

Κεφάλαιο 4° Οι ασθένειες και οι παράγοντες που σχετίζονται με την εμφάνιση τους (συνέχεια)

4.3 Αμυντικοί μηχανισμοί του ανθρώπινου οργανισμού

Όταν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί προσπαθούν να εισβάλουν στον οργανισμό μας, οι δυσκολίες που θα συναντήσουν ώσπου να καταφέρουν να εγκατασταθούν και να προκαλέσουν τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας, είναι πολλές. Ο οργανισμός μας, για να προστατευτεί από τα παθογόνα μικρόβια, έχει αναπτύξει **αμυντικούς μηχανισμούς**. Οι αμυντικοί αυτοί μηχανισμοί διακρίνονται σε **εξωτερικούς** και **εσωτερικούς**. Οι εξωτερικοί αμυντικοί μηχανισμοί εμποδίζουν την είσοδο των παθογόνων μικροβίων στον οργανισμό μας ενώ οι εσωτερικοί αμυντικοί μηχανισμοί καταπολεμούν τους εισβολείς όταν αυτοί καταφέρουν τελικά να εισέλθουν στο εσωτερικό του οργανισμού μας. Στους **εξωτερικούς αμυντικούς μηχανισμούς**, δηλαδή στην «πρώτη γραμμή άμυνας» θα λέγαμε, βρίσκεται το **δέρμα** μας το οποίο, με την στενή σύνδεση των κυττάρων του και τις **εκκρίσεις** του (ο ιδρώτας και το σμήγμα που περιέχουν γαλακτικό οξύ και λιπαρά οξέα αντίστοιχα), αποκρούει την πρώτη επίθεση των μικροβίων. Επιπλέον, το **κροσσωτό** επιθήλιο της αναπνευστικής οδού εμποδίζει την είσοδο σκόνης και μικροβίων και οι βλεννώδεις εκκρίσεις του, τους παγιδεύουν.

Στα **μάτια** και τη **στοματική κοιλότητα** υπάρχουν τα **δάκρυα** και το **σάλιο** αντίστοιχα τα οποία περιέχουν ένζυμα (λυσοζύμη), και προστατεύουν το **βλεννογόνο** των βλεφάρων και του στόματος. Τέλος, στους εξωτερικούς αμυντικούς μηχανισμούς ανήκει και το στομάχι το οποίο, με το υδροχλωρικό οξύ που περιέχεται στο γαστρικό υγρό, καταστρέφει τα περισσότερα παθογόνα μικρόβια που εισέρχονται με την τροφή μας ή το νερό.

Μόλις το μικρόβιο κατορθώσει να περάσει την «*πρώτη γραμμή άμυνας*», δηλαδή τους εξωτερικούς αμυντικούς μηχανισμούς τότε θα έρθει αντιμέτωπο με τους **γενικούς εσωτερικούς αμυντικούς μηχανισμούς**. Οι μηχανισμοί αυτοί συνιστούν την «*δεύτερη γραμμή άμυνας*» και είναι: τα **φαγοκύτταρα** (μακροφάγα), η **φλεγμονή**, ο **πυρετός** και κάποιες ουσίες που έχουν **αντιμικροβιακή δράση**. Τα φαγοκύτταρα (τα πιο αποτελεσματικά από τα οποία ονομάζονται **μακροφάγα**) φαγοκυτταρώνουν τους παθογόνους μικροοργανισμούς με παρόμοιο τρόπο με τον οποίο η αμοιβάδα προσλαμβάνει την τροφή της. Τα φαγοκύτταρα ανήκουν στα λευκά αιμοσφαίρια. Παράλληλα, στην περιοχή εκείνη ελευθερώνονται ή ενεργοποιούνται διάφορες χημικές ουσίες όπως *ισταμίνη* και οι *κινίνες*. Οι ουσίες αυτές έχουν σαν αποτέλεσμα την διαστολή των τοπικών αιμοφόρων αγγείων με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αγγειακή διαπερατότητα.

Επιπλέον, στην περιοχή εκείνη προκαλείται πρήξιμο (οίδημα) και πόνος. Τέλος, στην περιοχή δημιουργείται ερυθρότητα από την συσσώρευση του αίματος και άνοδος της θερμοκρασίας, γεγονός που επιτρέπει την ευκολότερη πρόσβαση και άλλων λευκών αιμοσφαιρίων στην περιοχή. Τα συμπτώματα αυτά είναι γνωστά με τον όρο **φλεγμονή**. Η άνοδος της θερμοκρασίας, δηλαδή η εκδήλωση του πυρετού αποτελεί ένα σύμπτωμα των περισσότερων ασθενειών και διευκολύνει την άμυνα του οργανισμού. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι η χρήση των αντιπυρετικών φαρμάκων δεν ενδείκνυται παρά μόνο σε περιπτώσεις υψηλού πυρετού και πάντα με τη συμβουλή του θεράποντα γιατρού.

Εάν το παθογόνο μικρόβιο δεν καταστραφεί από τους γενικούς εσωτερικούς αμυντικούς μηχανισμούς, τότε ενεργοποιούνται οι ειδικοί **εσωτερικοί αμυντικοί μηχανισμοί**. Οι μηχανισμοί αυτοί αποτελούν θα λέγαμε τα «επίλεκτα σώματα στρατού» την «*τρίτη γραμμή άμυνας*» που διαθέτει ο οργανισμός μας και δεν είναι άλλα από τα **λεμφοκύτταρα**.

Στο σημείο της μόλυνσης, μαζί με τα μακροφάγα, καταφθάνουν με την κυκλοφορία του αίματος, ειδικοί τύποι λευκών αιμοσφαιρίων που ονομάζονται λεμφοκύτταρα. Μία κατηγορία λεμφοκυττάρων, τα **T Λεμφοκύτταρα** αναγνωρίζουν πάνω στους μικροοργανισμούς τα **αντιγόνα**. Τα αντιγόνα είναι ουσίες κυρίως πρωτεϊνικής φύσεως των οποίων η αναγνώριση πυροδοτεί μια σειρά αντιδράσεων στον οργανισμό που ονομάζεται **ανοσολογική απόκριση**. Μόλις ο οργανισμός μας αντιληφθεί την είσοδο κάποιου αντιγόνου, τα T λεμφοκύτταρα κινούνται μέσω της κυκλοφορίας του αίματος προς τον σπλήνα και τους λεμφαδένες, μεταφέροντας θα λέγαμε τις «πληροφορίες» για την ταυτότητα του εισβολέα. Τα T λεμφοκύτταρα με τη βοήθεια ειδικών χημικών ουσιών μεταφέρουν την πληροφορία αυτή σε ένα άλλο είδος λεμφοκυττάρων, τα **B Λεμφοκύτταρα**. Τα B λεμφοκύτταρα μπορούν και συνθέτουν ειδικές πρωτεΐνες που ονομάζονται **αντισώματα** τα οποία έχουν παραχθεί με βάση ένα συγκεκριμένο αντιγόνο. Δηλαδή η παραγωγή των αντισωμάτων είναι πάρα πολύ **εξειδικευμένη**. Τα αντισώματα ταιριάζουν με ένα μεμονωμένο αντιγόνο και δεσμεύονται μαζί του όπως το κλειδί ταιριάζει σε μία μόνο κλειδαριά. Παράλληλα με την δράση των γενικών αμυντικών μηχανισμών το μολυσμένο άτομο μπορεί να εμφανίσει τα συμπτώματα της ασθένειας. Ο χρόνος που απαιτείται από τη στιγμή που θα αναγνωρίσει οργανισμός μας την είσοδο ενός αντιγόνου μέχρι τα λεμφοκύτταρα να παράγουν αντισώματα είναι περίπου εβδομήντα δύο ώρες (~3 ημέρες).

Παράλληλα με την παραγωγή και τη δράση των αντισωμάτων, ο οργανισμός μας παράγει και ειδικά κύτταρα «**μνήμης**» δηλαδή, κύτταρα που θα θυμούνται το συγκεκριμένο παθογόνο μικροοργανισμό και στην περίπτωση που αυτός προσβάλλει τον οργανισμό μας για δεύτερη φορά τότε αντιδρούν άμεσα και παράγουν αντισώματα σε μεγάλες ποσότητες και σε μικρό χρονικό διάστημα. Έτσι, το αντιγόνο εξουδετερώνεται ταχύτατα και το άτομο δεν εμφανίζει τα συμπτώματα της ασθένειας. Στην περίπτωση αυτή λένε ότι έχουμε αποκτήσει **ανοσία** απέναντι στο συγκεκριμένο αντιγόνο.

