



**Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Κρήτης**

**Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας (Σ. Τε. Γ)
Τμήμα: Φυτικής Παραγωγής**

Πτυχιακή Εργασία

Ρύπανση – Κλιματικές αλλαγές – Γεωργία



Ελένη Κρεβαθιανάκη

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Κωνσταντίνος Λουλακάκης

Ηράκλειο, 2012

Πρόλογος

Είναι σημαντικό στη ζωή μας να ευχαριστούμε και να εκτιμάμε άτομα που μας έχουν στηρίξει στη προσπάθεια μας. Έτσι λοιπόν και εγώ με τη σειρά μου θα ήθελα να ευχαριστήσω πάνω από όλα τους καθηγητές μου. Τον Δρ. Κωνσταντίνο Λουλακάκη που ανέλαβε να είναι ο επιβλέπων καθηγητής όπως επίσης και τον καθηγητή Δρ. Κωνσταντίνο Σαββάκη για όλα όσα μου δίδαξε, για το επιστημονικό υλικό που μου προσέφερε, τις συμβουλές του, την συμπαράσταση του και τις ώρες που μου αφιέρωσε από το φόρτο εργασίας του για την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριξε σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.



Περιεχόμενα

Κατάλογος σχημάτων	5
Εισαγωγή	8
Κεφάλαιο 1: Ατμοσφαιρική ρύπανση	10
1. Εισαγωγή	10
1. 1 Κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι.....	11
1. 2 Πηγές ρύπανσης	16
1. 3 Επιπτώσεις ατμοσφαιρικών ρύπων στον άνθρωπο.....	17
1. 4 Επιπτώσεις ατμοσφαιρικών ρυπαντών στην φύση.....	21
1. 4. 1. Επιπτώσεις του SO ₂ στα φυτά	22
1. 4. 2. Επιπτώσεις των NO _x στα φυτά	25
1. 4. 3. Επιπτώσεις του όζοντος στα φυτά	23
1. 4. 4 Φθοριούχες ενώσεις.....	25
1. 4. 5. Αμμωνία (NH ₃)	26
1. 4. 6. Αιωρούμενα σωματίδια (PM).....	26
1. 4. 7. Όξινη βροχή	27
Κεφάλαιο 2: Φαινόμενο του θερμοκηπίου (Κλιματική αλλαγή)	42
2. 1 Εισαγωγή.....	43
2. 2 Μηχανισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου	43
2. 3 Αέρια του θερμοκηπίου	45
2. 4 Κλιματική αλλαγή.....	51
Κεφάλαιο 3: Ρύπανση από τη γεωργία-κτηνοτροφία	57
3. 1 Εισαγωγή.....	58
3. 2 Ρύπανση των νερών.....	59
3. 2. 1 Εισαγωγικά στοιχεία.....	59
3. 2. 2 Έλεγχος ιζημάτων –διάβρωση.....	62
3. 2. 3 Ρύπανση από Κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.....	62
3. 2. 4 Ρύπανση από φυτοφάρμακα.....	62
3. 2. 5 Επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον από τη βόσκηση ζώων	63
3. 2. 6 Επιπτώσεις στο περιβάλλον από την άρδευση.....	63
3. 2. 7 Υγρά γεωργικά απόβλητα	66
3. 3 Ρύπανση του εδάφους.....	68
3. 4 Ρύπανση του αέρα	69
3. 4. 1 Γενικά στοιχεία	69
Κεφάλαιο 4: Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην γεωργία	73
4. 1 Εισαγωγή.....	74
4. 3 Επιπτώσεις στην Αφρική	77
4. 4 Επιπτώσεις στις ΗΠΑ	82
4. 5 Επιπτώσεις στην Ευρώπη	84
4. 6 Κίνδυνοι και ευκαιρίες σε αγροκλιματολογικές ζώνες της Ευρώπης.....	86
4. 7 Συνεισφορά της Γεωργίας στην κλιματική αλλαγή	89
4. 8 Προτάσεις για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών.....	90

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	92
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΨΗΦΙΣΜΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ	94

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 1. 1. Δομή μορίου μονοξειδίου του άνθρακα.	12
Σχήμα 1. 2 Συμπεριφορά των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.	14
Σχήμα: 1. 3 Σύστημα ανάπτυξης φωτοχημικής ρύπανσης..	15
Σχήμα: 1. 4 α) Φωτολυτικός κύκλος του NO ₂ , β) συγκέντρωση του οξειδίου του αζώτου και του όζοντος κατά την διάρκεια της ημέρας με φωτοχημική ρύπανση	16
Σχήμα 1. 5 Πίνακας τοξικών ουσιών που περιλαμβάνει το βενζόλιο.	19
Σχήμα 1. 6. Είσοδος σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα.	20
Σχήμα 1. 7 Φωτογραφία εκπομπής ρύπων από καμινάδες θερμοηλεκτρικού σταθμού.22	
Σχήμα 1. 8 Οξεία βλάβη από διοξειδίου του θείου σε μουριά. Η βλάβη εμφανίζεται μεταξύ των αγγείων (veins).	22
Σχήμα 1. 9 Προσβολή από το όζον στο φύλλωμα σόγιας από όζον.	24
Σχήμα 1. 10 Προσβολή από το όζον στο φύλλωμα της σκλήθρας.	25
Σχήμα 1. 11 Προσβολή από Φθοριούχες ενώσεις σε φύλλωμα δαμασκηλιάς.. . . .	25
Σχήμα 1. 12 Προσβολή φυλλώματος μηλιάς ακολουθούμενη από δημιουργία νέων φύλλων μετά πάροδο.	26
Σχήμα 1. 13 Επικάθηση σκόνης τσιμέντου στο φύλλωμα και τους καρπούς μηλιάς. Η σκόνη δεν είχε ζημιογόνες επιπτώσεις στο φύλλωμα, αλλά ανέστειλε τη δράση του ψεκασμού πριν από τη συγκομιδή.	27
Σχήμα 1. 14: Στο σχήμα φαίνονται οι διαδικασίες που μπορούν να οδηγήσουν στο σχηματισμό των όξινων εναποθέσεων. Τα οξείδια του αζώτου (NO _x) και διοξειδίου του θείου (SO ₂) που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από διάφορες πηγές πέφτουν στο έδαφος απλά ως ξηρή εναπόθεση. Αυτή η ξηρή εναπόθεση μπορεί στη συνέχεια να μετατραπεί σε οξέα, όταν οι χημικές ουσίες που περιέχουν αντιδράσουν με το νερό. Οι υγρές όξινες εναποθέσεις, σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα όταν τα οξείδια του αζώτου (NO _x) και του διοξειδίου του θείου (SO ₂), μετατρέπονται σε νιτρικό οξύ (HNO ₃) και θειικό οξύ (H ₂ SO ₄) μέσω της οξειδωσης και της αντίδρασης με την υγρασία. Υγρή εναπόθεση μπορεί επίσης σχηματιστεί όταν η αέρια αμμωνία (NH ₃) από τις φυσικές πηγές μετατρέπεται σε αμμώνιο (NH ₄ ⁺).	29
Σχήμα 1. 15: Διάφορες διαγραμματικές παραστάσεις δημιουργίας όξινης βροχής.	29- 30
Σχήμα 1. 16: Διαγραμματική παράσταση επίδρασης της όξινης βροχής σε λίμνη. . . .	31

Σχήμα 1. 17 Συνοπτική παρουσίαση των επιπτώσεων του ΡΗ στην Πανίδα και χλωρίδα των λιμνών.	33
Σχήμα 1. 18 Σχηματική παράσταση ιοντοανταλλαγής.	35
Σχήμα 1. 19 Φωτογραφίες από επιπτώσεις της όξινης βροχής στα φυτά και τα δένδρα.....	37-38
Σχήμα 1. 20 Προσβεβλημένο δάσος από όξινη βροχή και άλλους παράγοντες.	39
Σχήμα 1. 21 Φωτογραφία υπερύθρου προσβεβλημένου δάσους.....	41
Σχήμα 2. 1 Φαινόμενο θερμοκηπίου- Παγίδευση ακτινοβολίας.....	43
Σχήμα 2. 2 Ενεργειακό ισοζύγιο στο σύστημα Γή –ατμόσφαιρα	43
Σχήμα 2. 3 Διαγραμματική παράσταση Μηχανισμού φαινομένου θερμοκηπίου.	44
Σχήμα 2. 4 Συνοπτικός πίνακας αερίων του θερμοκηπίου	46
Σχήμα 2. 5 Ποσοστιαία συμμετοχή αερίων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.	47
Σχήμα 2. 6 Κύκλος διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.	48
Σχήμα 2. 7 Κατανομή της συγκέντρωσης όζοντος στην ατμόσφαιρα.	49
Σχήμα 2. 8 Μηχανισμός καταστροφής των μορίων του όζοντος στη στρατόσφαιρα από CFs.....	50
Σχήμα 2. 9 Μείωση της συγκέντρωσης όζοντος στην ανταρκτική.	50
Σχήμα 2. 10 Ετήσιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις κυριότερες πηγές.	51
Σχήμα 2. 11 Πρόβλεψη για μεταβολή της θερμοκρασίας από δυο διαφορετικά μοντέλα μέχρι το 2050.	52
Σχήμα 2. 12 Πρόβλεψη για μεταβολή των βροχοπτώσεων από δύο διαφορετικά μοντέλα μέχρι το 2050.	53
Σχήμα 2. 13 Δέσμευση για μείωση των εκπομπών αερίων του Θερμοκηπίου μέχρι το 2012.	55
Σχήμα 2. 14 Στοιχεία εκπομπών στην Ευρωπαϊκή Ένωση.	55
Σχήμα 2. 15 Ξηρασία λόγω κλιματικής αλλαγής.	56
Σχήμα 3. 1 Διαγραμματική παρουσίαση των επιπτώσεων λόγω εκροών από τη γεωργικές δραστηριότητες.	59
Σχήμα 3. 2 Ρύπανση ποταμού από μεταφορά ρύπων από παρόχθιες περιοχές με επιφανειακή έκλυση και αποστραγγίσματα. Και από απόρριψη λυμάτων.	60
Σχήμα 3. 3 Επιπτώσεις στον πληθυσμό των ψαριών λόγω ρύπανσης από γεωργικές δραστηριότητες.	61

Σχήμα 3. 4 Επίδραση της γεωργικής δραστηριότητας στα επιφανειακά και υπόγεια.64-65
Σχήμα 3. 5 Παγκόσμια χρήση νερού ανά τομέα κατανάλωσης: Γεωργία, βιομηχανία, οικιακή χρήση, αποταμιευτήρες.	65
Σχήμα: 3. 6 Τυπικές τιμές BOD Διαφόρων γεωργικών αποβλήτων.66
Σχήμα 3. 7 Ουσίες εντομοκτόνων που έχουν ανιχνευτεί σε υδάτινους αποδέκτες στην ΕΥ, παρά το γεγονός ότι η χρήση στις περισσότερες έχει απαγορευτεί πολλά χρόνια πριν.	68
Σχήμα 3. 8 Διασπορά γεωργικών ρύπων στην ατμόσφαιρα και το έδαφος από ψεκασμούς.	69
Σχήμα 3. 9 Εκτίμηση εκπομπών από γεωργικές δραστηριότητες σε ΗΠΑ και Ευρωπαϊκή Ένωση. 72
Σχήμα 4. 1 Πρόβλεψη μεταβολής παραγωγής αγροτικών προϊόντων, λόγω κλιματικής αλλαγής, σε όλο τον κόσμο.	75
Σχήμα 4. 2 Κλιματικές Ζώνες στην Αφρική.	77
Σχήμα 4. 3. Καλλιέργειες ανά περιοχή της Αφρικής.79
Σχήμα 4. 4 Πολική αρκούδα. 83
Σχήμα 4. 5 Πρόβλεψη για μεταβολή της γεωργικής παραγωγής μέχρι το 2030 από δυο διαφορετικά προγνωστικά μοντέλα. 84
Σχήμα 4. 6 Προβλεπόμενες συνέπειες κλιματικών αλλαγών σε διάφορες περιοχές της Ε.Ε.	86
Σχήμα 4. 7 Περίληψη των κινδύνων και των ευκαιριών στη αγροκλιματική ζώνη. . . .	87
Σχήμα 4. 8 Πρόβλεψη μείωσης παραγωγής για τη δεκαετία του 2080 για αύξηση θερμοκρασίας 2,5 °C.....	88
Σχήμα 4. 9 Οι γεωργικοί τομείς που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή.90

Εισαγωγή

Η γεωργία επηρεάζεται από μεγάλο αριθμό οικονομικών, κοινωνικών και φυσικών παραγόντων. Οι κυριότεροι φυσικοί παράγοντες είναι η ρύπανση και η κλιματική αλλαγή. Οι γεωργικές καλλιέργειες μπορεί να επηρεαστούν και να πληγούν σοβαρά όταν εκτίθενται σε υψηλές συγκεντρώσεις διαφόρων ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι επιπτώσεις της επίδρασης των ρύπων στα φυτά κυμαίνονται από ορατά σημάδια στο φύλλωμα, περιορισμό της ανάπτυξης και της απόδοσης τους μέχρι την πρόωρη ξήρανση τους. Η σοβαρότητα της επίδρασης ατμοσφαιρικού ρύπου στα φυτά δεν εξαρτάται μόνο από τη συγκέντρωση του συγκεκριμένου ρύπου αλλά και από σειρά άλλων παραγόντων όπως η διάρκεια έκθεσης στο ρύπο, το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού κατά τη διάρκεια του οποίου γίνεται η επίδραση του ρύπου. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζουν και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που οδηγούν σε συσσώρευση των ρύπων καθώς και στην προετοιμασία ανάπτυξης των φυτωρίων η οποία μπορεί να καταστήσει το φυτό είτε πολύ ευαίσθητο σε ατμοσφαιρικούς ρύπους είτε πολύ ανθεκτικό.

Οι γεωργικές καλλιέργειες μπορούν να επηρεαστούν από ρύπους που εκπέμπονται τοπικά δηλαδή εκπέμπονται από πηγές ρύπανσης που γειτνιάζουν στις καλλιέργειες. Οι αέριοι ρύποι που εκπέμπονται από μια πηγή ρύπανσης διασπείρονται σε μια ζώνη αρκετά χιλιόμετρα γύρω από το σημείο εκπομπής και επηρεάζουν τις παρακείμενες καλλιέργειες. Η διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα εξαρτάται από τη φύση τους, τη χημική τους σταθερότητα, την αλληλεπίδραση τους με άλλους ρύπους και τις μετεωρολογικές συνθήκες (υγρασία, ταχύτητα ανέμων, ακτινοβολία). Οι πιο συνηθισμένοι ρύποι που επηρεάζουν τοπικά τις καλλιέργειες είναι: Αιωρούμενα σωματίδια (PM), διοξείδιο του θείου, φθοριούχες ενώσεις, αμμωνία, οξειδία του αζώτου κλπ.

Οι γεωργικές καλλιέργειες μπορεί να επηρεαστούν επίσης και από ρύπους που δημιουργούνται δευτερογενώς στην ατμόσφαιρα και μεταφέρονται ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες. Τέτοιοι είναι το όζον και άλλοι οξειδωτικοί ρύποι. Οι δευτερογενείς αυτοί ρύποι είναι αποτέλεσμα φωτοχημικών αντιδράσεων που γίνονται στην ατμόσφαιρα μεταξύ των υδρογονανθράκων, των οξειδίων του αζώτου και την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η ζημιά στις καλλιέργειες από τους οξειδωτικούς δευτερογενείς ρύπους μπορεί να εμφανίζεται σε μεγάλες αγροτικές ζώνες που καλύπτουν εκατοντάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα φυτά μπορεί να είναι εμφανείς με διάφορους τρόπους. Μπορεί να είναι ορατές στο φύλλωμα όπου σε μικρό χρονικό διάστημα εμφανίζονται ως νεκρωτικές βλάβες (νεκρωμένοι ιστοί) ή μπορεί να αναπτυχθούν σιγά - σιγά ως κιτρίνισμα ή χλώρωση των φύλλων.

Μπορεί επίσης να υπάρξει μείωση της ανάπτυξης των διαφόρων τμημάτων ενός φυτού. Επίσης μπορεί να έχουμε πλήρη νέκρωση (ξήρανση) των φυτών, αυτό όμως προϋποθέτει σταθερή και μεγάλη συγκέντρωση ρύπων πράγμα που συνήθως δεν συμβαίνει. Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις καλλιέργειες (φυτά), ζώα και κατά συνέπεια στον άνθρωπο μπορεί να αποτιμηθεί από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Παρεμβολή στα συστήματα ενζύμων
- Αλλαγή στη χημική κυτταρική σύσταση και στη φυσική δομή
- Καθυστέρηση ανάπτυξης και μείωση παραγωγής λόγω μεταβολικών αλλαγών
- Οξεία, άμεση εκφύλιση του ιστού

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την γεωργία και γενικά τον αγροτικό τομέα είναι η κλιματική αλλαγή. Η κλιματική αλλαγή είναι αποτέλεσμα του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποδίδεται στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται κατά κύριο λόγο από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η κλιματική αλλαγή έχει αρχίσει να εκδηλώνεται τα τελευταία χρόνια με ακραία καιρικά φαινόμενα όπως έντονες τοπικές βροχοπτώσεις εναλλασσόμενες από περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας, μεταβολή των μέσων θερμοκρασιών κ. τ. λ.

Τα φαινόμενα αυτά προκαλούν διαταραχή στην ισορροπία του οικοσυστήματος, επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά των εδαφών. Επίσης η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι επίσης σημαντικός παράγοντας εμφάνισης ασθενειών που επηρεάζουν την ανάπτυξη των παθογόνων οργανισμών και των φυτών. Με τον τρόπο αυτό επηρεάζεται η απόδοση των καλλιεργειών και μειώνεται η παραγωγή τροφίμων σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο.

