

# Κύκλος ζωής τροφίμων και υποβάθμιση του περιβάλλοντος: Σύγχρονες προκλήσεις και τρόποι διαχείρισης-πρόληψης

Μιχαήλ Γεωργούλης, Αριστείδης Αποστόλου, Ειρήνη Μπαθρέλλου, Γλυκερία Ψαρρά

Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας - Διατροφής, Σχολή Επιστημών Υγείας & Αγωγής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

## Περίληψη

Η επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον, και πιο συγκεκριμένα στην ατμόσφαιρα, το έδαφος, τους υδάτινους πόρους και τη βιοποικιλότητα είναι πια τόσο έντονη και εμφανής που στις μέρες μας γίνεται λόγος για μια νέα γεωλογική εποχή, το Ανθρωπόκαινο, η οποία ορίζεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα και χαρακτηρίζεται από τη συνεχή υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Σημαντικό ρόλο στο φαινόμενο αυτό διαδραματίζει ο κύκλος ζωής των τροφίμων, από την πρωτογενή παραγωγή έως και τη διάθεσή τους στον καταναλωτή. Οι σύγχρονες επισιτιστικές ανάγκες σε έναν πλανήτη του οποίου ο πληθυσμός αυξάνεται συνεχώς οδήγησαν σε μια τεράστια ανάπτυξη του τομέα της παραγωγής και της βιομηχανίας τροφίμων, καθώς και στην παγκοσμιοποίηση της οικονομίας και του εμπορίου από αυτόν τον τομέα. Το γεγονός αυτό συνέβαλε με τη σειρά του σε μια θεαματική αύξηση της διαθέσιμης ποσότητας και της ποικιλίας των τροφίμων που προσφέρονται στους καταναλωτές, οδήγησε όμως παράλληλα σε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως η εξάντληση του υδροφόρου ορίζοντα, η διάβρωση και η ερημοποίηση του εδάφους, η ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα από χημικές εισροές, η μείωση της βιοποικιλότητας και η υποβάθμιση του φυσικού τοπίου. Στην παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζονται τα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής των τροφίμων που συμβάλλουν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, δίνοντας έμφαση στις σημαντικότερες περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις, καθώς και οι κύριοι τρόποι διαχείρισης και πρόληψης αυτών, με αναφορά στα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης και την προσέγγιση της αειφόρου ανάπτυξης.

**Λέξεις κλειδιά** Κύκλος ζωής τροφίμων, Περιβάλλον, Αειφόρος ανάπτυξη

## Food life cycle and environmental degradation: Contemporary challenges and strategies for their management-prevention

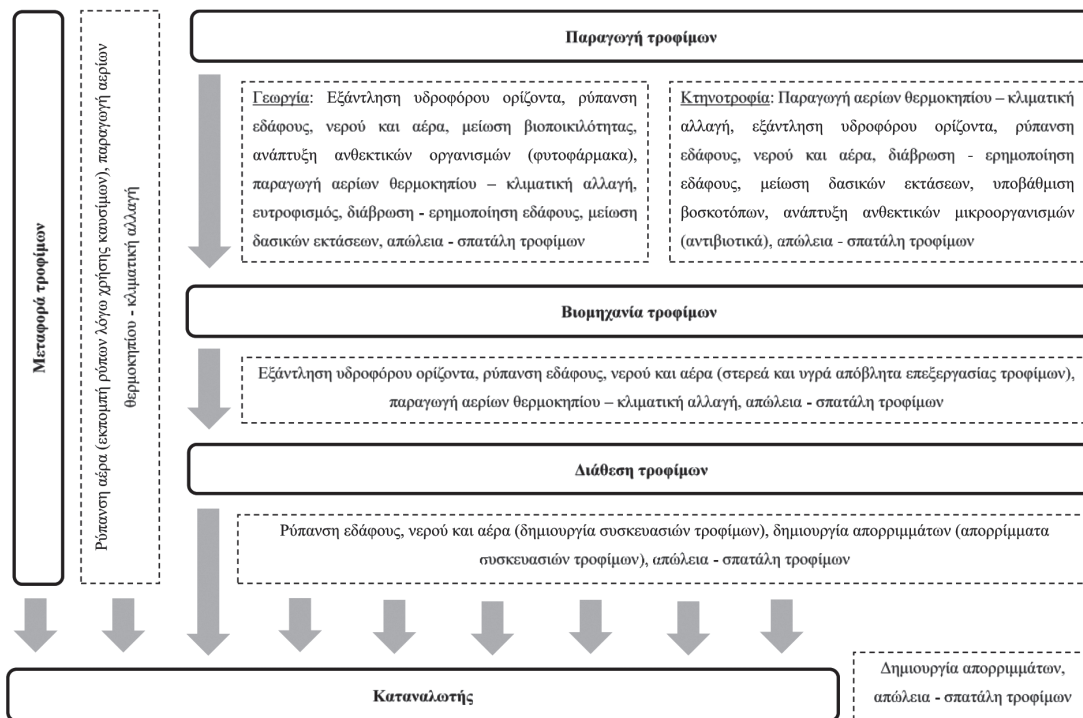
Michael Georgoulis, Aristides Apostolou, Eirini Bathrellou, Glykeria Psarra

Department of Nutrition and Dietetics, School of Health Science and Education, Harokopio University, Athens, Greece

## Abstract

The effect of human activity on the environment, i.e. the atmosphere, soil, water resources and biodiversity, is nowadays so intense and obvious that the concept of a new geological era, the Anthropocene, defined by the action of humans and characterized by the collapse of the ecosystem, is widely and seriously debated. The life cycle of foods, ranging from their primary production through their transportation and availability to the consumers, seems to play a crucial role in the aforementioned phenomenon. Modern food needs of a world population that is rapidly and continuously growing led to a tremendous growth of the food production and food industry sectors, as well as the globalization of the economy and trade regarding these sectors. This in turn has contributed to a dramatic increase in the quantity and variety of food products offered to consumers, but also led to a major environmental impact, including the depletion of water resources, the erosion and desertification of the land, the chemical pollution of soil, water and air, the reduction of biodiversity and the degradation of the natural landscape. This review emphasizes on the stages of the food life cycle that contribute to environmental problems, focusing on their major environmental impacts, as well as on the main approaches for their management and prevention, such as environmental management systems and the concept of sustainable development.

**Key words** Food life cycle, Environment, Sustainable development



**ΣΧΗΜΑ 1.** Σύνοψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κύκλου ζωής των τροφίμων.

## Εισαγωγή

Από την αρχή της εμφάνισής του στη γη ο άνθρωπος προσπάθησε να επιβιώσει και να εξασφαλίσει τροφή από το περιβάλλον, έχοντας μια σχέση συνεχούς αλληλεπίδρασης με αυτό, όπως και οι υπόλοιποι ζωντανοί οργανισμοί του πλανήτη. Ωστόσο, το ανθρώπινο είδος, το οποίο άρχισε να κυριαρχεί με το πέρασμα του χρόνου, στην προσπάθειά του να εξασφαλίσει τη δική του τροφή συντέλεσε σε μια εντατική αξιοποίηση έως και υποβάθμιση ορισμένων περιβαλλοντικών πόρων και στη μείωση του αριθμού ή και την πλήρη εξαφάνιση άλλων ειδών. Μεταξύ των σημαντικότερων επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον συγκαταλέγονται αυτές που απορρέουν από τη γεωργική και κτηνοτροφική ανάπτυξη, με χαρακτηριστικά όπως η εξημέρωση ζώων και φυτών, τα αρδευτικά έργα, η αλλαγή της χρήσης γης, η χρήση χημικών ουσιών για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής, η μεταφορά προϊόντων, κ.ά. Καταλήγοντας στις μέρες μας, η ανθρώπινη επέμβαση συνεχίζεται με πιο έντονο ρυθμό και πιο απτά αποτελέσματα. Όλα τα στάδια του κύκλου ζωής των τροφίμων, από την πρωτογενή παραγωγή έως την επεξεργασία και την κατανάλωσή τους, συμβάλλουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό σε ποικίλα περιβαλλοντικά προβλήματα (Σχήμα 1). Για την εκδήλωσή τους, μάλιστα, απαιτείται ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα να μην γίνονται άμεσα αντιληπτές οι δυσμενείς επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο οικοσύστημα<sup>1,2</sup>.

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να παρουσιάσει τα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής των τροφίμων που

συμβάλλουν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, δίνοντας έμφαση στις σημαντικότερες περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις, καθώς και να εξετάσει συνοπτικά τους κύριους τρόπους διαχείρισης και πρόληψης αυτών, με αναφορά στα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, την προσέγγιση της αειφόρου ανάπτυξης και την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Στην παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζονται δεδομένα άρθρων που δημοσιεύθηκαν από το 1969 έως τον Δεκέμβριο του 2014 στη βάση δεδομένων Medline (Pubmed) και Scopus, θέσεις επίσημων φορέων και οργανισμών σχετικών με τη διατροφή, τα τρόφιμα και το περιβάλλον, καθώς και σχετική νομοθεσία. Οι λέξεις και οι εκφράσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην αναζήτηση ήταν οι εξής: «παραγωγή τροφίμων, γεωργία, κτηνοτροφία, επεξεργασία τροφίμων, βιομηχανία τροφίμων, μεταφορά/ διάθεση τροφίμων, περιβάλλον, οικοσύστημα, βιοποικιλότητα, περιβαλλοντική επιβάρυνση, ρύπανση υδάτων/εδάφους/ αέρα, στερεά/υγρά απόβλητα, οικολογία, αειφόρος ανάπτυξη, περιβαλλοντική εκπαίδευση», και συνδυασμοί αυτών.