Όταν ένας οργανισμός μολυνθεί από κάποιον παθογόνο παράγοντα, παράγει μόνος του τα αντισώματα, όπως είδαμε, εξασφαλίζοντας **φυσική ενεργητική ανοσία**. Μερικές φορές όμως, χρειάζεται να ενισχύσουμε τον οργανισμό μας στον αγώνα του κατά των παθογόνων μικροβίων με τεχνητά μέσα, εξασφαλίζοντας **τεχνητή ανοσία**. Η διαδικασία με την οποία προκαλείται τεχνητή ανοσία ονομάζεται **ανοσοποίηση**. Η ανοσοποίηση μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους: με το **εμβόλιο** και τον **ορό**. Το εμβόλιο περιέχει αντιγονικούς παράγοντες, που δεν είναι πλέον παθογόνοι. Δηλαδή περιέχει, εξασθενημένα μικρόβια, τμήματα μικροοργανισμού (όπως το κυτταρικό τοίχωμα ενός βακτηρίου), αδρανοποιημένες τοξίνες μικροβίων ή μη παθογόνους ιούς. Όταν αυτοί οι παθογόνοι παράγοντες εισέλθουν στον οργανισμό μας, διεγείρεται το ανοσοποιητικό του σύστημα, προκαλείται δηλαδή ανοσολογική απόκριση όπως είδαμε παραπάνω, ξεκινά η παραγωγή των αντισωμάτων και εξασφαλίζεται έτσι η ενεργητική ανοσία. Επιπλέον, παράγονται κύτταρα «μνήμης», ενώ ο οργανισμός του ανθρώπου δεν εμφανίζει τα συμπτώματα της ασθένειας, δηλαδή δεν αρρωσταίνει. Υπάρχουν όμως φορές, κατά τις οποίες ένας άνθρωπος μπορεί να τραυματιστεί και να εισχωρήσουν στο σώμα του παθογόνοι μικροοργανισμοί, πολύ επικίνδυνοι, οι οποίοι μπορεί να του προκαλέσουν ασθένεια, συχνά θανατηφόρα. Τέτοια μικρόβια για παράδειγμα είναι το βακτήριο του **τετάνου** ή ο ιός της **λύσσας**. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να χορηγήσουμε στον οργανισμό έτοιμα αντισώματα, δηλαδή να του χορηγήσουμε ορό. Με τον τρόπο αυτό,

ο οργανισμός του ανθρώπου προστατεύεται άμεσα αλλά παροδικά. Η χορήγηση του ορού ονομάζεται επίσης **παθητική ανοσοποίηση**.

Σημείωση 1: Η παθητική ανοσοποίηση μπορεί να επιτευχθεί επίσης με φυσικό τρόπο. Τέτοια περίπτωση είναι η μεταφορά των αντισωμάτων από τη μητέρα στο νεογνό μέσω του μητρικού γάλακτος κατά τη διάρκεια του **θηλασμού**. Αντισώματα μεταφέρονται επίσης από τη μητέρα στο έμβρυο και μέσω του **πλακούντα**, όταν είναι έμβρυο. Στην περίπτωση αυτή το νεογνό διαθέτει **φυσική παθητική ανοσία** η οποία διαρκεί περίπου έξι μήνες.

Σημείωση 2: Η αντίσταση ενός οργανισμού σε παθογόνα μικρόβια εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι η ηλικία και η διατροφή. Οι μολυσματικές ασθένειες, είναι πιο σοβαρές στα παιδιά και στους ηλικιωμένους. Ο υποσιτισμός ή ακόμα και η μη ισορροπημένη διατροφή έχουν ως αποτέλεσμα την πτώση της αντίστασης του οργανισμού. Ελαττωμένη αντίσταση του οργανισμού σε παθογόνα μικρόβια, παρατηρείται επίσης σε ανθρώπους με ασθένειες του μεταβολισμού, όπως είναι ο σακχαρώδης διαβήτης.

4.4 Τρόπος ζωής και ασθένειες

Ο άνθρωπος γνώριζε από παλιά ότι οι διάφορες φυσικές ουσίες, που προέρχονταν από ρίζες, σπόρους, φύλλα και άλλα μέρη φυτών, επηρέαζαν τη σωματική και ψυχική του κατάσταση. Σήμερα, παρασκευάζονται στο εργαστήριο τεχνητές (συνθετικές) ουσίες με τις ίδιες επιδράσεις. Οι ουσίες αυτές που διαταράσσουν την ομοιόσταση του ανθρώπινου οργανισμού επηρεάζοντας πρωτίστως τη λειτουργία του νευρικού συστήματος, δηλαδή μεταβάλλουν τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος συμπεριφέρεται, σκέφτεται ή αισθάνεται, λέγονται **εξαρτησιογόνες ουσίες**. Τέτοιες ουσίες είναι τα διάφορα φάρμακα που χορηγούνται με ιατρική συνταγή, το αλκοόλ, η νικοτίνη, η καφεΐνη, τα ναρκωτικά όπως το χασίς, ηρωίνη, η κοκαΐνη κ.α.

Με την συστηματική χρήση μιας εξαρτησιογόνου ουσίας, ο οργανισμός συνηθίζει τις επιδράσεις της. Ο χρήστης τότε, αυξάνει τις δόσεις της εξαρτησιογόνου ουσίας, για να πετύχει το ίδιο αποτέλεσμα δράσης. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **ανοχή**. Όλες σχεδόν οι εξαρτησιογόνες ουσίες προκαλούν ανοχή στον ανθρώπινο οργανισμό. Όταν γίνεται παρατεταμένη χρήση εξαρτησιογόνων ουσιών από έναν άνθρωπο, αυτός οδηγείται αργά ή γρήγορα στον **εθισμό**, δηλαδή σε μία ψυχική και σωματική κατάσταση τέτοια, που του δημιουργεί μια ολοένα και λιγότερο ελεγχόμενη επιθυμία να χρησιμοποιήσει την ουσία αυτή. Για τον λόγο αυτό, οι άνθρωποι που χρησιμοποιούν εξαρτησιογόνες ουσίες, είναι δύσκολο να ελέγξουν την επιθυμία τους να τις χρησιμοποιήσουν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο χρήστης να παθαίνει **ψυχική εξάρτηση**, δηλαδή, να αναγκάζεται να ξαναπάρει την εξαρτησιογόνο ουσία σε μικρότερα ή μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα για να μετριάσει την δυσφορία και το άγχος που αισθάνεται. Μερικές φορές, όταν ο χρήστης διακόπτει τη χρήση της ουσίας τότε εμφανίζονται αποτελέσματα αντίθετα από αυτά που προκαλεί η συγκεκριμένη ουσία: δηλαδή η διακοπή της χρήσης καφεΐνης αναγκάζει τον άνθρωπο να αισθανθεί υπνηλία. Αυτό ονομάζεται **σωματική εξάρτηση**.

Συχνά η ψυχική και σωματική εξάρτηση συνυπάρχουν και προκαλούν πολύπλοκα συμπτώματα όπως δυσφορία, ένταση, πόνο που είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν. Σε μερικές περιπτώσεις πάλι, ιδιαίτερα στην χρήση ναρκωτικών ουσιών, προκαλείται το λεγόμενο

σύνδρομο στέρησης, μια οργανική και μερικές φορές θανατηφόρα διαταραχή η οποία χαρακτηρίζεται από έντονες σωματικές μεταβολές (καρδιακές, αναπνευστικές, ενδοκρινολογικές και άλλες δυσλειτουργίες) που οδηγούν συχνά στον θάνατο.

Σημείωση 3: *Σημαντικό ρόλο στην επίδραση των εξαρτησιογόνων ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό παίζει η βιολογική ηλικία του ανθρώπου. Οι αρνητικές επιπτώσεις τέτοιων ουσιών, είναι πολύ μεγαλύτερες στην ηλικία μέχρι τα 20 χρόνια. Στις μικρές αυτές ηλικίες, οι κυτταρικές διαιρέσεις είναι πολύ περισσότερες από τις μεγαλύτερες ηλικίες. Κατά την κυτταρική διαίρεση, το παραμικρό λάθος έχει πιθανότητα να δημιουργήσει μη φυσιολογικά κύτταρα, που θα προκαλέσουν προβλήματα στον οργανισμό ο οποίος αναπτύσσεται ή κύτταρα τα οποία θα διαιρούνται ανεξέλεγκτα, δηλαδή καρκινικά.*

Το κάπνισμα

Ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «τα νοσήματα που συνδέονται με το κάπνισμα αποτελούν την κυριότερη αιτία για την κακή υγεία στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Ο έλεγχος του καπνίσματος θα μπορούσε να συντελέσει ουσιαστικά σε μία καλύτερη και μακρύτερη ζωή περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη ενέργεια στον τομέα της προληπτικής ιατρικής». Πράγματι, οι ερευνητές πιστεύουν ότι οι αποβολές και οι γεννήσεις νεκρών παιδιών είναι συχνότερες όταν η έγκυος μητέρα καπνίζει κατά τη διάρκεια της κύησης. Επίσης, ο **θνησιμότητα εμβρύων και μικρών παιδιών** (παιδιά που γεννιούνται νεκρά ή πεθαίνουν αμέσως μετά τη γέννηση) αυξάνεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες οι μητέρες καπνίζουν στη διάρκεια της εγκυμοσύνης.

Το κάπνισμα είναι πολύ διαδεδομένο στις μέρες μας και αποτελεί το σημαντικότερο πρόβλημα Δημόσιας υγείας στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Ο καπνός που παράγεται από την καύση του τσιγάρου περιέχει περίπου 4.700 επικίνδυνες για την υγεία ουσίες όπως η νικοτίνη, πίσσα, μονοξειδίο του άνθρακα, οξειδία του αζώτου, υδροκυάνιο. Από το 1940 και έπειτα, τεκμηριώθηκε η σχέση του καπνίσματος με ένα μεγάλο αριθμό νοσημάτων όπως η σκλήρυνση του τοιχώματος των αιμοφόρων αγγείων, η βρογχίτιδα, το πεπτικό έλκος, ο **καρκίνος** κ.α. Σήμερα γνωρίζουμε από επιστημονικές μελέτες ότι ένας καπνιστής 20 τσιγάρων την ημέρα χάνει περίπου 5 χρόνια από τη ζωή του!