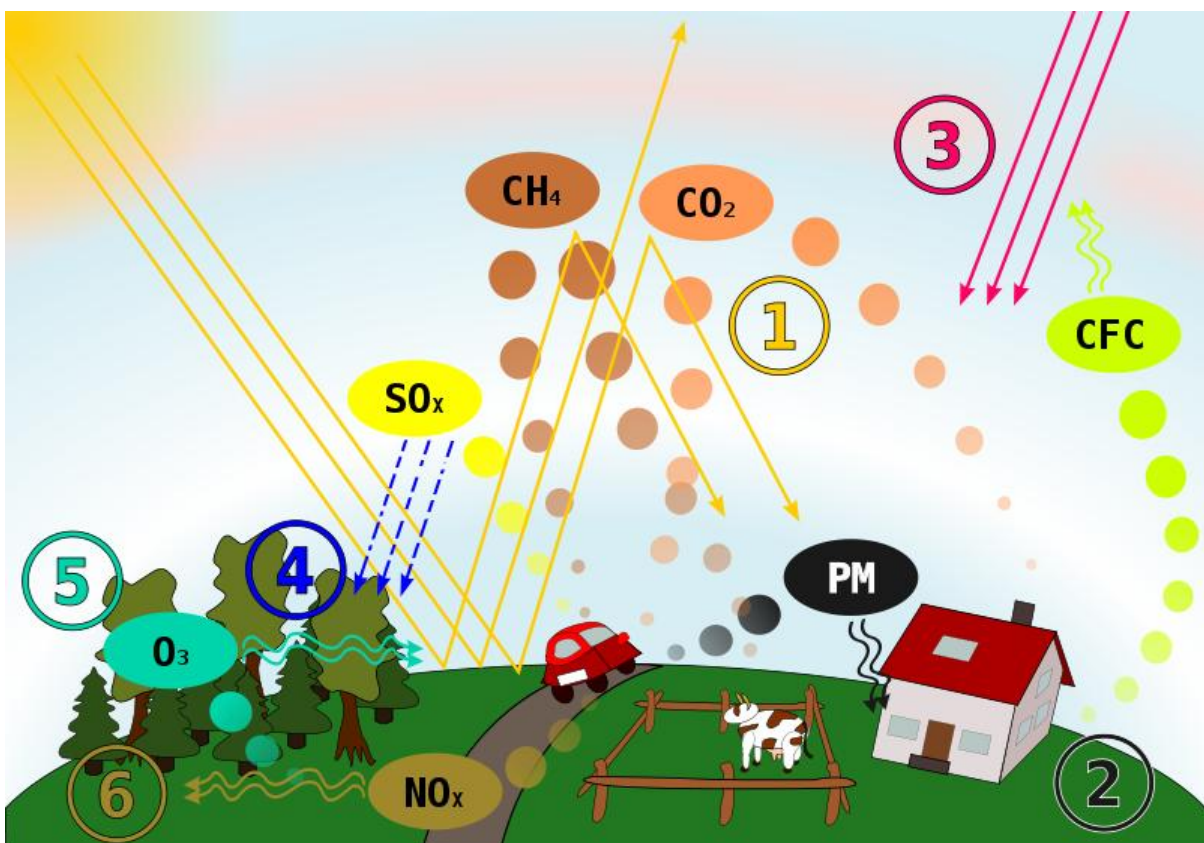
Η μείωση της παραγωγής τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο λόγω κλιματικής αλλαγής σε συνδυασμό με τη χρήση καλλιεργήσιμων εκτάσεων για την παραγωγή φυτών και προϊόντων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή «πράσινης» ενέργειας αναμένεται να δημιουργήσουν προβλήματα στη επάρκεια και τροφοδοσία αγροτικών προϊόντων για τον πληθυσμό της γης και να διογκώσουν ακόμη περισσότερο το υφιστάμενο επισιτιστικό πρόβλημα.

Ο γεωργικός τομέας εκτός του ότι είναι αποδέκτης και επηρεάζεται από την ρύπανση και την κλιματική αλλαγή, συνεισφέρει τόσο στη ρύπανση όσο και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου μέσω των εκπομπών που παράγονται κατά την εφαρμογή των καλλιεργειών (Διαρροές λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, αιωρούμενων σωματιδίων, εκπομπές αερίων κ. τ. λ.). Ήδη αναπτύσσονται δράσεις για την μείωση της συμβολής της γεωργίας στη ρύπανση και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στην εργασία αυτή γίνεται καταρχήν περιγραφή των κυριότερων ρύπων που εκπέμπονται, τις πηγές εκπομπής και τις επιπτώσεις του κάθε ρύπου στα φυτά και στο γεωργικό οικοσύστημα. Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή του μηχανισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής που προκαλείται. Παρουσιάζονται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε διάφορες περιοχές του πλανήτη (Ευρώπη, Αμερική, Ασία, Αφρική). Επίσης εξετάζεται η συμβολή της γεωργίας στη ρύπανση και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Κεφάλαιο 1

Ατμοσφαιρική ρύπανση



1. Εισαγωγή

Ατμοσφαιρική Ρύπανση καλείται η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της σύστασης της δομής και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας.

Αυτές οι αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Οι ρύποι που υπάρχουν στο περιβάλλον διακρίνονται σε **πρωτογενείς** και **δευτερογενείς**. Πρωτογενείς θεωρούνται οι ρύποι που εκπέμπονται απευθείας στο περιβάλλον από τις πηγές ρύπανσης όπως το διοξείδιο του θείου (SO_2), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξειδία του αζώτου (NO_x), η αμμωνία (NH_3), τα διάφορα σωματίδια (PM), ο μόλυβδος (Pb) και άλλα μέταλλα υπό μορφή χημικών ενώσεων και οι υδρογονάνθρακες.

Δευτερογενείς θεωρούνται οι ρύποι που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα με χημική αλληλεπίδραση των πρωτογενών ρύπων. Οι περισσότεροι γνωστοί δευτερογενείς ρύποι είναι το διοξείδιο του αζώτου (NO_2), το όζον (O_3), το νιτρικό υπεροξυακετύλιο (PAN) και άλλοι.

Η συγκέντρωση των ρύπων στη ατμόσφαιρα συνήθως εκφράζεται σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ή σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm)

1. 1 Κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι

- Το διοξείδιο του θείου (SO_2)
- Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Τα οξειδία του αζώτου (NO_x)
- Τα αιωρούμενα σωματίδια (PM_{10})
- Το όζον (O_3)
- Το βενζόλιο (C_6H_6)
- PAN
- Υδρογονάνθρακες (H C_s) - Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOCs)
- Μόλυβδος
- Ραδόνιο

Το διοξείδιο του θείου (SO_2): είναι ανόργανη χημική ένωση με τύπο SO_2 . Είναι αέριο, με οσμή «καιόμενου θείου», και πράγματι αποτελεί το κυριότερο προϊόν της καύσεως ουσιών που περιέχουν θείο. Το διοξείδιο του θείου απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά τις εκρήξεις των ηφαιστείων. Παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων τα οποία περιέχουν θείο. Τέτοια καύσιμα είναι οι γαιάνθρακες (λιγνίτες κλπ) το μαζούτ, διάφοροι τύποι ντίζελ για βιομηχανική κυρίως χρήση. Το ντίζελ κίνησης και θέρμανσης λαμβάνεται πρόνοια για περιβαλλοντικούς λόγους ώστε ύστερα από κατάλληλη αποθείωση να περιέχει θείο <0,3% ενώ και η βενζίνη περιέχει θείο <0,05%. Το θείο περιέχεται στα ορυκτά καύσιμα υπό μορφή χημικών ουσιών και με την καύση μετατρέπεται σε 92-98% SO_2 και το υπόλοιπο σε τριοξείδιο του SO_3 . Το SO_2 είναι

ευδιάλυτο στο νερό (υγρασία) και μετατρέπεται σε θειώδες οξύ (H_2SO_3). Το SO_2 οξειδώνεται επίσης με την επίδραση του ατμοσφαιρικού O_2 και διαφόρων ουσιών που δρουν ως καταλύτες, σε SO_3 με την επίδραση της υγρασίας σχηματίζει θειικό οξύ H_2SO_4 . Τα H_2SO_3 και H_2SO_4 μαζί με τα άλλα οξέα που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα αποτελούν την όξινη βροχή. Η όξινη βροχή αποτελεί παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία, τη βλάστηση, τα δάση, τα οικοσυστήματα και τα υλικά και για το λόγο αυτό αναλύεται χωριστά παρακάτω.



Σχήμα 1. 1. Δομή μορίου μονοξειδίου του άνθρακα

Το **μονοξείδιο του άνθρακα (CO)** είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο λίγο ελαφρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Είναι πολύ τοξικό για τους ανθρώπους και τα ζώα σε υψηλές συγκεντρώσεις, παρ' όλο που παράγεται σε μικρές ποσότητες από τον κανονικό ζωικό μεταβολισμό και θεωρείται ότι συμμετέχει σε κάποιες φυσιολογικές βιολογικές λειτουργίες. Παράγεται κατά την ατελή καύση των καυσίμων. Η κυριότερη πηγή εκπομπής του CO είναι το αυτοκίνητο. Εκτιμάται ότι το 98% του CO στο αέρα των πόλεων προέρχεται από την κίνηση των οχημάτων.

Το **διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)** είναι άχρωμο, άοσμο και δεν είναι τοξικό. Δεν θεωρείται ρύπος. Όμως η έκθεση σε μεγάλες συγκεντρώσεις μπορεί να επηρεάσει την αναπνευστική λειτουργία. Θεωρείται ως το σημαντικότερο αέριο που συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου με το οποίο θα ασχοληθούμε στο Κεφ2

Τα **οξείδια του αζώτου (NO_x)** είναι ενώσεις του αζώτου με οξυγόνο. Υπάρχουν επτά οξείδια του αζώτου από τα οποία τα τρία N_2O , NO και NO_2 συναντώνται στην ατμόσφαιρα σε μεγάλες συγκεντρώσεις και από αυτά μόνο τα NO , NO_2 είναι τοξικά.

Το **υποξείδιο του αζώτου (N₂O)** είναι άχρωμο και σχετικά αδρανές. Χρησιμοποιείται ως προωθητικό αέριο στις φιάλες των αεροζόλ σπρέι, δεν σχηματίζεται κατά τη καύση.

Το **μονοξείδιο του αζώτου (NO)** είναι άχρωμο και παράγεται με καύση των ορυκτών καυσίμων. Σε υψηλές θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 1000 °C μετατρέπεται σε NO_2 .

Το **διοξείδιο του αζώτου (NO₂)** έχει χρώμα κόκκινο–κίτρινο-καστανό και χαρακτηριστική οσμή. Σχηματίζεται με καύση ορυκτών καυσίμων σε υψηλές θερμοκρασίες και με φωτοχημική οξείδωση του NO .

Το όζον (O₃): Το όζον είναι αέριο άχρωμο, βαρύτερο του αέρα με δριμεία οσμή. Είναι ισχυρότατο οξειδωτικό προέρχεται συνήθως από τη δράση των φωτοχημικών αντιδράσεων πάνω στα προϊόντα καύσης κατά το σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους.

Οι Υδρογονάνθρακες (HCs): Αναφέρονται και ως Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (Volatile Organic Compounds- VOCs). Στην ατμόσφαιρα έχουν ανιχνευτεί πάνω από 60 είδη υδρογονανθράκων. Μερικοί από αυτούς εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα με ατελή καύση ή εξάτμιση του καυσίμου, τη βιομηχανία, τις βιοτεχνικές δραστηριότητες μέσα στη πόλη (πχ καθαριστήρια, βαφεία αυτοκινήτων πρατήρια καυσίμων, γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες). Πολλοί από αυτούς σχηματίζονται δευτερογενώς στην ατμόσφαιρα. Οι HCs αποτελούν βασικό συντελεστή δημιουργίας του φωτοχημικού νέφους.

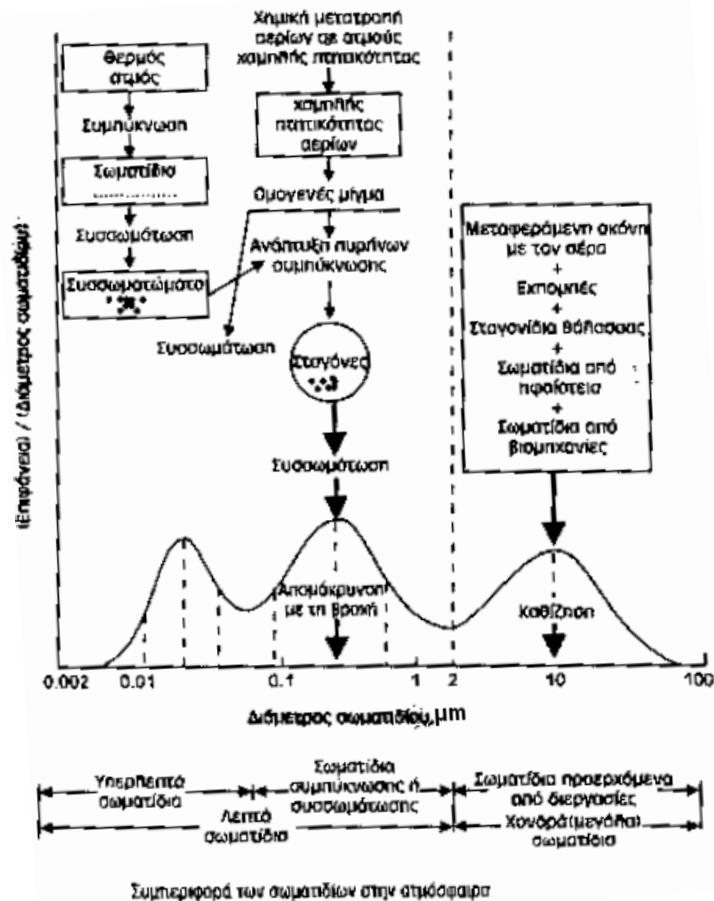
Ο Μόλυβδος (Pb) είναι πολύ τοξικός ρύπος. Η κύρια πηγή στη ατμόσφαιρα ήταν η χρήση της βενζίνης Super. Χρησιμοποιούνταν στη βενζίνη ως πρόσθετο υπό μορφή $Pb(CH_3)_4, Pb(C_2H_5)_4$ για τη βελτίωση του αριθμού οκτανίων (αντικροτικό). Στην ατμόσφαιρα εκλυόταν υπό μορφή ενώσεων $PbCl_2, PbBr_2, Pb, PbO$ κλπ. Επίσης ο Pb χρησιμοποιείται σε πιγμέντα για χρώματα και άλλες εφαρμογές. Λόγω τοξικότητας η χρήση του είναι περιορισμένη.

Σωματίδια (PM): Τα σωματίδια που αιωρούνται στα υψηλά στρώματα της ατμόσφαιρας (υψόμετρο ~ 10km) χαρακτηρίζονται **Μετεωρική σκόνη**, έχουν μέγεθος 0.05μ-μερικές δεκάδες μικρά και η χημική τους σύσταση είναι: Na, K, Mg, Al, Si, Ca, Ti, Cr, Fe, Co, Ni. Απορροφούν ηλιακή ενέργεια και ένα μέρος της το ξανά εκπέμπουν στη γη (Απορροφούν ~1/2 της Ηλιακής ενέργειας). Θεωρείται ότι λειτουργούν «σαν κουρτίνα» προστατεύοντας τη γη από την ηλιακή ακτινοβολία. Σε αντίθεση με τη μετεωρική σκόνη τα σωματίδια που αιωρούνται στο στρώμα της ατμόσφαιρας που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος έχουν μεγάλη σημασία. Τα σωματίδια αυτά είναι γήινης προέλευσης και προέρχονται είτε από **Φυσικές πηγές** όπως: Θάλασσα ($MgCl_2, CaCl_2, KBr, NaCl$), Πυρκαγιές, Διάβρωση εδαφών, Εκρήξεις ηφαιστείων (ενώσεις S), Βιολογικά υλικά (γύρη-αερόβιες και αναερόβιες διασπάσεις) είτε από

Ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως: Βιομηχανίες, Μεταλλουργικές βιομηχανίες (Σιδηρούχων και μη σιδηρούχων υλικών). Βιομηχανία οικοδομικών υλικών (Τσιμέντο, μπετόν, γύψος, ασβέστης, κεραμικά υλικά, γυαλί, αμίαντος, εξόρυξη και επεξεργασία αδρανών υλικών). Χημική βιομηχανία ανόργανων υλικών ($H_2SO_4, HCl, HNO_3, H_3PO_4, HF$, Λιπάσματα). Χημική βιομηχανία Οργανικών υλικών: Διυλιστήρια, πετροχημικά. Επίσης από διάφορες δραστηριότητες όπως έργα οδοποιίας, δομικά έργα, γεωργικές δραστηριότητες, κίνηση οχημάτων, εστίες καύσης, θερμοηλεκτρικοί σταθμοί κλπ. Τα σωματίδια ανάλογα με το μέγεθος και τη φύση τους χαρακτηρίζονται ως:

- ✓ Σκόνη από 1μm μέχρι μερικές εκατοντάδες μm
- ✓ Καπνός <1 μm
- ✓ Αεροζόλ οργανικά και ανόργανα σταγονίδια <2 μm

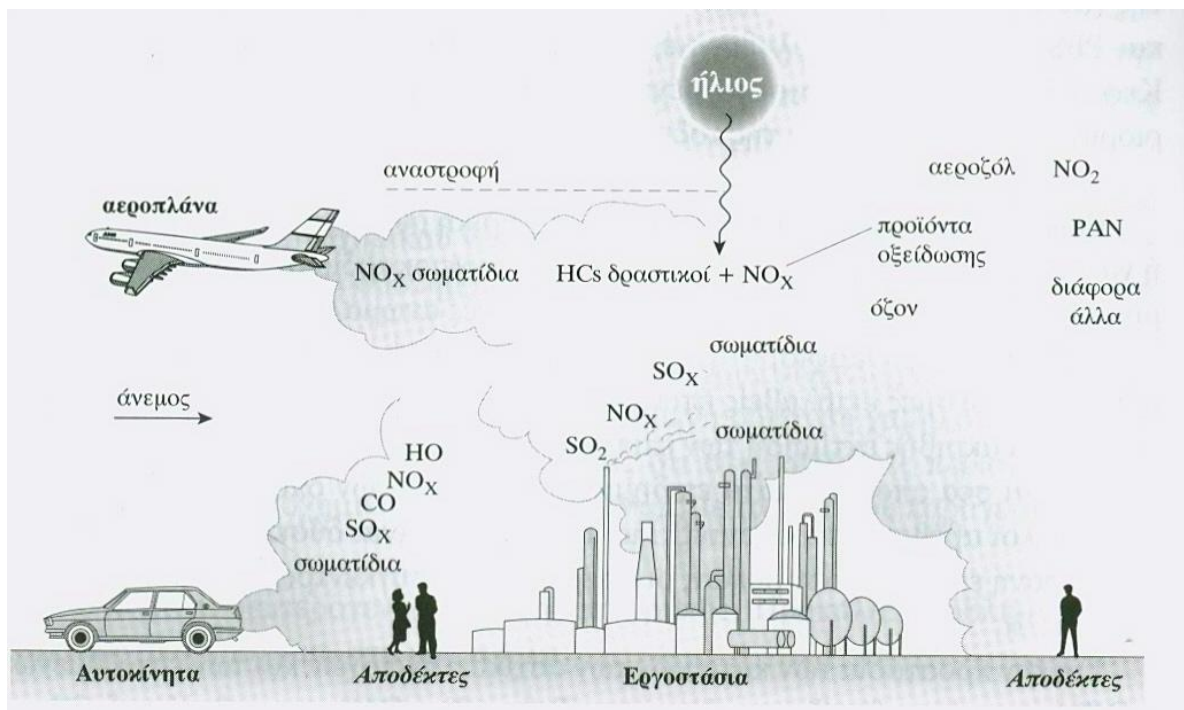
Η χημική τους σύσταση εξαρτάται από τη προέλευση τους και μπορεί να είναι $CaCO_3, SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3$ κλπ άλατα θειικά νιτρικά φωσφορικά, μέταλλα, άνθρακας (αιθάλη), μεγάλου μοριακού βάρους χημικές ενώσεις. Στην ατμόσφαιρα αιωρούνται σωματίδια μικρότερα από 10 μm και μεταφέρονται με τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις από το σημείο εκπομπής, ενώ τα μεγαλύτερα καθιζάνουν κοντά στο σημείο εκπομπής. Η τύχη και συμπεριφορά των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα φαίνεται στο σχήμα 1. 2.