## Κύκλος ζωής τροφίμων και περιβάλλον

### Γεωργία

Η σύγχρονη γεωργία που εφαρμόζεται σε διεθνές επίπεδο τις τελευταίες δεκαετίες, συνέβαλε σε μια τεράστια αύξηση της παραγωγής και της διαθεσιμότητας τροφίμων, συνοδευόμενη από τρεις βασικές καινοτομίες που απετέλεσαν την αποκαλούμενη «πράσινη επανάσταση»: νέες ποικιλίες υψηλής παραγωγικότητας, εξασφάλιση άφθονου νερού για καλλιέργειες, αλλά και εκτεταμένη χρήση χημικών ουσιών (φυτοφαρμάκων και χημικών

λιπασμάτων). Ωστόσο, η εγκατάλειψη των παραδοσιακών και ήπιων μορφών καλλιέργειας και η αντικατάστασή τους με εντατικές, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη χρήση γεωργικών μηχανημάτων και μεγάλων ποσοτήτων χημικών ουσιών για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής, έχει οδηγήσει σήμερα στην υποβάθμιση των αγροτικών οικοσυστημάτων. Συγκεκριμένα, η σύγχρονη γεωργία συνδέεται με σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα σε πολλές περιοχές, όπως η εξάντληση του υδροφόρου ορίζοντα, η διάβρωση και η ερημοποίηση του εδάφους, η ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα από χημικές εισροές, η μείωση της βιοποικιλότητας και η υποβάθμιση του φυσικού τοπίου<sup>3</sup>.

Καταρχάς, η σύγχρονη γεωργία στηρίζεται στη χρήση μεγάλων ποσοτήτων νερού για τις καλλιέργειες, προκειμένου η παραγωγή να είναι αποδοτική. Αν και η σύγκριση μεταξύ της χρήσης του νερού για τη γεωργία και άλλες δραστηριότητες υπόκειται σε πολλούς μεθοδολογικούς περιορισμούς, εντούτοις υπάρχουν αναφορές για μια σχετική εκτίμηση. Ενδεικτικά, σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO), σε παγκόσμιο επίπεδο εκτιμάται πως ένας άνθρωπος χρησιμοποιεί κατά μέσο όρο για αγροτική χρήση περίπου 3000 λίτρα νερού την ημέρα, τη στιγμή που για οικιακή χρήση η κατανάλωση αγγίζει μόλις τα 30-300 λίτρα την ημέρα<sup>4</sup>. Παγκοσμίως, ο τομέας της γεωργίας είναι υπεύθυνος για το 70% της άντλησης γλυκού νερού, ποσοστό που διαμορφώνεται περίπου στο 90% όταν αφορά την καθαρή κατανάλωση του γλυκού νερού, ενώ το υπόλοιπο μοιράζεται σε για αστική και βιομηχανική κατανάλωση<sup>4</sup>. Δεδομένου ότι η γεωργία αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή νερού, η συνεχής και εντατική άρδευση προκαλεί ανησυχίες για εξάντληση του υδροφόρου ορίζοντα στις περιοχές όπου πραγματοποιείται άντληση νερού, ενώ οι μέχρι σήμερα εναλλακτικές λύσεις για την εξασφάλιση νερού για αγροτική χρήση (π.χ. η δημιουργία φραγμάτων και η άντληση υπόγειων υδάτων) φαίνεται ότι συνδέονται με δυσμενείς επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα, τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα και την υφαλμύριση των υπόγειων υδάτων. Παράλληλα, η ξηρασία που επικρατεί σε αρκετά μέρη του κόσμου, και που τα τελευταία έτη έχει πλήξει την παγκόσμια παραγωγή σιτηρών, φέρνει πάλι στο προσκήνιο την ανάγκη να αλλάξει ο τρόπος που χρησιμοποιούνται οι υδάτινοι πόροι<sup>5</sup>. Προς το σκοπό αυτό, διεθνείς οργανισμοί προτείνουν ένα νέο πλαίσιο για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων στη γεωργία. Σε αυτό αναφέρεται μεταξύ άλλων η σημασία του εκσυγχρονισμού των συστημάτων άρδευσης, της καλύτερης αποθήκευσης των όμβριων υδάτων (νερό από βροχές και χιονοπτώσεις) σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης, καθώς και της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης του νερού<sup>6,7</sup>.

Πέρα όμως από την αλόγιστη χρήση νερού, σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν και οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη γεωργία, δηλαδή τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.), ο όρος «φυτοφάρμακα» αποτελεί γενική ονομασία, η οποία αναφέρεται σε όλες τις ουσίες ή τα προϊόντα που περιέχουν ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά που έχουν ως στόχο την προστασία των φυτικών προϊόντων από

επιβλαβείς οργανισμούς, με τις κυριότερες κατηγορίες αυτών να είναι τα εντομοκτόνα, τα μυκητοκτόνα και τα ζιζανιοκτόνα. Η χρήση των φυτοφαρμάκων αυξάνεται συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου παγκοσμίως, στοχεύοντας μεν στην αύξηση της αγροτικής παραγωγής και στη βελτίωση της ποιότητας (μέγεθος και εμφάνιση) των παραγόμενων τροφίμων, επιφέροντας δε σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον<sup>8</sup>. Συγκεκριμένα, η εκτεταμένη χρήση φυτοφαρμάκων διαταράσσει την ισορροπία των οικοσυστημάτων και τη βιοποικιλότητα (το σύνολο των βιολογικών ειδών και των γονιδίων μιας περιοχής). Επειδή τα φυτοφάρμακα δεν κάνουν διακρίσεις ανάμεσα σε «χρήσιμα» ή «επιβλαβή» έντομα και ζώα, συνεχίζουν να προσβάλλουν ζωικούς οργανισμούς, απαραίτητους για την επιβίωση και την αναπαραγωγή πολλών φυτικών ειδών. Την ίδια στιγμή, οι οργανισμοί που προσβάλλουν τα φυτά αναπτύσσουν ανθεκτικότητα απέναντι στα φυτοφάρμακα με το πέρασμα του χρόνου, με αποτέλεσμα να απαιτείται ένα πιο δραστικό σκεύασμα για την καταπολέμησή τους. Η Ε.Ε. με συγκεκριμένο κανονισμό έχει θεσπίσει ανώτατο όριο υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων (Maximum Residue Level – MLR) για όλα τα τρόφιμα που προορίζονται για ανθρώπινη ή ζωική κατανάλωση, με σκοπό την προστασία της υγείας των ανθρώπων και των ζώων<sup>9</sup>. Ως ανώτατο όριο υπολειμμάτων ορίζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση του υπολείμματος ενός εγκεκριμένου φυτοφαρμάκου μέσα ή επάνω σε τρόφιμα ή ζωοτροφές. Η ανώτατη περιεκτικότητα σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα ανέρχεται σε 0,01 mg/kg, το οποίο αποτελεί το γενικό όριο «εξ ορισμού»: ισχύει δηλαδή για όλες τις περιπτώσεις για τις οποίες δεν έχει καθοριστεί MLR κατά συγκεκριμένο τρόπο για ένα προϊόν ή για ένα είδος προϊόντος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορούν να θεσπιστούν προσωρινά MLR, για παράδειγμα όταν υπάρχουν εθνικά MLR που δεν έχουν ακόμα εναρμονιστεί ή όταν πρόκειται για νέα προϊόντα, προκειμένου να υπάρξει ο απαραίτητος χρόνος για λεπτομερή επιστημονική αξιολόγηση και υπό τον όρο ότι δεν προκύπτει κανένας κίνδυνος για τον καταναλωτή.

