

Η χρήση ανακυκλωμένου νερού στη γεωργία

Έκδοση 8/2005
Λευκωσία - ΚΥΠΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επεξεργασία και η χρήση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς θεωρείται σήμερα η πιο ασφαλισμένη και περιβαλλοντικά σωστή λύση.

Στην Κύπρο, με το πολύ ψηλό επίπεδο υγείας και τη ραγδαία τουριστική ανάπτυξη, η επεξεργασία και στη συνέχεια η χρήση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς θεωρείται απολύτως αναγκαία και τούτο γιατί η λύση αυτή, εκτός του ότι προσφέρει την καλύτερη αντιμετώπιση του θέματος από υγειονομικής άποψης, ταυτόχρονα, εξασφαλίζει ποσότητα νερού για γεωργική χρήση.

Η γεωργία στην Κύπρο με τις ξηροθερμικές της συνθήκες εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την άρδευση. Οι συνήθεις υδατικοί πόροι τόσο επιφανειακοί όσο και υπόγειοι έχουν σχεδόν εξαντληθεί. Ταυτόχρονα, οι περισσότερες περιοχές καλύφθηκαν με συστήματα άρδευσης μεγάλης αποδοτικότητας, όπως είναι οι σταγόνες και τα σπρίνκλερς.

Με την ολοένα αυξανόμενη έλλειψη καλής ποιότητας νερού και τη ζήτηση του για ανθρώπινη κατανάλωση αλλά και για άλλες χρήσεις, υπάρχει πιεστική ανάγκη χρήσης κατώτερης ποιότητας νερού για γεωργική χρήση. Η πίεση γίνεται ακόμα μεγαλύτερη με τις συνεχείς ανομβρίες που παρατηρούνται στον τόπο μας τα τελευταία χρόνια.

Γι' αυτό η χρήση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς στην Κύπρο αντιμετωπίζεται σαν μέρος του σχεδιασμού και της ανάπτυξης των υδατικών πόρων. Οποιαδήποτε μελλοντική αύξηση της αρδευόμενης έκτασης εξαρτάται αποκλειστικά από την ανάπτυξη των επιφανειακών υδατικών πόρων και της χρησιμοποίησης του ανακυκλωμένου νερού.

Στο φυλλάδιο αυτό, που ετοιμάστηκε στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος του Τμήματος Γεωργίας, δίνονται όλες οι αναγκαίες πληροφορίες σχετικά με την ασφαλή χρήση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν τα λύματα ήταν οι Έλληνες πριν 2000 περίπου χρόνια. Επίσης, η πρακτική αυτή χρησιμοποιείται από αιώνες στην Κίνα. Στην Ευρώπη η χρήση των λυμάτων ήταν κοινή πρακτική στη Γερμανία από το 16ο αιώνα και στην Αγγλία από το 19ο αιώνα. Στην Αμερική χρήση λυμάτων αναφέρεται ότι έγινε για πρώτη φορά το 1870. Αυξημένο ενδιαφέρον για χρήση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς άρχισε να παρουσιάζεται σε αναπτυγμένες χώρες κατά τη δεκαετία 1980-1990 λόγω βασικά της σωστής εκτίμησης των δυνατοτήτων και των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει.

Στην Κύπρο, το θέμα της επεξεργασίας και διάθεσης του ανακυκλωμένου νερού άρχισε να παρουσιάζεται ουσιαστικά από το 1970. Μετά το 1976, λόγω της μεγάλης τουριστικής ανάπτυξης στις παραλιακές πόλεις, το πρόβλημα έγινε οξύ και άρχισε να παρατηρείται μόλυνση των υπόγειων νερών και της θάλασσας. Έτσι από το 1980 άρχισε να απαιτείται από τις αρμόδιες αρχές η εγκατάσταση βιολογικών μονάδων επεξεργασίας των λυμάτων και στη συνέχεια η ορθολογική χρήση τους. Από το 1985 άρχισε η μελέτη και η κατασκευή βιολογικών σταθμών επεξεργασίας των λυμάτων σε μικρές κοινότητες και χωριά.

Από τα κεντρικά αποχετευτικά συστήματα των πόλεων ή δήμων, εκείνο της Λευκωσίας λειτουργεί από το 1980 και το ανακυκλωμένο νερό τοποθετείται στην ξηρή κοίτη του Πεδιαίου ποταμού, της Λεμεσού λειτουργεί από το 1995 και το ανακυκλωμένο νερό χρησιμοποιείται για άρδευση φυτειών ανατολικά και δυτικά της Λεμεσού. Το ανακυκλωμένο νερό του αποχετευτικού της Λάρνακας χρησιμοποιείται κυρίως γι' άρδευση χώρων πρασίνου και κτηνοτροφικών φυτών. Το αποχετευτικό της Πάφου λειτούργησε το 2002 και το ανακυκλωμένο νερό χρησιμοποιείται για εμπλουτισμό του υδροφορέα/ποταμού της Έζουσας. Επίσης, το αποχετευτικό της Αγίας Νάπας - Παραλιμνίου, που λειτούργησε το 2002, χρησιμοποιεί το ανακυκλωμένο νερό γι' άρδευση κυρίως χώρων πρασίνου.