Σχήμα 1. 2 Συμπεριφορά των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα (πηγή: Εισαγωγή στην περιβαλλοντική Τεχνολογία Κ. Σαββάκη εκδόσεις Ζήτη)

PAN (Νιτρικό υπεροξυ-ακετύλιο) είναι δευτερογενής ρύπος που δημιουργείται με την επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας και την αλληλεπίδραση πρωτογενών ρύπων όπως εξηγείται περιληπτικά παρακάτω.

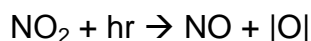
Οι πρωτογενείς ρύποι και η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας αποτελούν την αιτία για την εμφάνιση της φωτοχημικής ρύπανσης ή του φωτοχημικού νέφους. Η κατακόρυφη παρεμπόδιση της διασποράς των ρυπογόνων ουσιών εξαιτίας της θερμοκρασιακής αναστροφής, της άπνοιας ή των φυσικών εμποδίων ευνοεί την συσσώρευση τους.



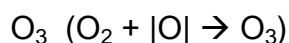
Σχήμα: 1. 3 Σύστημα ανάπτυξης φωτοχημικής ρύπανσης.

Ο μηχανισμός έναρξης των φωτοχημικών αντιδράσεων συνοψίζεται σε τρία στάδια:

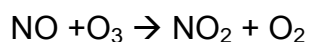
I: Το NO_2 απορροφά ηλιακή ακτινοβολία και μετατρέπεται σε NO (φωτόλυση NO_2)



II: Το ατομικό οξυγόνο αντιδρά πολύ γρήγορα με το O_2 τον αέρα και σχηματίζει



III: Παράλληλα το O_3 αντιδρά με το NO και σχηματίζει NO_2

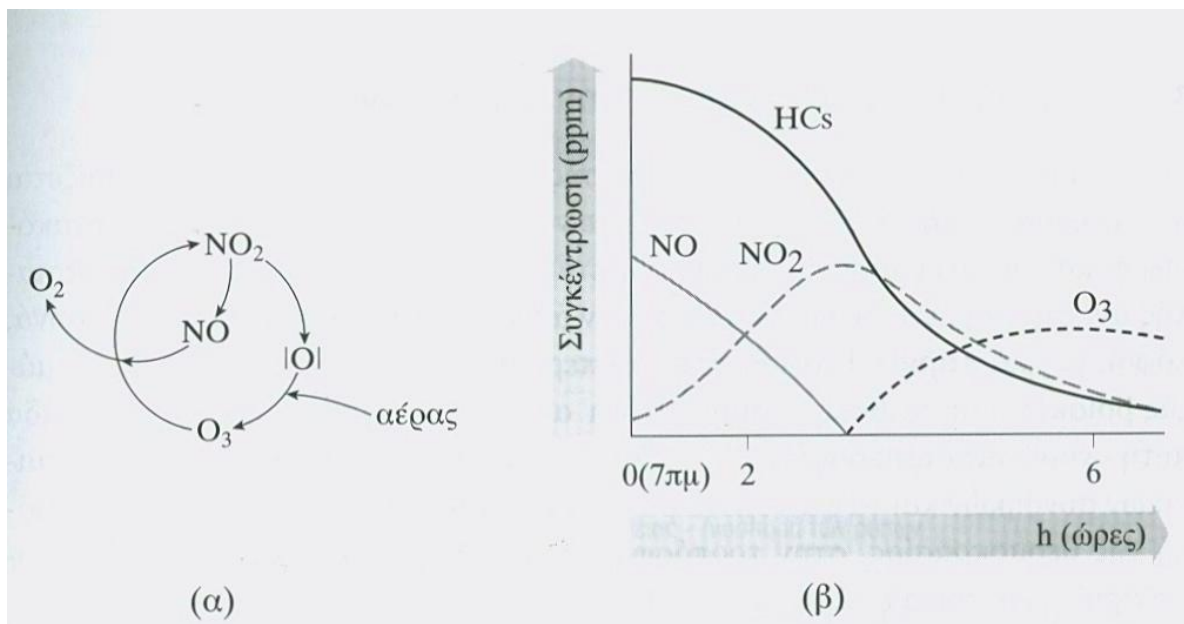


Τα τρία αυτά στάδια αποτελούν το φωτολυτικό κύκλο του NO_2 .

Εφόσον δεν έχουμε άλλους δραστικούς ρύπους ο κύκλος αυτός θα συνεχίζεται χωρίς να έχουμε μεταβολή της συγκέντρωσης του NO_2 .

Όμως υπάρχουν υδρογονάνθρακες που παρεμβάλλονται στον κύκλο με αποτέλεσμα τη δημιουργία δευτερογενών ρύπων όπως το O_3 και το PAN , το HNO_3 κ.λ.π.

Φυσικά ο μηχανισμός σχηματισμού του φωτοχημικού νέφους δεν είναι τόσο απλός. Μελέτες αναφέρουν ότι ο αριθμός των φωτοχημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα είναι πολύ μεγάλος (>80). Τα ενδιαμέσα προϊόντα των αντιδράσεων αυτών είναι εξαιρετικά δραστικά και προκαλούν σημαντικές οχλήσεις.



Σχήμα: 1. 4 α) Φωτολυτικός κύκλος του NO₂, β) συγκέντρωση του οξειδίου του αζώτου και του όζοντος κατά την διάρκεια της ημέρας με φωτοχημική ρύπανση.

Κατά τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους εκτός από τις επιδράσεις των φωτοχημικών ρύπων όπως CO, SO₂, τα σωματίδια, οι υδρογονάνθρακες, τα βαριά μέταλλα, οι ίνες αμιάντου κ.λ.π. Επίσης παρατηρείται σημαντική μείωση της ορατότητας.

Κατά τη διάρκεια μιας «τυπικής ημέρας σχηματισμού φωτοχημικού νέφους η μεταβολή της συγκέντρωσης των ρύπων έχει την εικόνα β του σχήματος 1.4

Νωρίς το πρωί όταν αρχίζει η κίνηση έχουμε συσσώρευση NO και HC. Δύο ώρες μετά την ανατολή του ηλίου παρατηρείται αύξηση του NO₂ σε βάρος του NO. Η εξαφάνιση του NO συμπίπτει με την αύξηση του O₃ και την έναρξη της μείωσης των NO₂ και HC. Η μέγιστη συγκέντρωση όζοντος παρατηρείται τις μεσημεριανές ώρες.

1. 2 Πηγές ρύπανσης

Οι πηγές ρύπανσης διακρίνονται σε:

Φυσικές (πχ πυρκαγιές δασών, δραστηριότητα ηφαιστειών, διασπορά της γύρης των φυτών, κοσμική ακτινοβολία κ. λ. π) και **ανθρωπογενείς**.

Οι **ανθρωπογενείς πηγές** κατατάσσονται ως εξής:

- Σταθερές σημειακές πηγές καύσης (θερμοηλεκτρικά εργοστάσια κεντρική θέρμανση).
- Σταθερές πηγές (βιομηχανία, βιοτεχνικές δραστηριότητες).
- Κινητές πηγές (αυτοκίνητα, αεροπλάνα, πλοία).
- Εκτέλεση έργων μικρών και μεγάλων (οδοποιίας, σήραγγες, ανεγέρσεις κατοικιών και εγκαταστάσεων κλπ

- Γεωργικές δραστηριότητες
- Κτηνοτροφικές δραστηριότητες

1. 3 Επιπτώσεις ατμοσφαιρικών ρύπων στον άνθρωπο

Οι βλαβερές επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στους ανθρώπους είναι ο βασικότερος λόγος των προσπαθειών που καταβάλλονται για την πλήρη κατανόηση και τον έλεγχο των πηγών εκπομπής των διαφόρων αερομεταφερόμενων ρύπων.

Αναλυτικά για τους σημαντικότερους ρύπους και τις επιπτώσεις τους στην υγεία και την ευεξία του ανθρώπου είναι γνωστά τα εξής:

- **Το διοξείδιο του θείου (SO₂)**

Είναι γενικά αέριο αποπνικτικό. Επιδρά στο αναπνευστικό σύστημα, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων και υγρασία. Εισπνεόμενο προκαλεί ερεθισμό του βλεννογόνου, του ρινοφάρυγγα, του λάρυγγα και των βρόγχων. Σε ακραίες καταστάσεις μπορεί να προκληθεί σπασμός του λάρυγγα και πνευμονικό οίδημα.

- **Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**

Εμφανίζει μεγάλη τάση να ενωθεί με την αιμοσφαιρίνη του αίματος και να σχηματίσει ανθρακοξυ-αιμοσφαιρίνη. Η ένωση αιμοσφαιρίνη-CO είναι 245 φορές πιο σταθερή από την αντίστοιχη με οξυγόνο ελαττώνοντας έτσι την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει ικανή ποσότητα οξυγόνου στους ιστούς με αποτέλεσμα να εμφανίζονται συμπτώματα ανοξίας. Επίσης επηρεάζεται το κεντρικό νευρικό σύστημα, αρχίζοντας από κεφαλαλγίες και αναπνευστικές δυσκολίες και μπορεί να φτάσει μέχρι το θάνατο. Σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει σε ανωμαλίες της όρασης, κακή εκτίμηση του χώρου και του χρόνου (απώλεια προσανατολισμού) και σε ακραίες περιπτώσεις σε απώλεια των αισθήσεων και θάνατο.

- **Το διοξείδιο του αζώτου (NO₂)**

Φαίνεται να ασκεί παράλληλη δράση με το διοξείδιο του θείου αλλά εντονότερη. Το μονοξείδιο και το διοξείδιο του αζώτου προκαλούν έντονο ερεθισμό του τραχειοβρογχικού βλεννογόνου και του αναπνευστικού επιθηλίου. Χαρακτηριστικό για τους νιτρώδεις ατμούς είναι ότι αν η συγκέντρωσή τους δεν είναι πολύ μεγάλη τα συμπτώματα από την εισπνοή δεν είναι άμεσα αλλά εμφανίζονται μετά από μερικές ώρες.

- **Το όζον (O₃)**

Είναι εξαιρετικά τοξικό αέριο. Η παρουσία του στην στρατόσφαιρα συμβάλλει αποφασιστικά στην προστασία των ανθρώπων, ζώων και φυτών από την υπεριώδη ακτινοβολία, αντίθετα όμως στην χαμηλότερη ατμόσφαιρα το όζον αποτελεί ένα ισχυρό και ερεθιστικό ρύπο ο οποίος βλάπτει την ανθρώπινη υγεία, τις αγροτικές καλλιέργειες

ακόμη και τα δομικά υλικά. Προκαλεί ελάττωση των πνευμονικών λειτουργιών, βήχα, δύσπνοια, άσθμα. Έκθεση του ατόμου σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις (>9 ppm) μπορεί να προκαλέσει ζάλη εμετούς κ. ά. Οι ερευνητές πιστεύουν ότι το όζον είναι η δεύτερη μεγαλύτερη αιτία των πνευμονικών νοσημάτων μετά από τα μικρά σωματίδια, από το κάπνισμα - ενεργητικό και παθητικό – τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων και την καύση του ξύλου.

- **Τα αιωρούμενα σωματίδια (PM₁₀)**

Σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι επιβλαβή για τους πνεύμονες του ανθρώπου, προκαλούν βρογχίτιδες, ερεθισμό των ματιών, δερματικές παθήσεις και αύξηση του αριθμού των θανάτων ιδιαίτερα όταν οι αιωρούμενες ουσίες είναι τοξικές.

- **Το βενζόλιο (C₆H₆)**

Το βενζόλιο είναι ένας πολύ τοξικός και καρκινογόνος ρύπος. Παράγωγα του βενζολίου χρησιμοποιούνται στην αμόλυβδη βενζίνη για τη βελτίωση του αριθμού οκτανίων (Αρωματικό κλάσμα της βενζίνης). Στο πίνακα του σχήματος 1. 5 φαίνεται ότι έχει το υψηλότερο δείκτη επικινδυνότητας και δραστηκότητας σε σχέση με άλλες ενώσεις σύμφωνα με τον κατάλογο που έχει συντάξει η Ευρωπαϊκή Ένωση.

- **Μόλυβδος**

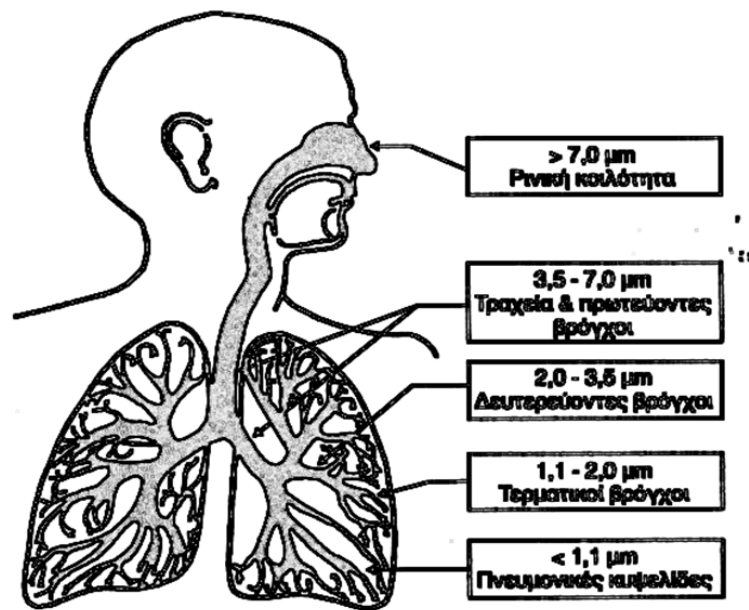
Είναι τοξικός σε όλες τις μορφές του και μπορεί να εισαχθεί στον οργανισμό τόσο από την πεπτική όσο και την αναπνευστική οδό. Χαρακτηριστική είναι η αθροιστική δράση του και η εκλεκτική απόθεσή του στα οστά. Μπορεί να προκαλέσει χρόνια δηλητηρίαση (μολυβδίαση). Έντονα συμπτώματα εμφανίζονται όταν ο μόλυβδος στο αίμα είναι πάνω από 60-100μg, οπότε δημιουργούνται προβλήματα στο ρυθμό παραγωγής του αίματος. Ασκεί μεγαλύτερη επίδραση σε άτομα μικρής ηλικίας προκαλώντας ανωμαλίες στις λειτουργίες των κυττάρων, διαταραχές στις νεφρικές λειτουργίες, καθώς και νευρικές ανωμαλίες.

Ρυπαντική ουσία στον αέρα	Βαθμολογία*	Επιπτώσεις στην υγεία
Βενζόλη	9	Καρκινογόνο, προκαλεί αναιμία
1,3 Βουταδιένιο	8	Καρκινογόνο ουσία
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	8	Καρκινογόνος ουσία, αντοχή στο περιβάλλον
Αρσενικό και στοιχεία	8	Καρκινογόνος ουσία, αντοχή στο περιβάλλον
Χρώμιο και στοιχεία	8	Καρκινογόνος ουσία
Νικέλιο και στοιχεία	8	Καρκινογόνος ουσία, μπορεί να επηρεάσει το αναπνευστικό σύστημα, αντοχή στο περιβάλλον
Κάδμιο και στοιχεία	7	Καρκινογόνος ουσία που συνδέεται με τον καρκίνο του προστάτη και των νεφρών άνθρωπο και επίσης, καρκίνο του πνεύμονα και των όρχεων στα ζώα. Ο καπνός από το κάψιμο του καδμίου ή του οξειδίου του καδμίου μπορεί σε βαριά περιστατικά, να επιδράσει στο αναπνευστικό σύστημα, αντοχή στο περιβάλλον.
Διοξίνες και φουράριο	7	Καρκινογόνος ουσία, ασθένεια του δέρματος, αντοχή στο περιβάλλον και βιολογικά συσσωρεύσιμο.
Υδράργυρος	7	Μπορεί να προκαλέσει αναπαραγωγικά προβλήματα, αντοχή στο περιβάλλον και βιολογικά συσσωρεύσιμο.
Διχλωρομεθάνιο	5	Πιθανός καρκινογόνος ουσία, μέτρια αντοχή στο περιβάλλον. Οι υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν αναισθησία και θάνατο. Η έκθεση μπορεί να ερεθίσει τους πνεύμονες, να προκαλέσει οίδημα στους πνεύμονες και καρδιακή αρρυθμία. Η μακροπρόθεσμη έκθεση σε υψηλά επίπεδα μπορεί να καταστρέψει το σκυώτι η τον εγκέφαλο.
Φορμαλδεΐδη	5	Καρκινογόνος ουσία, ερεθίζει το δέρμα, τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα, μπορεί να παροξύνει σε άσθμα.
Στυρένιο	5	Πιθανός καρκινογόνος ουσία.
1,4 διχλωροβενζόλη	3	Πιθανός καρκινογόνος ουσία, μέτρια αντοχή στο περιβάλλον.
Τετραχλωροαιθυλένιο	3	Πιθανός καρκινογόνος ουσία.
Στοιχεία μαγνησίου	3	Μπορεί να επηρεάσει την εγκεφαλική λειτουργία
<i>*Η υψηλή βαθμολογία αποτελεί ένδειξη για μεγαλύτερη ανησυχία</i>		
Πηγή: EPAV (1999c)		

Σχήμα 1. 5 Πίνακας τοξικών ουσιών που περιλαμβάνει το βενζόλιο.

- **Τα αιωρούμενα σωματίδια (PM)**

Τα σωματίδια με την εισπνοή μεταφέρονται στη ρινική κοιλότητα όπου τα χονδρά (>2μm) ενώ τα λεπτά <0,2 μm ακολουθούν τη ροή του αέρα και πολλά από αυτά τα διαπηδήσουν τις αναπνευστικές μεμβράνες και να φράσουν στους πνεύμονες και το αίμα. Στην επιφάνεια των σωματιδίων μπορεί να προσροφηθούν τοξικές ουσίες που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και να μεταφερθούν στους πνεύμονες και το αίμα. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι επιβλαβή για τους πνεύμονες του ανθρώπου, προκαλούν βρογχίτιδες, ερεθισμό των ματιών, δερματικές παθήσεις και αύξηση του αριθμού των θανάτων ιδιαίτερα όταν τα σωματίδια προέρχονται από περιβάλλον που υπάρχουν αιωρούμενες τοξικές ουσίες.



Δείκνυση σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα.

Σχήμα 1. 6. Είσοδος σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα.

- **PAN**

Είναι δευτερογενείς φωτοχημικός ρύπος. Προκαλεί προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα και στα μάτια.

- **Ραδόνιο**

Είναι άχρωμο, άοσμο, ραδιενεργό αέριο το οποίο δημιουργείται από τη φυσική διάσπαση του Ουρανίου που περιέχεται στα υλικά με τα οποία κτίζονται τα κτίρια. Η παγίδευση του μέσα στα κτίρια σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει σε καρκίνο των πνευμόνων. Μεγάλοι Οργανισμοί Υγείας θεωρούν το Ραδόνιο υπεύθυνο για χιλιάδες περιπτώσεις καρκίνου των πνευμόνων που θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί. Επιπλέον αν το άτομο που εκτίθεται σε υψηλές συγκεντρώσεις Ραδονίου στο σπίτι ή στο χώρο εργασίας του, είναι ταυτόχρονα καπνιστής, τότε ο κίνδυνος είναι ακόμη μεγαλύτερος.