Εκτός από τα φυτοφάρμακα, η χρήση χημικών λιπασμάτων αποτελεί άλλο ένα βασικό χαρακτηριστικό της σύγχρονης γεωργίας. Τα λιπάσματα είναι ουσίες που εμπεριέχουν θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των φυτών. Μεταξύ άλλων, μπορεί να περιέχουν τα κύρια θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται σε υψηλές ποσότητες (άζωτο, φωσφόρο και κάλιο), δευτερεύοντα συστατικά (ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο και θείο), καθώς και μικροσυστατικά (βόριο, κοβάλτιο, χαλκός, σίδηρος, μαγγάνιο, κ.ά.). Ωστόσο, μιας και το άζωτο θεωρείται ως πρωτεύον συστατικό για την ανάπτυξη των φυτών, τα περισσότερα λιπάσματα είναι υψηλής περιεκτικότητας σε αυτό, παρασκευαζόμενα με βάση το νιτρικό αμμώνιο. Κατά αντιστοιχία με τα φυτοφάρμακα, η εκτεταμένη χρήση χημικών λιπασμάτων συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής, ωστόσο επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον<sup>10</sup>. Η φυσιολογική ανικανότητα των φυτών/αποδεκτών να αφομοιώσουν τη συνολική ποσότητα των θρεπτικών συστατικών (ειδικά του αζώτου και του φωσφόρου) που τους παρέχεται, επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του εδάφους, των νερών και της ατμόσφαιρας, καθώς και τη βιοποικιλότητα. Τα λιπάσματα που δεν αφομοιώνονται



οδηγούνται στις υδάτινες πηγές, δημιουργώντας ενίοτε το φαινόμενο του «ευτροφισμού», ειδικά σε λίμνες και κλειστούς κόλπους. Ο ευτροφισμός συνίσταται στη μεγάλη συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών (κυρίως αζώτου και φωσφόρου) και χαρακτηρίζεται από την υπερβολική ανάπτυξη φυκών, βακτηρίων και φυτών που συχνά καλύπτουν την επιφάνεια του νερού, με αποτέλεσμα να αλλοιώνουν τη χλωρίδα της περιοχής, να οδηγούν τα ψάρια και άλλους οργανισμούς στον θάνατο και να καθιστούν το νερό δυσάρεστο στη γεύση και την οσμή. Έτσι, κατά αντιστοιχία με τα φυτοφάρμακα, η Ε.Ε. με βάση σχετικό κανονισμό θέτει συγκεκριμένους κανόνες για τη διάθεση λιπασμάτων στην ευρωπαϊκή αγορά και τη χρήση τους στη σύγχρονη γεωργία<sup>11</sup>. Σύμφωνα με αυτούς, τα λιπάσματα που φέρουν τον χαρακτηρισμό «λιπάσματα ΕΚ (EC fertilizers)» μπορούν να κυκλοφορούν ελεύθερα στην αγορά, με τα κράτη-μέλη να μην μπορούν να απαγορεύσουν ή να περιορίσουν τη διάθεσή τους, εκτός εάν εκτιμούν ότι κάποιο από αυτά παρουσιάζει κινδύνους για την υγεία και το περιβάλλον. Σε αυτή την περίπτωση, το λίπασμα αποσύρεται προσωρινά από την αγορά μέχρι να διεξαχθεί μελέτη σε ευρωπαϊκό επίπεδο, για να διαπιστωθεί εάν ο κίνδυνος είναι βάσιμος. Ένας τύπος λιπάσματος φέρει το χαρακτηρισμό «λίπασμα ΕΚ» μόνο εφόσον διατίθενται κατάλληλες μέθοδοι δειγματοληψίας και ανάλυσής του που επιβεβαιώνουν την ασφάλεια της χρήσης του και συνεπώς δεν ενέχει κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Όπως έγινε κατανοητό με βάση τα παραπάνω, η σύγχρονη γεωργία σχετίζεται με ποικίλα περιβαλλοντικά προβλήματα. Ένα από αυτά αποτελεί η υποβάθμιση του εδάφους, η οποία με τη σειρά της συνιστά μία πολύ σημαντική απειλή για την αγροτική παραγωγή, καθώς το έδαφος αποτελεί τη βάση για την παραγωγή του 90% της τροφής του ανθρώπου<sup>12</sup>. Το γεγονός αυτό προβληματίζει έντονα τα κράτη και τους διεθνείς οργανισμούς, με την Ε.Ε. να τονίζει ότι «το έδαφος αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών συστημάτων, υποστηρίζοντας την παραγωγή τροφίμων, τον έλεγχο της ποιότητας και της ποσότητας της ροής του νερού, τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και την προσαρμογή σε αυτήν, καθώς και τη βιοποικιλότητα». Έτσι, προτρέπει τα κράτη μέλη να εφαρμόσουν τη θεματική στρατηγική για την προστασία του εδάφους (Soil Thematic Strategy), η οποία εγκρίθηκε το 2006 και προβλέπει την αναγνώριση του προβλήματος (προσδιορισμός των περιοχών που αντιμετωπίζουν κινδύνους και που έχουν υποστεί εδαφική ρύπανση) και τη λήψη κατάλληλων μέτρων για την αντιμετώπισή του<sup>13</sup>. Ταυτόχρονα, η γεωργία αποτελεί βασική πηγή εκπομπών υποξειδίου του αζώτου και μεθανίου, ενώ συντελεί και στην εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, μέσω της κίνησης των αγροτικών μηχανημάτων και της παραγωγής φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων<sup>14</sup>. Στην εκπομπή των παραπάνω αέριων ρύπων οφείλεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η κλιματική αλλαγή, με την τελευταία να αποτελεί το κορυφαίο περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη που συνδέεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), που αποτελεί σημείο συνάντησης

εκατοντάδων ειδικών επί του κλίματος από ολόκληρο τον κόσμο, τα τελευταία 100 χρόνια η μέση ατμοσφαιρική θερμοκρασία στην επιφάνεια του πλανήτη αυξήθηκε σημαντικά (κατά περίπου 0,85°C παγκοσμίως) και σύμφωνα με εκτιμήσεις θα εξακολουθήσει να αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς, περίπου κατά 1,4-5,8°C έως το 2100, αν δεν ληφθούν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου<sup>15</sup>.

Αξίζει, τέλος, να αναφερθεί ότι στις μέρες μας η παγκόσμια έκταση της καλλιεργήσιμης γης επεκτείνεται ταχύτερα από ποτέ, ενώ σύμφωνα με προβλέψεις, περίπου 1 δισεκατομμύριο εκταρίων πρόσθετης γης θα πρέπει να μετατραπούν σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις έως το 2050, έτσι ώστε να καλυφθούν οι τρέχουσες ανάγκες σίτισης του παγκόσμιου πληθυσμού<sup>16</sup>. Το γεγονός αυτό αναμένεται να οδηγήσει σε μια επιπλέον δραματική μείωση των εκτάσεων που καλύπτονται από τροπικά αειθαλή και φυλλοβόλα δάση, οι οποίες παλαιότερα άγγιζαν περίπου τα 17 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα παγκοσμίως, πια έχουν μειωθεί στα 11 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα και αναμένεται να συνεχίσουν να συρρικνώνονται. Πιο συγκεκριμένα, το 11-36% των υπάρχοντων τροπικών δασών το 2000 προβλέπεται να εξαφανιστεί πλήρως μέχρι το 2050<sup>17,18</sup>. Η έντονη αυτή ανθρώπινη επίδραση στα παγκόσμια εδάφη λόγω ανάπτυξης του τομέα της γεωργίας, φαινόμενο γενικότερα γνωστό και ως «αλλαγή χρήσης γης», οδηγεί σε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Μεταξύ αυτών η κλιματική αλλαγή, η μείωση της υγρασίας της ατμόσφαιρας, η μείωση της συχνότητας των βροχοπτώσεων και η υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους και του νερού, όπως για παράδειγμα η διάβρωση και η ρύπανση του εδάφους, η διατάραξη των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους, οι αλλαγές στη σύσταση του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά απαραίτητα για την ανάπτυξη φυτικών οργανισμών και την παραγωγή προϊόντων που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, η ρύπανση των υπόγειων υδάτων και οι αλλαγές στον κύκλο του νερού. Όλα τα παραπάνω διαταράσσουν την ικανότητα των δασών να αναγεννώνται και συμβάλλουν σε μια σημαντική μείωση του αριθμού ή και την πλήρη εξαφάνιση ορισμένων φυτικών και ζωικών ειδών που ζουν και αναπτύσσονται σε αυτά<sup>19,20</sup>.

### Κτηνοτροφία

Κατά αντιστοιχία με την εντατικοποίηση της γεωργίας, η παγκόσμια κτηνοτροφία έχει αναπτυχθεί ραγδαία κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης ζήτησης των καταναλωτών για προϊόντα ζωικής προέλευσης, οδηγώντας σε εξίσου σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το μέγεθος της κατανάλωσης ζωικών προϊόντων ποικίλει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων χωρών (κάτοικοι των αναπτυσσόμενων χωρών χαμηλού εισοδήματος, όπως αρκετές χώρες της Ασίας και της Αφρικής, καταναλώνουν ελάχιστη ποσότητα κρέατος και προϊόντων του σε σχέση με τους κατοίκους των ανεπτυγμένων κρατών), ωστόσο τα τελευταία χρόνια υπήρξε συνολικά μια αύξηση στην παγκόσμια παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων, η οποία αναμένεται να συνεχιστεί και στο μέλλον<sup>21</sup>. Μάλιστα, σύμφωνα με δεδομένα του FAO, η παγκόσμια παραγωγή κρέατος το 2013 ανήλθε σε 308,5 εκατομμύρια τόνους (εκ των οποίων το μεγαλύτερο

ποσοστό αφορά χοίρους και πουλερικά), ποσότητα που θεωρείται πολύ μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για να καλύψει τις ανάγκες του παγκόσμιου πληθυσμού και που σύμφωνα με εκτιμήσεις αναμένεται να φτάσει τους 450 εκατομμύρια τόνους το 2050.