Το αλκοόλ

Στα τέλη του 18ου και στις αρχές του 19ου αιώνα, περιγράφηκαν λεπτομερώς τα συμπτώματα που προκαλούνται από την κατανάλωση οινοπνεύματος και μόλις τότε αναγνωρίστηκε ο **αλκοολισμός** ως «ασθένεια», όχι μόνο για τον ίδιο το χρήστη αλλά και για το κοινωνικό του περίγυρο. Πράγματι, το οινόπνευμα από τη στιγμή της εισόδου του στον ανθρώπινο οργανισμό ερεθίζει τη στοματική κοιλότητα και τον οισοφάγο. Στη συνέχεια, περνάει στο στομάχι, όπου προκαλεί αυξημένη έκκριση γαστρικών υγρών. Από εκεί περνά στο λεπτό έντερο και στην κυκλοφορία του αίματος. Έτσι, μπορεί να εντοπιστεί στον εκπνεόμενο αέρα και στα ούρα. Το οινόπνευμα, αναφέρουν οι γιατροί, επιδρά στο νευρικό σύστημα του ανθρώπου. Αν η συγκέντρωση στο αίμα είναι μικρή, εξασθενεί η μνήμη και η αντίληψη, χάνεται ο ειρμός σκέψης και διαταράσσεται η ομιλία. Η χρόνια κατανάλωση οινοπνεύματος προκαλεί πολυάριθμες παθήσεις όπως είναι η **γαστρίτιδα**, διαταραχές της λειτουργίας του παγκρέατος αλλά και νέκρωση των κυττάρων του συκωτιού (**κίρρωση του ήπατος**).

Σοβαρά προβλήματα όπως **πνευματική καθυστέρηση** και ηπατικές διαταραχές προκαλούνται και στο έμβρυο από την κατανάλωση οινοπνεύματος κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Το οινόπνευμα ανήκει, όπως είδαμε, στις εξαρτησιογόνες ουσίες με αποτέλεσμα, με την πάροδο του χρόνου, ο άνθρωπος να αποκτήσει εξάρτηση.

Κεφάλαιο 5ο Διατήρηση και συνέχεια της ζωής

5.1 Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα

Γιατί μοιάζουμε με τους γονείς μας; Γιατί μερικά από τα χαρακτηριστικά μας μοιάζουν με τα χαρακτηριστικά της μητέρας ή του πατέρα μας; Ερωτήσεις σαν αυτές, δείχνουν ότι καθημερινά γινόμαστε μάρτυρες ενός σπουδαίου φαινομένου: της μεταβίβασης χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **κληρονομικότητα** και είναι μία ιδιότητα όλων των οργανισμών όχι μόνο του ανθρώπου (μονοκύτταρων και πολυκύτταρων, φυτικών και ζωικών). Όλες οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των οργανισμών, όπως το ύψος του ανθρώπου, το χρώμα των λουλουδιών κ.α. καθορίζονται από ένα ή περισσότερα τμήματα του DNA τα οποία ονομάζονται **γονίδια**. Όπως γνωρίζουμε, μέσα στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων βρίσκεται το DNA ενωμένο μαζί με πρωτεΐνες. Το DNA όμως αυτό, δεν είναι ένα συνεχόμενο μόριο αλλά είναι κομματιασμένο σε μικρά κομμάτια τα οποία ονομάζονται **χρωμοσώματα**. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι χαρακτηριστικός για κάθε είδους οργανισμού. Έτσι, ο άνθρωπος έχει 46 χρωμοσώματα, η γάτα 48, η μύγα του ξιδιού 8 κ.α. από τα παραδείγματα αυτά γίνεται προφανές ότι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι ένας ζυγός αριθμός. Αυτό συμβαίνει, επειδή τα χρωμοσώματα στους οργανισμούς αυτούς βρίσκονται ανά ζεύγη. Οι οργανισμοί στους οποίους τα χρωμοσώματα βρίσκονται σε ζευγάρια ονομάζονται **διπλοειδείς** οργανισμοί (συμβολίζονται με **2n**) και είναι συνήθως οι ανώτεροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί που αναπαράγονται αμφιγονικά. Τα χρωμοσώματα κάθε ζευγαριού έχουν το ίδιο σχήμα και μέγεθος, δηλαδή είναι όμοια μορφολογικά, και ονομάζονται **ομόλογα**.

Αντίθετα, υπάρχουν και οργανισμοί όπως είναι οι μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί (για παράδειγμα τα πρωτόζωα) και οι προκαρυωτικοί, που έχουν το κάθε τους χρωμόσωμα μία μόνο φορά και συνεπώς σε αυτούς τους οργανισμούς δεν υπάρχουν ομόλογα χρωμοσώματα. Οι οργανισμοί αυτοί ονομάζονται **απλοειδείς** και συμβολίζονται με **1n**. Απλοειδή κύτταρα είναι και οι γαμέτες των πολυκύτταρων ευκαρυωτικών οργανισμών. Στον άνθρωπο τα 44 από τα 46 χρωμοσώματα, είναι όμοια και στο αρσενικό και στο θηλυκό άτομο. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται **αυτοσώματα** ή **αυτοσωμικά** χρωμοσώματα. Τα άλλα δύο είναι τα χρωμοσώματα που καθορίζουν το φύλο και ονομάζονται φυλετικά χρωμοσώματα. Στον άνθρωπο και σε ορισμένους άλλους οργανισμούς, τα **φυλετικά** χρωμοσώματα είναι δύο ειδών το **X** και ένα μικρότερο χρωμόσωμα **Y**. Η παρουσία του Y χρωμοσώματος είναι αυτή που χαρακτηρίζει το αρσενικό άτομο, ενώ η απουσία του χαρακτηρίζει το θηλυκό άτομο. Έτσι ένα αρσενικό άτομο θα έχει δύο ανόμοια φυλετικά χρωμοσώματα, τα **XY**, ενώ ένα θηλυκό άτομο θα έχει δύο ίδια φυλετικά χρωμοσώματα, τα **XX**.

Καρυότυπος

Σήμερα, είναι πολύ εύκολο, ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία των κυττάρων ενός οργανισμού, να φωτογραφίσουμε τα χρωμοσώματα του. Η απεικόνιση του συνόλου των

χρωμοσωμάτων του κυττάρου σε ζευγάρια ομολόγων, και κατά σειρά μεγέθους (από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο) ονομάζεται **καρυότυπος**. Παρατηρώντας έναν καρυότυπο, ανθρώπου για παράδειγμα, μπορούμε να αναγνωρίσουμε το **φύλο** στο οποίο ανήκει ο συγκεκριμένος άνθρωπος κοιτώντας το 23ο ζευγάρι των χρωμοσωμάτων, κοιτώντας δηλαδή τα φυλετικά χρωμοσώματα. Ο καθορισμός του φύλου από την απεικόνιση των χρωμοσωμάτων γίνεται όχι μόνο στον άνθρωπο, αλλά και σε άλλους οργανισμούς όπως στα θηλαστικά και τα έντομα. Επίσης, ο καρυότυπος του ανθρώπου μπορεί να μας πληροφορήσει μεταξύ άλλων και για διάφορες ανωμαλίες που παρατηρούνται στον αριθμό αλλά και την δομή των χρωμοσωμάτων (βλ. στο τέλος του κεφαλαίου για τις **μεταλλάξεις**).

5.2 Η ροή της γενετικής πληροφορίας

Η δομή των νουκλεϊκών οξέων - αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας

Το μόριο του DNA αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες που περιστρέφονται στο χώρο σχηματίζοντας μία **διπλή έλικα**. Κάθε αλυσίδα με τη σειρά της, σχηματίζεται από την ένωση πολλών **δεσοξυριβονουκλεοτιδίων** με **ισχυρούς δεσμούς**. Κάθε δεσοξυριβονουκλεοτίδιο περιλαμβάνει μία αζωτούχα βάση η οποία μπορεί να είναι: **A (αδενίνη)**, **T (θυμίνη)**, **C (κυτοσίνη)**, ή **G (γουανίνη)**. Οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με συγκεκριμένο τρόπο: η A ενώνεται μόνο με την T και αντίστροφα, και η C μόνο με την G και αντίστροφα. Αυτό ονομάζεται **κανόνας της συμπληρωματικότητας**. Η ένωση αυτή των αζωτούχων βάσεων πραγματοποιείται με **ασθενείς χημικούς δεσμούς**. Το RNA από την άλλη μεριά, είναι **μονόκλωνο**, δηλαδή αποτελείται από μία μόνο πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα. Η αλυσίδα αυτή σχηματίζεται από την ένωση πολλών **ριβονουκλεοτιδίων** με ισχυρούς δεσμούς. Στην περίπτωση όμως αυτή δεν υπάρχει και ριβονουκλεοτίδιο με αζωτούχα βάση την T. Αντ'αυτού, το RNA έχει ριβονουκλεοτίδιο με αζωτούχα βάση την **U**. Υπάρχουν τρία διαφορετικά μόρια RNA: το **Αγγελιοφόρο RNA (mRNA)**, το **μεταφορικό RNA (tRNA)**, και το **ριβοσωμικό RNA (rRNA)**.