- **Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOCs)**

Οι VOCs έχουν ερεθιστική, ναρκωτική και, καρκινογενή δράση κ.λ.π. Οι ενοχλήσεις για το περισσότερο από το 75% του πληθυσμού με συμπτώματα όπως πονοκέφαλοι, ερεθισμοί δέρματος και ματιών, χρόνια κόπωση, οφείλονται στην έκθεσή του σε υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών ενώσεων. Πάνω από 50% του πληθυσμού με τακτική έκθεση στο βενζόλιο παρουσίασε προβλήματα, ενώ περισσότερες από 3000 περιπτώσεις λευχαιμίας αποδίδονται στο βενζόλιο. Οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες έχουν επιπτώσεις στο νευρικό σύστημα, προκαλούν ερεθισμούς των ματιών, της μύτης και των πνευμόνων καθώς και καταστροφές του δέρματος, του ήπατος και των νεφρών. Η δράση τους είναι συνδυαστική έτσι ώστε το αποτέλεσμα να είναι αθροιστικά και σοβαρότερο.

- **Πολυχλωριωμένες οργανικές ενώσεις (PCBs)**

Οι **πολυχλωριωμένες οργανικές ενώσεις** (διοξίνες, διβενζοφουράνια, πολυχλωριωμένα διφαινύλια, PCBs) είναι αέριοι ρύποι που περιέχονται στα καυσαέρια καύσης ορυκτών καυσίμων (πχ καυσαέρια οχημάτων, κατά τις πυρκαγιές, από τη καύση πλαστικών, από τα υγρά ηλεκτρικά μονωτικά, από τη χρήση φυτοφαρμάκων κλπ. Τα PCBs χρησιμοποιούνταν ως διηλεκτρικά υγρά σε μετασχηματιστές (μέχρι την απαγόρευση τους το 1985).

Είναι ουσίες που δεν βιοδιασπώνται και βιοσυσσωρεύονται μέσω της τροφικής αλυσίδας. Για το λόγο αυτό καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια στο περιορισμό η/και εξάλειψη της χρήσης τους Η συνθήκη της Στοκχόλμης για τα POPs (Persistent Organic Pollutants) έχει ως σκοπό τον περιορισμό των χρήσεων και εκπομπών πολυχλωριωμένων ουσιών. Ουσίες όπως Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins, Furans) είναι σε διαδικασία περιορισμού ή και πλήρους απαγόρευσης της χρήσης τους.

1. 4 Επιπτώσεις ατμοσφαιρικών ρυπαντών στην φύση

Στο παρελθόν, το κλίμα της γης έχει πολλές φορές αλλάξει σαν αποτέλεσμα φυσικών αιτιών. Όμως, οι αλλαγές που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια και αυτές που προβλέπονται στο μέλλον, οφείλονται κυρίως στην ανθρώπινη συμπεριφορά. Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, οι άνθρωποι ξεκίνησαν να καίνε ορυκτά καύσιμα σε μαζικές ποσότητες για να κινήσουν οχήματα, να θερμάνουν τις κατοικίες τους, να εκτελέσουν τις επαγγελματικές τους δραστηριότητες, να τροφοδοτήσουν τα εργοστάσια με ενέργεια. Οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιούν άνθρακα και πετρέλαιο για να παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια που χρειαζόμαστε για να θερμάνουμε και να φωτίσουμε τα σπίτια μας και γενικά να καλύψουμε τις ανάγκες μας σε ενέργεια. Με την καύση των ορυκτών καυσίμων έχουμε αύξηση της συγκέντρωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων.

Έτσι η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα οδηγεί στον εγκλωβισμό υπερβολικής ποσότητας θερμότητας. Αυτό προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της γης (**υπερθέρμανση του πλανήτη**), η οποία με τη σειρά της οδηγεί στην αλλαγή του κλίματος. Αναλυτικά για το φαινόμενο αυτό θα ασχοληθούμε στο κεφάλαιο 2.



Σχήμα 1. 7 Φωτογραφία εκπομπής ρύπων από καμινάδες θερμοηλεκτρικού σταθμού.

1. 4. 1. Επιπτώσεις του SO₂ στα φυτά

Το διοξείδιο του θείου εισέρχεται στα φύλλα κυρίως μέσω των σωματίων (μικροσκοπικά ανοίγματα) και η συνεπακόλουθη βλάβη έχει ταξινομηθεί είτε ως οξεία είτε ως χρόνια. Οξεία βλάβη (Σχήμα 1. 8) προκαλείται από την απορρόφηση υψηλών συγκεντρώσεων διοξειδίου του θείου σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Τα συμπτώματα εμφανίζονται ως βλάβες στα φύλλα και στις δύο όψεις τους οι οποίες εκδηλώνονται συνήθως μεταξύ των νεύρων και περιστασιακά κατά μήκος των περιθωρίων των φύλλων. Το χρώμα των νεκρωτικών περιοχών μπορεί να ποικίλει από ένα ελαφρύ μαύρισμα ή κοντά σε λευκό έως ένα πορτοκαλί-κόκκινο ή καφέ, ανάλογα με την εποχή του χρόνου που προσβάλλονται τα φυτά και τις καιρικές συνθήκες. Τα προσφάτως αναπτυγμένα φύλλα είναι συνήθως τα πιο ευαίσθητα σε οξεία βλάβη από διοξείδιο του θείου ενώ τα πολύ νεότερα και παλαιότερα είναι κάπως πιο ανθεκτικά.



Σχήμα 1. 8 Οξεία βλάβη από διοξείδιο του θείου σε μουριά. Η βλάβη εμφανίζεται μεταξύ των αγγείων (veins).

Η χρόνια βλάβη προκαλείται από τη μακροχρόνια απορρόφηση του διοξειδίου του θείου σε συγκεντρώσεις χαμηλότερες αυτής που προκαλεί νέκρωση του φυτού. Τα συμπτώματα εμφανίζονται ως κιτρίνισμα ή χλώρωση των φύλλων, και περιστασιακά ως μαύρισμα στην κάτω επιφάνεια των φύλλων.

Διαφορετικά είδη φυτικών ειδών και ποικιλιών, ακόμη και τα φυτά ίδιου είδους μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ως προς την ευαισθησία τους στο διοξείδιο του θείου. Οι διαφοροποιήσεις αυτές συμβαίνουν λόγω των διαφορών στη γεωγραφική θέση, κλίμα, το στάδιο ανάπτυξης και ωρίμανσης των φυτών. Οι ακόλουθες καλλιέργειες θεωρούνται γενικά ευαίσθητες στο διοξείδιο του θείου: η μηδική (πωύδη φυτά πχ τριφύλλι κλπ), το ραβέντι, το κριθάρι, το σιτάρι, το τριφύλλι, η βρώμη, η κολοκύθα, τα ραπανάκια, το σπανάκι, το κολοκύθι, το σέσκουλο και ο καπνός. Στις ανθεκτικές καλλιέργειες περιλαμβάνονται τα σπαράγγια, το λάχανο, το σέλινο, το καλαμπόκι, το κρεμμύδι και η πατάτα.

Γενικά το SO₂ προκαλεί ορατά συμπτώματα με χαρακτηριστικότερο τη χλώρωση του ιστού των φύλλων, ακόμη δε και μη ορατά συμπτώματα όπως πρόκληση διαταραχών στην αύξηση του φυτού. Στα κωνοφόρα παρατηρείται ξαφνική χλώρωση των παλαιότερων βελόνων που συνοδεύεται από ξήρανση και νέκρωση. Στα πλατύφυλλα παρουσιάζεται μια υγρή και ελαφρά χλώρωση των κάτω επιφανειών των φύλλων. Επίσης έχει παρατηρηθεί σε δασικά δέντρα ως αποτελέσματα της επίδρασης του SO₂ η μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης

1.4.2. Επιπτώσεις των NO_x στα φυτά

Τα οξείδια του αζώτου (NO_x) εισέρχονται στο φυτό μέσω των στομάτων των φύλλων. Το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες στα δασικά δέντρα. Αρχικά συμπτώματα εμφανίζονται μερικές φορές σαν δακτύλιοι από άσπρα σημάδια κοντά στη βάση των βελόνων των κωνοφόρων. Σοβαρές προσβολές από (NO₂) προκαλούν ταχεία νέκρωση των παλαιότερων βελόνων από τη κορυφή προς τη βάση και γενική χλώρωση των νεαρότερων βελόνων. Στα πλατύφυλλα οι χλωρωτικές και νεκρωτικές βλάβες από τη δράση (NO_x) μοιάζουν με βλάβες από τη δράση διοξειδίου του θείου (SO₂), όζοντος (O₃), καθώς και από έλλειψη μαγνησίου (Mg). Σε μεγάλες συγκεντρώσεις NO_x, προκαλούνται στα δασικά δέντρα καφετιές ως μαυροκαφετιές νεκρώσεις στη περίμετρο των φύλλων, όπως και κηλίδες.

1.4.3. Επιπτώσεις του όζοντος στα φυτά

Το όζον όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι δευτερογενής ρύπος και είναι αποτέλεσμα φωτοχημικών αντιδράσεων που γίνονται στο στρώμα της ατμόσφαιρας το οποίο βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος δηλαδή στη τροπόσφαιρα. Η επίδρασή του στα φυτά παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στην περιοχή του Λος Άντζελες το 1944. Από τότε, οι βλάβες από το όζον σε βλάστηση έχουν αναφερθεί και τεκμηριώνονται σε πολλές περιοχές σε όλη τη Βόρεια Αμερική, συμπεριλαμβανομένης και της Νοτιοδυτικής και στις κεντρικές περιοχές του Οντάριο. Καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο, κυρίως τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, στις περιοχές αυτές τα επίπεδα του όζοντος ποικίλουν σημαντικά. Οδηγός για την εκτίμηση των επιπέδων ζημιάς που

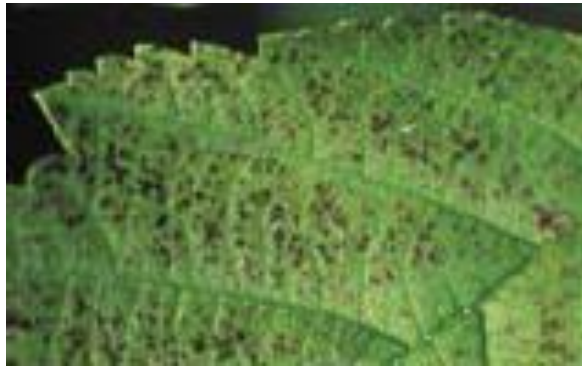
προκαλείται από το όζον είναι η ζημιά που προκαλείται στα λευκά φασόλια τα οποία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα. Στα ευαίσθητα είδη περιλαμβάνεται το αγγούρι, τα σταφύλια, τα πράσινα φασόλια, το μαρούλι, το κρεμμύδι, η πατάτα, το ραπανάκι, το σπανάκι, το καλαμπόκι, ο καπνός και η ντομάτα. Στα ανθεκτικά είδη περιλαμβάνονται τα αντίδια, τα αχλάδια και τα βερίκοκα.

Τα συμπτώματα επίδρασης του όζοντος (Σχήμα 1. 9) είναι χαρακτηριστικά και εμφανίζονται στην επάνω επιφάνεια των προσβεβλημένων φύλλων ως στίγματα, μαύρισμα ή λεύκανση των ιστών των φύλλων. Οι μειώσεις στην απόδοση της καλλιέργειας είναι συνήθως ανάλογη της ζημιάς που είναι ορατή στο φύλλωμα των φυτών. Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί σημαντική μείωση της απόδοσης χωρίς να είναι εμφανής η προσβολή του φυλλώματος. Αντίθετα, ορισμένες καλλιέργειες μπορούν να αντέξουν την ορατή προσβολή του φυλλώματος χωρίς καμία αρνητική επίδραση στην απόδοση.



Σχήμα 1. 9 Προσβολή από το όζον στο φύλλωμα σόγιας από όζον

Ευαισθησία για βλάβες από το όζον επηρεάζονται από πολλούς περιβαλλοντικούς και αυξητικούς παράγοντες των φυτών. Η υψηλή σχετική υγρασία, η περιεκτικότητα εδάφους σε άζωτο και η διαθεσιμότητα νερού μπορεί να προκαλέσουν αύξηση των επιπέδων ευαισθησίας. Ανάπτυξη της ζημιάς στα πλατιά φύλλα επηρεάζεται από το στάδιο της ωριμότητας. Τα νεαρά φύλλα είναι ανθεκτικά. Με την ανάπτυξη τους, γίνονται διαδοχικά πιο ευαίσθητα. Τα φύλλα γίνονται ανθεκτικά και πάλι μετά την ολοκλήρωση της ωρίμανσης. Το όζον της τροπόσφαιρας είναι γνωστό για την φυτοτοξική του δράση λόγω της ικανότητας διείσδυσης μέσω των πόρων στα κύτταρα των φύλλων και πρόκλησης οξειδωτικών βλαβών στους φυτικούς ιστούς. Οι βλάβες είναι ανάλογες με τις συγκεντρώσεις και διαχωρίζονται σε οξείες (συμπωματικές) και χρόνιες, με επιπτώσεις στην ανάπτυξη δένδρων και φυτών, μείωση της παραγωγικότητας αγροτικών προϊόντων και καταστροφές σε δάση. Το όζον έχει την ιδιότητα να διαλύεται εύκολα στο νερό και να διεισδύει στα υποκυτταρικά διαμερίσματα. Υπεροξείδωση λιπιδίων και βλάβες σε μεμβράνες, προσβολή πρωτεϊνών και βλάβες σε ένζυμα, καταστροφή αντιοξειδωτικών μηχανισμών και μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας, είναι μερικές από τις βλάβες που προκαλεί το όζον στα δένδρα του δάσους. Το όζον επιδρά σε σημαντικό βαθμό, σε υψηλές συγκεντρώσεις και μακροχρόνια έκθεση, στα δένδρα και τα φυτά παρεμποδίζοντας τη φωτοσύνθεση, την ανάπτυξη και την αντιμετώπιση ασθενειών.



Σχήμα 1. 10 Προσβολή από το όζον στο φύλλωμα της σκλήθρας
(πηγή www.chem.uoa.gr)

1.4.4 Φθοριούχες ενώσεις

Οι φθοριούχες ενώσεις εκλύονται στην ατμόσφαιρα από την καύση του άνθρακα, τη παραγωγή τούβλων, κεραμιδιών, σμάλτου, κεραμικών και γυαλιού. Από τη βιομηχανία αλουμινίου και χάλυβα και την παραγωγή υδροφθορικού οξέος, φωσφορικών χημικών ενώσεων και λιπασμάτων. Οι Φθοριούχες ενώσεις που απορροφούνται από τα φύλλα διαχέονται στη περίμετρο των μεγάλων φύλλων και στις άκρες των μονοκοτυλήδων φύλλων (γλαδιόλα). Μικρή βλάβη λαμβάνει χώρα στο σημείο της απορρόφησης, ενώ στη περίμετρο των μεγάλων φύλλων ή στις άκρες των μονοκοτυλήδων φύλλων συσσωρεύονται σιγά σιγά βλαπτικές συγκεντρώσεις.

Η βλάβη (Σχήμα 1.11) γίνεται ορατή καθόσον ξεκινά ως γκρι ή ελαφρύ πράσινο χρωματισμό, το οποίο μετατρέπεται κόκκινο-καφέ. Με συνεχή έκθεση το μέγεθος των νεκρωτικών περιοχών μεγαλώνει εξαπλώνεται σε μια κεντρική ζώνη των μεγάλων φύλλων και σε όλη την έκταση των μονοκοτυλήδων φύλλων.



Σχήμα 1. 11 Προσβολή από φθοριούχες ενώσεις σε φύλλωμα δαμασκηιάς.

Το φθόριο εισέρχεται στο φύλλο μέσω των σωματίων και διαχέεται περιμετρικά του φύλλου, όπου συσσωρεύεται και προκαλεί βλάβη των ιστών. Η χαρακτηριστική σκούρα ζώνη χωρίζει τους υγιείς ιστούς (πράσινο) από τους προσβλημένους ιστούς των φύλλων.

Οι μελέτες της ευαισθησίας των φυτικών ειδών σε φθοριούχες ενώσεις δείχνουν ότι η βερυκοκιά, το κριθάρι, η μουριά, ροδακινιά, η γλαδιόλα, το αμπέλι, η δαμασκηιά, το γλυκό καλαμπόκι και η τουλίπα είναι πιο ευαίσθητα. Ανθεκτικά φυτά είναι η μηδική,

τα σπαράγγια, τα φασόλια (SNAP), το λάχανο, το καρότο, το κουνουπίδι, το σέλινο, το αγγούρι η μελιτζάνα, το μπιζέλι, το αχλάδι, το πιπέρι, οι πατάτες, τα κολοκύθια, ο καπνός και το σιτάρι.

1.4.5. Αμμωνία (NH₃)

Η αμμωνία εκλύεται στην ατμόσφαιρα από ατυχήματα διαρροής που σχετίζονται με την αποθήκευση της, τη μεταφορά και τη χρήση. Επίσης από τη μεταφορά και τη χρήση άνυδρων ή ένυδρων αμμωνιακών λιπασμάτων. Όταν απελευθερωθούν μεγάλες ποσότητες αμμωνίας σε μικρό χρονικό διάστημα μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή ζημιά στη βλάστηση και τα φυτά της γύρω περιοχής. Η πλήρης εκδήλωση των αποτελεσμάτων της προσβολής παίρνει αρκετές μέρες και εμφανίζεται με λεύκανση των φύλλων και από τις δύο πλευρές τους και νεκρωτικές περιοχές.

Το γρασίδι και η βλάστηση απόκτα χρώμα κοκκινωπό με εκτεταμένες νεκρωτικές ραβδώσεις. Τα λουλούδια, τα οπωροφόρα δένδρα και φυτά με ξυλώδη ιστό δεν επηρεάζονται σημαντικά. Ευαίσθητα είδη στην προσβολή από αμμωνία είναι η μηλιά, (σχήμα 1. 12) το κριθάρι, τα φασόλια, το τριφύλλι, τα ραπανάκια, η μουριά και η σόγια. Ανθεκτικά είδη θεωρούνται το τριφύλλι, τα τεύτλα, τα καρότα, το καλαμπόκι, το αγγούρι, η μελιτζάνα, το κρεμμύδι, η ροδακινιά, το ραβέντι και η ντομάτα.



Σχήμα 1. 12 Προσβολή φυλλώματος μηλιάς ακολουθούμενη από δημιουργία νέων φύλλων μετά πάροδο.

1.4.6. Αιωρούμενα σωματίδια (PM)

Τα αιωρούμενα σωματίδια όπως η σκόνη τσιμέντου, η σκόνη ανθρακικού μαγνησίου ή ασβεστίου ή αιθάλη κλπ όταν εναποτίθενται στη βλάστηση μπορεί να εμποδίσει την κανονική αναπνοή και τους μηχανισμούς της φωτοσύνθεσης στο φύλλο. Σκόνη τσιμέντου μπορεί να προκαλέσει χλώρωση και νέκρωση του ιστού των φύλλων και συνδυαζόμενη με υγρές καιρικές συνθήκες δημιουργεί ένα τοξικό αλκαλικό στρώμα πάνω στα φύλλα. Η επικάλυψη των φύλλων με σκόνη (Σχήμα 1. 13), μπορεί επίσης να επηρεάσει τη φυσιολογική δράση των φυτοφαρμάκων και άλλων γεωργικών χημικών ουσιών, όπως αυτές που εφαρμόζονται με ψεκασμό στο φύλλωμα. Επιπλέον, η συσσώρευση της αλκαλικής σκόνης στο έδαφος μπορεί να αυξήσει το pH του εδάφους σε επίπεδα δυσμενή για την ανάπτυξη των καλλιεργειών.