Όσον αφορά τις εγκαταστάσεις βιολογικών σταθμών στις ξενοδοχειακές μονάδες, αυτές ανέρχονται στις 200 περίπου. Είναι συστήματα δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας επεξεργασίας και το ανακυκλωμένο νερό χρησιμοποιείται για άρδευση των χώρων πρασίνου. Στις μικρές κοινότητες και χωριά υπάρχουν 30 περίπου σταθμοί επεξεργασίας και το ανακυκλωμένο νερό χρησιμοποιείται για άρδευση ή για εμπλουτισμό. Σύντομα προγραμματίζεται να λειτουργήσουν 28 νέοι βιολογικοί σταθμοί τριτοβάθμιας επεξεργασίας.

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η σημασία της χρησιμοποίησης του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς στον τόπο μας είναι πολύ μεγάλη. Κατ' αρχήν, εκτός του ότι η χρήση αυτή θεωρείται η μόνη εφικτή, οικονομική και ασφαλής μέθοδος για απο-

φυγή μόλυνσης του περιβάλλοντος, ταυτόχρονα αποτελεί και σταθερή πηγή νερού που δεν εξαρτάται από τη βροχόπτωση, όπως οι άλλοι συμβατικοί υδατικοί πόροι.

Κατά συνέπεια η θεώρηση του ανακυκλωμένου νερού σαν υδατικού πόρου συμβάλλει: **Στην ανάπτυξη νέων υδατικών πόρων, στην προστασία των υδατικών πόρων σε παράκτιες κυρίως περιοχές όπου παρατηρείται διείσδυση αλμυρού νερού σε υπόγειους υδροφορείς, στην ανάπτυξη πολιτικής υδατικών πόρων, με έμφαση στη διατήρηση πηγών και περιβάλλοντος, στην προστασία της υγείας του κοινού και του περιβάλλοντος και στη μείωση του κόστους νερού.**

Με τη συμπλήρωση των κεντρικών συστημάτων στα μεγάλα αστικά κέντρα και την ύπαιθρο, αναμένεται ότι περίπου 30 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ανακυκλωμένου νερού θα είναι διαθέσιμα για γεωργικούς σκοπούς και κατά συνέπεια 15% περίπου της αρδευόμενης έκτασης μπορεί να ποτίζεται με το νερό αυτό.

Επιπρόσθετα, το ανακυκλωμένο νερό περιέχει πολλά θρεπτικά στοιχεία άμεσης πρόσληψης από τα φυτά, όπως είναι το Άζωτο, ο Φώσφορος και το Κάλι, καθώς και ιχνοστοιχεία που βοηθούν σημαντικά στην ανάπτυξη των διαφόρων καλλιεργειών.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ

Τα λύματα παρουσιάζουν ειδικές φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές ιδιότητες που καθιστούν τη σύνθεσή τους μοναδική και με πολλές ιδιαιτερότητες. Γι' αυτό τα χαρακτηριστικά αυτά, καθώς και η μελλοντική χρήση τους αποτελούν τους δύο βασικούς παράγοντες στους οποίους βασίζεται ο τρόπος και ο βαθμός επεξεργασίας. Γενικά, τα προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού για άρδευση μπορούν να καταταγούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

Προβλήματα υγείας λόγω παρουσίας παθογενών μικροοργανισμών ή βιοσυγκέντρωσης τοξικών στοιχείων στα φυτά.

Προβλήματα αγρονομικά τα οποία σχετίζονται με την παρουσία ανόργανων ρυπαντών ή τοξικών ουσιών που συγκεντρώνονται στο έδαφος ή τα φυτά επηρεάζοντας τα αρνητικά. Η λύση για τα προβλήματα υγείας είναι η επεξεργασία των λυμάτων. Γι' αυτό το ανακυκλωμένο νερό, πριν διατεθεί στους αποδέκτες, υφίσταται κατάλληλη πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή επεξεργασία.

Η **πρωτογενής επεξεργασία** σκοπό έχει τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου. Περιλαμβάνει συνήθως την απομάκρυνση ορισμένων στερεών, άμμου και λιπών και την καθίζηση των αιωρούμενων στερεών σε κατάλληλες δεξαμενές. Η **δευτερογενής επεξεργασία** περιλαμβάνει επιπλέον τη βιολογική αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών και στη συνέχεια την καθίζηση και απομά-

κρυνση της παραγόμενης βιομάζας. Με τη δευτεροβάθμια επεξεργασία επιτυγχάνεται μείωση του οργανικού φορτίου μέχρι 90-95%. Η **τριτογενής επεξεργασία** περιλαμβάνει, αν είναι αναγκαία, την απομάκρυνση του Αζώτου και Φωσφόρου, καθώς και το φιλτράρισμα του ανακυκλωμένου νερού.

