

# ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑ- ΠΟΙΗΣΗ ΑΓΡΟΤΙ- ΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

■ Εμμανουήλ Η. Παπαϊωάννου,  
Σωτήρης Ι. Πάτσιος και  
Αναστάσιος Ι. Καράμπελας\*  
Εργαστήριο Φυσικών Πόρων & Εναλλακτικών  
Μορφών Ενέργειας, Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων, Εθνικό Κέντρο  
Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ),  
email: karabaj@cerpi.certh.gr

Ο αγροτικός και αγροτοβιομηχανικός τομέας αποτελούν κεντρικούς πυλώνες της Ελληνικής οικονομίας. Η μεταποίηση και τυποποίηση των αγροτικών προϊόντων είναι κρίσιμα στάδια για την αύξηση της προστιθέμενης αξίας των αγροτικών προϊόντων, ειδικά για αυτά που εξαγονται σε χώρες με υψηλές ποιοτικές απαιτήσεις. Στο πλήθος των συναφών, μικρού και μεσαίου μεγέθους, μονάδων επεξεργασίας και μεταποίησης παράγονται διάφορα παραπροϊόντα καθώς και υγρά ή/και στερεά απόβλητα, η εκμετάλλευση και σωστή περιβαλλοντική διαχείριση των οποίων αποτελεί μια σημαντικότητα πρόκληση διεθνώς. Γενικά, τα απόβλητα από τη μεταποίηση γεωργικών προϊόντων έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως υψηλό οργανικό φορτίο, έντονη μεταβλητότητα, εποχικότητα στην παραγωγή κ.ά., τα οποία τα καθιστούν δύσκολα διαχειρίσιμα. Επιπλέον, η μεγάλη χωρική διασπορά των μονάδων μεταποίησης δυσχεραίνει την κεντρική διαχείριση των αποβλήτων αυτών, ενώ παράλληλα η αποτελεσματική επεξεργασία τους στις μικρές μονάδες, με σύγχρονες τεχνολογικές μεθόδους, συνεπάγεται μεγάλη οικονομική επιβάρυνση. Παράλληλα, τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει συντελεσθεί μεγάλη πρόοδος στην ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών και μεθόδων (τεχνολογία μεμβρανών, βιοτεχνολογικές μέθοδοι, προηγμένες οξειδωτικές μέθοδοι, κ.λπ.) οι οποίες επιτρέπουν την καθετοποιημένη επεξεργασία των παραγόμενων παραπροϊόντων και αποβλήτων, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η ανάκτηση εμπορεύσιμων φυσικών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, η αξιοποίηση του ενεργειακού τους περιεχομένου και η πλήρης ανακύκλωση του επεξεργασμένου νερού για άρδευση ή άλλες χρήσεις.

Από τις παραπάνω διαπιστώσεις είναι προφανής η ανάγκη για μια εκ νέου θεώρηση της διαχείρισης παραπροϊόντων και αποβλήτων από την επεξεργασία και τυποποίηση αγροτικών προϊόντων. Στο παρόν άρθρο θα συνοψισθούν οι βασικές αρχές της ολοκληρωμένης διαχείρισης αγροτικών παραπροϊόντων και αποβλήτων και θα παρουσιαστούν τρία σχετικά ερευνητικά προγράμματα του Εργαστηρίου Φυσικών Πόρων και Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας (ΕΦΕΜ), του Ινστιτούτου Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων (ΙΔΕΠ) του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΚΕΤΑ). Τα έργα αυτά αναφέρονται στην ολοκληρωμένη αξιοποίηση υγρών και στερεών αποβλήτων από τη μεταποίηση και τυποποίηση τριών ειδών αγροτικών προϊόντων, (α) η

παραγωγή ελαιόλαδου και επιτραπέζιας ελιάς, (β) η οινοποίηση σταφυλιών και (γ) η χυμοποίηση ροδιού. Παρόλο που τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε είδους αποβλήτων επιβάλλουν την ανάπτυξη μιας συγκεκριμένης μεθόδου επεξεργασίας, κοινό τόπο αποτελεί η προσπάθεια για την πλήρη αξιοποίηση και παραλαβή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας και ταυτόχρονα την προστασία του περιβάλλοντος.