Το μεγαλύτερο ίσως πρόβλημα που προκύπτει από την εκτροφή ζώων ως προς το περιβάλλον είναι η παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου, όπως το υποξείδιο του αζώτου, το μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Τα αέρια αυτά, όπως προαναφέρθηκε, συντελούν στην κλιματική αλλαγή και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, απορροφώντας τη μεγάλη μήκους κύματος γήινη ακτινοβολία και επανεκπέμποντας θερμική ακτινοβολία. Η ποσότητα των αερίων αυτών που αποδίδεται είτε άμεσα είτε έμμεσα στην κτηνοτροφία εκτιμάται ότι είναι σημαντικά υψηλότερη (κατά περίπου 20%), σε σχέση με αυτήν που παράγεται από την κίνηση των οχημάτων και υπολογίζεται ότι αντιστοιχεί στο 15% της συνολικής ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου που παράγεται από την ανθρωπίνη δραστηριότητα. 22,23 Σύμφωνα με έκθεση του FAO, η εκτροφή ζώων εκτιμάται ότι ευθύνεται για τις παρακάτω εκπομπές αερίων: 1) το 9% του διοξειδίου του άνθρακα, 2) το 37% του μεθανίου, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου παράγεται από το πεπτικό σύστημα των μηρυκαστικών και είναι 10-20 ισχυρότερο αέριο θερμοκηπίου σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα και 3) το 65% του υποξειδίου του αζώτου, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου προέρχεται από την κοπριά και το οποίο είναι 300 φορές ισχυρότερο αέριο θερμοκηπίου σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα<sup>24</sup>. Πέρα όμως από τα αέρια που προέρχονται απευθείας από τα ζώα, μεγάλη ποσότητα αυτών παράγεται έμμεσα από την κτηνοτροφία, μέσω της γεωργικής παραγωγής ζωοτροφών αλλά και της εργασιακής παραγωγής φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται σε αυτές.

Εξίσου σημαντική απειλή για το περιβάλλον αποτελεί και η επίδραση της σύγχρονης κτηνοτροφίας στους φθίνοντες πλέον υδάτινους πόρους της γης. Η κτηνοτροφία εκτιμάται ότι χρησιμοποιεί τεράστιες ποσότητες νερού (περίπου το 15% του αρδευόμενου νερού), είτε άμεσα λόγω των αναγκών των εκτρεφόμενων ζώων σε νερό είτε έμμεσα λόγω της κατανάλωσης νερού για την ανάπτυξη των αγροτικών καλλιεργειών που προορίζονται για ζωοτροφές (περίπου το 1/3 του συνολικού νερού που δαπανάται για τη γεωργία)<sup>25</sup>. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με μελέτη του Παγκόσμιου Ταμείου για τη Φύση (World Wide Fund for Nature – WWF), απαιτούνται περίπου 15,500 λίτρα νερού για να παραχθεί μόλις 1 κιλό βοδινού κρέατος, με το μεγαλύτερο μέρος του νερού αυτού να απαιτείται για την καλλιέργεια της τροφής των αγελάδων, και ένα μικρότερο μέρος αυτού για την κάλυψη των αναγκών τους σε νερό και την υγιεινή των εγκαταστάσεων όπου εκτρέφονται. Σε κάθε περίπτωση, εκτιμάται ότι η παραγωγή του κρέατος και των προϊόντων του απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα νερού σε σχέση με την παραγωγή φυτικών προϊόντων, όπως τα δημητριακά. Το γεγονός αυτό υπογραμμίζεται από στατιστικά στοιχεία του FAO, σύμφωνα με τα οποία η παραγωγή ποσότητας δημητριακών που αποδίδει 1000 θερμίδες απαιτεί 500 λίτρα νερού, η παραγωγή ποσότητας κρέατος αντίστοιχου ενεργειακού περιεχομένου 4000 λίτρα νερού, ενώ η παραγωγή γαλακτοκομικών

προϊόντων αντίστοιχου ενεργειακού περιεχομένου 6000 λίτρα νερού<sup>26,27</sup>. Ο FAO τονίζει ότι εάν η κτηνοτροφία συνεχίσει να αναπτύσσεται με τον ίδιο ρυθμό, η ποσότητα νερού που θα απαιτείται για την εκτροφή ζώων πρόκειται να διπλασιαστεί στα τέλη του 21<sup>ου</sup> αιώνα και η εξάντληση των αποθεμάτων γλυκού νερού του πλανήτη αναμένεται να αποτελέσει παγκόσμια πρόκληση στο μέλλον<sup>24</sup>.

Ωστόσο, οι επιπτώσεις της κτηνοτροφίας στο περιβάλλον δεν περιορίζονται μόνο στην κλιματική αλλαγή και την εξάντληση του υδροφόρου ορίζοντα. Οι σύγχρονες ανάγκες της κτηνοτροφίας έχουν οδηγήσει στην απομίσλωση τεράστιων δασικών εκτάσεων, με στόχο τη μετατροπή τους σε βοσκοτόπους. Στις μέρες μας η κτηνοτροφία εκτιμάται ότι χρησιμοποιεί περίπου το 30% ολόκληρης της επιφάνειας της γης, ενώ από τη μισή έκταση της γης που καταλάμβαναν τα δάση κάποτε, τώρα πια έχουν περιοριστεί σε λιγότερο από το 1/4 της επιφάνειάς της, λόγω της εντατικοποίησης της κτηνοτροφίας. Σημαντικό όμως πρόβλημα αποτελεί και η υποβάθμιση των βοσκοτόπων, κυρίως λόγω της υπερβόσκησης, η οποία συμβάλλει στη μείωση της ικανότητας ανανέωσης της βλάστησης, στην απώλεια ενδημικών φυτικών ειδών και γενικότερα της βιοποικιλότητας και στην πρόκληση έντονων φαινομένων διάβρωσης και ερημοποίησης του εδάφους<sup>28</sup>. Μάλιστα, το συγκεκριμένο πρόβλημα αφορά και τη χώρα μας, στην οποία η υπερβολική, ανεξέλεγκτη και παράνομη πολλές φορές βόσκηση αιγοπροβάτων είχε στο παρελθόν οδηγήσει σε σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (καθώς τα ζώα που εκτρέφονταν ξεπερνούσαν κατά πολύ τον αριθμό των ζώων που μπορούσαν να συντηρηθούν από τα λιβάδια και τα δάση της χώρας), με κάποιες από αυτές να εξακολουθούν να υφίστανται και στις μέρες μας σε συγκεκριμένες περιοχές (π.χ. Κρήτη και Λέσβος)<sup>29,30</sup>. Τα προηγούμενα, σε συνδυασμό με την προκαλούμενη ρύπανση από απόβλητα των ζώων και των εγκαταστάσεων εκτροφής τους οδηγούν σε σημαντική ρύπανση και υποβάθμιση τόσο του εδάφους όσο και του υδροφόρου ορίζοντα<sup>24</sup>. Με στόχο την ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, κρατικοί και διεθνείς οργανισμοί θέτουν όρια στο μέγιστο αριθμό ζώων που εκτρέφονται σε βοσκοτόπους, έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερβόσκηση, αλλά και να περιορίζονται η διάβρωση και η μόλυνση του εδάφους από την κοπριά. Παράλληλα, προωθούν την εκ περιτροπής βόσκηση (κυκλική αλλαγή των βοσκοτόπων μία ή και περισσότερες φορές ανά έτος), η οποία συμβάλλει στην ενίσχυση της ικανότητας του εδάφους να αναγεννάται και την πρόληψη της υποβάθμισής του από την κτηνοτροφία<sup>31,32</sup>.