Η απολύμανση, που στην Κύπρο περιλαμβάνεται σε όλα τα συστήματα επεξεργασίας των λυμάτων, αφορά στη δραστική μείωση των μικροοργανισμών που περιέχονται στα λύματα. Η απολύμανση γίνεται κυρίως με χλωρίνη.

Τα αγρονομικά προβλήματα αντιμετωπίζονται με την επιλογή των διαφόρων φυτειών, καθώς και με σειρά διαφόρων κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων.

ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η ποιότητα του ανακυκλωμένου νερού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του νερού υδατοπρομήθειας, τη φύση των διαφόρων ουσιών που προστίθενται κατά τη διάρκεια της χρήσης του και του βαθμού επεξεργασίας του. Γενικά εάν το νερό της υδατοπρομήθειας είναι αποδεκτής ποιότητας για πότισμα, τότε και το ανακυκλωμένο νερό από αστικά λύματα είναι, επίσης, αποδεκτής ποιότητας για πότισμα, αν και χειροτερεύει σε κάποιο βαθμό η ποιότητά του.

Τα κριτήρια αξιολόγησης και εκτίμησης του ανακυκλωμένου νερού από φυσικής και χημικής άποψης για σκοπούς άρδευσης είναι τα ίδια με εκείνα που καθορίστηκαν για τα υφάλμυρα νερά, δηλαδή η αλατότητα, η διηθητικότητα, η ειδική τοξικότητα ιόντων, τα βαρέα μέταλλα και διάφορα άλλα.

Η **αλατότητα** του ανακυκλωμένου νερού δεν αποτελεί σημαντικό πρόβλημα κάτω από τις κυπριακές συνθήκες. Τα προβλήματα που δημιουργούνται με τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού δεν είναι διαφορετικά από εκείνα που δημιουργούνται από την αλατότητα με κανονικές πηγές νερού. Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι η ολική αλατότητα βρίσκεται σε πλαίσια αποδεκτά για τις περισσότερες σημαντικές φυτείες του τόπου μας. Στις περιπτώσεις εκείνες που το ανακυκλωμένο νερό αναμένεται να δημιουργήσει κάποια προβλήματα λόγω της αλατότητας του, τότε εφαρμόζονται τα ίδια διαχειριστικά μέτρα που ισχύουν για τη χρήση υφάλμυρων νερών δηλαδή **την εκλογή της κατάλληλης φυτείας, τη διατήρηση της διαθέσιμης υγρασίας σε ψηλά επίπεδα, το ξέπλυμα των αλάτων κτλ.**

Η **διηθητικότητα**, παρά τη σχετική αύξηση της συγκέντρωσης του Νατρίου στο ανακυκλωμένο νερό, δεν αναμένεται να δημιουργήσει οποιαδήποτε σοβαρά προβλήματα. Πιθανά προβλήματα διηθητικότητας μπορούν να λυθούν με κατάλληλα διαχειριστικά μέτρα, όπως είναι η επιλογή του κατάλληλου συστήματος άρδευσης, η αύξηση της συχνότητας άρδευσης, η επέκταση της διάρκειας άρδευσης κτλ.

Η **ειδική τοξικότητα ιόντων** στην περίπτωση του ανακυκλωμένου νερού εντοπίζεται κυρίως στα στοιχεία Χλώριο, Νάτριο και Βόριο. Κάτω από τις κυ-

πριακές συνθήκες, στο παρόν στάδιο, τα στοιχεία αυτά δεν αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για τις περισσότερες φυτείες.

Για τα **βαρέα μέταλλα** θα μπορούσε να λεχθεί ότι, προς το παρόν, δεν αποτελούν ανησυχητικό πρόβλημα, δεδομένου ότι στα κεντρικά αποχετευτικά συστήματα απαγορεύεται η απόρριψη αποβλήτων με ψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων.

Στα **διάφορα** κατατάσσονται προβλήματα, όπως ασυνήθιστες τιμές του pH, διάβρωση των σωλήνων και εξαρτημάτων, ψηλό υπολειμματικό Νάτριο και κλείσιμο των πέκκων.

ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα πιο σημαντικά θρεπτικά στοιχεία που περιέχονται στο ανακυκλωμένο νερό είναι το Άζωτο, ο Φωσφόρος, το Κάλι και διάφορα άλλα μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Τα θρεπτικά αυτά στοιχεία που προστίθενται κατά τη διάρκεια της άρδευσης μπορούν να χαρακτηριστούν σαν ένα είδος συνδυασμένης άρδευσης/λίπανσης. Τα θρεπτικά αυτά στοιχεία που προστίθενται στο ανακυκλωμένο νερό είναι σημαντικής αξίας και μειώνουν το κόστος λίπανσης. Όμως τα θρεπτικά αυτά στοιχεία, κάτω από ορισμένες συνθήκες, όταν βρίσκονται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από τις ανάγκες των φυτών ή όταν το νερό ξεπερνά τις υδατικές ανάγκες των φυτών, μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στα φυτά και το περιβάλλον.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΑΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ

Για τον καθορισμό προδιαγραφών ποιότητας χρήσης του ανακυκλωμένου νερού ορίστηκε Τεχνική Επιτροπή που ασχολείται με το θέμα από το 1984. Η Επιτροπή, αφού μελέτησε τις προδιαγραφές στις διάφορες χώρες, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα πειράματα του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών όσο και τις κοινωνικές και κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στη Κύπρο, καθώς και τις προδιαγραφές της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας και τις κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθόρισε τις κυπριακές Προδιαγραφές (**Πίνακας 1**).

Ταυτόχρονα, επειδή κατά τη χρησιμοποίηση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς είναι απαραίτητο να λαμβάνονται ορισμένα μέτρα για την προστασία της υγείας του κοινού, που δεν μπορούν να καταχωρηθούν σαν «προδιαγραφές ποιότητας», η Επιτροπή έχει συντάξει και ένα "Κώδικα Πρακτικής" (οι κυριότερες πρόνοιες του παρουσιάζονται στον **Πίνακα 2**) η τήρηση του οποίου είναι εξίσου υποχρεωτική όπως και των προδιαγραφών ποιότητας.

Ο Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Κ.Δ.Π. 407/2002) εκδόθηκε σύμφωνα με τον περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών και του Εδάφους Νόμο (Αρ. 106(I)/2002) με κυριότερο σκοπό την προστασία των νερών.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Προδιαγραφές ποιότητας ανακυκλωμένου νερού
(αστικών υγρών απόβλητων) για σκοπούς άρδευσης**

Φυτείες που επιτρέπεται να αρδεύονται	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (μέρη στο εκατομμύριο)	Αιωρούμενα στερεά (μέρη στο εκατομμύριο)	Εντερικά Κολοβακτηρίδια ανά 100 κ.ε.	Αυγά εντερικών παρασίτων /λίτρο	Επεξεργασία που απαιτείται
Όλες οι καλλιέργειες (α)	10*	10*	5* 15**	Τίποτε	Τριτοβάθμια και απολύμανση
Χώροι πρασίνου με ελεύθερη χρήση από το κοινό Λαχανικά μαγειρεμένα (β)	A 10* 15**	10* 15**	50* 100**	Τίποτε	Τριτοβάθμια και απολύμανση
Προϊόντα για ανθρώπινη βρώση, χώροι πρασίνου με περιορισμένη χρήση από το κοινό	A 20* 30**	30* 45**	200* 1000**	Τίποτε	Δευτεροβάθμια και απολύμανση και αποθήκευση>7 μέρες ή τριτοβάθμια και απολύμανση
Κτηνοτροφικά φυτά	A 20* 30*	30** 45**	1000* 5000**	Τίποτε	Δευτεροβάθμια και απολύμανση και αποθήκευση>7 μέρες ή τριτοβάθμια και απολύμανση
	B -	-	1000* 5000**	Τίποτε	Δεξαμενές σταθεροποίησης με παραμονή>60 μέρες
Βιομηχανικά φυτά	A50* 70** B -	- -	3000 * 10000 ** 300 * 10000**	- -	Δευτεροβάθμια και απολύμανση Δεξαμενές σταθεροποίησης με παραμονή>60 ημέρες

A: Επεξεργασία με μηχανοποιημένες μεθόδους (ενεργούς ιλύος κτλ.)

B: Επεξεργασία σε δεξαμενές σταθεροποίησης μεγάλου χρόνου παραμονής.

* : Αυτές οι τιμές δεν πρέπει να υπερβαίνουν για το 80% των δειγμάτων που αναλύονται.

** : Μέγιστη αποδεκτή τιμή.

(α): Απαγορεύεται να αρδεύονται φυλλώδη λαχανικά, βολβοί και κόνδυλοι που τρώγονται ωμοί.

(β): Πατάτες, κολοκάσι, κοκκινόγouλια.

Σημ.1: Επεξεργασμένα υγρά απόβλητα που θα χρησιμοποιηθούν για άρδευση δεν πρέπει να περιέχουν τοξικά στοιχεία ή ενώσεις που συσσωρεύονται στα εδάφιμα μέρη του φυτού και έχουν αποδειχθεί τοξικά για τους ανθρώπους.