Σχήμα 1. 13 Επικάθηση σκόνης τσιμέντου στο φύλλωμα και τους καρπούς μηλιάς. Η σκόνη δεν είχε ζημιογόνες επιπτώσεις στο φύλλωμα, αλλά ανέστειλε τη δράση του ψεκασμού πριν από τη συγκομιδή.

1.4.7. Όξινη βροχή

Οι όξινοι ρύποι μπορούν να αποτεθούν από την ατμόσφαιρα στην επιφάνεια της Γης σε υγρή ή ξηρή μορφή. Ο κοινός όρος για να περιγράψει αυτή τη διαδικασία είναι η εναπόθεση ή καθίζηση όξινων ουσιών. Ο όρος **όξινη βροχή** χρησιμοποιείται για να περιγράψει συγκεκριμένη μορφή υγρής όξινης ρύπανσης η οποία κατακρημνίζεται στο έδαφος με τη βροχή, το χιονόνερο, το χιόνι, την ομίχλη, και τα σύννεφα ατμού.

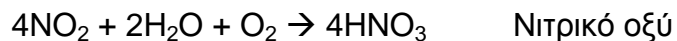
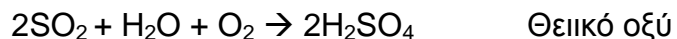
Ως οξύ μπορεί να οριστεί κάθε ουσία η οποία όταν διαλύεται στο νερό δίδεται και δίνει κατιόντα υδρογόνου. Το νερό της βροχής έχει συνήθως ένα PH μεταξύ 5,0 - 5,6, λόγω των φυσικών ατμοσφαιρικών αντιδράσεων που σχετίζονται με το διοξείδιο του άνθρακα. Για λόγους σύγκρισης, το αποσταγμένο νερό δηλαδή το νερό που είναι καθαρό από οποιαδήποτε άλλη ουσία, έχει pH 7,0. Το νερό της βροχής θεωρείται ότι είναι όξινο, όταν το pH του πέσει κάτω από 5. 6 (το οποίο είναι 25 φορές πιο όξινο από το καθαρό αποσταγμένο νερό). Μερικές περιοχές στην ανατολική Βόρεια Αμερική έχουν βροχοπτώσεις με pH τόσο χαμηλό όπως 2-3 ή περίπου 1000 φορές περισσότερο όξινο από το φυσικό.

Οι Όξινες εναποθέσεις δεν είναι πρόσφατο φαινόμενο. Τον 17ο αιώνα, οι επιστήμονες παρατήρησαν τις επιπτώσεις στη βλάστηση και τους ανθρώπους της από τις εκπομπές των βιομηχανιών. Ωστόσο, ο όρος όξινη βροχή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά δύο αιώνες αργότερα, όταν Angus Smith ο οποίος το 1872 δημοσίευσε ένα βιβλίο με τίτλο «όξινη βροχή». Στη δεκαετία του 1960, τα προβλήματα που συνδέονται με τις όξινες εναποθέσεις έγιναν ένα διεθνές πρόβλημα, όταν ψαράδες παρατήρησαν μείωση της ποσότητας των ψαριών και τις ποικιλομορφίας τους σε πολλές λίμνες σε όλη η τη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη.

- **Σχηματισμός όξινων εναποθέσεων**

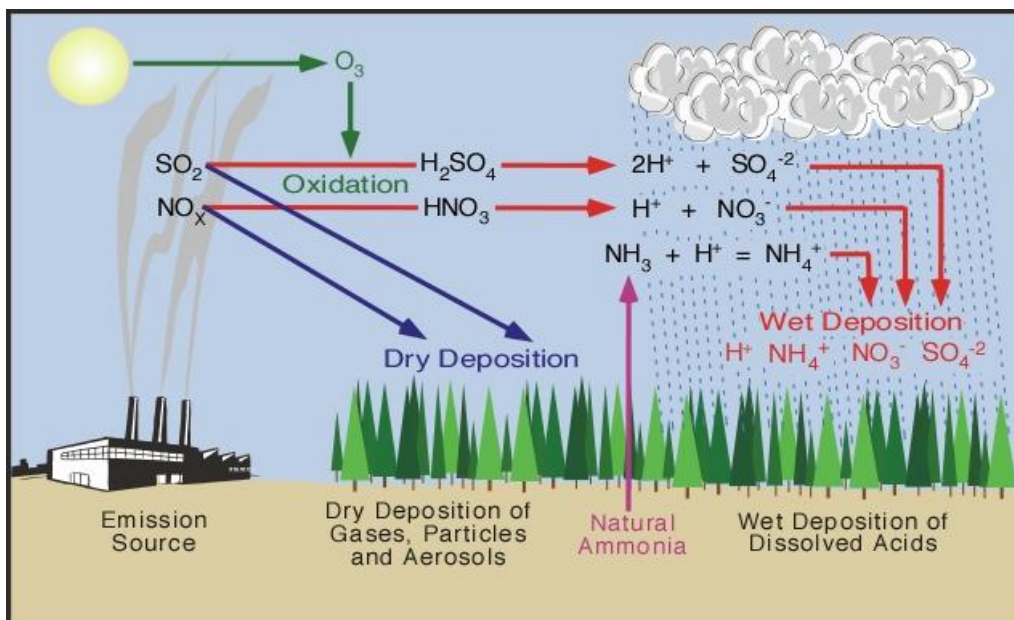
Όξινες εναποθέσεις μπορεί να σχηματιστούν ως αποτέλεσμα δύο διεργασιών. Έτσι έχουμε τις «υγρές όξινες εναποθέσεις» και «ξηρές όξινες εναποθέσεις» Σε ορισμένες περιπτώσεις οφείλονται στο υδροχλωρικό οξύ και τα άλλα οξέα που μπορεί να εκλυθούν άμεσα στην ατμόσφαιρα από εργοστάσια χημικής βιομηχανίας. Συνήθως

οφείλονται σε δευτερογενείς ρύπους που προκύπτουν από την οξείδωση των οξειδίων του αζώτου (NO_x) και διοξειδίου του θείου (SO₂) που εκλύονται στην ατμόσφαιρα (Σχήμα 1.14). Όταν οι ρύποι αυτοί αντιδρούν στην ατμόσφαιρα με την υγρασία μετατρέπονται σε θειικό, νιτρικό και υδροχλωρικό οξύ. Οι βασικές χημικές αντιδράσεις που γίνονται είναι:



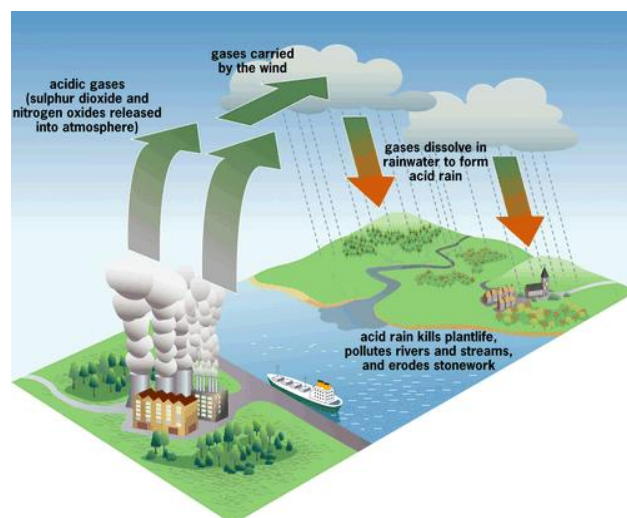
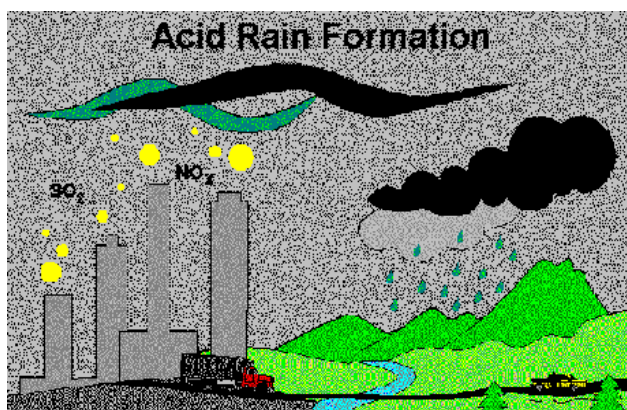
Τα υδατοδιαλυτά αυτά οξέα παρασύρονται από το νερό της βροχής, το χιόνι, το χαλάζι και εναποτίθενται στο έδαφος και στους υδάτινους αποδέκτες. Με τη διαδικασία αυτή έχουμε **υγρή όξινη εναπόθεση**. Όταν οι όξινες χημικές ουσίες (ρύποι) προσροφώνται στην επιφάνεια των αιωρούμενων στην ατμόσφαιρα στερεών ξηρών σωματιδίων, ενώ πολλές φορές τα ίδια τα αιωρούμενα στον αέρα, σωματίδια περιέχουν στη σύστασή τους όξινα συστατικά. Όταν τα σωματίδια αυτά λόγω μεγέθους αλλά και των μετεωρολογικών συνθηκών κατακρημνίζονται (καθιζάνουν), διαλύονται και αντιδρούν με το νερό του υδάτινου οικοσυστήματος και δίνουν οξέα. Με τη διαδικασία αυτή έχουμε **«ξηρές όξινες εναποθέσεις»**

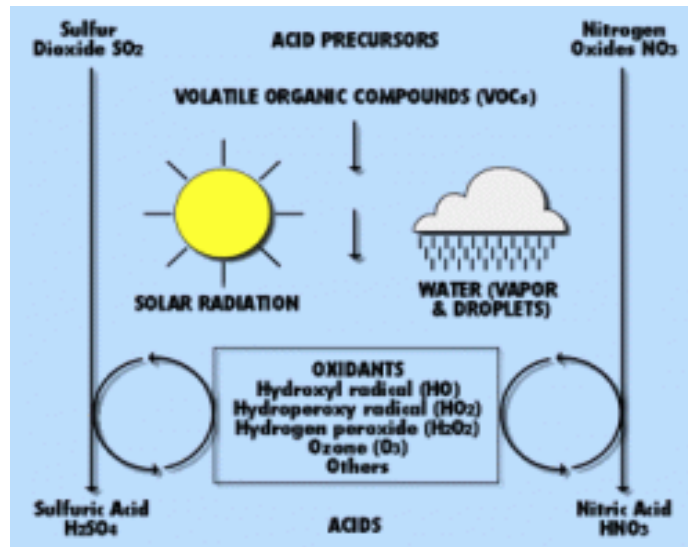
Συμπερασματικά ως **όξινη βροχή** ονομάζονται όλες οι ατμοσφαιρικές εναποθέσεις (δηλ. η βροχή, το χιόνι, το χαλάζι) οι οποίες έχουν pH χαμηλότερο από το pH της κανονικής βροχής, δηλαδή οι εναποθέσεις αυτές είναι πιο όξινες από την κανονική βροχή. Η διαδικασία οξείδωσης των οξειδίων και η μετατροπή τους σε υγρή ή ξηρή όξινη εναπόθεση μπορεί να διαρκέσει αρκετές ημέρες. Έτσι κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής οι ρύποι διαχέονται στην ατμόσφαιρα και μεταφέρονται από τα ρεύματα αέρα ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν. Μπορεί να μεταφερθούν εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από την αρχική πηγή εκπομπής. Συχνά η ρύπανση αυτή μπορεί να μεταφερθεί και πέραν των συνόρων μιας χώρας και να επηρεάσει γειτονικές και όχι μόνο χώρες. Αυτό αποκαλείται διασυνοριακή ρύπανση.



Σχήμα 1. 14: Στο σχήμα φαίνονται οι διαδικασίες που μπορούν να οδηγήσουν στο σχηματισμό των όξινων εναποθέσεων. Τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και διοξειδίου του θείου (SO_2) που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από διάφορες πηγές πέφτουν στο έδαφος απλά ως ξηρή εναπόθεση. Αυτή η ξηρή εναπόθεση μπορεί στη συνέχεια να μετατραπεί σε οξέα, όταν οι χημικές ουσίες που περιέχουν αντιδράσουν με το νερό. Οι υγρές όξινες εναποθέσεις, σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα όταν τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και του διοξειδίου του θείου (SO_2), μετατρέπονται σε νιτρικό οξύ (HNO_3) καιθειικό οξύ (H_2SO_4) μέσω της οξειδωσης και της αντίδρασης με την υγρασία. Υγρή εναπόθεση μπορεί επίσης σχηματιστεί όταν η αέρια αμμωνία (NH_3) από τις φυσικές πηγές μετατρέπεται σε αμμώνιο (NH_4^+).

Οι εκπομπές του διοξειδίου του θείου είναι υπεύθυνες για το 60-70% των όξινων εναποθέσεων που εμφανίζονται σε παγκόσμιο επίπεδο. Περισσότερο από το 90% του θείου στην ατμόσφαιρα είναι ανθρώπινης προελεύσεως. Οι υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου (SO_2) και οξειδίων του αζώτου (NO_x) στην ατμόσφαιρα δημιουργούν το φαινόμενο της όξινης βροχής (Σχήμα 1.15).





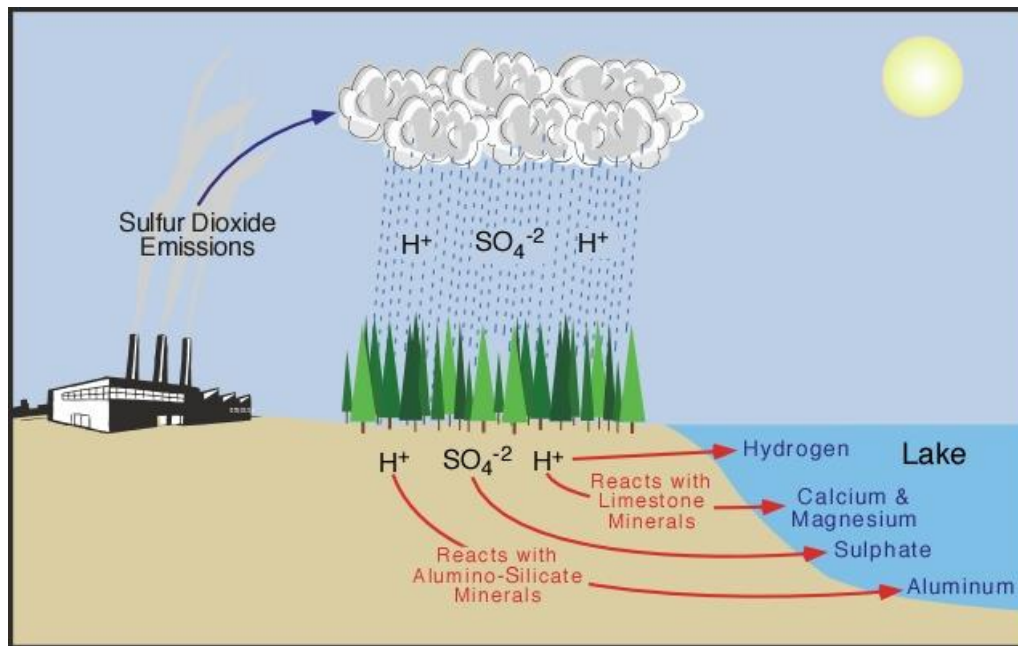
Σχήμα 1. 15 Διάφορες διαγραμματικές παραστάσεις δημιουργίας όξινης βροχής.

A: Επιπτώσεις της όξινης βροχής στις λίμνες και τα υδάτινα οικοσυστήματα.

Μία από τις άμεσες συνέπειες της όξινης βροχής είναι οι επιπτώσεις σε λίμνες και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Υπάρχουν πολλές διαδρομές μέσω των οποίων όξινες χημικές ουσίες μπορούν να εισέλθουν στις λίμνες. Οι δύο βασικές είναι οι υγρές όξινες εναποθέσεις και οι ξηρές όξινες εναποθέσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω. Όταν στις λίμνες πέφτουν υγρά σωματίδια όπως βροχή, χιόνι, χιονόνερο, χαλάζι, δροσιά ή ομίχλη αυτά περιέχουν τα διαλυμένα όξινα συστατικά, τα οποία προκύπτουν από τις αντιδράσεις με την υγρασία του διοξειδίου του θείου των οξειδίων του αζώτου και των άλλων αερίων, όπως περιγράψαμε παραπάνω. Επιπλέον, οι λίμνες και οι υδάτινοι αποδέκτες δέχονται όλα τα επιφανειακά νερά αποστράγγισης του εδάφους μετά από βροχή ή χιονόπτωση. Καθώς τα νερά της βροχής αποστραγγίζουν, πλένουν την επιφάνεια του εδάφους και μεταφέρουν στη λίμνη μέταλλα, μερικά από οποία μπορεί να είναι και τοξικά, διάφορα θρεπτικά συστατικά αλλά και όξινες αποθέσεις.

Ένας άλλος επιβλαβής τρόπος με τον οποίο τα οξέα μπορούν να εισέλθουν στις λίμνες είναι ο αποκαλούμενος στη βιβλιογραφία ως «ανοιξιάτικο όξινο σοκ». Όταν το χιόνι λιώνει την άνοιξη γρήγορα λόγω μιας ξαφνικής αλλαγής της θερμοκρασίας, τα οξέα οι χημικές ουσίες που περιέχονται στο χιόνι απελευθερώνονται στο έδαφος. Το λιωμένο χιόνι ρέει στα ρέματα και τα ποτάμια, και σταδιακά καταλήγει στις λίμνες. Η εισαγωγή αυτών των οξέων και των χημικών ουσιών στις λίμνες προκαλεί μια ξαφνική δραστηκή αλλαγή στο pH των λιμνών εξού και ο όρος «ανοιξιάτικο όξινο σοκ». Το υδάτινο οικοσύστημα δεν έχει χρόνο για να προσαρμοστεί στις αιφνίδιες αλλαγές. Επιπλέον, η άνοιξη είναι μια ιδιαίτερα ευαίσθητη περίοδος για πολλά υδρόβια είδη, δεδομένου ότι αυτή είναι η περίοδος για την αναπαραγωγή για τα αμφίβια, τα ψάρια και τα έντομα. Πολλά από τα είδη αυτά γεννούν τα αυγά τους στο νερό για να εκκολαφθούν. Η απότομη αλλαγή του pH είναι επικίνδυνη γιατί η οξύτητα μπορεί να

προκαλέσει σοβαρές παραμορφώσεις στα μικρά τους ή ακόμα και να τα εξολοθρεύσει. Πολλά από τα είδη αυτά παρνούν ένα σημαντικό μέρος του πρώτου κύκλου της ζωής τους στο νερό.



Σχήμα 1. 16: Διαγραμματική παράσταση επίδρασης της όξινης βροχής σε λίμνη.