Αντιγραφή του DNA - Διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας

Το DNA έχει την ικανότητα να παράγει αντίγραφα του εαυτού του, δηλαδή να **αυτοδιπλασιάζεται** με την διαδικασία της **αντιγραφής**. Η ιδιότητα αυτή, δίνει στο DNA μία μοναδικότητα ανάμεσα στα εκατομμύρια μόρια ενός κυττάρου. Ο αυτοδιπλασιασμός γίνεται ως εξής: πριν αρχίσει το κύτταρο να διαιρείται, ανοίγουν οι δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες του DNA σε συγκεκριμένες θέσεις, και καθεμία χρησιμοποιείται σαν «καλούπι» για τον σχηματισμό του συμπληρωματικού της αντιγράφου. Για να γίνει βέβαια αυτό, πρέπει πρώτα να σπάσουν οι χαλαροί δεσμοί που ενώνουν τις συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις. Αποτέλεσμα αυτού, είναι οι αζωτούχες βάσεις της κάθε αλυσίδας να μένουν αζευγάρωτες, γεγονός το οποίο επιτρέπει τον σχηματισμό καινούργιων δεσμών με άλλες συμπληρωματικές βάσεις ελεύθερων δεσοξυριβονουκλεοτιδίων. Τα ελεύθερα αυτά δεσοξυριβονουκλεοτίδια ενώνονται αφενός μεν με ισχυρούς δεσμούς μεταξύ τους αφετέρου δε, με τις αζωτούχες βάσεις της παλιάς πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας. Η συμπληρωματική πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται χάρη στον κανόνα της συμπληρωματικότητας που είδαμε παραπάνω.

Έτσι, δημιουργούνται δύο νέα μόρια DNA, καθένα από τα οποία αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες: την αρχική και τη συμπληρωματική της.

Μεταγραφή, μετάφραση - έκφραση της γενετικής πληροφορίας.

Σκοπός του DNA είναι η παραγωγή μιας συγκεκριμένης πρωτεΐνης. Κάθε φορά όμως που το κύτταρο σκοπεύει να φτιάξει μια συγκεκριμένη πρωτεΐνη, βρίσκεται μπροστά σε ένα πραγματικό δίλημμα: ενώ το DNA βρίσκεται αποθηκευμένο στον πυρήνα, η πρωτεΐνη φτιάχνεται από αμινοξέα τα οποία βρίσκονται διάσπαρτα στο κυτταρόπλασμα. Επιπλέον, το DNA δεν μπορεί να βρίσκεται ταυτόχρονα σε πολλά ριβοσώματα, κάθε φορά που το DNA θέλει να φτιάξει πολλά μόρια μιας πρωτεΐνης. Για τον σκοπό αυτό, το κύτταρο έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει την πληροφορία που βρίσκεται αποθηκευμένη στο μόριο του DNA σε ένα μόριο που λειτουργεί ως **αγγελιοφόρος**. Το μόριο αυτό ονομάζεται **mRNA**. Η διαδικασία σύνθεσης του μορίου αυτού ονομάζεται **μεταγραφή** και πραγματοποιείται ως εξής: όπως και στην αντιγραφή, έτσι και στην μεταγραφή, σπάνε οι χαλαροί δεσμοί ανάμεσα στις αζωτούχες βάσεις και απομακρύνονται οι δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες του DNA.

Τώρα όμως, με καλούπι μόνο τη μία αλυσίδα χτίζεται η συμπληρωματική της με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων με τη διαφορά ότι απέναντι από την αζωτούχα βάση A, θα έρθει ριβονουκλεοτίδιο που έχει αζωτούχα βάση την U. Αυτό συμβαίνει επειδή το μόριο του RNA δεν έχει T. Με τον ίδιο τρόπο, απέναντι από το δεσοξυριβονουκλεοτίδιο που έχει σαν αζωτούχα βάση την T, θα έρθει ριβονουκλεοτίδιο με αζωτούχα βάση την A. Τέλος, απέναντι από την αζωτούχα βάση C θα έρθει η αζωτούχα βάση G και αντίστροφα. Τα ριβονουκλεοτίδια τώρα θα ενωθούν μεταξύ τους με ισχυρούς δεσμούς και θα φτιάξουνε μόρια mRNA, tRNA, rRNA. Τώρα, μπορούμε να δώσουμε τον ορισμό του γονιδίου που αναφέρθηκε πιο πάνω: **γονίδιο** είναι το τμήμα εκείνο του μορίου DNA που έχει την ικανότητα να μεταγραφεί.

Μετάφραση

Το mRNA τώρα, θα πρέπει να μεταφέρει την πληροφορία στα ριβοσώματα για να συντεθεί η συγκεκριμένη πρωτεΐνη. Για να γίνει αυτό, το mRNA μετακινείται στο κυτταρόπλασμα ώσπου να συναντήσει το ριβόσωμα και να ενωθεί με αυτό. Η ένωση αυτή πραγματοποιείται χάρη στον συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις ανάμεσα στο mRNA και το rRNA του ριβοσώματος. Ταυτόχρονα, το tRNA μεταφέρει ένα συγκεκριμένο αμινοξύ στην αντίστοιχη θέση του mRNA που βρίσκεται στο ριβόσωμα. Με τον ίδιο τρόπο και άλλα αμινοξέα τοποθετούνται το ένα μετά το άλλο με τη σειρά που υπαγορεύεται από το αγγελιοφόρο mRNA. Τα αμινοξέα αυτά συνδέονται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς και δημιουργείται μια αλληλουχία αμινοξέων που ονομάζεται πολυπεπτιδική αλυσίδα (πρωτεΐνη). Η διαδικασία σχηματισμού της πρωτεΐνης ονομάζεται μετάφραση. Οι διαδικασίες της μεταγραφής και της μετάφρασης πραγματοποιούνται με τη συμμετοχή ειδικών ενζύμων. Το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας (βλ. σελ.101 του σχολικού βιβλίου) περιγράφει με ποιο τρόπο συντίθεται μία πρωτεΐνη με οδηγό το DNA, δηλαδή περιγράφει με ποιο τρόπο πραγματοποιείται η ροή της γενετικής πληροφορίας από το DNA στις πρωτεΐνες.

5.3 Αλληλόμορφα

Η ζωή μας άρχισε από ένα γονιμοποιημένο ωάριο (ζυγωτό) με 46 χρωμοσώματα. Από αυτά τα χρωμοσώματα, τα 23 προήλθαν από τη μητέρα μας και τα υπόλοιπα 23 από τον πατέρα μας. Μπορούμε λοιπόν τώρα να δώσουμε μία σαφή απάντηση στο αρχικό μας ερώτημα: έχουμε χαρακτηριστικά του πατέρα μας και της μητέρας μας γιατί έχουμε πάρει χρωμοσώματα και από τους δύο! Στο ζυγωτό, κάθε χρωμόσωμα που προέρχεται από το σπερματοζωάριο σχηματίζει ζευγάρι με το ομόλογο χρωμόσωμα του ωαρίου. Καθώς όμως ζευγαρώνουν τα χρωμοσώματα, ζευγαρώνουν και τα γονίδια που βρίσκονται πάνω σε αυτά. Έτσι για παράδειγμα, τα γονίδια που δίνουν την εντολή για το χρώμα των μαλλιών μας ή τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα του δέρματός μας βρίσκονται σε ζευγάρια. Τα γονίδια αυτά που βρίσκονται σε ζευγάρια, στις ίδιες θέσεις των ομόλογων χρωμοσωμάτων λέγονται **αλληλόμορφα** γονίδια και καθορίζουν την ίδια ιδιότητα. Τα αλληλόμορφα γονίδια μπορεί να καθορίζουν την ίδια ιδιότητα με τον ίδιο ή διαφορετικό τρόπο. Για παράδειγμα το ένα αλληλόμορφο μπορεί να καθορίζει το μαύρο χρώμα μαλλιών, ενώ το άλλο αλληλόμορφο να καθορίζει το ξανθό χρώμα μαλλιών. Εάν ένα άτομο έχει δύο ίδια αλληλόμορφα (δηλαδή και τα δύο αλληλόμορφα να καθορίζουν το μαύρο ή το ξανθό χρώμα μαλλιών) το άτομο ονομάζεται **ομόζυγο**. Ένα ομόζυγο άτομο θα έχει συνεπώς ή μαύρο χρώμα μαλλιών ή ξανθό χρώμα μαλλιών. Ένα άτομο το οποίο έχει δύο διαφορετικά αλληλόμορφα, δηλαδή για παράδειγμα ένα αλληλόμορφο για το μαύρο χρώμα μαλλιών και ένα αλληλόμορφο για το ξανθό χρώμα μαλλιών, ονομάζεται **ετερόζυγο**.

Πώς όμως θα φαίνεται ένα άτομο ετερόζυγο; Πώς δηλαδή θα φαίνεται ένα άτομο που έχει δύο διαφορετικά αλληλόμορφα, π.χ αλληλόμορφο για ξανθό και μαύρο χρώμα μαλλιών; Στην περίπτωση αυτή το άτομο θα έχει μαύρο χρώμα μαλλιών γιατί τα αλληλόμορφα γονίδια που καθορίζουν με το μαύρο χρώμα μαλλιών είναι πιο «δυνατά» σε σχέση με τα αλληλόμορφα που καθορίζουμε το ξανθό χρώμα μαλλιών. Με άλλα λόγια, τα αλληλόμορφα και το μαύρο χρώμα «επικρατούν» των γονιδίων για το ξανθό χρώμα μαλλιών. Το αλληλόμορφο το οποίο στην ετερόζυγη κατάσταση εκδηλώνεται, ονομάζεται **επικρατές** και συνήθως συμβολίζεται με κεφαλαίο γράμμα (κατά σύμβαση προτιμούμε το πρώτο γράμμα της λέξης που επικρατεί). Αντίθετα, το αλληλόμορφο του οποίου η δράση δεν εκδηλώνεται στην ετερόζυγη κατάσταση ονομάζεται **υπολειπόμενο** και συμβολίζεται με το αντίστοιχο μικρό γράμμα.