Οι **Προδιαγραφές** καθορίζουν με λεπτομέρεια τόσο το επίπεδο επεξεργασίας όσο και τις φυτείες που μπορούν να αρδευτούν. Έτσι διαφορετικές ποιότητες ανακυκλωμένου νερού καθορίζουν διαφορετικά είδη φυτειών που επιτρέπεται να αρδευτούν. Με βάση τον **Πίνακα 1**, επιτρέπεται η άρδευση όλων των καλλιεργειών, ανάλογα με την ποιότητα του ανακυκλωμένου νερού, **εκτός από τα φυλλώδη λαχανικά, τους βολβούς και κόνδυλους που τρώγο-**

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Βασικές πρόνοιες Κώδικα Πρακτικής Χρήσης ανακυκλωμένου νερού για σκοπούς άρδευσης

- Όλα τα συστήματα υδροληψίας (βαλβίδες, στρόφιγγες κτλ) του αρδευτικού δικτύου πρέπει να έχουν σύστημα προστασίας που να μην επιτρέπει τη χρησιμοποίησή τους από μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα.
- Όλοι οι υπόγειοι αγωγοί και τα συστήματα υδροληψίας πρέπει να έχουν χρώμα κόκκινο ή να σηματοδοτούνται με την επικόλληση κόκκινης ταινίας.
- Οι δεντρώδεις καλλιέργειες αρδεύονται με τα συστήματα των σταγόνων, των μικροεκτοξευτήρων και του λάστιχου λεκάνης. Απαγορεύεται η συλλογή φρούτων από το έδαφος εκτός από τις περιπτώσεις των ξηρών καρπών. Στις περιπτώσεις που διαβρέχεται ο καρπός η άρδευση διακόπτεται μια βδομάδα πριν τη συγκομιδή.
- Οι αμπελώνες αρδεύονται με το σύστημα των σταγόνων ή των μικροεκτοξευτήρων. Στις περιπτώσεις που διαβρέχεται ο καρπός η άρδευση διακόπτεται μια βδομάδα πριν τη συγκομιδή.
- Τα λαχανικά αρδεύονται με τα συστήματα των σταγόνων και της υπόγειας άρδευσης. Οι καρποί δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με το ανακυκλωμένο νερό.
- Τα λαχανικά που τρώγονται μαγειρεμένα αρδεύονται με τα συστήματα των σταγόνων, των εκτοξευτήρων και της υπόγειας άρδευσης.

νται ωμοί και τα λαχανικά που τρώγονται ωμά και το ανακυκλωμένο νερό έρχεται σε επαφή με τους καρπούς.

Ο **Κώδικας Πρακτικής**, μεταξύ άλλων, καθορίζει με λεπτομέρεια τα βελτιωμένα συστήματα άρδευσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε φυτεία. Έτσι δίνεται ιδιαίτερη προσοχή τόσο στα ίδια τα συστήματα άρδευσης, όσο και στην πίεση λειτουργίας τους, τη γωνιά έκτοξευσης του νερού, την απόσταση από κατοικημένες περιοχές και άλλα. Επίσης, με τον Κώδικα Πρακτικής καθορίζονται και άλλα πρακτικής φύσης θέματα, όπως είναι:

- Η σηματοδότηση των υπόγειων αγωγών και των συστημάτων υδροληψίας με κόκκινο χρώμα.
- Η απαγόρευση βόσκησης γαλακτοφόρων αγελάδων σε χώρους που καλλιεργούνται κτηνοτροφικά φυτά.
- Η απαγόρευση συλλογής φρούτων από το έδαφος εκτός από τις περιπτώσεις των ξηρών καρπών.
- Το σταμάτημα της άρδευσης των δενδρωδών καλλιεργειών μια βδομάδα πριν τη συγκομιδή, όταν διαβρέχεται ο καρπός τους.

Η επιτυχία της χρησιμοποίησης του ανακυκλωμένου νερού για γεωργική παραγωγή εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από την αποδοχή κατάλληλης στρατηγικής που να επιτυγχάνει την πιο ορθολογική παραγωγή σε συνδυασμό με την ποιότητα, να διατηρεί την παραγωγικότητα του εδάφους και να εξασφαλίζει την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Στο παρελθόν δινόταν ιδιαίτερη έμφαση στην επεξεργασία των λυμάτων σαν το μόνο δυνατό και εφικτό μέσο για μείωση των **κινδύνων ανθρώπινης**

υγείας και προστασίας του περιβάλλοντος. Σήμερα η πολιτική που ακολουθείται για μείωση των κινδύνων υγείας περιλαμβάνει και άλλα μέτρα, όπως είναι ο περιορισμός των καλλιεργειών, η επιλογή των κατάλληλων συστημάτων άρδευσης, οι συνθήκες υγιεινής και ο έλεγχος της έκθεσης του κοινού και των εργατών στο ανακυκλωμένο νερό.

Όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, οι εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας από τις οποίες προέρχεται το προς άρδευση ανακυκλωμένο νερό θα πρέπει να είναι αδειοδοτημένες με Άδεια Απόρριψης Αποβλήτων σύμφωνα με τον περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών και του Εδάφους Νόμο (Αρ. 106(Ι)/2002). Οι φορείς εκμετάλλευσης των αδειοδοτημένων βιολογικών σταθμών θα πρέπει να τηρούν πλήρως τους όρους που τίθενται στην άδειά τους, με στόχο την εξάλειψη ή ελαχιστοποίηση της ρύπανσης των υπόγειων νερών και του εδάφους που μπορεί να προκαλέσει η μη ορθολογική χρήση του ανακυκλωμένου νερού στη γεωργία.

ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Τα βελτιωμένα συστήματα άρδευσης που χρησιμοποιούνται για το πότισμα των διαφόρων καλλιεργειών με ανακυκλωμένο νερό δεν διαφέρουν βασικά από εκείνα που χρησιμοποιούνται για πότισμα με κανονικά νερά. Όμως τα συστήματα άρδευσης πρέπει να επιλεγούν πολύ προσεκτικά και να λαμβάνουν υπόψη τόσο την υγεία των εργατών και του κοινού γενικότερα αλλά και πιθανά τεχνικά και περιβαλλοντικά προβλήματα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο καλό φιλτράρισμα και στην αποφυγή δημιουργίας πολύ μικρών σταγόνων που μπορούν εύκολα να μεταφερθούν με τον αέρα.

Τα βελτιωμένα συστήματα άρδευσης που χρησιμοποιούνται για άρδευση των διαφόρων καλλιεργειών με ανακυκλωμένο νερό είναι εκείνα των σταγόνων, των διαφόρων ειδών εκτοξευτήρων και του λάστιχου-λεκάνης. Οι σταγόνες χρησιμοποιούνται βασικά για την άρδευση λαχανικών αλλά και κάποιων κτηνοτροφικών φυτών, όπως είναι ο αραβόσιτος και το σούταξ.

Για την άρδευση δενδρωδών καλλιεργειών χρησιμοποιούνται βασικά τα μίνι σπρίνκλερς και για την άρδευση κτηνοτροφικών κυρίως φυτών διάφοροι τύποι εκτοξευτήρων.

Το σύστημα των σταγόνων θεωρείται ιδανικό γιατί, εκτός από τη μεγάλη οικονομία στο νερό, ταυτόχρονα, αποφεύγονται τα προβλήματα ασφάλειας των εργατών και του κοινού από τα αεροζόλ που δημιουργούνται με τους εκτοξευτήρες. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι το κλείσιμο των σταγόνων γι' αυτό θεωρείται απαραίτητο ένα καλό σύστημα φιλτράρισματος. Στις περιπτώσεις εκείνες που το ανακυκλωμένο νερό είναι τριτοβάθμια επεξεργασμένο και κατά συνέπεια τόσο το οργανικό φορτίο όσο και τα αιωρούμενα στερεά βρίσκονται σε μικρή συγκέντρωση τα προβλήματα από κλείσιμο των σταγόνων μειώνονται σημαντικά.

Τα προβλήματα κλεισίματος της οπής των εκτοξευτήρων είναι λιγότερα από εκείνα των σταγόνων και μειώνονται όσο αυξάνεται η διάμετρος της οπής.

Με τη χρήση των μίνι σπρίνκλερς τα προβλήματα από τη δημιουργία αεροζόλ είναι σχετικά μικρά, αυξάνονται όμως όσο μεγαλώνει η παροχή και η διάμετρος διαβροχής.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΥΤΕΙΩΝ

Οι προδιαγραφές ποιότητας καθορίζουν και το είδος των φυτειών που μπορούν να αρδευτούν. Ο βαθμός, στον οποίο η χρήση του ανακυκλωμένου νερού θα επηρεάσει την επιλογή των φυτειών, εξαρτάται από το στόχο του γεωργού και τα χαρακτηριστικά του ανακυκλωμένου νερού.

Εάν βασικός σκοπός είναι η μέγιστη παραγωγή προϊόντων από τη μέγιστη δυνατή έκταση και εάν η ποιότητα του ανακυκλωμένου νερού είναι ικανοποιητική σύμφωνα με τα αγρονομικά κριτήρια, τότε η χρήση του δεν αναμένεται να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την επιλογή φυτειών.

Εάν όμως η ποιότητα είναι προβληματική ή όταν εισαχθούν άλλοι σκοποί, όπως είναι η διάθεση και όχι η χρήση του ανακυκλωμένου νερού, τότε η επιλογή των φυτειών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό.