Να σημειωθεί, τέλος, ότι η ευρεία χρησιμοποίηση αντιβιοτικών στη σύγχρονη κτηνοτροφία αποτελεί, επίσης, σημαντικό πρόβλημα για το περιβάλλον. Στις μέρες μας υπολογίζεται ότι περίπου το 50% της χρήσης αντιβιοτικών στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής αφορά ζώα που εκτρέφονται για ανθρώπινη κατανάλωση και ότι η ποσότητα αυτή είναι 3-4 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση ασθενειών του ανθρώπου<sup>24,33</sup>. Οι βιομηχανικές, εντατικές συνθήκες σε κλειστά συστήματα εκτροφής καθιστούν κάτι τέτοιο αναγκαίο, καθώς τα ζώα βρίσκονται περιορισμένα και συνωστισμένα, με αποτέλεσμα οι ασθένειες να μπορούν να εξαπλωθούν πολύ

γρήγορα. Παρόλα αυτά, στις μέρες μας μια μεγάλη ποσότητα αντιβιοτικών χορηγείται στα ζώα όχι για θεραπευτικούς λόγους, δηλαδή με στόχο την καταπολέμηση των βακτηρίων και των ασθενειών που τα προσβάλλουν, αλλά και ως ένα μέσο πρόληψης ασθενειών και ενίσχυσης της ανάπτυξής τους (π.χ. στην Αμερική η ποσότητα αυτή ανέρχεται περίπου στο 80% της συνολικής ποσότητας αντιβιοτικών που χρησιμοποιείται στην κτηνοτροφία)<sup>34</sup>. Η αλόγιστη αυτή χρήση αντιβιοτικών στην κτηνοτροφία οδηγεί σε σημαντική ρύπανση του εδάφους και των υδάτων αλλά και στην ανάπτυξη μικροοργανισμών με ανθεκτικότητα σε αυτά, οι οποίοι είναι επικίνδυνοι, δεδομένου ότι δεν μπορούν να καταπολεμηθούν μέσω των υπάρχοντων φαρμάκων<sup>35,36</sup>. Ήδη ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization - WHO) έχει προειδοποιήσει για την πιθανότητα μιας «μετα-αντιβιοτικής εποχής», κατά την οποία πολλές κοινές λοιμώξεις, οι οποίες σήμερα είναι εύκολα θεραπεύσιμες, θα αποτελέσουν σημαντικό κίνδυνο τόσο για τη χλωρίδα και την πανίδα του πλανήτη όσο και για τον ίδιο τον άνθρωπο<sup>37</sup>. Λόγω των παραπάνω, η νομοθεσία της Ε.Ε. που διέπει τη χρήση αντιβιοτικών στην κτηνοτροφία είναι αρκετά αυστηρή και μεταξύ άλλων απαγορεύει από το 2006 τη χρήση τους ως αυξητικούς παράγοντες, δηλαδή με στόχο την προώθηση της ανάπτυξης των ζώων, αλλά και ως πρόσθετες ύλες στις ζωοτροφές, ενώ ως προς την καταπολέμηση ασθενειών επιτρέπεται μόνο η χρήση εγκεκριμένων αντιβιοτικών, και στην περίπτωση που η χρήση φυσικών ουσιών δεν ενδείκνυται ή αναμένεται να μην είναι αποτελεσματική<sup>38</sup>.

### **Βιομηχανία τροφίμων**

Πέρα από την παραγωγή τροφίμων, η επεξεργασία τους συνεισφέρει, επίσης, στα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Στις μέρες μας, η βιομηχανία τροφίμων παρέχει στους καταναλωτές μια τεράστια γκάμα επεξεργασμένων ειδών διατροφής υψηλής ποιότητας. Παρόλα αυτά, κάθε βήμα στη διαδικασία της παραγωγής των προϊόντων αυτών χαρακτηρίζεται από υγρά και στερεά απόβλητα με δυνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Συνεπώς, οι τεχνολογικές καινοτομίες στον τομέα της επεξεργασίας τροφίμων πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα και να εξελίσσονται συνεχώς με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος<sup>39</sup>. Τη σημαντικότερη ίσως επιβάρυνση για το περιβάλλον επιφέρουν οι βιομηχανίες επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών, κρέατος, πουλερικών και θαλασσινών, γαλακτοκομικών προϊόντων και ποτών. Όλες αυτές οι βιομηχανίες έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων νερού τόσο στα διάφορα στάδια επεξεργασίας των τροφίμων (πλύσιμο τροφίμων, ομογενοποίηση τροφίμων και δημιουργία μιγμάτων, κ.λπ.) όσο και για την καθαριότητα των μηχανημάτων και των βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Πέρα όμως από την κατανάλωση νερού, το κάθε είδος βιομηχανίας παράγει ταυτόχρονα σημαντική ποσότητα ρύπων, κυρίως με τη μορφή των ρυπασμένων νερών (υγρών λυμάτων) και των στερεών αποβλήτων και λιγότερο με τη μορφή αερίων εκπομπών (με εξαίρεση τις εγκαταστάσεις παραγωγής ζύθου), τα οποία διαφέρουν σε σύσταση και επικινδυνότητα ανάλογα με το είδος των τροφίμων από την επεξεργασία των οποίων

προέρχονται<sup>40</sup>. Για παράδειγμα, όσον αφορά τη βιομηχανία επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών, τα παραγόμενα λύματα χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικές ενώσεις, κυρίως υδατάνθρακες, αλλά και υπολείμματα φυτοφαρμάκων που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την καλλιέργεια των φρούτων και των λαχανικών, ενώ τα παραγόμενα στερεά απόβλητα περιλαμβάνουν οργανικά υλικά που προκύπτουν από μεθόδους μηχανικής επεξεργασίας τους (αποφλοιώση, αφαίρεση σπόρων, κ.λπ.)<sup>41</sup>. Αντιστοίχως, στη βιομηχανία επεξεργασίας κρέατος, πουλερικών και θαλασσινών, τα απόβλητα είναι πολύ πιο επικίνδυνα για το περιβάλλον, καθώς μπορεί να περιλαμβάνουν παραπροϊόντα αίματος, κόκαλα, δέρμα, περιττώματα, λίπος και εσωτερικά όργανα ζώων, τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλό μικροβιακό φορτίο και απαιτούν ιδιαίτερο χειρισμό<sup>42</sup>.

Εντούτοις, στις ανεπτυγμένες χώρες οι βιομηχανίες τροφίμων διαθέτουν ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων με στόχο την ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Παρότι οι διαδικασίες και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο και την προέλευση των αποβλήτων, σε γενικές γραμμές το φυτικό μέρος των στερεών αποβλήτων χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή κομποστού, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό στη γεωργία. Αντιστοίχως, τα απόβλητα ζωικής προέλευσης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζωοτροφών, ενώ τα υγρά απόβλητα υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία πριν την διάθεσή τους στο περιβάλλον<sup>43</sup>. Να σημειωθεί ότι η Ευρωπαϊκή νομοθεσία περιλαμβάνει πλήθος οδηγιών που αφορούν στη βιομηχανία τροφίμων και καθορίζουν θέματα, όπως η περιβαλλοντική αδειοδότηση, η περιβαλλοντική διαχείριση και η διαχείριση και επεξεργασία υγρών και στερεών αποβλήτων<sup>44</sup>. Το γενικό πλαίσιο για την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης που οφείλεται σε βιομηχανικές δραστηριότητες περιλαμβάνει πρακτικές όπως η προτίμηση τεχνικών που παράγουν λίγα απόβλητα, ο περιορισμός, η ανακύκλωση ή η απομάκρυνση των αποβλήτων κατά τρόπο ώστε να προκληθεί η λιγότερη δυνατή ρύπανση, η εξέλιξη των τεχνικών ανάκτησης και ανακύκλωσης των αποβλήτων, η μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, η πρόληψη των ατυχημάτων και ο περιορισμός του αντικτύπου τους, καθώς και η αποκατάσταση των χώρων μετά το τέλος των βιομηχανικών δραστηριοτήτων<sup>45,46</sup>. Ωστόσο, παρότι η βιομηχανία τροφίμων δέχεται συνεχώς πιέσεις με στόχο την εξασφάλιση ενός φιλικού προς το περιβάλλον χαρακτήρα για τις δραστηριότητές της, η παράλληλη αυξημένη πίεση για την εξασφάλιση κέρδους έρχεται πολλές φορές σε αντίθεση με τις προσπάθειές της για την εφαρμογή συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης ρύπων και αποβλήτων.

### **Μεταφορά και διάθεση τροφίμων στον καταναλωτή**

Η χρήση φυσικών πόρων και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος δεν περιορίζεται μόνο στην παραγωγή ή την επεξεργασία των τροφίμων. Ιδιαίτερως σημαντική είναι η επιβάρυνση που υπάρχει κατά τη μεταφορά των προϊόντων από τον τόπο παραγωγής τους ως το σημείο διάθεσής τους στον καταναλωτή. Κύρια χαρακτηριστικά της είναι η χρήση καυσίμων και η ανάγκη για συντήρηση-κατάμυξη των τροφίμων, που



έχουν ως αποτέλεσμα τις εκπομπές ρύπων και την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου. Ειδικότερα, οι εμπορευματικές μεταφορές καταναλώνουν σχεδόν το 25% του συνόλου των πετρελαίου παγκοσμίως και παράγουν πάνω από το 10% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τα ορυκτά καύσιμα, με την αεροπορική μεταφορά των τροφίμων να θεωρείται η περισσότερο επιβλαβής για το περιβάλλον<sup>47</sup>. Κατά τα μέσα της δεκαετίας του 1980 βρετανικές περιβαλλοντικές οργανώσεις έθεσαν το ζήτημα των εισαγόμενων τροφίμων και τη συμβολή τους στην υπερθέρμανση του πλανήτη, χρησιμοποιώντας τον όρο «Food Miles», που αναφέρεται στην απόσταση που διανύει ένα τρόφιμο από το αγρόκτημα ως το πιάτο του καταναλωτή. Οι υποστηρικτές της κίνησης αυτής ενθαρρύνουν την κατανάλωση των ντόπιων προϊόντων, υποστηρίζοντας έτσι τους τοπικούς παραγωγούς και την εγχώρια οικονομία, συμβάλλοντας ταυτόχρονα σε σημαντική μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Τα Food Miles πλέον έχουν εξελιχθεί σε ένα παγκόσμιο ζήτημα, με αποτέλεσμα χώρες όπως η Αυστραλία - η οικονομία της οποίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις εξαγωγές προϊόντων - να συζητά τις επιπτώσεις των εισαγωγών τροφίμων. Σήμερα, υπάρχουν πολλοί υποστηρικτές της κίνησης αυτής σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως και σημεία λιανικής πώλησης, κυρίως στη Μεγάλη Βρετανία, όπου αναγράφονται οι χιλιόμετρικες αποστάσεις που έχει διανύσει ένα τρόφιμο μέχρι να καταλήξει στο ράφι του καταστήματος<sup>48,49</sup>.