5.4 Κυτταρική διαίρεση

Τα κύτταρα διαιρούνται με δύο τρόπους: την **Μίτωση** και τη **μείωση**.

Μίτωση

Κάθε φορά που ένας πολυκύτταρος ευκαρυωτικός οργανισμός, όπως είναι ο άνθρωπος για παράδειγμα, πρόκειται να αναπτυχθεί, να επουλώσει μία πληγή, να αντικαταστήσει κύτταρα φθαρμένα ή γερασμένα κ.α., πολλαπλασιάζει τα κύτταρά του. Ο πολλαπλασιασμός αυτός πραγματοποιείται με έναν τύπο κυτταρικής διαίρεσης που ονομάζεται μίτωση. Με μίτωση επίσης πολλαπλασιάζονται και ορισμένοι κατώτεροι μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί όπως είναι η αμοιβάδα. Η μίτωση εξασφαλίζει, ότι τα κύτταρα που θα προκύψουν από την διαίρεση αυτή, θα περιέχουν τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων και άρα θα φέρουν τις ίδιες γενετικές πληροφορίες με το αρχικό. Η Μίτωση πραγματοποιείται ως εξής: πριν την

κυτταρική διαίρεση, το DNA αυτοδιπλασιάζεται, όπως είδαμε παραπάνω, και κάθε χρωμόσωμα αντιπροσωπεύεται τώρα δύο φορές. Τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα ονομάζονται **αδελφές χρωματίδες** και ενώνονται σε ένα σημείο που ονομάζεται **κεντρομερίδιο**. Μόλις αρχίσει η μίτωση τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα συσπειρώνονται και αρχίζουν να μετακινούνται σε ένα επίπεδο στη μέση του κυττάρου. Στη συνέχεια, το κεντρομερίδιο σπάει και οι αδελφές χρωματίδες αποχωρίζονται. Τέλος, το κυτταρόπλασμα διαιρείται και δημιουργούνται δύο νέα κύτταρα ίδια με το αρχικό.

Μείωση

Με μείωση πολλαπλασιάζονται τα **άωρα γεννητικά κύτταρα**, δηλαδή τα κύτταρα που θα δώσουν τους γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών (σπερματοζώαριο και ωάριο). Οι γαμέτες είναι απλοειδή κύτταρα δηλαδή περιέχουν το μισό αριθμό χρωμοσωμάτων. Αυτό εξασφαλίζεται με τη μείωση που πραγματοποιείται σε δύο στάδια, την μείωση I και τη **μείωση II**. Πριν την έναρξη της μείωσης I, το DNA έχει ήδη διπλασιαστεί με τις αδελφές χρωματίδες να συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο, όπως είδαμε προηγουμένως στη μίτωση. Στην αρχή της μείωσης I όμως, τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα δεν διατάσσονται το ένα δίπλα στο άλλο όπως στην μίτωση, αλλά το ένα απέναντι από το ομόλογο του. Κατόπιν, αποχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα κάθε ζευγαριού και σχηματίζονται δύο νέα κύτταρα όπου το καθένα έχει πλέον το μισό αριθμό χρωμοσωμάτων σε σχέση με το αρχικό. Στη συνέχεια, ακολουθεί η μείωση II, ή οποία θα λέγαμε είναι μια επανάληψη της μείωσης: σε καθένα από τα δύο κύτταρα που έχουν σχηματιστεί κατά τη μείωση I, σπάει το κεντρομερίδιο και αποχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος με αποτέλεσμα να προκύψουν συνολικά τέσσερα κύτταρα. Σε καθένα από αυτά υπάρχει μία αδερφή χρωματιστά κάθε ζευγαριού ομόλογων χρωμοσωμάτων. Τα κύτταρα αυτά συνιστούν τους γαμέτες (απλοειδή).

5.5 Κληρονομικότητα

Μερικοί άνθρωποι έχουν καστανά μάτια, άλλοι μπλε ή πράσινα. Το σύνολο των χαρακτηριστικών που μπορούμε να δούμε σε έναν οργανισμό είτε αυτά τα έχει κληρονομήσει είτε τα έχει αποκτήσει κατά τη διάρκεια της ζωής του αποτελεί το **φαινότυπο** του. Δηλαδή, ο φαινότυπος είναι το σύνολο των μορφολογικών, ανατομικών, φυσιολογικών κ.α. χαρακτηριστικών του ατόμου. Τα χαρακτηριστικά που έχουν αποκτηθεί κατά τη διάρκεια της ζωής του ατόμου όπως μία ουλή από ένα τραύμα, δεν κληρονομούνται και λέγονται **επίκτητα**. Τα διαφορετικά όμως χαρακτηριστικά μας, ελέγχονται από διαφορετικά αλληλόμορφα γονίδια. Το σύνολο των αλληλόμορφων γονιδίων κάθε οργανισμού αποτελεί τον **γονότυπο** του.

Νόμοι της κληρονομικότητας (νόμοι του Μέντελ)

Θα ήταν μεγάλη παράλειψη να μελετάμε την κληρονομικότητα, χωρίς να αναφέρουμε των επιστήμονα εκείνον που πρώτος έθεσε τις βάσεις της γενετικής επιστήμης. Ο επιστήμονας αυτός δεν ήταν άλλος από τον Γρηγόριο Μέντελ, έναν Αυστριακό μοναχό που έζησε στην Ευρώπη του 19ου αιώνα. Ο επιστήμονας αυτός, με πειράματα που πραγματοποίησε στο φυτό μωσχομπίζελο, μελέτησε με ποιον τρόπο γίνεται η μεταβίβαση των χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους και διετύπωσε τους δύο νόμους του. Οι νόμοι αυτοί ισχύουν για όλους τους διπλοειδείς οργανισμούς και είναι γνωστοί ως ο πρώτος

και δεύτερος Νόμος του Μέντελ ή νόμος της ομοιομορφίας και νόμος του διαχωρισμού αντίστοιχα.

Ο Νόμος της ομοιομορφίας - 1ος Νόμος του Μέντελ: «τα άτομα που προέρχονται από την διασταύρωση ομόζυγων γονέων που διαφέρουν σε ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά είναι μεταξύ τους ομοιόμορφα και ετερόζυγα»

Ο Νόμος του διαχωρισμού - 2ος Νόμος του Μέντελ «όταν διασταυρώνουμε μεταξύ τους τα ετερόζυγα άτομα, στους απογόνους τους επανεμφανίζονται τα χαρακτηριστικά των γονέων τους (παππούδων) με καθορισμένη αριθμητική αναλογία».

5.6 Μεταλλάξεις

Μερικές φορές, οι οργανισμοί εμφανίζουν με νέα χαρακτηριστικά που δεν προϋπήρχαν στους προγόνους τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά, οφείλονται σε αλλαγές του DNA. Οι αλλαγές αυτές είναι σπάνια και τυχαία γεγονότα, τα οποία μπορεί να συμβούν σε οποιοδήποτε κύτταρο του οργανισμού είτε σωματικό είτε γενετικό. Οι αλλαγές αυτές ονομάζονται **μεταλλάξεις** και κληρονομούνται, εφόσον συμβούν σε γεννητικά κύτταρα. Οι μεταλλάξεις συμβαίνουν είτε κατά την αντιγραφή του DNA, είτε κάτω από την επίδραση ορισμένων παραγόντων που ονομάζονται **μεταλλαξογόνοι**. Τέτοιοι μεταλλαξογόνοι παράγοντες είναι η υπεριώδης ακτινοβολία, χημικές ουσίες που περιέχονται στον καπνό του τσιγάρου κ.α.

Οι μεταλλάξεις όμως, είναι υπεύθυνες και για ασθένειες που παρουσιάζονται στον άνθρωπο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων ασθενειών είναι ο **αλφισμός** και το **σύνδρομο Ντάουν** (Down). Ο αλφισμός είναι μία ασθένεια κατά την οποία, τα άτομα που πάσχουν δεν παράγουν μελανίνη στο δέρμα τους. Η ασθένεια αυτή είναι αποτέλεσμα μιας αλλαγής στην αλληλουχία του DNA του γονιδίου που είναι υπεύθυνο για την παραγωγή της μελανίνης. Οι μεταλλάξεις σαν αυτή, ονομάζονται **γονιδιακές μεταλλάξεις**. Στο σύνδρομο Ντάουν, τα άτομα που πάσχουν, έχουν στα σωματικά τους κύτταρα 47 χρωμοσώματα, αντί για τον φυσιολογικό αριθμό των 46 χρωμοσωμάτων. Το ζυγωτό που έδωσε τα παιδιά αυτά, προήλθε από την ένωση ενός ωαρίου (συνηθέστερα) που είχε 24 χρωμοσώματα αντί για το φυσιολογικό ρυθμό των 23 χρωμοσωμάτων, με ένα σπερματοζωάριο που είχε 23 χρωμοσώματα. Τα άτομα που πάσχουν από το σύνδρομο αυτό έχουν το χαρακτηριστικό ασιατικό σχήμα ματιού (μογγολισμός) και εμφανίζουν διανοητική καθυστέρηση.