## Η έννοια της 'ολοκληρωμένης αξιοποίησης'

Η ανεξέλεγκτη διάθεση των αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του εδάφους και των υδατικών συστημάτων καθώς και εκπομπές αερίων όπως μεθανίου, αμμωνίας και διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Για τους παραπάνω λόγους είναι επιβεβλημένη η αποτελεσματική επεξεργασία τους έτσι ώστε να είναι δυνατή η ασφαλής διάθεσή τους στους τελικούς αποδέκτες. Εντούτοις, τα απόβλητα αυτά, αντί να θεωρούνται και να αντιμετωπίζονται ως πρόβλημα, ουσιαστικά αποτελούν ανανεώσιμους φυσικούς πόρους οι οποίοι, μέσω ενός κατάλληλα οργανωμένου σχεδίου **ολοκληρωμένης αξιοποίησης**, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για κατά σειρά: α) την ανάκτηση ή/και την παραγωγή εμπορεύσιμων φυσικών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, β) την παραγωγή υψηλής διατροφικής αξίας ζωοτροφών, γ) την παραγωγή βιοκαυσίμων με μηδενικό αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα δ) τη θερμική αξιοποίηση του υπολειπόμενου ενεργειακού τους περιεχομένου ε) την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και οργανικών λιπασμάτων και ε) την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση του επεξεργασμένου νερού για άρδευση ή άλλες χρήσεις. Η ολοκληρωμένη αυτή θεώρηση μπορεί αφενός να προσφέρει λύση σε σημαντικά προβλήματα, π.χ. οι Μεσογειακές χώρες που χαρακτηρίζονται από, ως επί το πλείστον, ανομβρία ή εποχιακές και άνισα κατανομημένες βροχοπτώσεις μπορούν να επωφεληθούν από την επαναχρησιμοποίηση του επεξεργασμένου νερού για άρδευση καλλιέργειών, ενώ παράλληλα αναμένεται ενίσχυση των εισοδημάτων του αγροτικού και αγροτοβιομηχανικού τομέα, δημιουργία θέσεων εργασίας και ανάπτυξη της καινοτομίας και εξωστρέφειας του κλάδου.

## Αξιοποίηση αποβλήτων από την μεταποίηση της ελιάς

Η μεταποιητική βιομηχανία της ελιάς - για παραγωγή ελαιόλαδου και επιτραπέζιας ελιάς - αποτελεί ένα σημαντικό τομέα της αγροτοβιομηχανικής οικονομίας τόσο της Ελλάδας όσο και άλλων χωρών της Μεσογείου. Παράλληλα, τα υγρά απόβλητα από τη μεταποίηση της ελιάς είναι ένα πολύ σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα δεδομένων των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, όπως υψηλό οργανικό φορτίο, παρουσία πολυφαινολικών ενώσεων που προσδίδουν φυτοτοξικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες, και έντονη χρονική και ποιοτική μεταβλητότητα. Επιπλέον, οι μονάδες επεξεργασίας ελιάς χαρακτηρίζονται από σχετικά μεγάλη χωρική διασπορά και από εποχιακή λειτουργία. Τα σοβαρά προβλήματα από τα ελλειψώς επεξεργασμένα απόβλητα είναι σημαντικά, και περιλαμβάνουν την ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών λόγω ζυμώσεων, την περιβαλλοντική υποβάθμιση των υδατικών αποδεκτών και την ακαταλληλότητά τους για άρδευση λόγω της φυτοτοξικότητάς τους. Οι σημαντικές δυσχέρειες στη διαχείριση, και επεξεργασία με συμβατικά μέσα, των αποβλήτων αυτών, έχουν ως συνέπεια το ότι δεν υπάρχουν σήμερα καθιερωμένες μέθοδοι επεξεργασίας.

Σκοπός του έργου είναι η ανάπτυξη μιας καινοτόμου μεθόδου η οποία βασίζεται σε δύο κύρια στάδια επεξεργασίας με τη χρήση καινοτόμων τεχνολογιών. Αρχικά, προτείνεται η συμπύκνωση και απομάκρυνση των πολυφαινολικών ενώσεων, κατά το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό, με χρήση τεχνολογιών μεμβρανών, αφενός για την παραλαβή καθαρής υδροξυτυροσόλης, που είναι μια οργανική ένωση με αντιοξειδωτικές και άλλες ιδιαίτερα επωφελείς ιδιότητες για τον ανθρώπινο οργανισμό, και αφετέρου για να βελτιωθεί η βιο-