Επίσης το θειικό οξύ μπορεί να επηρεάσει τα ψάρια στις λίμνες με δύο τρόπους: άμεσα και έμμεσα. Το θειικό οξύ (H_2SO_4) παρεμβαίνει άμεσα στην ικανότητα των ψαριών να προσλαμβάνουν το οξυγόνο, το αλάτι και τα θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται για να μείνουν ζωντανά. Για τα ψάρια του γλυκού νερού, η διατήρηση της κατάλληλης όσμωσης είναι το κλειδί στην επιβίωσή τους. Η ρύθμιση της όσμωσης (Osmoregulation) είναι η διαδικασία με την οποία εξασφαλίζεται η λεπτή ισορροπία των αλάτων και μετάλλων στους ιστούς τους. Μόρια οξέος συγκεντρώνονται στη βλέννα βραγχίων και αυτό εμποδίζει τα ψάρια να απορροφούν το οξυγόνο. Εάν η συγκέντρωση της βλέννας σε θειικό οξύ αυξάνει, τα ψάρια ασφυκτιούν και μπορεί να νεκρωθούν από ασφυξία. Επιπλέον, το χαμηλό pH θα επηρεάζει την ισορροπία των αλάτων στους ιστούς των ψαριών.

Το επίπεδο των αλάτων, όπως του ασβεστίου (Ca^{+2}) δεν μπορεί να διατηρηθεί σε μερικά ψάρια λόγω της μεταβολής του pH. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κακή αναπαραγωγή. Τα αυγά που παράγονται μπορεί να καταστραφούν αφού είναι είτε πολύ εύθραυστα ή πολύ αδύναμα. Μειωμένα επίπεδα Ca^{+2} επίσης μπορεί να οδηγήσουν σε αδύναμη σπονδυλική στήλη και παραμορφώσεις. Για παράδειγμα, στις καραβίδες πρέπει το Ca^{+2} να διατηρηθεί στο αιτούμενο επίπεδο για να σχηματιστεί υγιής εξωτερικός σκελετός. Χαμηλά επίπεδα Ca^{+2} θα σήμαινε σχηματισμό ασθενούς από άποψη αντοχής εξωτερικού σκελετού. Τα νιτρικά άλατα επηρεάζουν την ανάπτυξη των ψαριών. Τα αζωτούχα λιπάσματα ξεπλένονται από το έδαφος και μεταφέρονται στις λίμνες και τα άλλα υδάτινα οικοσυστήματα. Το άζωτο ευνοεί την ανάπτυξη των φυκιών, τα οποία λογικά θα σήμαινε αύξηση της παραγωγής οξυγόνου, με αποτέλεσμα να ωφελούνται τα ψάρια. Ωστόσο, λόγω των αυξημένων θανάτων στον πληθυσμό των ψαριών, λόγω της όξινης βροχής, η διαδικασία αποσύνθεσης των

φυκιών καταναλώνει πολύ διαλυμένο οξυγόνο, με αποτέλεσμα να μένει λιγότερο διαθέσιμο για τα επιζώντα ψάρια.

Η όξινη βροχή δια του θειικού οξέος που περιέχει απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες μετάλλων από τα εδάφη πολλά από τα οποία ανήκουν στη κατηγορία των βαρέων μετάλλων. Για παράδειγμα, το αλουμίνιο (Al^{+3}) είναι ακίνδυνο ως μέρος μιας χημικής ουσίας με σύνθετη δομή (πχ σύμπλοκα άλατα). Η όξινη βροχή προκαλεί διάσπαση της χημικής ένωσης και απελευθέρωση των ιόντων αλουμινίου (Al^{+3}) τα οποία με τα με τα νερά της βροχής σταδιακά καταλήγουν στις λίμνες όπου λόγω της τοξικότητας του γίνεται θανατηφόρο για την υγεία των ψαριών

Τα ιόντα (Al^{+3}) προκαλούν εγκαύματα στα βράγχια των ψαριών και συσσωρεύεται στα όργανά τους, προκαλώντας μεγάλη ζημιά. Έτσι, αν και πολλά ψάρια μπορεί να είναι σε θέση να ανεχτούν ένα pH περίπου 5. 9, αυτό το επίπεδο οξύτητας είναι αρκετά υψηλό ώστε να απελευθερώσει (Al^{+3}) από τα εδάφη για να σκοτώσουν τα ψάρια. Αυτή η επίδραση αυξάνεται περισσότερο με το «ανοιξιάτικο όξινο σοκ».

Σε μια μελέτη που έγινε σε 233 λίμνες οι επιστήμονες παρακολούθησαν τη μεταβολή του PH λόγω επίδραση της όξινης βροχής. Η μελέτη ξεκίνησε το 1976 και δείχνει ότι όσο το όσο το PH μειώνεται με τα χρόνια μια σειρά ψαριών και οργανισμών που ζουν στις λίμνες είτε εξαφανίζονται ή μεταλλάσσονται. Επίσης παρατήρησαν και περιπτώσεις καρκινοποίησης σε πολλά είδη. Αυτό αποδίδεται στα προβλήματα αναπαραγωγής λόγω της οξύτητας της λίμνης που προκλήθηκε από τις όξινες κατακρημνίσεις.

Σε μία λίμνη με pH 5,6 η ανάπτυξη της άλγης παρεμποδίστηκε και ορισμένα είδη των μικρών πέθαναν. Στη συνέχεια και μεγαλύτερα ψάρια πέθαναν από το ίδιο πρόβλημα. Τέλος, το 1983, το pH της λίμνης έγινε 5 και τα επιζώντα ψάρια ήταν ελάχιστα λόγω παρεμπόδισης της αναπαραγωγής. Αυτή η περιπτώσιολογική μελέτη δείχνει εμφανώς τη σημαντική επίδραση της όξινης βροχής στις λίμνες και στα υδάτινα οικοσυστήματα.

Στο παρακάτω σχήμα 1. 17 δίνεται ένας πίνακας που συνοψίζει την επίδραση του επιπέδου pH της λίμνης με τα έμβια που μπορεί να αναπτυχθούν.

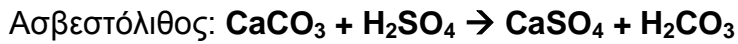
Συνοπτικά οι επιδράσεις του pH στην υδρόβια ζωή	
pH	Επιδράση
3.5-3.0	<ul style="list-style-type: none"> • Τοξικό στα περισσότερα ψάρια. • Μερικά φυτά και ασπόνδυλα μπορούν να επιβιώσουν όπως υδρόβια έντομα (ημίπτερα και ετερόπτερα), coxixidae, και άσπρα βρύα (Sphagnum). *σωλομοειδή είναι τα ψάρια τα οποία ανήκουν στην οικογένεια "Salmonidae". Περιλαμβάνουν την πέστροφα, λευκό ψάρι, το σολομό και αθερίνα.
4.0-3.5	<ul style="list-style-type: none"> • Θανατηφόρο στα σωλομοειδή.
4.0-4.5	<ul style="list-style-type: none"> • Θανατηφόρο σε σωλομοειδή, τίγγα (ψάρια), σπάρους, τσιρόνι ή ασπρόψαρο και στο κοινό καβούρι. • Όλα τα αποθέματα ψαριών εξαφανίζονται επειδή το έμβρυο αποτυγχάνει να ωριμάσει σε αυτό το επίπεδο.
5.0-4.5	<ul style="list-style-type: none"> • Επιβλαβές σε αυγά σωλομοειδών ψαριών, γόνο ψαριών, και στο κοινό καβούρι • Η λίμνη συχνά θεωρείται νεκρή και «υγρή έρημος». • Αυτό είναι ανίκανο να υποστηρίξει ποικίλη ζωής.
6.0-5.0	<ul style="list-style-type: none"> • Κρίσιμο επίπεδο pH, όταν η οικολογία της λίμνης αλλάζει σημαντικά. • Ο αριθμός και η ποικιλία των ειδών αρχίζει να αλλάζει. • Σολωμός, τσιρόνι ή ασπρόψαρο, φοξίνος (ψάρι γλυκού νερού), αρχίζουν να γίνονται λιγότερο ποικίλα. • Λιγότερη ποικιλομορφία στα άλγη, υδρόβια έντομα, προνύμφες εντόμων • Υπάρχει σημαντική μείωση του σωλομοειδούς αλιεύματος. • Συνήθως υπάρχει • Οι μύκητες και τα βακτήρια τα οποία είναι σημαντικά για την αποσύνθεσή της οργανικής ουσίας δεν είναι ανεκτικά κι έτσι η οργανική ουσία εποικοδομείτε πιο σιγά και πολύτιμα θρεπτικά συστατικά παγιδεύονται στον πυθμένα και δεν απελευθερώνονται πίσω στο οικοσύστημα. • Τα περισσότερα πράσινα άλγη και δίομα (πυριτικού φυτοπλαγκτόν) τα οποία υπάρχουν εξαφανίζονται. Η μείωση των πράσινων φυτών επιτρέπει στο φώς να διεισδύσει περεταίρω κι έτσι οι έξυπνες λίμνες μοιάζουν κρυστάλλινα καθαρές και είναι μπλε. • Σαλιγκάρια και φυτοπλαγκτόν εξαφανίζονται.
9.0-6.5	<ul style="list-style-type: none"> • Επιβλαβές στα περισσότερα ψάρια.
9.5-9.0	<ul style="list-style-type: none"> • Επιβλαβές στα σωλομοειδη, επιβλαβές στην πέρκα εάν αντέξει.
10.0-9.5	<ul style="list-style-type: none"> • Αργά θανατηφόρο στα σωλομοειδη.
11.0-10.5	<ul style="list-style-type: none"> • Θανατηφόρο στα σωλομοειδή*, καβούρια, τίγγα, χρυσόψαρο και λούτσο.
11.5-11.0	<ul style="list-style-type: none"> • Θανατηφόρο σε όλα τα ψάρια.

Σχήμα 1. 17 Συνοπτική παρουσίαση των επιπτώσεων του PH στην Πανίδα και χλωρίδα των λιμνών.

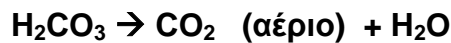
B: Αλληλεπίδραση της όξινης βροχής με το Έδαφος

✓ **Ασβεστολιθική Εξουδετέρωση:**

Το θειικό οξύ αντιδρά με τον ασβεστόλιθο σε μια αντίδραση εξουδετέρωσης ως εξής:



Το θειικό ασβέστιο είναι διαλυτό στο νερό με αποτέλεσμα ο ασβεστόλιθος διαλύεται και θρυμματίζεται.



Όταν η όξινη βροχή πέφτει στη γη, γίνονται μια σειρά από φυσικές και χημικές αλλαγές. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να μειώσουν την οξύτητα και την αλλαγή των χημικών χαρακτηριστικών του νερού που φθάνει στα ρεύματα και τις λίμνες.

Αλκαλικά ή ουδέτερα εδάφη, όπως αυτά που είναι πλούσια σε ασβεστόλιθο, ανθρακικό ασβέστιο, μπορούν να εξουδετερώσουν άμεσα το οξύ.

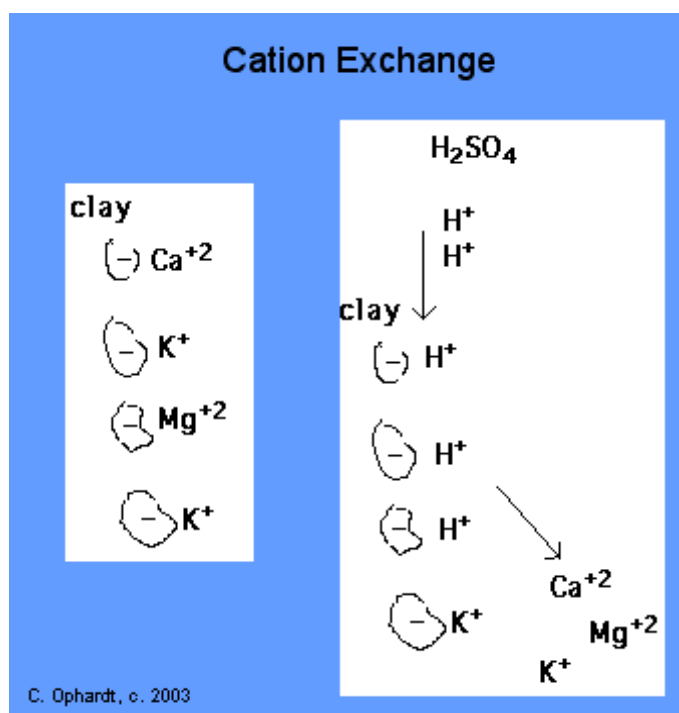
✓ **Αποτελεσματικότητα Εξουδετέρωσης**

Ο βαθμός στον οποίο τα εδάφη μπορούν να εξουδετερώσουν την όξινη βροχή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες: τον τύπο του εδάφους, το πάχος, τον τρόπο ροής του νερού, τις μετεωρολογικές συνθήκες. Αν το έδαφος είναι παγωμένο, όπως το χειμώνα, η διαδικασία εξουδετέρωσης δεν μπορεί να λειτουργήσει αποδοτικά οπότε τα οξέα καταλήγουν στους υδάτινους αποδέκτες. Αν το έδαφος είναι κυρίως χαλαζίας όπως η άμμος, είναι ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες και δεν υπάρχουν βάσεις για να εξουδετερώσουν το οξύ. Σε περίπτωση που το έδαφος έχει πολύ μικρή περιεκτικότητα σε αλκαλικά συστατικά, όπως ο ασβεστόλιθος, το οξύ εξουδετερώνεται μόνο λίγο ή καθόλου με το πέρασμα του χρόνου.

Σε ελαφρώς όξινα εδάφη στα τυπικά καταπράσινα δάση στις βορειοανατολικές ΗΠΑ, τον Καναδά και την Ευρώπη, δύο άλλα φαινόμενα μπορούν να εξουδετερώσουν την όξινη βροχή. Το οξύ μπορεί να συγκρατηθεί καθώς το έδαφος ή η βλάστηση συγκρατούν τα θειικά και τα νιτρικά ιόντα (από το θειικό και νιτρικό οξύ). Επίσης εδάφη με μεγάλο πάχος έχουν μεγάλη ικανότητα να συγκρατήσουν τα θειικά και τα νιτρικά ιόντα.

✓ Ιοντοανταλλαγή:

Στην ανταλλαγή κατιόντων, τα ιόντα ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου και άλλων μετάλλων συγκρατούνται (προσροφώνται) στην άργιλο και τα σωματίδια του εδάφους από χούμο. Οι ελκτικές δυνάμεις των θετικών ιόντων μετάλλων με τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια αργίλου είναι αρκετά ισχυρές ώστε να κρατήσουν τα ιόντα των μετάλλων στο έδαφος, παρά την εισροή και ροή του νερού διά μέσου του εδάφους.



Σχήμα 1. 18 Σχηματική παράσταση ιοντοανταλλαγής.

✓ Επίδραση των κατιόντων υδρογόνου:

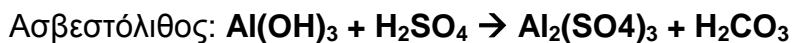
Τα ιόντα υδρογόνου του θειικού οξέος εισχωρούν στις περιοχές συγκράτησης των μεταλλικών ιόντων του εδάφους. Τα ιόντα υδρογόνου έλκονται και συγκρατούνται με ισχυρές δυνάμεις από τα ανιόντα του εδάφους για να εξουδετερωθούν. Τα ιόντα ασβεστίου, καλίου, μαγνησίου λόγω της χαλάρωσης συγκράτησης τους παρασύρονται από την επιφάνεια του εδάφους αλλά συχνά και σε σημαντικό βάθος από το υπέδαφος. Δηλαδή με την παρέμβαση των κατιόντων υδρογόνου της όξινης βροχής έγινε ανταλλαγή τους με τα κατιόντα που υπήρχαν στο έδαφος. Τα ιόντα αυτά που εκπλύθηκαν λόγω της ιοντοανταλλαγής δεν είναι διαθέσιμα πλέον ως θρεπτικές ουσίες που χρειάζονται για την ανάπτυξη των δένδρων και των φυτών.

Γ: Επιδράσεις στα εδάφη που σχετίζονται με την ανάπτυξη των δένδρων και των φυτών και την έκλυση των θρεπτικών συστατικών:

Τα δέντρα αντλούν τη διατροφή τους, κυρίως από ιόντα στοιχείων, όπως το ασβέστιο, Ca, το μαγνήσιο, Mg, και το κάλιο K που έχουν διαλυθεί από τα πετρώματα στο έδαφος. Οι Όξινες κατακρημνίσεις προσθέτουν ιόντα υδρογόνου, τα οποία εκτοπίζουν τα σημαντικά θρεπτικά συστατικά με την διαδικασία της ανταλλαγής με αποτέλεσμα αυτά να εκπλύνονται από τα νερά. Έκπλυση σημαίνει ότι τα ιόντα απομακρύνονται τόσο από την επιφάνεια του εδάφους όσο και από το υπέδαφος σε αρκετά μεγάλο βάθος. Συνεπώς όταν τα θρεπτικά ιόντα απομακρυνθούν από το χώμα παρασυρόμενα από τα νερά της βροχής, δεν είναι πλέον διαθέσιμα για να απορροφηθούν από τις ρίζες των φυτών. Τα ιόντα ασβεστίου χρησιμοποιούνται στα κύτταρα ενός δέντρου για το σχηματισμό των κυττάρων και στις διαδικασίες μεταφοράς σακχάρων, νερού, και άλλων θρεπτικών συστατικών από τις ρίζες προς τα φύλλα. Τα ιόντα μαγνησίου είναι ένα ζωτικής σημασίας στοιχείο για την φωτοσύνθεση και ως φορέας του φωσφόρου που είναι σημαντικό στοιχείο για την παραγωγή του DNA. Και αυτά τα ιόντα μπορεί να μην είναι διαθέσιμα στις ρίζες των δέντρων επειδή έχουν απομακρυνθεί με έκλυση με το μηχανισμό που αναφέραμε παραπάνω.

✓ Εξουδετέρωση Υδροξειδίου του Αλουμινίου:

Το θειικό οξύ αντιδρά με το υδροξείδιο του αλουμινίου σε μια αντίδραση εξουδετέρωσης.



Το θειικό αργίλιο είναι διαλυτό στο νερό και έτσι απελευθερώνεται από τα σωματίδια του εδάφους.

✓ Επιδράσεις στα Εδάφη – Κινητικότητα του Αλουμινίου:

Η αύξηση της ποσότητας των οξέων μπορεί να «κινητοποιήσει» τα ιόντα αλουμινίου τα οποία βρίσκονται στο έδαφος συνήθως σε μια αδιάλυτη μη τοξική μορφή υδροξειδίου του αργιλίου. Φαίνεται ότι όταν το pH του εδάφους πέσει στο 5 ή χαμηλότερα τα ιόντα αλουμινίου με τις αντιδράσεις που αναφέραμε διαλύονται στο νερό και γίνονται τοξικά για τα φυτά. Ιόντα αλουμινίου προκαλούν νανισμό στην ανάπτυξη των ριζών και παρεμποδίζουν την πρόσληψη ασβεστίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συνολική επιβράδυνση της ανάπτυξης όλου του δέντρου.

Το χαμηλό pH του εδάφους και η απελευθέρωση των ιόντων αλουμινίου μπορεί να μειώσουν τους πληθυσμούς των μικροοργανισμών του εδάφους. Τα βακτήρια του εδάφους προέρχονται από την βιοαποικοδόμηση των πεσμένων φύλλων και των άλλων οργανικών υπολειμμάτων που βρίσκονται στο έδαφος του δάσους. Αποτέλεσμα αυτής της βιολογικής δράσης είναι η απελευθέρωση θρεπτικών συστατικών όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο, τα φωσφορικά, τα νιτρικά άλατα, και άλλα.