Οι μεταλλάξεις όμως, είναι υπεύθυνες και για τη δημιουργία της τεράστιας αυτής **ποικιλομορφίας** χαρακτηριστικών που παρατηρούμε στους φυσικούς πληθυσμούς: το διαφορετικό χρώμα μαλλιών και ματιών μας, τα διαφορετικά χρώματα στα άνθη των φυτών και άλλα είναι τίποτε άλλο παρά μεταλλάξεις που συνέβησαν πολλά χρόνια πριν!

Σημείωση 1: Άλλες γνωστές ασθένειες που οφείλονται σε μεταλλάξεις είναι η μεσογειακή αναιμία ή θαλασσαιμία, ασθένεια κατά την οποία μειώνεται ο αριθμός και το μέγεθος των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η β μεσογειακή αναιμία (που είναι συχνότερη στη χώρα μας) είναι οφείλεται σε γονιδιακή μετάλλαξη του γονιδίου που είναι υπεύθυνο για την παραγωγή της φυσιολογικής αιμοσφαιρίνης.

Κεφάλαιο 2º- Οι οργανισμοί στο περιβάλλον τους

Ο όρος **οικολογία**, που προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις οίκος και λόγος, χρησιμοποιήθηκε αρχικώς από τον βιολόγο Ερνέστο Χέκελ, στα τέλη του 19ου αιώνα και

αναφερόταν στο σύνολο των σχέσεων που αναπτύσσονται ανάμεσα στους οργανισμούς και στο περιβάλλον τους. Στο κεφάλαιο αυτό, θα μελετήσουμε τις σχέσεις των οργανισμών μεταξύ τους και με το περιβάλλον τους καθώς και με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον που προκαλεί η ανθρώπινη δραστηριότητα.

2.1 Ισορροπία στα βιολογικά συστήματα

Η **ομαλή λειτουργία** ενός οργανισμού και η δυνατότητα του να **προσαρμόζεται** στο περιβάλλον στο οποίο ζει, εξασφαλίζουν την **επιβίωση** του. Όταν λέμε ότι ένας οργανισμός λειτουργεί ομαλά, εννοούμε ότι ιστοί του και τα όργανα του μπορούν να συνεργάζονται μεταξύ τους. Όταν λέμε ότι ένας οργανισμός προσαρμόζεται στο περιβάλλον του, εννοούμε ότι μπορεί να εξασφαλίζει την τροφή του, να αναπαράγεται, να προστατεύεται από τους εχθρούς του κ.α.

Σε ένα οικοσύστημα, όλοι οι βιοτικοί παράγοντες, δηλαδή οι ζωντανοί οργανισμοί και οι αβιοτικοί παράγοντες, δηλαδή ο αέρας, το νερό κ.α. αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αναπτύσσοντας διαφορετικές σχέσεις. Οι οργανισμοί ενός πληθυσμού αναπτύσσονται μεταξύ τους **αναπαραγωγικές** σχέσεις, **ανταγωνιστικές** σχέσεις (γιατί διεκδικούν τον ίδιο ερωτικό σύντροφο ή τον ίδιο χώρο για να φτιάξουν τη φωλιά τους κ.α), καθώς και κοινωνική συμπεριφορά, σχέσεις δηλαδή **συνεργασίας**. Παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελούν τα μεταναστευτικά πουλιά, οι μέλισσες και τα μυρμήγκια που σχηματίζουν κοινωνίες με σαφή ιεραρχία και οργάνωση. Οι οργανισμοί διαφορετικών πληθυσμών σε ένα οικοσύστημα αναπτύσσονται μεταξύ τους σχέσεις **τροφικές** (θηρευτή - θηράματος), σχέσεις **συμβίωσης** (όπως τα βακτήρια που συμβιώνουμε στο έντερο του ανθρώπου και παράγουν τη βιταμίνη Κ), σχέσεις **ανταγωνιστικές** (όπως ο σκύλος με τη γάτα) και σχέσεις **παρασιτισμού** (όπως τα παθογόνα μικρόβια που προκαλούν ασθένειες στον άνθρωπο).

Οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος καθώς και οι αβιοτικοί παράγοντες μιας περιοχής λειτουργούν σαν **ρυθμιστικοί μηχανισμοί**, με αποτέλεσμα τα οικοσυστήματα να βρίσκονται σε **δυναμική ισορροπία** (δηλαδή, επαναφέρουν την ισορροπία στα οικοσυστήματα όταν αυτή για κάποιο λόγο διαταραχτεί). Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στο παρακάτω παράδειγμα: Τα ποντίκια, ως γνωστόν, τρέφονται με σπόρους. Αύξηση των σπόρων συνεπάγεται αύξηση των ποντικών. Η αύξηση των ποντικών οδηγεί με τη σειρά της σε μεγαλύτερη κατανάλωση σπόρων, άρα σε μείωση του πληθυσμού των ποντικών επειδή ελαττώνεται η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής. Παρατηρούμε δηλαδή ότι ο πληθυσμός των ποντικών επανήλθε στα αρχικά επίπεδα που ήταν πριν από την διαταραχή του οικοσυστήματος (αύξηση των σπόρων). Η αύξηση του πληθυσμού των ποντικών οδηγεί με τη σειρά της και σε αύξηση των θηρευτών τους (φίδια). Τα φίδια τώρα θα τρέφονται με περισσότερα ποντίκια οπότε θα μειωθεί πάλι ο πληθυσμός των ποντικών.

2.2 Οργάνωση και λειτουργίες του οικοσυστήματος - ο ρόλος της ενέργειας

Όλα τα βιολογικά συστήματα, όπως τα οικοσυστήματα, έτσι και οι οργανισμοί, χρειάζονται **ενέργεια**. Την ενέργεια οι οργανισμοί την εξασφαλίζουν μέσω της τροφής τους. Ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζουν οι οργανισμοί την ενέργεια που τους είναι απαραίτητη, διακρίνονται σε **αυτότροφους** και **ετερότροφους**. Οι αυτότροφοι οργανισμοί είναι οι παραγωγοί, δηλαδή οι οργανισμοί οι οποίοι παράγουν μόνοι τους την τροφή με τη

φωτοσύνθεση. Με τη διαδικασία αυτή, χρησιμοποιούν απλά ανόργανα μόρια, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και το νερό, συνθέτοντας οργανικές ενώσεις όπως είναι η γλυκόζη. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται στους χλωροπλάστες με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Στους παραγωγούς, ανήκουν τα χερσαία και τα υδρόβια φυτά, τα φυτοπλαγκτόν, τα φύκη αλλά και κάποιοι μονοκύτταροι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί δηλαδή οργανισμοί που έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν όπως είναι για παράδειγμα, τα κυανοβακτήρια. Οι ετερότροφοι οργανισμοί εξασφαλίζουν την ενέργεια που χρειάζονται καθώς τρέφονται με άλλους οργανισμούς.

Οι ετερότροφοι οργανισμοί διακρίνονται σε καταναλωτές και αποικοδομητές. Οι καταναλωτές ανάλογα με τους οργανισμούς με τους οποίους τρέφονται διακρίνονται σε: φυτοφάγους οργανισμούς (όταν τρέφονται άμεσα από τα φυτά), ή **καταναλωτές πρώτης τάξης**. Σε **καταναλωτές δεύτερης τάξης** ή σαρκοφάγα ζώα που τρέφονται με φυτοφάγα, όταν δηλ. τρέφονται με καταναλωτές πρώτης τάξης. Τέλος διακρίνονται σε **καταναλωτές Τρίτης τάξης** όταν τρέφονται με καταναλωτές δεύτερης τάξης και ούτω καθεξής. Οι **αποικοδομητές** είναι βακτήρια, μύκητες ή πρωτόζωα του εδάφους τα οποία τρέφονται με νεκρούς οργανισμούς ή τμήματα τους. Δηλαδή τρέφονται με νεκρή οργανική ύλη την οποία αποικοδομούν και μετατρέπουν σε ανόργανη. Προηγουμένως είδαμε, ότι η ηλιακή ενέργεια, μέσω της φωτοσύνθεσης μετατρέπεται σε χημική. Η χημική αυτή ενέργεια, εμπρικλείεται στην τροφή, οπότε μεταφέρεται από τον έναν οργανισμό στο μάλλον διά μέσου των τροφικών σχέσεων. Οι τροφικές σχέσεις συνεπώς, εκτός από την ροή της τροφής δείχνουν και την αρωγή της ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς του οικοσυστήματος.

Τροφικές αλυσίδες - τροφικά πλέγματα - τροφικές πυραμίδες

Η αλεπού τρώει τον λαγό, ο οποίος τρώει το χορτάρι. Οι τροφικές αυτές σχέσεις απεικονίζονται με την παρακάτω μορφή: Χορτάρι→λαγός→αλεπού. Το διάγραμμα αυτό, που απεικονίζει τις τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος ονομάζεται **τροφική αλυσίδα**. Στην πραγματικότητα όμως, ένας οργανισμός τρώει και τρώγεται από περισσότερους άλλους οργανισμούς. Συνεπώς, αν απεικονίσουμε όλες τις τροφικές σχέσεις που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα με τη μορφή ενός σύνθετου διαγράμματος τότε παίρνουμε το **τροφικό πλέγμα**. Τους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος τους κατατάσσουμε σε τροφικά επίπεδα. Κάθε τροφικό επίπεδο περιλαμβάνει όλους τους οργανισμούς που αποτελούν τροφή του επόμενου τροφικού επιπέδου. Επειδή οι παραγωγοί όπως προαναφέρθηκε, δηλαδή οι αυτότροφοι οργανισμοί, συνθέτουν μόνοι τους την τροφή χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια τοποθετούνται στο πρώτο τροφικό επίπεδο. Με ανάλογο σκεπτικό, στο δεύτερο τροφικό επίπεδο τοποθετούμε τους καταναλωτές πρώτης τάξης, στο τρίτο τροφικό επίπεδο τους καταναλωτές δεύτερης τάξης κ.ο.κ.