Από την πλευρά της, η διανομή των προϊόντων στους καταναλωτές εμπεριέχει το επιπλέον περιβαλλοντικό κόστος από τη συσκευασία των τροφίμων. Στις μέρες μας χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερα υλικά συσκευασίας για τα τρόφιμα, κυρίως για λόγους εμπορικής προώθησης των προϊόντων αυτών. Τα υλικά συσκευασίας (πλαστικά, γυάλινα, μεταλλικά και χάρτινα) συνεισφέρουν και αυτά στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος, τόσο λόγω της χρησιμοποίησης πρώτων υλών και ενεργειακών πόρων και της εκπομπής ρύπων για τη δημιουργία τους, όσο και επειδή τελικά καταλήγουν στα απορρίμματα, με ορισμένα από αυτά να ανακυκλώνονται δύσκολα<sup>50</sup>. Η Ε.Ε. επιδιώκει την εναρμόνιση των εθνικών μέτρων που αφορούν τη διαχείριση συσκευασιών και απορριμμάτων συσκευασίας με στόχο να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και να διασφαλιστεί η λειτουργία της εσωτερικής αγοράς. Σύμφωνα με τη σχετική οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου προτείνεται ο περιορισμός του όγκου και του βάρους των συσκευασιών στο ελάχιστο όριο που επαρκεί ώστε να διατηρείται το αναγκαίο επίπεδο ασφαλείας, υγιεινής και αποδοχής για το συσκευασμένο προϊόν και για τον καταναλωτή, η ελαχιστοποίηση της παρουσίας επικίνδυνων ουσιών και υλικών ως συστατικών του υλικού συσκευασίας ή οποιουδήποτε στοιχείου της συσκευασίας, καθώς και ο σχεδιασμός μιας επαναχρησιμοποίησιμης ή ανακτήσιμης συσκευασίας<sup>51</sup>. Ωστόσο, παρά τις όποιες προσπάθειες για ανακύκλωση και καλύτερη διαχείριση των απορριμμάτων που σχετίζονται με τα τρόφιμα, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σε παγκόσμιο επίπεδο μια αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων, που αποδίδεται στην αλλαγή του τρόπου ζωής, στην άνοδο του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων και των συνεπαγόμενων

υπερκαταναλωτικών συνθηκών, με την αστικοποίηση και την αύξηση του πληθυσμού να επιτείνουν το φαινόμενο αυτό.

### Απώλεια και σπατάλη τροφίμων

Πέρα από τις μεμονωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής, της επεξεργασίας, της μεταφοράς και της διάθεσης των τροφίμων στον καταναλωτή, αξίζει να αναφερθεί ότι η απώλεια και η σπατάλη των τροφίμων, που πρακτικά επιτελείται σε όλα τα επιμέρους στάδια του κύκλου ζωής τους, αποτελεί ένα φαινόμενο που συνδέεται εξίσου όχι μόνο με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και με ηθικά και κοινωνικά ζητήματα<sup>52</sup>. Δεδομένα σχετικά με την απώλεια τροφίμων παρέχονται από δύο μεγάλες μελέτες, μία σε χώρες υψηλού-μετρίου εισοδήματος και μία σε αυτές με χαμηλό εισόδημα. Και οι δύο διεξήχθησαν από το Σουηδικό Ινστιτούτο Τροφίμων και Βιοτεχνολογίας (Swedish Institute for Food and Biotechnology - SIK), κατόπιν αιτήματος του FAO, και τα αποτελέσματά τους παρουσιάστηκαν στο Διεθνές Συνέδριο με τίτλο “Save Food!” που πραγματοποιήθηκε το 2011 στο Ντίσελντορφ της Γερμανίας. Σύμφωνα με αυτές, το ποσοστό της τροφής που χάνεται ή πετιέται ετησίως αγγίζει το 30% της παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων, ποσοστό που ανέρχεται σε περίπου 1,3 δισεκατομμύρια τόνους τροφής. Το φαινόμενο αυτό λαμβάνει χώρα σε όλο το εύρος της αλυσίδας τροφίμων, «από το αγρόκτημα στο πιρούνι», με τις απώλειες να υπολογίζονται υψηλότερες στις ανεπτυγμένες χώρες σε σχέση με τις αναπτυσσόμενες. Εκτιμάται ότι η κατά κεφαλήν σπατάλη τροφίμων από τους καταναλωτές στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική αγγίζει τα 95-115 κιλά ανά έτος (και συμβαίνει κυρίως σε επίπεδο λιανικού εμπορίου και καταναλωτών), ενώ η αντίστοιχη στην υποσαχάρια Αφρική και τη Νοτιοανατολική Ασία ανέρχεται μόλις στα 6-11 κιλά ανά έτος (και συμβαίνει κυρίως σε επίπεδο παραγωγής, επεξεργασίας και αποθήκευσης των τροφίμων)<sup>53</sup>.

Να σημειωθεί ότι για την παραγωγή των τροφίμων που τελικά καταλήγουν στα σκουπίδια έχουν ήδη σπαταληθεί μεγάλες ποσότητες φυσικών πόρων, νερού, φυτοφαρμάκων και χημικών λιπασμάτων, που επιβαρύνουν το περιβάλλον και επιδρούν στη βιοποικιλότητα της κάθε περιοχής, και έχουν παραχθεί αέρια θερμοκηπίου, που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Συνεπώς η απώλεια και η σπατάλη τροφίμων επιτείνει την εξάντληση των φυσικών πόρων και την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, τη στιγμή μάλιστα που εκατομμύρια άνθρωποι σε ολόκληρο τον πλανήτη εξακολουθούν να ζουν σε καθεστώς πείνας ή υποσιτισμού. Ως προς το τελευταίο, αξίζει να αναφερθεί πως έως το 2050 η έκταση της καλλιεργήσιμης γης αναμένεται να παραμείνει σταθερή σε σχέση με τα σημερινά δεδομένα, ενώ ο πληθυσμός του πλανήτη θα προσεγγίσει τα 9 δισεκατομμύρια ανθρώπους. Μάλιστα, σύμφωνα με εκτιμήσεις του FAO, υπό τις σημερινές τάσεις παραγωγής και κατανάλωσης, η παγκόσμια παραγωγή τροφίμων πρέπει να αυξηθεί κατά 70-100% έως το 2050, προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του διαρκώς αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού<sup>54</sup>. Είναι χαρακτηριστικό το ψήφισμα του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (της 19<sup>ης</sup> Ιανουαρίου του 2012), στο οποίο εκφραζόταν η ανησυχία «για το γεγονός ότι, καθημερινά, σημαντικές ποσότητες τροφίμων,

μολονότι βρίσκονται σε άριστη κατάσταση προς κατανάλωση, απορρίπτονται ως απόβλητα», τονίζοντας ότι «η σπατάλη τροφίμων εγείρει περιβαλλοντικά και ηθικά προβλήματα και δημιουργεί οικονομικό και κοινωνικό κόστος»<sup>55</sup>. Διεθνείς οργανισμοί προτείνουν τρόπους διαχείρισης του εν λόγω φαινομένου, οι οποίοι περιλαμβάνουν τη σωστή ενημέρωση των καταναλωτών, τη χρήση κατάλληλων μεθόδων συγκομιδής και επεξεργασίας των τροφίμων, την προσφορά των επιπλέον τροφίμων σε άπορους ανθρώπους, καθώς και την εκτεταμένη χρήση της ανακύκλωσης<sup>53</sup>. Ωστόσο, σημειώνουν πως λόγω της μεγάλης σπατάλης φυσικών πόρων, προτεραιότητα θα πρέπει να αποτελεί η πρόληψη του φαινομένου, μέσω της καταλληλότερης οργάνωσης του γεωργικού και κτηνοτροφικού τομέα σε επίπεδο παραγωγής, της εφαρμογής ασφαλών τεχνικών επεξεργασίας των τροφίμων από τη βιομηχανία, της βελτίωσης των συνθηκών μεταφοράς και αποθήκευσης των τροφίμων πριν τη διάθεσή τους στον καταναλωτή, καθώς και της κατάλληλης ενημέρωσης του κοινού με στόχο τη μείωση της υπερκατανάλωσης<sup>53,56</sup>.