Τα **κυριότερα κριτήρια** που κάποιος πρέπει να λάβει υπόψη του σχεδιάζοντας τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού για φυτική παραγωγή είναι τα εξής:

- Οι ισχύοντες νομοθεσίες και κανονισμοί.
- Η ανθεκτικότητα των φυτών σε άλατα και στοιχεία.
- Η χρησιμοποίηση Αζώτου και Φωσφόρου από τα φυτά.
- Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους.
- Οι κλιματολογικές συνθήκες.
- Η ικανότητα μεταφοράς μικροοργανισμών.

Οι εφαρμοζόμενες τεχνικές και οι προδιαγραφές χρήσης του ανακυκλωμένου νερού όχι μόνο πληρούν τα κριτήρια της Ε.Ε. αλλά είναι αυστηρότερα.

Για σκοπούς ασφάλειας και διαφύλαξης της υγείας καθορίστηκαν κατά αυξανόμενο βαθμό κινδύνου που πιθανό να παρουσιάσουν οι διάφορες φυτείες ως ακολούθως:

- Τα δασικά δέντρα.
- Τα βιομηχανικά φυτά.
- Τα δέντρα που παράγουν καρπούς οι οποίοι τρώγονται αφού καθαριστούν (εσπεριδοειδή).
- Τα δέντρα που παράγουν καρπούς οι οποίοι τρώγονται χωρίς καθάρισμα (φυλλοβόλα).
- Το γρασίδι και χώροι πρασίνου με ελεύθερη χρήση από το κοινό.
- Τα φυλλώδη λαχανικά, βολβοί και κόνδυλοι που τρώγονται ωμά.

Όπως φαίνεται από τα πιο πάνω, η άρδευση δασικών δέντρων αποτελεί τη χρήση με το μικρότερο κίνδυνο. Η άρδευση φυλλωδών λαχανικών, βολβών και κονδύλων, που με βάση τις προδιαγραφές απαγορεύεται, αποτελεί το μεγαλύτερο κίνδυνο.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών άρχισε συστηματική έρευνα από το 1984 που στοχεύει στην επίλυση των σχετικών προβλημάτων έτσι ώστε το ανακυκλωμένο νερό να χρησιμοποιείται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και σε πλαίσια ασφαλή για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Το πρόγραμμα που ακολουθείται περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα φυτειών που αρδεύονται με ανακυκλωμένο νερό, καθώς και φυσικοχημικών, χημικών και μικροβιολογικών αναλύσεων. Με τα πειράματα μελετήθηκαν επισταμένα οι φυσικοχημικές, χημικές και μικροβιολογικές ιδιότητες του ανακυκλωμένου νερού, καθώς και οι επιπτώσεις από τη χρήση του πάνω στα εδάφη και τα φυτά που αρδεύονται. Οι μελέτες επεκτάθηκαν και στην άρδευση λαχανικών και έχουν εξεταστεί τυχόν μολύνσεις των καρπών από παθογόνους μικροοργανισμούς, παράσιτα και χημικές ουσίες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι προβλήματα, όπως είναι η συγκέντρωση αλάτων, πρέπει να αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο όπως εκείνα των άλλων νερών που χρησιμοποιούνται πλατιά για άρδευση. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι με την τρίτοβάθμια επεξεργασία οι μικροβιολογικοί παράγοντες μειώνονται σε τέτοια επίπεδα που επιτρέπουν τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού για άρδευση μέσα σε διεθνώς αποδεκτά επίπεδα ασφάλειας.

Αποδείχτηκε, επίσης, ότι το σύστημα άρδευσης και η επιλογή των καλλιεργειών είναι επιπρόσθετα πρακτικά μέτρα για την ασφαλή χρήση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς.

Το γενικό συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι τα βασικά προβλήματα που συνδέονται με τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού για άρδευση, όπως είναι η αλατότητα, τα θρεπτικά στοιχεία και ο κίνδυνος από πλευράς δημόσιας υγείας και ρύπανσης του περιβάλλοντος αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά με καλή και συνετή διαχείριση.

Κατά συνέπεια, το ανακυκλωμένο νερό, κάτω από τις κυπριακές ημιξηρικές συνθήκες, πρέπει να θεωρείται επιπρόσθετη σταθερή πηγή κατάλληλου νερού για άρδευση το οποίο μπορεί να συμβάλει στην απάμβλυνση του υδατικού προβλήματος. Η αξιοποίηση του ανακυκλωμένου νερού για άρδευση, σύμφωνα με τις υδατικές ανάγκες των φυτών, αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη και περιβαλλοντικά φιλική μέθοδο χρήσης του.