Το χαμηλό pH και οι υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων αλουμινίου αναστέλλει αυτή τη διαδικασία. Μεγαλύτερες ποσότητες οξέων μπορεί να ελευθερώσουν και ιόντα άλλων

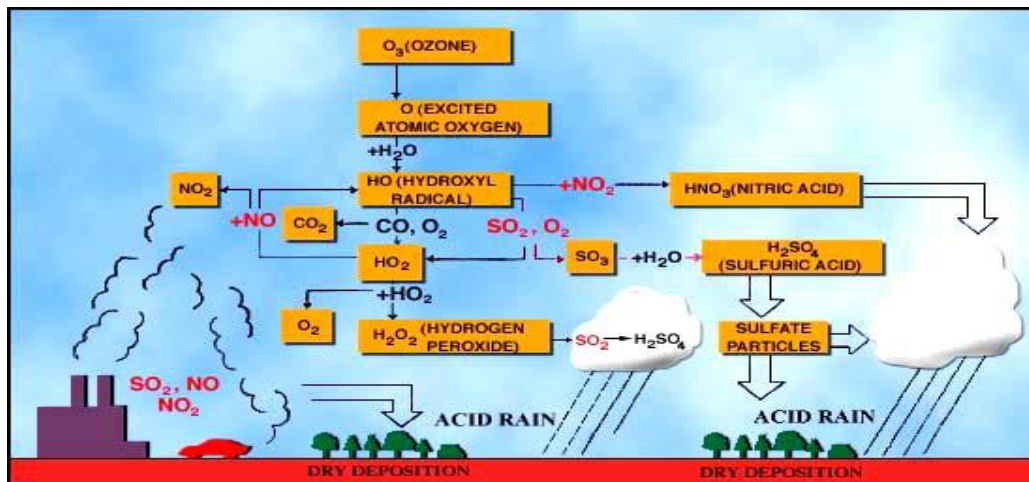
τοξικών μετάλλων από τις αδιάλυτες μορφές που συγκρατούνται σε διαλυτές με τον ίδιο τρόπο όπως τα ιόντα αλουμίνιου.

Στα τοξικά μέταλλα περιλαμβάνονται ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το κάδμιο, το χρώμιο, το μαγγάνιο, το βανάδιο και άλλα. Αυτά μπορεί να συμβάλουν στην επιβράδυνση της ανάπτυξης ενός δέντρου. Επιπλέον, αυτός ο συνδυασμός των τοξικών μετάλλων μπορεί επίσης να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη των βακτηρίων του εδάφους, βρύα, φύκια, μύκητες, και τους γαιοσκώληκες.

Δ: Επιπτώσεις στις καλλιέργειες

Οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στα καλλιεργούμενα εδάφη μπορεί να αμβλυνθούν από χρήση λιπασμάτων και άλλων μεθόδων βελτίωσης τους. Οι καλλιέργειες τροφίμων δεν πλήττονται συνήθως σοβαρά επειδή τα λιπάσματα αντικαθιστούν τις θρεπτικές ουσίες που έχουν εκπλυθεί λόγω όξινης βροχής. Οι γεωργοί μπορούν επίσης να προσθέτουν ασβεστόλιθο στο έδαφος. Ο ασβεστόλιθος είναι ένα βασικό υλικό που αυξάνει την ικανότητα του εδάφους να λειτουργεί ως ασπίδα κατά της οξύτητας.

Οι όξινες εναποθέσεις μειώνουν άμεσα την απόδοση στα τεύτλα τα ραδίκια, τα καρότα και τα μπρόκολα. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η όξινη βροχή καταστρέφει τη προστατευτική κηρώδη επικάλυψη των φύλλων και επιτρέπει στα οξέα να διαχέονται στο εσωτερικό του φυτού. Η διαδικασία αυτή διακόπτει την εξάτμιση του νερού και την ανταλλαγή αερίων, έτσι ώστε το φυτό δεν μπορεί πλέον να αναπνεύσει. Αυτό επηρεάζει την αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών, την ανάπτυξη των φυτών και τις αποδόσεις των καλλιεργειών. Τα προβλήματα που προκαλούνται από την όξινη βροχή σε όλη την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική κατά τα τελευταία 100 χρόνια έγιναν τόσο σοβαρά ώστε, το 1985, οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες συμφώνησαν να μειώσουν τις εκπομπές τους σε θείο κατά τουλάχιστον 30% μέχρι το 1993. Η μείωση της όξινης βροχής ήταν σημαντική όμως περιέργως, τα δέντρα και τα φυτά των καλλιεργειών στη βόρεια Ευρώπη εξακολουθούν να εμφανίζουν σημαντικά προβλήματα και σε πολλές περιοχές να εμφανίζουν συμπτώματα νέκρωσης και οι αποδόσεις των καλλιεργειών δεν έχουν αυξηθεί ενώ έχουν εμφανιστεί κρούσματα αρκετών νέων ασθενειών των φυτών. (Σχήμα 1. 19)





Σχήμα 1. 19 Φωτογραφίες από επιπτώσεις της όξινης βροχής στα φυτά και τα δένδρα.

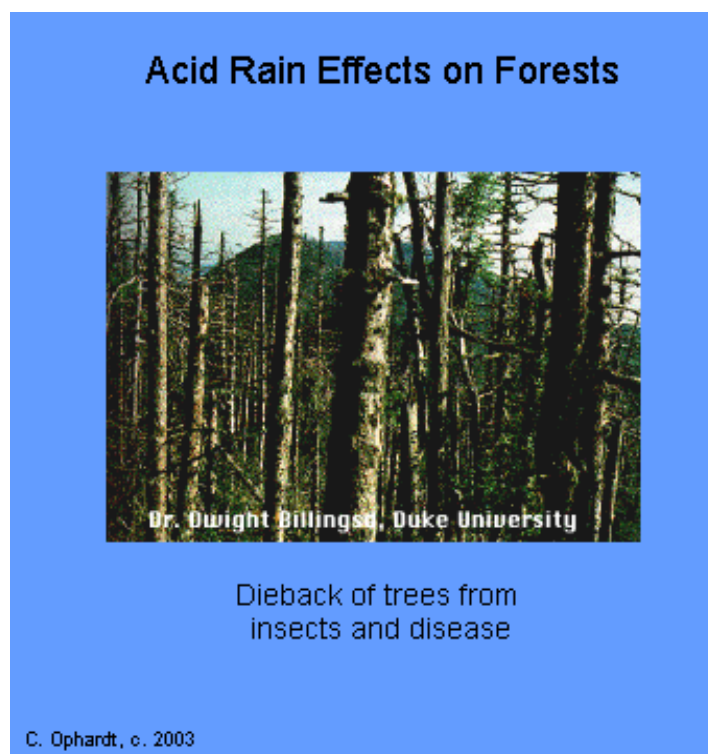
Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι καλλιέργειες από πολλά φυτά, εμφανίζουν χαμηλότερες αποδόσεις, παρά τη μειωμένη εναπόθεση θείου από την ατμόσφαιρα. Σε ορισμένες περιοχές οι αποδόσεις των καλλιεργειών είναι ελαφρώς καλύτερες. Στις περιοχές αυτές φαίνεται να υπάρχει ένα υψηλότερο επίπεδο του θείου στο έδαφος.

Το συμπέρασμα είναι ότι, σε πολλές περιοχές, οι καλλιέργειες υποφέρουν από έλλειψη θείου. Πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι αγρότες που χρησιμοποιούσαν κυρίως λιπάσματα με N και P που είναι τα κύρια θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται από τα φυτά. Αυτά περιείχαν, επίσης, μικρές ποσότητες θείου.

Από τη δεκαετία του 1950 οι αγρότες χρησιμοποιούν λιπάσματα με βάση το νιτρικό αμμώνιο και όχι το θειικό αμμώνιο. Η μείωση αυτή της περιεκτικότητας σε θείο που περιείχαν τα λιπάσματα αντισταθμίζεται από την αύξηση του θείου στην ατμόσφαιρα, που προκαλείται από την αυξημένη καύση των ορυκτών καυσίμων. Σήμερα, με το συνδυασμό των χαμηλότερων επιπέδων του θείου στην ατμόσφαιρα και με λίγο ή καθόλου θείο στα λιπάσματα οι καλλιέργειες παρουσιάζουν σημάδια στρες. Φαίνεται ότι αυτά τα καλλιεργούμενα φυτά χρειάζονται πραγματικά μικρές ποσότητες θείου.

E: Επιπτώσεις στα Δάση

Με το πέρασμα των χρόνων, οι επιστήμονες, δασολόγοι, και άλλοι παρατήρησαν μια επιβράδυνση στην ανάπτυξη ορισμένων δασών. Τα φύλλα και οι βελόνες μαυρίζουν και πέφτουν αντί να είναι πράσινα και υγιή. Σε ακραίες περιπτώσεις, μεμονωμένα δέντρα ή ολόκληρες περιοχές του δάσους, νεκρώνονται χωρίς εμφανή λόγο. (Σχήμα 1. 20)



Σχήμα 1. 20 Προσβεβλημένο δάσος από όξινη βροχή και άλλους παράγοντες.

Μετά από πολλή ανάλυση, οι ερευνητές γνωρίζουν τώρα ότι η όξινη βροχή προκαλεί επιβράδυνση της ανάπτυξης, τραυματισμό ή νέκρωση των δασών. Φυσικά, η όξινη βροχή δεν είναι η μόνη αιτία για την επιβράδυνση της ανάπτυξης των δασών. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στη συνολική υποβάθμιση των δασών είναι οι αέριοι ρύποι, οι ασθένειες, η ξηρασία, οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κλπ. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στα δέντρα συνδυάζεται με όλους τους παραπάνω παράγοντες. Μετά από πολλά χρόνια συλλογής πληροφοριών σχετικά με τη χημεία και τη βιολογία των δασών, οι ερευνητές αρχίζουν να κατανοούν πώς λειτουργεί η όξινη βροχή στο έδαφος του δάσους, τα δέντρα και τα άλλα φυτά.

Μια ανοιξιάτικη βροχή στο δάσος πλένει τα φύλλα και πέφτει μέσα από τα δέντρα στο έδαφος του δάσους. Μέρος του νερού ρέει πάνω από το έδαφος και καταλήγει σε ρυάκια, ποτάμια, λίμνες ενώ το υπόλοιπο απορροφάται και ενυδατώνει το έδαφος. Το έδαφος μπορεί να εξουδετερώσει μερικά ή ολικά την οξύτητα των όμβριων νερών. Η ικανότητα αυτή ονομάζεται ρυθμιστική ικανότητα, και χωρίς αυτή, το έδαφος γίνεται πιο όξινο. Οι διαφορές στη ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους είναι ένας σημαντικός λόγος για τον οποίο ορισμένες περιοχές που δέχονται όξινη βροχή δείχνουν μεγάλη ζημιά, ενώ άλλες περιοχές που δέχονται περίπου το ίδιο ποσό της όξινης βροχής δεν φαίνεται να βλάπτονται καθόλου. Η ικανότητα των δασικών εδαφών να ρυθμίζουν την οξύτητα εξαρτάται από το πάχος και τη σύσταση τους.

Η όξινη βροχή συνήθως δεν βλάπτει τα δέντρα άμεσα. Αντ'αυτού, είναι πιο πιθανό να αποδυναμώσει τα δέντρα καταστρέφοντας τα φύλλα τους, περιορίζοντας τα θρεπτικά συστατικά που έχουν στη διάθεσή τους, ή να τα εκθέτει σε τοξικές ουσίες που απελευθερώνονται αργά από το έδαφος. Αρκετά συχνά, τραυματισμός ή η νέκρωση των δέντρων είναι ένα από αυτά τα αποτελέσματα της όξινης βροχής σε συνδυασμό με μία ή περισσότερες πρόσθετες απειλές.

Οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι όξινο νερό διαλύει τα θρεπτικά συστατικά και χρήσιμα μέταλλα στο έδαφος και στη συνέχεια αυτά απομακρύνονται με έκπλυση από το έδαφος των δένδρων και των άλλων φυτών. Συνεπώς τα εδάφη των δασών γίνονται πτωχότερα σε θρεπτικά συστατικά γεγονός που επιβραδύνει την ανάπτυξη των δένδρων και των φυτών. Παράλληλα η όξινη βροχή προκαλεί την απελευθέρωση στο χώμα ουσιών που είναι τοξικές για τα δέντρα και τα φυτά, όπως το αλουμίνιο. Χημικές αναλύσεις σε πυρήνες ξύλου για δένδρα 100 και 200 ετών έδειξαν ότι η περιεκτικότητα σε αλουμίνιο σήμερα σε σχέση με το 1950 είναι τρεις φορές μεγαλύτερη. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι ο συνδυασμός της απώλειας των θρεπτικών συστατικών του εδάφους με την αύξηση των τοξικών μετάλλων όπως το αλουμίνιο αποτελεί ικανοποιητική εξήγηση της βλαπτικής δράσης της όξινης βροχής στα δέντρα.

Ωστόσο, τα δέντρα μπορεί να καταστραφούν από την όξινη βροχή, ακόμη και αν το έδαφος είναι καλά ρυθμισμένο. Τα δάση σε ορεινές περιοχές συχνά εκτίθενται σε μεγαλύτερες ποσότητες οξέων σε σχέση με άλλα δάση, επειδή περιβάλλονται από όξινα σύννεφα και ομίχλη που είναι πιο όξινα από τις βροχοπτώσεις. Το pH στα σταγονίδια των νεφών και της ομίχλης μπορεί να είναι κατά μέσο όρο 3.6, το οποίο είναι πολύ χαμηλότερο από το τελικό pH της βροχής που είναι 4.2. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι όταν τα φύλλα και οι βελόνες που υγραίνονται συχνά από όξινη ομίχλη, χάνουν απαραίτητα θρεπτικά. Η απώλεια αυτή των θρεπτικών συστατικών από το

φύλλωμά κάνει τα δέντρα πιο ευαίσθητα στις βλάβες από άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες.



Σχήμα 1. 21 Φωτογραφία υπέρυθρου προσβεβλημένου δάσους.

Μερικές από τις πιο δραματικές συνέπειες για τα δάση έχουν παρατηρηθεί στην Ευρώπη. Το 1983, μια έρευνα στη Δυτική Γερμανία έδειξε ότι το 34% του συνόλου των δασών της χώρας έχει καταστραφεί από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Αυτό περιλάμβανε περίπου το μισό από το περίφημο Μαύρο Δάσος. Η Ελβετία έχει καταγράψει ζημιές στο 14% των δένδρων του δάσους της. Στο σχήμα 1. 21 φαίνεται μια ειδική φωτογραφία υπέρυθρου. Τα νεκρωμένα δένδρα είναι μπλε γκρι και τα υγιή είναι κόκκινα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες τα δάση που έχουν επηρεαστεί περισσότερο από την όξινη βροχή είναι αυτά που περιέχουν δένδρα ερυθρελάτης. Η ερυθρελάτη είναι ευαίσθητη σε χαμηλό PH και συγκεντρώσεις αλουμινίου.

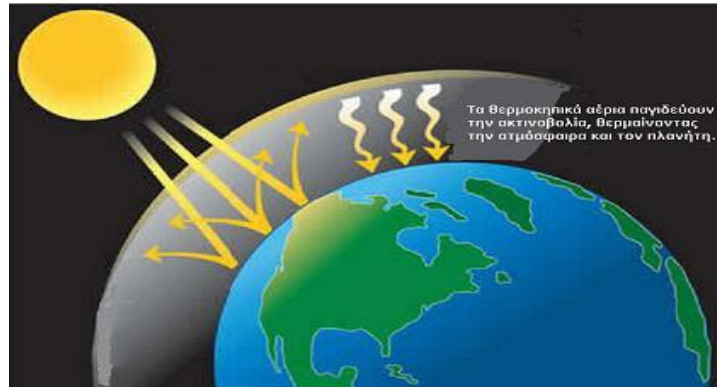
Κεφάλαιο 2

Φαινόμενο του Θερμοκηπίου Κλιματική αλλαγή



2. 1 Εισαγωγή

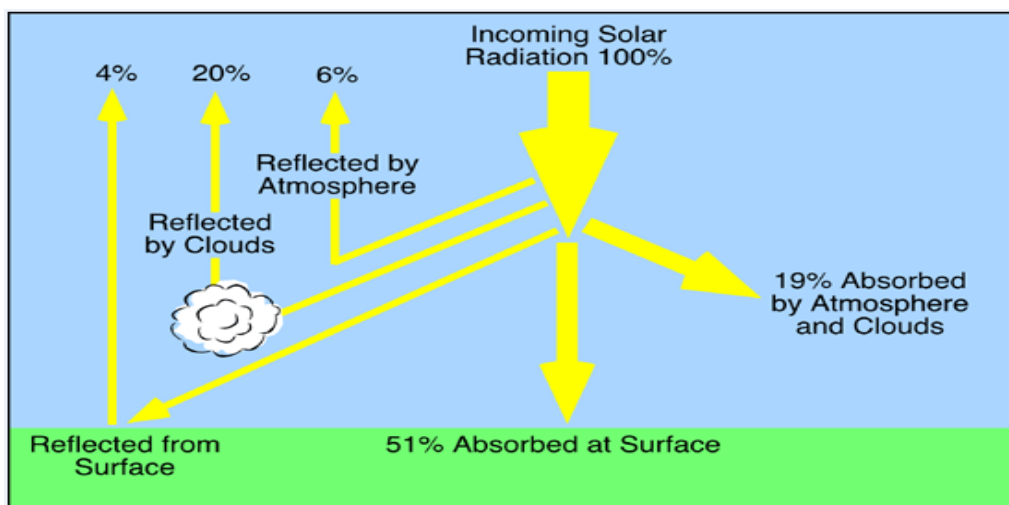
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διεργασία η οποία βοηθά στη θέρμανση της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας της Γης. Το φαινόμενο προκύπτει από το γεγονός ότι ορισμένα ατμοσφαιρικά αέρια, όπως διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμοί και μεθάνιο, είναι σε θέση να αλλάξουν το ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη απορροφώντας ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης. Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου ζωή στον πλανήτη κατά πάσα πιθανότητα δεν θα υπήρχε με τη σημερινή της μορφή αφού η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, αντί των σημερινών $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Σχήμα 2. 1 Φαινόμενο θερμοκηπίου- Παγίδευση ακτινοβολίας.

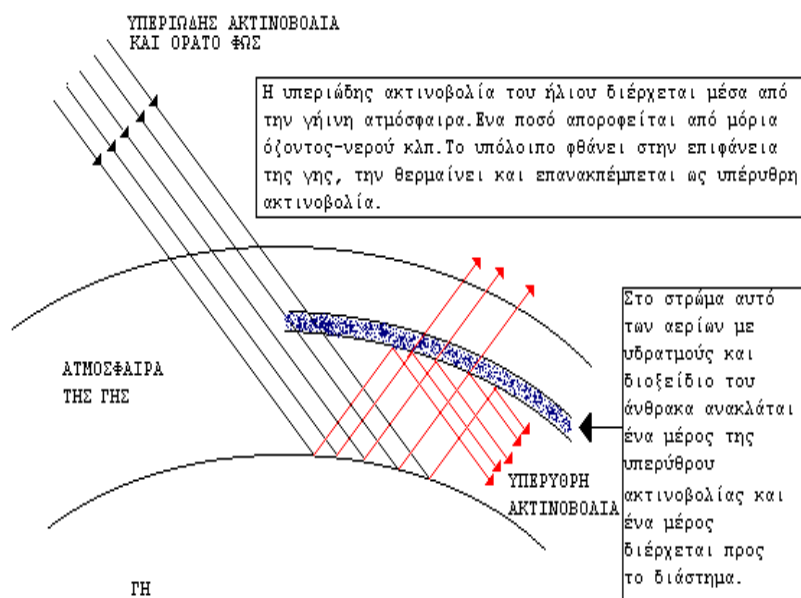
2. 2 Μηχανισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου

Η Γη δέχεται ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1966 W/m^2 στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα Γης-ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα. Καθώς η ενέργεια από τον ήλιο περνά μέσα από την ατμόσφαιρα μια σειρά διεργασιών λαμβάνουν χώρα σχήμα 2.2.