## Διαχείριση και πρόληψη

Από τη στιγμή που έγιναν αντιληπτά τα περιβαλλοντικά προβλήματα στον πλανήτη, ξεκίνησαν και οι πρώτες ενέργειες για την επίλυσή τους. Στην προσπάθεια για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και την ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης συνέβαλε καθοριστικά το οικολογικό κίνημα, ήδη από τη δεκαετία του 1960 (π.χ. με την ίδρυση οργανώσεων, όπως η WWF και η Greenpeace). Καταλήγοντας στις μέρες μας, η περιβαλλοντική υποβάθμιση που προκύπτει από τον κύκλο ζωής των τροφίμων μπορεί να αντιμετωπισθεί σε σημαντικό βαθμό μέσω της υιοθέτησης συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν σε όλα τα στάδια, από την πρωτογενή παραγωγή των τροφίμων έως και τη διάθεσή τους στον καταναλωτή<sup>57</sup>. Παρόλα αυτά, πέρα από τη διαχείριση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, πρωταρχικό στόχο σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής των τροφίμων θα πρέπει να αποτελεί η πρόληψη αυτής. Προς αυτήν την κατεύθυνση κινείται η σύγχρονη έννοια της αειφόρου ανάπτυξης, η οποία λαμβάνει υπόψη την αλληλεπίδραση ανάμεσα στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία<sup>58</sup>.

## Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης

Η εφαρμογή συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης από δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς, μεταξύ αυτών και επιχειρήσεις παραγωγής, επεξεργασίας και μεταφοράς τροφίμων, αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη λύση για την προστασία του περιβάλλοντος. Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης παρέχουν το πλαίσιο για τη συστηματική αναγνώριση, αξιολόγηση και διαχείριση των δραστηριοτήτων, των προϊόντων ή/και των υπηρεσιών των διαφόρων οργανισμών που έχουν επίδραση και αντίκτυπο στο περιβάλλον, με στόχο τη συμμόρφωση αυτών με τις νομικές απαιτήσεις, τη συνεχή τους βελτίωση και την πρόληψη της περιβαλλοντικής ρύπανσης<sup>57</sup>. Σήμερα έχουν αναπτυχθεί και εφαρμόζονται διάφορα συστήματα

περιβαλλοντικής διαχείρισης, τα οποία διαφέρουν αρκετά ως προς το περιεχόμενο και την ποιότητά τους. Ενδεικτικά, το ISO 14001 αποτελεί ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πρότυπο για την περιβαλλοντική διαχείριση από τις επιχειρήσεις. Παρέχει οδηγίες και απαιτούμενα σημεία ελέγχων που πρέπει να εφαρμόζονται στις δραστηριότητες εκείνες που έχουν επίδραση στο περιβάλλον, όπως η χρήση φυσικών πόρων (π.χ. νερό), ο χειρισμός και η διάθεση των απορριμμάτων και η κατανάλωση ενέργειας. Όπως όλα τα διεθνή πρότυπα, το ISO 14001 έχει σχεδιαστεί με τέτοιον τρόπο, ώστε να μπορεί να εφαρμόζεται από επιχειρήσεις σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου<sup>59,60</sup>. Αντιστοίχως, σε επίπεδο Ευρώπης, το Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου (European Eco-Management and Audit Scheme - EMAS) αποτελεί ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης που απευθύνεται σε εταιρίες και άλλους φορείς που δεσμεύονται να αξιολογούν, να διαχειρίζονται και να βελτιώνουν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις. Το EMAS θεωρείται σήμερα ένα από τα πιο αξιόπιστα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης στην αγορά, με επιπλέον στοιχεία πέραν των απαιτήσεων του διεθνούς προτύπου ISO 14001. Σε αυτά περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, αυστηρότερες απαιτήσεις όσον αφορά τη μέτρηση και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, συμμόρφωση με την περιβαλλοντική νομοθεσία, η οποία εξασφαλίζεται μέσω κυβερνητικής εποπτείας, χρήση βασικών περιβαλλοντικών δεικτών με δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων των επιμέρους συμμετεχόντων επί σειρά ετών και παροχή πληροφοριών στο ευρύ κοινό μέσω επικυρωμένης περιβαλλοντικής δήλωσης<sup>61,62</sup>.

## Αειφόρος ανάπτυξη

Όπως προαναφέρθηκε, βασικό μέλημα του σύγχρονου ανθρώπου θα πρέπει να αποτελεί η πρόληψη της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και η εξοικονόμηση των φυσικών πόρων, δεδομένου ότι ο εκθετικά αυξανόμενος παγκόσμιος πληθυσμός και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου παγκοσμίως οδηγούν σε μια σταδιακή υποβάθμιση του οικοσυστήματος. Μέχρι σήμερα, παρά τις όποιες προσπάθειες για εξοικονόμηση πόρων και ενέργειας, ο ρυθμός κατανάλωσής τους είναι μεγαλύτερος, προκαλώντας ανησυχία για το μέλλον. Μοιραία, τα τελευταία χρόνια αυξάνονται οι φωνές για μια αειφόρο ανάπτυξη, η οποία θα καλύπτει τις σημερινές ανάγκες χωρίς να διακυβεύεται η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους. Έχοντας ως άξονα την οικονομική αυτάρκεια, η αειφόρος ανάπτυξη αποβλέπει στη μείωση των πιέσεων στο περιβάλλον που προέρχονται από την υπέρμετρη κατανάλωση των φυσικών πόρων και προτείνει μια νέα λογική, σύμφωνα με την οποία κοινωνικοί, οικονομικοί, οικολογικοί και πολιτισμικοί παράγοντες παύουν να είναι αντικρουόμενοι στο πλαίσιο ενός διλήμματος μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος και της ανάπτυξης, αλλά λειτουργούν, όσο το δυνατόν, ως ενιαίο σύνολο<sup>63,64</sup>. Μέσα στο παγκόσμιο κλίμα της περιβαλλοντικής κρίσης αναπτύχθηκε, επίσης, η πεποίθηση ότι η εκπαίδευση των πολιτών, ειδικότερα των νέων, για το περιβάλλον και τα προβλήματά του είναι αναγκαία. Η πεποίθηση αυτή ώθησε σταδιακά προς την υιοθέτηση μιας



εκπαίδευσης νέου τύπου, της «περιβαλλοντικής εκπαίδευσης», η οποία αργότερα εξελίχθηκε στην «εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη»<sup>65,66</sup>. Στόχος της εκπαίδευσης αυτής είναι η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών για την πολυπλοκότητα των σύγχρονων περιβαλλοντικών ζητημάτων, η καλλιέργεια δεξιοτήτων των πολιτών για την αναγνώριση και αντιμετώπιση σύγχρονων περιβαλλοντικών ζητημάτων, καθώς και η εξασφάλιση κινήτρων για την ενεργή συμμετοχή τους στην προστασία του περιβάλλοντος<sup>67,68</sup>.

## Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, οι ανάγκες του παγκόσμιου πληθυσμού για τρόφιμα έχουν οδηγήσει σε μια ραγδαία ανθρώπινη επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον, η οποία στις μέρες μας είναι εντονότερη από ποτέ. Ως αποτέλεσμα, όλα τα στάδια της παραγωγής, επεξεργασίας και κατανάλωσης τροφίμων συνδέονται με σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, στα οποία συγκαταλέγονται η κλιματική αλλαγή, η εξάντληση του υδροφόρου ορίζοντα, η διάβρωση και η ερημοποίηση του εδάφους, η ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα, η μείωση της βιοποικιλότητας και η υποβάθμιση του φυσικού τοπίου. Αξίζει να σημειωθεί πως τα παραπάνω προβλήματα δεν εμφανίζονται πάντα άμεσα, αλλά συχνά απαιτούν ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα για να εκδηλωθούν, με αποτέλεσμα να μην γίνονται άμεσα αντιληπτές οι δυσμενείς επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον.