Το οικονομικό όφελος από μια τέτοια προσέγγιση είναι μεγάλο, καθότι έτσι μπορούμε να επεκτείνουμε την αρδευόμενη γεωργία, να εξοικονομήσουμε νερό από τη γεωργία για άλλους τομείς της οικονομίας και να πετύχουμε παραγωγές πολύ ψηλότερες εκείνων που επιτυγχάνονται με τα συνηθισμένα νερά άρδευσης. Επιπλέον, με τη γεωργική χρήση επιτυγχάνεται μακροχρόνια διατήρηση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. **Είναι καιρός και στην Κύπρο να ξεπεραστεί ο ψυχολογικός παράγοντας, ο οποί-**

ος, σε μερικές περιπτώσεις, αποτελεί εμπόδιο στη χρήση του ανακυκλωμένου νερού για άρδευση.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΕΩΡΓΟΥ

Μετά τα επιτυχή πειράματα που έγιναν στο Ι.Γ.Ε., άρχισε το 1995 η χρήση του ανακυκλωμένου νερού σε επίπεδο γεωργού. Το Τμήμα Γεωργίας αρχικά εγκατέστησε αποδεικτικούς άρδευσης σε κτηνοτροφικά φυτά, όπως είναι το τριφύλλι, ο κτηνοτροφικός αραβόσιτος και το σούταξ. Στη συνέχεια, και μετά από τις εμπειρίες που αποκτήθηκαν, επεκτάθηκε η εγκατάσταση αποδεικτικών και σε άλλες φυτείες, όπως είναι τα άνθη, οι ελιές, τα εσπεριδοειδή, τα αμπέλια, οι πατάτες και τα ξηρά κρεμμύδια.

Τα αποτελέσματα της χρήσης του ανακυκλωμένου νερού σε επίπεδο γεωργού είναι πολύ ενθαρρυντικά. Οι αποδεικτικοί έδειξαν ότι τόσο η ποσότητα όσο και η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων δεν υστερούν από εκείνα που ποτίζονται με κοινό νερό.

Επίσης, η χρήση του ανακυκλωμένου νερού σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τον Κώδικα Πρακτικής δεν δημιουργήσε οποιαδήποτε προβλήματα στους χειριστές του νερού αλλά και στο κοινό γενικότερα.

Η χρήση του ανακυκλωμένου νερού, σύμφωνα με τις Προδιαγραφές και τον Κώδικα Πρακτικής, αποτελεί σήμερα κοινή πρακτική στις φυτείες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Παγκόσμια, η χρήση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς με τη χρήση μόνιμων Βελτιωμένων Συστημάτων Άρδευσης σε φυτείες που παρουσιάζουν το μικρότερο κίνδυνο στη δημόσια υγεία θεωρείται η καλύτερη προσέγγιση για επίτευξη των μεγαλύτερων ωφελειών από κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής άποψης.
- Τα αποτελέσματα των αποδεικτικών σε επίπεδο γεωργού τα τελευταία χρόνια είναι πολύ ενθαρρυντικά και δείχνουν ότι μπορούν να παραχθούν γεωργικά προϊόντα μειώνοντας σε αποδεκτά επίπεδα τους κινδύνους υγείας στο κοινό ή τους εργάτες. Ήδη η χρήση του ανακυκλωμένου νερού έγινε αποδεκτή από τους γεωργοκτηνοτρόφους εδώ και πολλά χρόνια, και αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς.
- Η παρούσα έκδοση, μεταξύ των άλλων, καλείται να απαμβλύνει, περιορίσει, εξαλείψει και απαντήσει σε οποιεσδήποτε αρνητικές αντιδράσεις που κατά καιρούς προβάλλονται και κατά κύριο λόγο οφείλονται σε ψυχολογικούς παράγοντες και όχι σε αμφισβήτηση της αξίας του ανακυκλωμένου νερού για χρήση του στη γεωργία.

- Το ανακυκλωμένο νερό αποτελεί μια νέα, σίγουρη και σταθερή πηγή νερού για γεωργική χρήση που είναι εμπλουτισμένο με διάφορα θρεπτικά στοιχεία και παρέχει σιγουριά στους χρήστες ακόμα και σε περιόδους ανομβρίας.

Το Τμήμα Γεωργίας και ειδικότερα ο Κλάδος Χρήσης Γης και Ύδατος είναι στη διάθεση του κάθε ενδιαφερόμενου πολίτη για παροχή περισσότερων πληροφοριών σχετικά με την ορθολογική χρήση του ανακυκλωμένου νερού για άρδευση.



Επιμέλεια Έκδοσης

Τομέας Δημοσιότητας
Κλάδου Γεωργικών Εφαρμογών
και Δημοσιότητας

ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΕΚΔΟΣΗ

Το φυλλάδιο αυτό αποτελεί αναθεωρημένη έκδοση του φυλλαδίου με αρ. 10/2000, του Χριστόδουλου Φωτίου. Η αναθεώρηση έγινε με συμβολή του Κλάδου Χρήσης Γης και Ύδατος του Τμήματος Γεωργίας, του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών και της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος.