οικονομίας στην κυκλική οικονομία, που αφορά στην διαχείριση των FW. Για να συμβεί αυτή η ενσωμάτωση, είναι απαραίτητο να υπάρχει γνώση της προέλευσης των FW.

Σε αστικές περιοχές, υπάρχουν διάφορες πηγές δημιουργίας των FW, όπως η οικιακή κατανάλωση, τα εστιατόρια και ταχυφαγεία, οι καφετέριες, τα supermarkets, κτλ.

Η συλλογή των FW από αυτές τις πηγές κυμαίνεται ανάλογα με το επίπεδο επίγνωσης των καταναλωτών, τις τοπικές ή εθνικές πολιτικές, και την εφαρμογή αυτών των πολιτικών μέσω μηχανισμών στήριξης. Πράγματι, η εγκαθίδρυση βιο-διύλισης των FW σε μεγαλύτερη κλίμακα θα εξαρτηθεί από:

- Μηχανισμούς συλλογής διαφορετικών FW που θα διασφαλίσουν υψηλή ποικιλία ποιότητας και όγκου FW.
- Αυξημένο συγχρονισμό των διαφόρων πηγών που δημιουργούν FW, όπως οι διανομείς, οι πωλητές, οι καφετέριες, τα σχολεία, τα νοσοκομεία κτλ.
- Καλύτερες υποδομές και αποθήκευση των FW μέχρι την χρησιμοποίησή τους (είναι ευπαθή υλικά).
- Αυξημένη επίγνωση του κοινού για την συμμετοχή στην συλλογή και στην ζήτηση βιο-προϊόντων.
- Ευνοϊκές πολιτικές δράσεις που ενθαρρύνουν την συλλογή, αξιοποίηση και χρησιμοποίηση των FW, όπως περικοπή φόρων και επιδοτήσεις.

Βιβλιογραφία

Logakanthi S., Yukesh Kannah R., Banu J.P., 2020. Chapter 18: Analysis and regulation policies of food waste based on circular bioeconomies. In **“Food Waste to Valuable Resources - Applications and Management”**, Elsevier, London, U.K.