αποικοδομησιμότητα των αποβλήτων. Παράλληλα, αναπτύσσεται μία διάταξη για εκκείλιση των πολυφαινολικών συστατικών με στοιχεία μεμβρανών που επιτρέπει την ανάκτηση σημαντικών ποσοτήτων πολυφαινολικών ενώσεων με συνεχή τρόπο, βελτιωμένους ρυθμούς μεταφοράς μάζας και περιορισμό της ποσότητας των χρησιμοποιούμενων οργανικών διαλυτών. Η αξία των πολυφαινολικών ενώσεων είναι αρκετά υψηλή και δεδομένης της στροφής του καταναλωτικού κοινού σε τρόφιμα και προϊόντα με πρόσθετα φυσικής προέλευσης, η εμπορία των συστατικών αυτών αναμένεται να αυξήσει σημαντικά το εισόδημα των επιχειρήσεων μεταποίησης ελιάς.

Στη συνέχεια προκρίνεται η ολοκληρωμένη επεξεργασία των προ-επεξεργασμένων αποβλήτων, με εφαρμογή της τεχνολογίας του βιοαντιδραστήρα μεμβρανών με στόχο την παραγωγή καθαρού νερού για ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση για άρδευση ή ασφαλή διάθεση στο περιβάλλον. Η τεχνολογία των βιοαντιδραστήρων μεμβρανών αποτελεί ουσιαστικά εξέλιξη της συμβατικής τεχνολογίας επεξεργασίας λυμάτων ενεργοποιημένης ιλύος, στην οποία μεμβράνες μικροδιάθιξης (MF) ή υπερδιάθιξης (UF) αντικαθιστούν τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης, αποδίδοντας εξαιρετικά υψηλή ποιότητα εκροή. Η εφαρμογή της τεχνολογίας του βιοαντιδραστήρα μεμβρανών αναμένεται να εξασφαλίσει σταθερότητα λειτουργίας και παραγωγή υψηλής ποιότητας απορρεύματος, ακόμη και σε συνθήκες εντόνων διακυμάνσεων των οργανικών ρύπων, ενώ απαιτεί πολύ μικρότερο χώρο από τις συμβατικές μονάδες βιολογικής επεξεργασίας. Επιπλέον, η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος από MBR είναι μικρότερη σε σύγκριση με εκείνη των συμβατικών μονάδων. Ο μικρός όγκος των εγκαταστάσεων και η ευελιξία της διεργασίας δημιουργούν θετικές προοπτικές για εφαρμογή της τεχνολογίας με διάφορους τρόπους, είτε σε κεντρικές μονάδες, είτε σε μικρά αποκεντρωμένα συστήματα επεξεργασίας.

Η καινοτομικότητα του έργου είναι σαφής και οφείλεται τόσο στην εφαρμογή προηγμένων δι-



Εικόνα 1. Περιβαλλοντική υποβάθμιση από υγρά και στερεά απόβλητα από την παραγωγή ελαιόλαδου.

εργασιών μεμβρανών, που δεν έχουν μέχρι τώρα βρει εφαρμογή στο συγκεκριμένο τομέα, όσο και στην επιδιωκόμενη ανάπτυξη ολοκληρωμένης μεθόδου επεξεργασίας των αποβλήτων, περιλαμβανομένης της παραλαβής προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας. Η επιδίωξη διπλώματος ευρείας εμβέλειας, αλλά και η ευρεία διάχυση των αποτελεσμάτων αποτελούν επίσης στόχους του έργου.

## Αξιοποίηση αποβλήτων από την οινοποίηση σταφυλιών

Η καλλιέργεια σταφυλιών αποτελεί τη μεγαλύτερη καλλιέργεια φρούτου παγκοσμίως. Περισσότερα από 60 εκατομμύρια τόνοι σταφυλιού παράγονται ετησίως σε ολόκληρο τον κόσμο και το 80% της παραγωγής οδηγείται για οινοποίηση. Τα απόβλητα της οινοποίησης, που περιλαμβάνουν τα στέμφυλα, τις οινολάσπες, τα γίγαρτα κ.λπ., αποτελούν το 20% περίπου της αρχικής μάζας των σταφυλιών τα οποία, εκτός από το ποσοστό των στέμφυλων που χρησιμοποιούνται για αλκοολική ζύμωση και την παραγωγή τσίπουρου, συνήθως οδηγούνται για απόθεση σε



Εικόνα 2. Απόθεση παραπροϊόντων οινοποίησης ερυθρού οίνου.