## Βιβλιογραφία

1. Steffen W, Grinevald J, Crutzen P, McNeill J. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci* 2011, 369, 842-867.
2. ZTukker A, Jansen B. Environmental Impacts of Products: A Detailed Review of Studies. *Journal of Industrial Ecology* 2006, 10:159-182.
3. Coletta A. Chapter 20 - Sustainable Agriculture: The Food Chain. In: Clark WW, editor. *Global Sustainable Communities Handbook*. Boston: Butterworth-Heinemann; 2014. p. 495-506.
4. Turner K, Georgiou S, Clark R, Brouwer R, Burke J. 2004. Economic Valuation of water resources in agriculture, from the sectoral to a functional perspective of natural resource management. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) paper reports No. 27, Rome.
5. Rosegrant MW, Cai X, Cline SA 2002. Global water outlook to 2025. Averting an impending crisis. A 2020 vision for food, agriculture, and the environment initiative. International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Water Management Institute (IWMI).
6. Lundqvist J, de Fraiture C, Molden D. Saving Water: From Field to Fork - Curbing Losses and Wastage in the Food Chain. Stockholm International Water Institute (SIWI) Policy Brief. SIWI, 2008.
7. Υ.Α. οικ. 145116/2011 - Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις. ΦΕΚ 354/Β/8.3.2011.
8. Müller K, Tiktak A, Dijkman TJ, Green S, Clothier B. Advances in Pesticide Risk Reduction. In: Alfen NKV, editor. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*. Oxford: Academic Press; 2014. p. 17-34.
9. Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC. *Official Journal of the European Union*, 16.3.2005, L 70/1.
10. Finch HJS, Samuel AM, Lane GPF. 4 - Fertilisers and manures. In: Finch HJS, Samuel AM, Lane GPF, editors. *Lockhart & Wiseman's Crop Husbandry Including Grassland (Ninth Edition)*: Woodhead Publishing; 2014. p. 63-91.
11. Regulation (EC) No 2003/2003 of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 relating to fertilisers. *Official Journal of the European Union*, 21.11.2003, L 304/1.
12. Pimentel D, Allen J, Beers A, Guinand L, Linder R, McLaughlin P, Meer B, Musonda D, Perdue D, Poisson S, et al. World Agriculture and Soil Erosion. *BioScience* 1987, 37, 277-283.
13. Opinion of the Committee of the Regions on 'Implementation of the Soil Thematic Strategy'. *Official Journal of the European Union*, 19.1.2013, C17/37.
14. Buckingham S, Anthony S, Bellamy PH, Cardenas LM, Higgins S, McGeough K, Topp CF. Review and analysis of global agricultural N(2)O emissions relevant to the UK. *Sci Total Environ* 2014, 487, 164-172.
15. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2014 Synthesis Report*.
16. Tilman D, Fargione J, Wolff B, D'Antonio C, Dobson A, Howarth R, Schindler D, Schlesinger WH, Simberloff D, Swackhamer D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 2001, 292:281-284.
17. Benhin JK. Agriculture and deforestation in the tropics: a critical theoretical and empirical review. *Ambio* 2006, 35:9-16.
18. Laurance WF, Sayer J, Cassman KG. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends Ecol Evol* 2014, 29:107-116.
19. de Sherbinin A. A Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) Thematic Guide to A CIESIN Thematic Guide to Land-Use and Land-Cover Change (LUCC), Columbia University Palisades, NY, USA, 2002.
20. Huang C, Yang H, Li Y, Zou J, Zhang Y, Chen X, Mi Y, Zhang M. Investigating Changes in Land Use Cover and Associated Environmental Parameters in Taihu Lake in Recent Decades Using Remote Sensing and Geochemistry. *PLoS One* 2015, 10:e0120319.
21. Speedy AW. Global production and consumption of animal source foods. *J Nutr* 2003, 133:4048S-4053S.
22. Garnett T. Livestock-related greenhouse gas emissions:

- impacts and options for policy makers. *Environmental Science & Policy* 2009, 12:491-503.
23. Herrero M, Gerber P, Vellinga T, Garnett T, Leip A, Opio C, Westhoek HJ, Thornton PK, Olesen J, Hutchings N, et al. Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right. *Animal Feed Science and Technology* 2011, 166-167, 779-782.
  24. Livestock's long shadow. Livestock, Environment and Development (LEAD) Initiative, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.
  25. Schlink AC, Nguyen ML, Viljoen GJ. Water requirements for livestock production: a global perspective. *Rev Sci Tech* 2010, 29:603-619.
  26. Meat Atlas: facts and figures about the animals we eat. Heinrich Böll Foundation, Berlin, Germany, and Friends of the Earth Europe, Brussels, Belgium, 2014.
  27. Hoekstra AY. The water footprint of modern consumer society, 2013, Routledge, London, UK.
  28. Asner GP, Elmore AJ, Olander LP, Martin RE, Harris AT. Grazing systems, ecosystem responses, and global change. *Annual Review of Environment and Resources* 2004, 29:261-299.
  29. Kairis O, Karavitis C, Salvati L, Kounalaki A, Kosmas K. Exploring the Impact of Overgrazing on Soil Erosion and Land Degradation in a Dry Mediterranean Agro-Forest Landscape (Crete, Greece). *Arid Land Research and Management*, 2015, 29:360-374.
  30. Iosifides T, Politidis T. Socio-economic dynamics, local development and desertification in western Lesvos, Greece. *Local Environment* 2005, 10:487-499.
  31. Status of desertification and implementation of the United Nations Plan of Action to combat desertification. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, 1991.
  32. World atlas of desertification. United Nations Environment Programme (UNEP), Second Edition. Nairobi, 1997.
  33. Harrison PF, Lederberg J, eds., 1998. Antimicrobial resistance: Issues and options 1998. Forum on Emerging Infections, Institute of Medicine. Washington, DC, National Academy Press.
  34. Wallinga D. Antimicrobial use in animal feed an ecological and public health problem. *Minn Med* 2002, 85: 12-16.
  35. Tollefson L, Miller MA. Antibiotic use in food animals: controlling the human health impact. *J AOAC Int* 2000, 83:245-254.
  36. Mathew AG, Cissell R, Liamthong S. Antibiotic resistance in bacteria associated with food animals: a United States perspective of livestock production. *Foodborne Pathog Dis* 2007, 4:115-133.
  37. Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe. World Health Organization, 2011.
  38. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Official Journal of the European Union*, 18. 10.2003, L 268/29.
  39. Duchin F, Levine SH. *Industrial Ecology. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*: Elsevier, 2014.
  40. Kroyer GT. Impact of food processing on the environment - an overview. *LWT - Food Science and Technology* 1995, 28:547-552.
  41. Wadley JJ, Bell J. Treatment of wastes from the canning, freezing and drying of fruit and vegetables. In: Institute of Water Pollution (Eds), *Treatment of Wastes from the Food and Drink Industry*. Newcastle upon Tyne: The University of Newcastle upon Tyne, 1974, pp. 12-16.
  42. Dart MC. Treatment of waste waters from the meat industry. In: Institute of Water Pollution Control (Eds), *Treatment of Wastes from the Food and Drink Industry*. Newcastle upon Tyne: The University of Newcastle upon Tyne, 1974, pp. 51-58.
  43. Kosseva MR. Processing of food wastes. *Adv Food Nutr Res*. 2009, 58:57-136.
  44. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). *Official Journal of the European Union*, 17. 12.2010, L 334/17.
  45. Zaror CA. Controlling the environmental impact of the food industry: an integral approach. *Food Control* 1992, 3:190-199.
  46. Kosseva MR. Chapter 3 Processing of Food Wastes. In: Steve LT, editor. *Advances in Food and Nutrition Research*. Volume 58: Academic Press; 2009. p. 57-136.
  47. Weber CL, Matthews HS. Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. *Environ Sci Technol* 2008, 42:3508-3513.
  48. Paxton A. *The Food Miles Report: the Dangers of Long Distance Food Transport*; Safe Alliance: London, 1994.
  49. Smith A. The Validity of Food Miles as an Indicator of Sustainable Development. UK DEFRA: London, 2005, p. 1-117.
  50. Marsh K, Bugusu B. Food packaging--roles, materials, and environmental issues. *J Food Sci* 2007, 72:R39-55.
  51. European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste. *Official Journal of the European Union*, 31. 12.1994, L 365/10.
  52. Parfitt J, Barthel M, Macnaughton S. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2010, 365:3065-3081.
  53. United Nations Food and Agricultural Organization 2011, *Global Food Losses and Food Waste: Extent Causes and Prevention*.
  54. United Nations World Economic and Social Survey 2011: *The Great Green Technological Transformation*. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs.
  55. European Parliament resolution of 19 January 2012 on how to avoid food wastage: strategies for a more efficient food chain in the EU (2011/2175(INI)).
  56. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. *Official Journal of the European Union*, 22. 11.2008 L 312/3.
  57. Steger U. Environmental management systems: empirical evidence and further perspectives. *European Management*

- Journal 2000, 18:23-37.
58. Giddings B, Hopwood B, O'Brien G. Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development* 2002, 10:187-196.
  59. Bansal P, Bogner WC. Deciding on ISO 14001: Economics, Institutions, and Context. *Long Range Planning* 2002, 35:269-290.
  60. Boiral O, Henri J-F. Modelling the impact of ISO 14001 on environmental performance: A comparative approach. *Journal of Environmental Management* 2012, 99:84-97.
  61. Regulation (EC) No 761/2001 of the European Parliament and of the Council of 19 March 2001 allowing voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS). *Official Journal of the European Union*, 24.4.2001, L 114/1.
  62. Iraldo F, Testa F, Frey M. Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union. *Journal of Cleaner Production* 2009, 17:1444-1452.
  63. Redclift M. Sustainable development (1987–2005): an oxymoron comes of age. *Sust Dev* 2005, 13,212–227.
  64. Hopwood B, Mellor M, O' Brien G. Sustainable development: mapping different approaches. *Sust Dev* 2005, 13:38-52.
  65. Stapp WB. The Concept of Environmental Education. *Environmental Education* 1969, 1:30-31.
  66. United Nations Education, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) Intergovernmental Conference on Environmental Education, Final report, Tbilisi, 74-26 October 1977.
  67. Hungerford HR, Volk TL. Changing Learner Behavior Through Environmental Education. *The Journal of Environmental Education* 1990, 21:8-21.
  68. Rickinson M. Learners and Learning in Environmental Education: A critical review of the evidence. *Environmental Education Research* 2001, 7:207-320.