Αν σε κάθε τροφικό επίπεδο γράψουμε έναν αριθμό που αντιστοιχεί με το σύνολο των οργανισμών του συγκεκριμένου επιπέδου, θα παρατηρήσουμε ότι ο αριθμός των ατόμων ελαττώνεται από το κατώτερο προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα. Δηλαδή, οι παραγωγοί είναι περισσότεροι, τα φυτοφάγα ζώα λιγότερα, τα σαρκοφάγα ακόμη λιγότερα κ.ο.κ. Με τον τρόπο αυτό, παίρνουμε μια σχηματική απεικόνιση που μοιάζει σαν μια πυραμίδα στην οποία απεικονίζονται τροφικές σχέσεις η οποία ονομάζεται **τροφική πυραμίδα πληθυσμού**. Η τροφική πυραμίδα πληθυσμού μας δείχνει πως μεταβάλλεται ο πληθυσμός ενός οικοσυστήματος από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο. Αν αντί για τα άτομα κάθε

τροφικού επιπέδου, αναγράφουμε μέσα σε κάθε τροφικό επίπεδο τη **βιομάζα** των οργανισμών, δηλαδή την ξηρή τους μάζα (χωρίς το νερό) ανά μονάδα επιφάνειας, θα παρατηρήσουμε ότι η βιομάζα είναι περισσότερη στο κατώτερο τροφικό επίπεδο και ελαττώνεται καθώς ανεβαίνουμε στα ανώτερα τροφικά επίπεδα. Η απεικόνιση αυτή, ονομάζεται **τροφική πυραμίδα βιομάζας** και δείχνει τη μεταβολή της βιομάζας στο συγκεκριμένο οικοσύστημα. Τέλος, αν σε κάθε τροφικό επίπεδο αναγράφουμε την ενέργεια που εμπερικλείεται, θα παρατηρήσουμε ότι και αυτή μειώνεται καθώς ανεβαίνουμε τα τροφικά επίπεδα μιας αλυσίδας. Η απεικόνιση αυτή, ονομάζεται **τροφική πυραμίδα ενέργειας** και δείχνει τη μεταβολή της ενέργειας στο συγκεκριμένο οικοσύστημα.

Σημείωση 2: Σε μία τροφική πυραμίδα ενέργειας, καθώς και σε μία τροφική πυραμίδα βιομάζας οι επιστήμονες έχουν υπολογίσει ότι μεταφέρεται μόνο το 10% της ενέργειας και της βιομάζας αντίστοιχα. Το υπόλοιπο 90% της ενέργειας χάνεται, είτε γιατί ένα μέρος της μετατρέπεται σε θερμότητα, λόγω της αναπνοής, είτε επειδή ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα και τα ούρα είτε επειδή κάποιοι οργανισμοί δεν τρώγονται, είτε τέλος γιατί πεθαίνουν.

2.3 Ανακύκλωση της ύλης σ'ένα οικοσύστημα

Ενώ τα οικοσυστήματα, τροφοδοτούνται συνεχώς με ηλιακή ενέργεια, δεν συμβαίνει το ίδιο με την ύλη και τα διάφορα χημικά στοιχεία. Τα χημικά στοιχεία θα πρέπει σε ένα οικοσύστημα συνεχώς να ανακυκλώνονται και να χρησιμοποιούνται εκ νέου, γιατί δεν υπάρχει καμία πηγή που να τροφοδοτεί τη Γη με χημικά στοιχεία. Δύο βασικά χημικά στοιχεία που κάνουν «κύκλο» σε ένα οικοσύστημα είναι ο **άνθρακας** και το **άζωτο**. Ο άνθρακας, όπως γνωρίζουμε, αποτελεί συστατικό όλων των οργανικών ενώσεων. Το άζωτο συμμετέχει στο σχηματισμό βασικών οργανικών ενώσεων όπως οι πρωτεΐνες, τα νουκλεϊκά οξέα και ορισμένα λιπίδια.

Ο κύκλος του άνθρακα:

Το διοξείδιο του άνθρακα βρίσκεται στην ατμόσφαιρα ως συστατικό του ατμοσφαιρικού αέρα. Δύο βασικές βιολογικές διαδικασίες συμμετέχουν στον κύκλο του άνθρακα. Αυτές είναι η φωτοσύνθεση και η κυτταρική αναπνοή. Με τη φωτοσύνθεση, οι παραγωγοί χρησιμοποιούν διοξείδιο του άνθρακα και νερό (με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας), όπως είπαμε πιο πάνω, για να συνθέσουν απλές οργανικές ενώσεις και οξυγόνο. Με την κυτταρική αναπνοή όλοι οι οργανισμοί διασπούν τις οργανικές ενώσεις που λαμβάνουν με την τροφή τους για να παράγουν ενέργεια και να αποβάλουν διοξείδιο του άνθρακα. Επιπλέον, οι αποικοδομητές με τη διαδικασία της αποικοδόμησης, απελευθερώνουν επίσης διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Έτσι, κλείνει ο κύκλος του άνθρακα σε ένα οικοσύστημα. Διοξείδιο του άνθρακα παράγεται επίσης από όλες τις καύσεις των μηχανών, των εργοστασίων για αυτοκίνητο. Αυτή είναι η παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα.

Ο κύκλος του αζώτου:

Οι παραγωγοί, δεν μπορούν να δεσμεύσουν απευθείας το άζωτο της ατμόσφαιρας, όπως συμβαίνει με τον άνθρακα. Το άζωτο της ατμόσφαιρας, που περιέχεται σε ποσοστό 80% περίπου, μετατρέπεται μέσω των κεραυνών, σε ανόργανες ενώσεις όπως είναι η

αμμωνία και τα νιτρικά ιόντα τα οποία πέφτουν με το νερό της βροχής στο έδαφος. Η αμμωνία, με τη βοήθεια βακτηρίων μετατρέπεται σε νιτρικά ιόντα. Τα νιτρικά ιόντα, τώρα, προσλαμβάνονται από τους παραγωγούς μέσω των ριζών, από το νερό του εδάφους. Έτσι, οι παραγωγοί συνθέτουν τις δικές τους αζωτούχες οργανικές ενώσεις, οι οποίες μέσω της τροφής περνούν στους καταναλωτές. Οι αποικοδομητές του εδάφους, διασπούν τη νεκρή οργανική ύλη των φυτών και των ζώων που φτάνει σε αυτούς, παράγοντας αμμωνία. Η αμμωνία αυτή, μετατρέπεται όπως είδαμε πριν με τη βοήθεια βακτηρίων του εδάφους σε νιτρικά ιόντα που προσλαμβάνονται από τα φυτά. Με τη διαδικασία που αναφέρθηκε πριν, το άζωτο της ατμόσφαιρας μετατρέπεται συνεχώς σε νιτρικά ιόντα.

Με ποιον τρόπο όμως, το άζωτο θα επιστρέψει πάλι πίσω στην ατμόσφαιρα; Τον ρόλο αυτό, το να αναλαμβάνουν κάποια βακτήρια του εδάφους, κλείνοντας έτσι τον κύκλο του αζώτου. Αξίζει να αναφερθεί ότι στις ρίζες ορισμένων φυτών που ονομάζονται ψυχανθή (όπως τα φασόλια, οι φακές, το μπιζέλι, το τριφύλλι κ.α.) συμβιώνουν ορισμένα βακτήρια που έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν απευθείας το άζωτο της ατμόσφαιρας σε νιτρικά ιόντα. Τα φυτά αυτά, δεν χρειάζονται να προσλαμβάνουν τα νιτρικά από το έδαφος διότι το συνθέτουν μόνα τους. Για το λόγο αυτό, τα όσπρια είναι άλλωστε πλούσια σε πρωτεΐνες. Ο άνθρωπος, παρεμβαίνει στον κύκλο του αζώτου εισάγοντας στα οικοσυστήματα τα λιπάσματα. Τα λιπάσματα, περιέχουν νιτρικά ιόντα τα οποία καταλήγουν με το νερό της άρδευσης και των βροχών στα υδάτινα οικοσυστήματα δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα ρύπανσης.

2.4 Παρέμβαση του ανθρώπου στο περιβάλλον

Ρύπανση ονομάζεται κάθε διαταραχή των φυσικών, χημικών ή βιολογικών χαρακτηριστικών του αέρα, του νερού ή του εδάφους και μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τους οργανισμούς που ζουν εκεί. Η ρύπανση μπορεί να προκληθεί από φυσικά αίτια, όπως είναι η τέφρα της έκρηξης ενός ηφαιστείου που διασπείρεται στην ατμόσφαιρα, εν τούτοις όμως, οι αιτίες της ρύπανσης τις περισσότερες φορές είναι ανθρωπογενείς. Παραδείγματα ρύπανσης είναι η ρίψη του πετρελαίου στη θάλασσα και ο σχηματισμός των πετρελαιοκηλίδων, οι εκπομπές καυσαερίων στην ατμόσφαιρα από τις μηχανές εσωτερικής καύσης κ.α. Όταν η ρύπανση προκαλείται από μικρόβια χρησιμοποιούμε τον όρο **μόλυνση**.