Εικόνα 3. Συγκέντρωση στερεών παραπροϊόντων από τη παραγωγή χυμού ροδιού.

χώρους γύρω από το οινοποιείο.

Το έργο αποσκοπεί στην κατά το δυνατόν πληρέστερη αξιοποίηση των στερεών παραπροϊόντων της διαδικασίας της οινοποίησης, για ανάκτηση εμπορεύσιμων συστατικών υψηλής προστιθέμενης αξίας (κυρίως τρυγικό οξύ, πολυφαινόλες, ανθοκυανίνες) και την περαιτέρω χρήση των εναπομεινάντων πολυσακχαριτών για τη ζύμωσή τους και την παραγωγή βιοαιθανόλης. Έτσι, τα ουσιαστικά αναξιοποίητα απόβλητα, που επί του παρόντος επιβαρύνουν το περιβάλλον, μπορούν να αποτελέσουν πρώτη ύλη για φυσικής προελεύσεως προϊόντα ιδιαίτερου εμπορικού ενδιαφέροντος. Η διαδικασία ανάκτησης των εμπορεύσιμων συστατικών πρόκειται να γίνει με τη βοήθεια καινοτόμων μεθόδων, όπως η συμπύκνωση και

εκχύλιση με μεμβράνες, η χρήση συστημάτων ιο-ντοεναλλαγής, κτλ. με στόχο την ελαχιστοποίηση της χρήσης οργανικών διαλυτών.

Η παραγωγή της βιοαιθανόλης θα γίνει επίσης με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων μεμβρανών - ζύμωση σε βιοαντιδραστήρα μεμβρανών συνεχούς λειτουργίας με ταυτόχρονη απόσταξη μέσω μεμβρανών και απομάκρυνση της παραγόμενης βιοαιθανόλης - καθώς πλεονεκτούν σημαντικά έναντι των συμβατικών τεχνολογιών επειδή, μεταξύ άλλων, διεξάγονται σε ήπιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, δεν απαιτούν μεγάλη πάγια επένδυση και ενεργειακή κατανάλωση και θεωρούνται φιλικές προς το περιβάλλον. Επομένως, επιτυγχάνεται αξιοποίηση σημαντικού μέρους του ενεργειακού περιεχομένου των αποβλήτων από την οινοποίηση και παράγεται ένα βιοκαύσιμο με μηδενικό αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).

#### Αξιοποίηση αποβλήτων από τη χυμοποίηση ροδιού

Η ροδιά τα τελευταία χρόνια τείνει να καθιερωθεί ως μια καλλιέργεια με προοπτικές και πολλαπλά οφέλη για τους παραγωγούς, σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας. Ήδη διάφοροι συνεταιρισμοί αγροτών καθώς και ιδιώτες αγρότες δραστηριοποιούνται στην καλλιέργεια της ροδιάς, τα φρούτα της οποίας μπορούν να καταναλωθούν είτε ωμά, είτε να οδηγηθούν για την παραγωγή χυμού. Το εδώδιμο τμήμα του καρπού είναι οι σπόροι οι οποίο περιβάλλονται από το περικάρπιο και λεπτή μεμβράνη, και αντιπροσωπεύουν το 52% του συνολικού βάρους του καρπού αποτελούμενοι κατά 80% από χυμό και 20% περίπου από σπέρματα.

Τα απόβλητα από τη χυμοποίηση του ροδιού είναι μια πλούσια πηγή υδρολύμενων τανινών, πρόδρομων ουσιών για πολλές βιολογικά δραστηκές ενώσεις, όπως το ελλαγικό οξύ, με σημαντική εμπορική αξία, οι οποίες χαρακτηρίζονται από αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντικαρκινικές ιδιότητες. Κεντρικός στόχος του έργου είναι η απομάκρυνση, μέσω εκχύλισης, των τανινικών συστατικών του περικαρπίου του ροδιού και συμπύκνωσή τους με μεμβράνες για την παραλαβή τανινικών συστατικών και εν συνεχεία απομόνωση του ελλαγικού οξέος έπειτα από την ενζυμική υδρόλυσή τους σε βιοαντιδραστήρα

μεμβρανών. Με τον τρόπο αυτό αξιοποιούνται τα πλεονεκτήματα καινοτόμων τεχνολογιών που επιτρέπουν συνεχή και αυτοματοποιημένη λειτουργία σε ήπιες και φιλικές προς το περιβάλλον συνθήκες. Επομένως, προκύπτουν σημαντικά οικονομικά οφέλη από την εμπορική αξιοποίηση των συστατικών υψηλής προστιθέμενης αξίας που υπάρχουν στα απόβλητα της χυμοποίησης του ροδιού, ενώ παράλληλα αποφεύγεται η περιβαλλοντική επιβάρυνση από την απόθεση/απόρριψη των στερεών υπολειμμάτων του ροδιού μετά την παραλαβή του χυμού του.

#### Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών και μεθόδων ολοκληρωμένης αξιοποίησης των παραπροϊόντων και αποβλήτων από τη μεταποίηση αγροτικών προϊόντων αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση η οποία μπορεί να αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζονται και διαχειρίζονται τα απόβλητα αυτά. Επί του παρόντος γίνονται πολλές ερευνητικές προσπάθειες τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Κρίσιμο σημείο στην περαιτέρω ανάπτυξη και εφαρμογή των αποτελεσμάτων των ερευνητικών αυτών προσπαθειών είναι η αναζήτηση και καθιέρωση των βέλτιστων πρακτικών και μεθόδων, καθώς και προσέγγιση των ενδιαφερομένων από τον αγροτικό, μεταποιητικό και κατασκευαστικό τομέα της ελληνικής οικονομίας με ειδικούς ερευνητές και κατόχους της σχετικής τεχνογνωσίας. Στα πλαίσια των παραπάνω ζητούμενων το Εργαστήριο Φυσικών Πόρων και Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας ([www.ngrre.cperi.certh.gr](http://www.ngrre.cperi.certh.gr)) διοργανώνει υπό την αιγίδα της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας του Υπουργείου Παιδείας & Θρησκευμάτων Πολιτισμού & Αθλητισμού σχετική Διημερίδα με θέμα: "Καινοτόμες μέθοδοι για ολοκληρωμένη αξιοποίηση των υπολειμμάτων από την επεξεργασία αγροτικών προϊόντων" στις 19-20 Νοεμβρίου 2013, στις εγκαταστάσεις του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΚΕΤΑ) στη Θέρμη - Θεσσαλονίκη. Σκοπός της εκδήλωσης μεταξύ άλλων είναι να συμβάλλει στην εμπέδωση σύγχρονων αντιλήψεων για ολοκληρωμένη διαχείριση φυσικών προϊόντων και παραπροϊόντων με παράλληλη εξασφάλιση περιβαλλοντικής προστασίας. ■

## ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΔΙΑΤΑΞΗ/“ΦΙΛΤΡΟ” ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΑ ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

■ Α. Ι. Καράμπελας<sup>1</sup>, Κ.Β. Πλάκας<sup>1</sup>, Β. Ζασπάλης<sup>2</sup>, Σ. Σκληράς<sup>2</sup>, Δ. Γιαννάκης<sup>3</sup>, Γ. Σιδηρόπουλος<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Εργαστήριο Φυσικών Πόρων και Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας,

<sup>2</sup> Εργαστήριο Ανόργανων Υλικών, Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων, Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Θεσσαλονίκη

<sup>3</sup> ΤΕΜΑΚ ΑΕΤΕ, Θεσσαλονίκη

Η εκτεταμένη ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδροφορέων που αξιοποιούνται για ύδρευση απαιτεί έρευνα και ανάπτυξη αποτελεσματικών, οικονομικών και φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών για την παραγωγή ασφαλούς και καλής ποιότητας πόσιμου νερού και την προστασία του περιβάλλοντος. Με αυτά τα κίνητρα διαμορφώθηκαν οι στόχοι του ερευνητικού έργου “ΝΗΡΟΝ” κατά το οποίο αναπτύχθηκε μια νέα διάταξη σε μορφή “φίλτρου” με ιδιαίτερα καινοτομικά χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα έναντι τόσο των συμβατικών

όσο και άλλων προηγμένων τεχνολογιών επεξεργασίας του νερού. Το καινοτόμο αυτό “φίλτρο” εκμεταλλεύεται την επιτόπια (in situ) ηλεκτροχημική παραγωγή, πάνω σε καταλυτικά νανοσωματίδια, βραχύβιων, αλλά ισχυρά οξειδωτικών ελεύθερων ριζών που επιτυγχάνουν την οξειδωση/αποδόμηση των επικίνδυνων για την ανθρώπινη υγεία τοξικών οργανικών ρύπων του νερού.

#### ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Αποτελεί κοινή διαπίστωση ότι η ποιότητα των υδατικών πόρων μεταβλήθηκε σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες ως αποτέλεσμα τόσο της διάθεσης επεξεργασμένων και μη αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων σε επιφανειακά νερά (λίμνες, ποτάμια), όσο και της γεωργικής, κτηνοτροφικής και γενικότερα ανθρώπινης δραστηριότητας. Ιδιαίτερη ανησυχία και προβληματισμό για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και στον άνθρωπο έχει προκαλέσει η ρύπανση του νερού από συνθετικούς οργανικούς ρύπους, όπως τα υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων, οι διαλύτες, τα συντηρητικά, οι φαρμακευτικές ουσίες, τα προϊόντα προσωπικής φροντίδας και άλλα βιομηχανικά χημικά. Αν και από το τοξικολογικό άποψη, ο εντοπισμός χαμηλών κατά κανόνα συγκεντρώσεων συνθετικών οργανικών ρύπων σε υπόγεια και επιφανειακά νερά (σε επίπεδα λίγων μικρογραμμάτων ή ακόμα και νανογραμμάτων ανά λίτρο) μπορεί να μην ενέχει πάντοτε κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, οι παραπάνω ενώσεις θεωρούνται ανεπιθύμητες σύμφωνα με την “αρχή της πρόληψης”. Η κατάσταση αυτή επιβάλλει ειδική μέριμνα στην επεξεργασία του πόσιμου νερού.

Λαμβάνοντας υπόψη τη μηδαμινή έως ελάχιστη απομάκρυνση των παραπάνω τοξικών οργανικών μικρορυπαντών με χρήση συμβατικών τεχνολογιών,

όπως η κροκιδωση/ συσσωμάτωση, η συμβατική διήθηση με αμμόφιλτρα και η απολύμανση με χρήση χλωρίου, εφαρμόζονται σήμερα νέες προηγμένες μέθοδοι επεξεργασίας του πόσιμου νερού με χαρακτηριστικούς αντιπροσώπους την προσρόφηση σε φίλτρα/κλίνες ενεργού άνθρακα, την οζόνωση και τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας (Ultra violet - UV), μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλα οξειδωτικά μέσα (π.χ. υπεροξειδίου του υδρογόνου-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, υπερμαγγανικό κάλιο-KMnO<sub>4</sub>, διοξειδίου του χλωρίου-ClO<sub>2</sub>, κ.ά.). Τα εγγενή, ωστόσο, προβλήματα των παραπάνω μεθόδων απορρύπανσης του νερού (π.χ. κορεσμός και εξουδετέρωση του ενεργού άνθρακα από προσροφημένα οργανικά συστατικά, μεταφορά και αποθήκευση επικίνδυνων οξειδωτικών), τα περιβαλλοντικά μειονεκτήματα και το σημαντικό κόστος (συχνή χρήση χημικών, αναγέννηση ή αντικατάσταση ενεργού άνθρακα, σημαντικό κόστος παραγωγής οζόντος) έχει οδηγήσει τη σύγχρονη έρευνα στη βελτιστοποίηση των υπάρχουσων τεχνολογιών (υβριδικά συστήματα επεξεργασίας νερού-hybrid systems), αλλά και στην ανάπτυξη νέων, περισσότερων φιλικών προς το περιβάλλον.

Για τις ανάγκες αυτές έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια οι λεγόμενες Προηγμένες Οξειδωτικές Μέθοδοι Αντιρρύπανσης, ΠΟΜΑ (Advanced Oxidation Processes-AOPs) οι οποίες χαρακτηρίζονται ως φιλικές προς το περιβάλλον (“καθαρές”) τεχνολογίες λόγω της εφαρμογής φιλικών πηγών ενέργειας (ηλεκτρικό ρεύμα, ηλιακό φως) και της μηδενικής δημιουργίας δευτερογενούς ρύπανσης. Η αποτελεσματικότητά τους στηρίζεται στη δημιουργία βραχύβιων ριζών υδροξυλίου,