Ρύπανση του αέρα

Ο ατμοσφαιρικός αέρας, περιέχει έναν μεγάλο αριθμό ρύπων. Οι ρύποι αυτοί προέρχονται κυρίως από τα καυσαέρια των οχημάτων, των βιομηχανιών και των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στη ρύπανση του αέρα, συμβάλλει επίσης η εξάτμιση πτητικών ουσιών, που περιέχονται στα χρώματα και τους διαλύτες. Σε πολλές πόλεις της Γης, κυρίως τις πρωινές και θερμές ώρες, όταν δεν φυσούν άνεμοι, σε χαμηλό ύψος, παρατηρείται μία «ομίχλη» που έχει καφέ χρώμα. Το νέφος αυτό ονομάζεται **φωτοχημικό**, και συνιστάται από έξι κύριους τύπους: το **μονοξειδίο του άνθρακα**, το **διοξειδίο του αζώτου**, το **διοξειδίο του θείου**, το **όζον** και διάφορα **σωματίδια**. Οι τύποι αυτοί προκαλούν σημαντικά προβλήματα υγείας στους ανθρώπους, ιδιαίτερα στα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα.

Ένα σημαντικό πρόβλημα ιδιαίτερα των μεγαλουπόλεων που οφείλεται στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, είναι η **όξινη βροχή**. Το διοξειδίο του αζώτου και του διοξειδίου του θείου, επειδή είναι αέριοι ρύποι μεταφέρονται με τους ανέμους σε μεγάλες αποστάσεις. Τα

οξειδία όμως αυτά, με την παρουσία ηλιακού φωτός αντιδρούν με την υγρασία της ατμόσφαιρας και μετατρέπονται σε νιτρικό και θειώδες οξύ συμβάλλοντας στη διαμόρφωση της όξινης βροχής. Η όξινη βροχή διαταράσσει την ισορροπία στα υδάτινα οικοσυστήματα και συχνά θανατώνει τους υδρόβιους οργανισμούς. Επίσης αναστέλλει την ανάπτυξη πολλών φυτών, διαβρώνει τα μνημεία και τα μέταλλα και πολλές φορές προκαλεί την επιδείνωση αναπνευστικών και καρδιακών νοσημάτων στους ανθρώπους.

Μερικά αέρια, όπως το **μεθάνιο** αλλά κυρίως το **διοξείδιο του άνθρακα** που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, ενώ επιτρέπουν την Φωτεινή ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει σε αυτήν, παγιδεύουν την **υπέρυθρη ακτινοβολία** (θερμότητα) που ανακλάται στην επιφάνεια της Γης, εμποδίζοντας την να διαφύγει στο διάστημα. Έτσι, όσο περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα περιέχεται στην ατμόσφαιρα τόσο περισσότερο θερμική ακτινοβολία εγκλωβίζεται γύρω από τη Γη και επομένως η θερμοκρασία του αέρα αλλά και της επιφάνειας της Γης αυξάνεται. Το γυαλί, όπως και το διαφανές πλαστικό που επενδύουν τα θερμοκήπια εγκλωβίζουν τη θερμότητα στο εσωτερικό τους, δηλαδή λειτουργούν όπως το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Για το λόγο αυτό το φαινόμενο εγκλωβισμού της θερμικής ακτινοβολίας πάνω από την επιφάνεια της Γης, ονομάζεται **φαινόμενο του θερμοκηπίου**. Τα τελευταία διακόσια χρόνια, η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αυξάνεται συνεχώς. Αυτό οφείλεται κυρίως στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα από την καύση των ορυκτών καυσίμων της βιομηχανίας, των μεταφορικών μέσων αλλά και από την καύση του πετρελαίου στις κεντρικές θερμάστρες των κατοικιών. Έτσι γίνονται πιο συχνές και έντονες οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Σημείωση 3: Υπολογίζεται πως το 2050, θα έχει διπλασιαστεί η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης κατά 3 βαθμούς Κελσίου. Αυτό μπορεί να προκαλέσει λιώσιμο των πάγων στους πόλους της γης που θα έχει ως συνέπεια πολλές παραθαλάσσιες πόλεις να καλυφθούν από νερό.

Στα 20-50χιλιόμετρα περίπου από την επιφάνεια της Γης, ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει ένα αέριο που ονομάζεται όζον. Τα προωθητικά αέρια που χρησιμοποιούνται στα σπρέι, και οι χλωροφθοράνθρακες από τις ψυκτικές μηχανές είναι αέρια ελαφριά που ανέρχονται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, αντιδρούν με το όζον και το καταστρέφουν προκαλώντας την περίφημη «τρύπα του όζοντος», δηλαδή την **μείωση της στιβάδας του όζοντος**. Το όζον στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, εμποδίζει το 99% περίπου της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου να φτάσει στην επιφάνεια της γης. Λειτουργεί δηλαδή, θα λέγαμε, σαν ένα προστατευτικό φίλτρο της Γης. Όταν μειώνεται όμως το όζον αυξάνει η υπεριώδης ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της και προκαλούνται μεταλλάξεις, μειώνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα και προκαλούνται προβλήματα υγείας στον άνθρωπο όπως καταρράκτης στα μάτια και καρκίνος του δέρματος.

Η ρύπανση των υδάτων

Τα νερά των θαλασσών, των ποταμών και των λιμνών, δέχονται καθημερινά ρύπους που προέρχονται από τις βιομηχανίες, τα αστικά κέντρα αλλά και από τις γεωργικές δραστηριότητες. Τα νερά αυτά περιέχουν **βαρέα μέταλλα** όπως ο ψευδάργυρος, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος κ.α., που περιέχονται σε βιομηχανικά απόβλητα και μπορεί να περάσουν διά μέσου της τροφικής αλυσίδας σε όλους τους οργανισμούς ενός θαλάσσιου οικοσυστήματος ακόμα και στον άνθρωπο με δυσάρεστες συνέπειες στην υγεία του. Τα

χημικά λιπάσματα συνήθως προκαλούν υπέρμετρη αύξηση των φυτών (όπως το μαρούλι της θάλασσας) στην επιφάνεια του νερού εμποδίζοντας την δίοδο του ηλιακού φωτός σε μεγαλύτερα βάθη. Τα φυτοφάρμακα επίσης σκοτώνουν πολλούς από τους οργανισμούς που ζουν στους υγροτόπους. Η πίσσα που προέρχεται από το απόβλητα των πλοίων, καταστρέφει τους οργανισμούς που ζουν στις ακτές. Πετρέλαιο και ορυκτέλαια από δεξαμενόπλοια και διυλιστήρια δηλητηριάζουν τα παρυδάτια πτηνά, ενώ οι πετρελαιοκηλίδες διακόπτουν την άμεση επαφή του νερού με τον ατμοσφαιρικό αέρα και δεσμεύουν ένα μέρος από το ηλιακό φως. Σήμερα, με τη βοήθεια της βιοτεχνολογίας, γίνεται προσπάθεια απορρύπανσης των θαλασσών από τις πετρελαιοκηλίδες με γενετικά μεταλλαγμένα βακτήρια τα οποία τρέφονται με τα συστατικά της πετρελαιοκηλίδας.

Η ρύπανση του εδάφους

Το έδαφος, ρυπαίνεται από τοξικές ουσίες, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα και τα απόβλητα των πυρηνικών εργοστασίων καθώς και από φυτοφάρμακα, εντομοκτόνα και λιπάσματα που προέρχονται από τις γεωργικές καλλιέργειες. Οι χωματερές επίσης αποτελούν σημαντικό παράγοντα ρύπανσης του εδάφους από την ανεξέλεγκτη απόρριψη των σκουπιδιών. Οι χωματερές αποτελούν συχνά αιτία πυρκαγιάς και αύξηση του πληθυσμού των επικίνδυνων για την υγεία τρωκτικών το οποίο μπορούν να διαταράξουν την ισορροπία του οικοσυστήματος. Τα απορρίμματα επίσης, όταν καίγονται απελευθερώνουν επικίνδυνες ουσίες, όπως είναι οι διοξίνες, οι οποίες δηλητηριάζουν τους οργανισμούς ή να παρασυρθούν με τις βροχές για να καταλήξουν στα υπόγεια νερά, τα ποτάμια τις λίμνες ή τις θάλασσες. Τέλος, ο σημαντικός παράγοντας ρύπανσης του εδάφους, ιδιαίτερα στην πατρίδα μας είναι οι πυρκαγιές. Η πυρκαγιά στην πατρίδα μας είναι συχνό φαινόμενο την περίοδο του καλοκαιριού εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και της παρουσίας ξένων φύλλων στο έδαφος που λειτουργούν ως προσάναμμα. Όταν μία δασική έκταση καεί επανειλημμένα, τότε το οικοσύστημα δεν μπορεί να ανακάμψει. Στην περίπτωση αυτή, όταν μάλιστα την πυρκαγιά ακολουθήσει η υπερβόσκηση, το έδαφος παρασύρεται από τα νερά της βροχής και τελικά ερημοποιείται.

Επιμέλεια: Απόστολος Καψούρης , Βιολόγος