Σχήμα 2. 2 Ενεργειακό ισοζύγιο στο σύστημα Γή -ατμόσφαιρα.

Ένα μέρος της ενέργειας (26% παγκοσμίως) αντανακλάται ή περιθλάται, από τα σύννεφα και άλλα ατμοσφαιρικά σωματίδια, πίσω στο διάστημα. Περίπου το 19% της διαθέσιμης ενέργειας απορροφάται από τα νέφη, τα αέρια (όπως το όζον), και τα σωματίδια της ατμόσφαιρας. Από το υπόλοιπο 55% της ηλιακής ενέργειας που διέρχεται μέσα από την ατμόσφαιρα της Γης, το 4% ανακλάται από την επιφάνεια πίσω στο διάστημα. Κατά μέσο όρο, περίπου το 51% της ακτινοβολίας του ήλιου φθάνει στην επιφάνεια. Αυτή η ενέργεια χρησιμοποιείται στη συνέχεια σε μια σειρά διεργασιών, όπως είναι η θέρμανση της επιφάνειας του εδάφους, το λιώσιμο των πάγων και του χιονιού, η εξάτμιση του νερού και η φωτοσύνθεση των φυτών.



Σχήμα 2. 3 Διαγραμματική παράσταση Μηχανισμού φαινομένου θερμοκηπίου.

Η θέρμανση του εδάφους από την ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπει την επιφάνεια της Γης σε ένα θερμαντικό σώμα το οποίο εκπέμπει ακτινοβολία με συχνότητες στην περιοχή του υπέρυθρου. Αυτή η εκπομπή της ενέργειας κατευθύνεται γενικά πίσω στο διάστημα (Σχήμα 2. 3). Ωστόσο, μόνο ένα μικρό μέρος αυτής της ενέργειας επιστρέφει πραγματικά πίσω στο διάστημα. Η μεγαλύτερη ποσότητα της εκπεμπόμενης από τη γη υπέρυθρης ακτινοβολίας απορροφάται από τα αέρια του θερμοκηπίου (Σχήμα 2. 3).

Η απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα προκαλεί επιπλέον θερμική ενέργεια η οποία προστίθεται στο ατμοσφαιρικό ενεργειακό ισοζύγιο. Τα αέρια του θερμοκηπίου που απορροφούν την ενέργεια αρχίζουν να την ακτινοβολούν προς όλες τις κατευθύνσεις. Πάνω από το 90% αυτής της εκπομπής ενέργειας στην περιοχή του υπέρυθρου κατευθύνεται πίσω στην επιφάνεια της Γης, όπου για άλλη μια φορά απορροφάται από το έδαφος. Η θέρμανση του εδάφους από την υπέρυθρη ακτινοβολία προκαλεί νέα εκπομπή ενέργειας από το έδαφος και ο κύκλος αυτός απορρόφησης και εκπομπής ακτινοβολίας επαναλαμβάνεται, ξανά και

ξανά, με τον τρόπο που ήδη περιγράψαμε μέχρι να σταματήσει να υπάρχει διαθέσιμη υπέρυθρη ακτινοβολία για απορρόφηση.

Το ποσό της θερμικής ενέργειας που προστίθεται στην ατμόσφαιρα από το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθορίζεται από την συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα της Γης. Η συγκέντρωση όλων των σημαντικών αερίων του θερμοκηπίου έχει αυξηθεί από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης (περίπου 1700 μ. Χ.). Ως αποτέλεσμα αυτών των υψηλότερων συγκεντρώσεων, οι επιστήμονες προβλέπουν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου θα ενισχυθεί και το κλίμα της Γης θα γίνεται θερμότερο. Η πρόβλεψη του ποσού της αύξησης της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται με την εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων προσομοίωσης τα οποία επιλύονται με κατάλληλα προγράμματα στον υπολογιστή. Τα υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης δείχνουν ότι ο διπλασιασμός της συγκέντρωσης του κύριου αερίου του θερμοκηπίου, δηλαδή του διοξειδίου του άνθρακα, μπορεί να αυξήσει τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία μεταξύ 1 και 3 βαθμούς Κελσίου.

Ωστόσο, τα υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης δεν προσομοιώνουν με ακρίβεια τις επιπτώσεις από μια σειρά πιθανών αρνητικών παραμέτρων. Για παράδειγμα, πολλά από τα μοντέλα δεν μπορούν να προσομοιώνουν σωστά τις αρνητικές επιπτώσεις που θα έχει η αυξημένη νέφωση στην ποσότητα της ακτινοβολίας που θα δέχεται η γη. Λόγω αυξημένης νέφωσης μικρότερο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας θα φθάνει στη γη. Η αύξηση της θερμοκρασίας της Γης θα προκαλέσει μεγαλύτερη εξάτμιση νερού από τους ωκεανούς με αποτέλεσμα η ατμόσφαιρα να γίνει πιο συννεφώδης. Τα επιπλέον αυτά σύννεφα θα αντανακλούν στη συνέχεια ένα μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας του ήλιου πίσω στο διάστημα μειώνοντας την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της Γης. Συνεπώς λογικά περιμένει κανείς το φαινόμενο του θερμοκηπίου να εξασθενίζει. Στο θέμα αυτό γίνεται τεράστια επιστημονική συζήτηση. Το τελικό συμπέρασμα είναι ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι παρόν και επηρεάζει τις κλιματολογικές συνθήκες του πλανήτη.

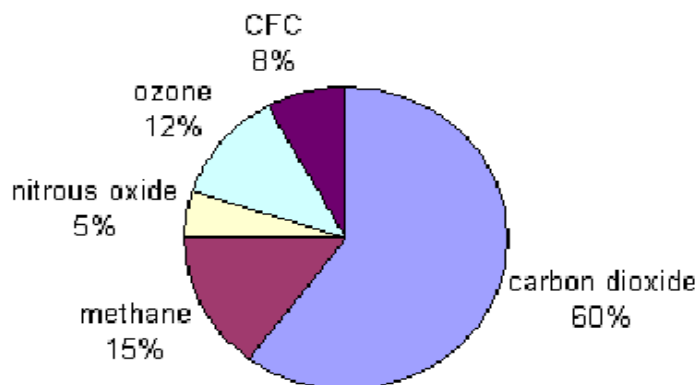
2. 3 Αέρια του θερμοκηπίου

Τα αέρια που συμμετέχουν στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι ανθρωπογενούς προέλευσης. (βλ. Πίνακα Σχήματος 2. 4).

Φαινόμενο Θερμοκηπίου	Συγκέντρωση 1750	Συγκέντρωση 2003	Ποσοστό αλλαγής	Φυσικές και ανθρωπογενείς πηγές
Διοξείδιο του άνθρακα	280 ppm	376 ppm	34%	Οργανική αποσύνθεση, δασικές πυρκαγιές, ηφαίστεια, το κάψιμο απολιθωμένων καυσίμων, αποδάσωση, αλλαγή χρήσης της γης.
Μεθάνιο	0,71 ppm	1,79 ppm	152%	Υγρότοποι, οργανική αποσύνθεση, τερμίτες, φυσικό αέριο και εξόρυξη πετρελαίου, κάψιμο βιομάζας, καλλιέργεια ρυζιού, βοοειδή, απορρίμματα από υλικά οδόστρωσης.
Υποξείδιο του αζώτου	270 ppb	319 ppb	18%	Δάση, λιβάδια, ωκεανοί, εδάφη, καλλιέργεια του εδάφους, λιπάσματα, κάψιμο βιομάζας, κάψιμο απολιθωμένων καυσίμων.
Χλωροφλωροάνθρακες	0	880 ppt	-	Ψυγεία, προωθητικά σπρέι αερολυμάτων, διαλύτες καθαρισμού.
Όζον	Άγνωστο	Ποικίλλει με το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο στην ατμόσφαιρα.	Τα διεθνή επίπεδα έχουν μειωθεί γενικά στη στρατόσφαιρα και έχουν αυξηθεί κοντά στη γήινη επιφάνεια	Δημιουργημένος φυσικά από την ενέργεια του φωτός του ήλιου στο μοριακό οξυγόνο και τεχνητός μέσω της φωτοχημικής παραγωγής νέφους.

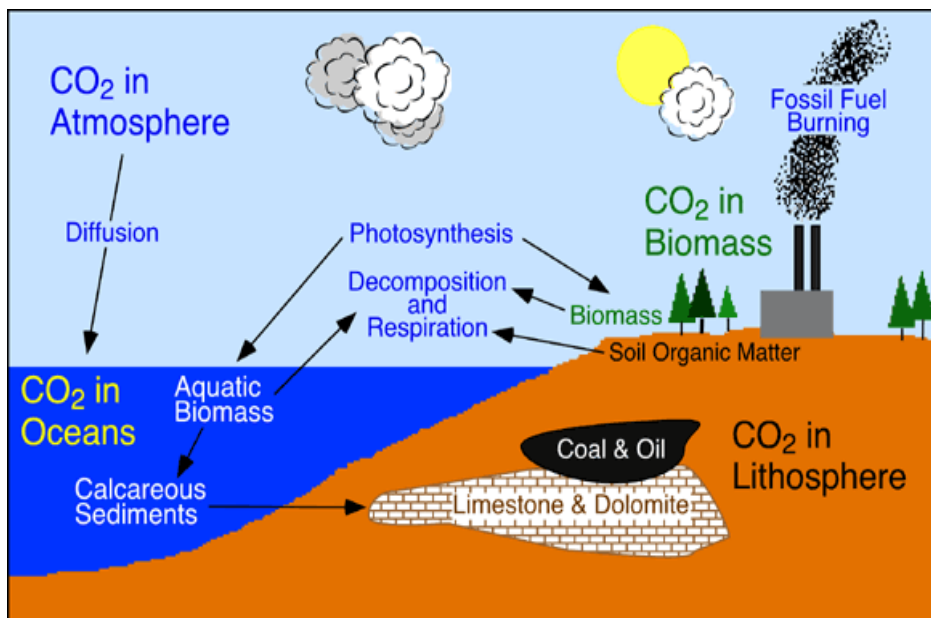
Σχήμα 2. 4 Συνοπτικός πίνακας αερίων του θερμοκηπίου.

Τα αέρια αυτά είναι κυρίως: το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) το μεθάνιο (CH_4), το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), Χλωροφθοράνθρακες ή χλωφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες (CF_xCl_x), το τροποσφαιρικό όζον (O_3) και οι υδρατμοί. Από αυτά τα αέρια, το πιο σημαντικό αέριο είναι το διοξείδιο του άνθρακα, που αντιστοιχεί περίπου στο 55% -60% της μεταβολής της έντασης του φαινομένου του θερμοκηπίου της Γης. Οι συνεισφορές των άλλων αερίων είναι 25% για τους Χλωροφθοράνθρακες, 8% για το μεθάνιο, και 5% για το υποξείδιο του αζώτου. Η συμβολή του όζοντος στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου δεν έχει ακόμη ποσοτικοποιηθεί. Στο σχήμα 2. 5 δείχνεται η συμμετοχή των αερίων του θερμοκηπίου στην ένταση του φαινομένου του Θερμοκηπίου.



Σχήμα 2. 5 Ποσοστιαία συμμετοχή αερίων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Οι μέσες συγκεντρώσεις του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα κατά το έτος 2005 ήταν περίπου 380 ppm (Σχήμα 2. 4). Πριν από το 1700μ. χ, τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα ήταν περίπου 280 ppm. Αυτή η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα οφείλεται κυρίως στις δραστηριότητες των ανθρώπων. Ξεκινώντας από το 1700μ. χ, οι κοινωνικές μεταβολές που επέφερε η βιομηχανική επανάσταση είχε σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται συνεχώς η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα. Οι κύριες πηγές του αερίου αυτού περιλαμβάνουν την καύση ορυκτών καυσίμων για τη βιομηχανία, τις μεταφορές, τη θέρμανση χώρων, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κλπ. και αλλαγές που συντελέστηκαν και συντελούνται στα δασικά οικοσυστήματα. Το 65% του επιπλέον διοξειδίου του άνθρακα που βρίσκεται τώρα στην ατμόσφαιρα προέρχεται από τη καύση ορυκτών καυσίμων. Το υπόλοιπο 35% προέρχεται από την αποψίλωση των δασών και τη μετατροπή τους σε χορτολιβαδικές εκτάσεις, οικιστικές περιοχές και καλλιεργήσιμες γεωργικές εκτάσεις. Τα δασικά οικοσυστήματα μπορούν να κρατήσουν 20 έως 100 φορές περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα ανά εδαφική μονάδα από ότι τα γεωργικά συστήματα. Στο σχήμα 2. 6 φαίνεται ο κύκλος του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.



Σχήμα 2. 6 Κύκλος διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Οι χλωροφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες δημιουργούνται τεχνητά και είναι ανά μόριο, τα ισχυρότερα αέρια του θερμοκηπίου. Ωστόσο, οι χαμηλές συγκεντρώσεις τους στην ατμόσφαιρα, μειώνουν τη συνολική σημασία τους στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι τρέχουσες μετρήσεις στην ατμόσφαιρα δείχνουν ότι η συγκέντρωση αυτών των χημικών ουσιών μπορεί να αρχίσει σύντομα να μειώνεται λόγω της μείωσης των εκπομπών. Οι χημικές αυτές ουσίες ενοχοποιούνται για την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος και τις τρύπες του όζοντος πάνω από το Βόρειο και Νότιο πόλο. Η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος έχει οδηγήσει την παγκόσμια κοινότητα να ζητά επίμονα από τα βιομηχανικά ανεπτυγμένα κράτη τη μείωση της παραγωγής προϊόντων αλλά και της κατανάλωσης προϊόντων που περιέχουν τις ουσίες αυτές. Το 1987, η υπογραφή της συμφωνίας του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ από σαράντα έξι έθνη οδήγησε σε ένα χρονοδιάγραμμα για την παγκόσμια μείωση της παραγωγή και της χρήσης προϊόντων που περιέχουν Χλωροφθοριωμένους υδρογονάνθρακες.

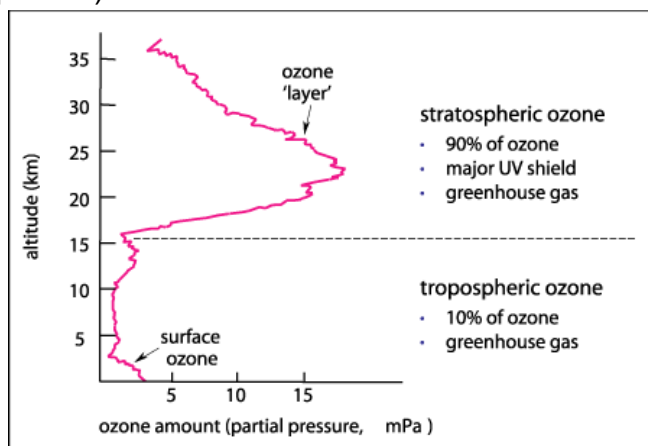
Από το 1750 μ.χ., οι συγκεντρώσεις μεθανίου στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί περισσότερο από 150%. Οι πρωτογενείς πηγές για τις πρόσθετες ποσότητες μεθανίου στην ατμόσφαιρα (κατά σειρά σπουδαιότητας) είναι οι καλλιέργειες ρυζιού, η κτηνοτροφία, οι τερμίτες, οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, η εξόρυξη άνθρακα και πετρελαίου και φυσικού αερίου και οι βιομηχανίες επεξεργασίας τους. Οι αναερόβιες συνθήκες που αναπτύσσονται στις καλλιέργειες ρυζιού οδηγούν στο σχηματισμό μεθανίου. Ωστόσο, μια ακριβής εκτίμηση για το πόσο μεθάνιο παράγεται από την καλλιέργεια ρυζιού είναι δύσκολο να επιτευχθεί. Περισσότερο από το 60% του συνόλου των καλλιεργειών ρυζιού βρίσκονται στην Ινδία και την Κίνα, όπου τα επιστημονικά δεδομένα που αφορούν τα ποσοστά εκπομπών δεν είναι διαθέσιμα.

Παρ' όλα αυτά, οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η συμβολή των καλλιεργειών ρυζιού είναι μεγάλη, διότι αυτή η μορφή της φυτικής παραγωγής έχει υπερδιπλασιαστεί από το 1950 μ.χ. Ζώα που βόσκουν απελευθερώνουν μεθάνιο στο περιβάλλον ως αποτέλεσμα της πτώδους πέψης. Μερικοί ερευνητές πιστεύουν ότι η έκλυση του

μεθανίου από την πηγή αυτή έχει υπερτετραπλασιαστεί κατά τον τελευταίο αιώνα. Οι τερμίτες απελευθερώνουν επίσης μεθάνιο μέσω παρόμοιων διαδικασιών. Η αλλαγή χρήσης γης στις τροπικές περιοχές, που οφείλεται στην αποψίλωση των δασών, και τη μετατροπή τους σε κτηνοτροφικές και γεωργικές εκτάσεις, μπορεί να προκαλέσουν αύξηση των πληθυσμών των τερμιτών. Το μεθάνιο επίσης εκλύεται από τις χωματερές, τα ανθρακορυχεία, καθώς και τις εγκαταστάσεις άντλησης φυσικού αερίου και πετρελαίου. Χώροι υγειονομικής ταφής παράγουν μεθάνιο από την βιολογική αποικοδόμηση των οργανικών αποβλήτων. Τα κοιτάσματα πετρελαίου, και φυσικού αερίου απελευθερώνουν μεθάνιο στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια διάνοιξης των γεωτρήσεων και εγκατάστασης των συστημάτων άντλησης.

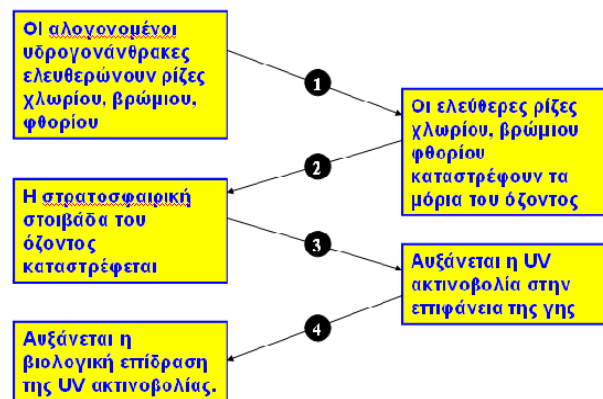
Η μέση συγκέντρωση του υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα αυξάνεται σήμερα με ρυθμό 0,2 έως 0,3% ανά έτος. Πηγές για την αύξηση αυτή θεωρούνται η μετατροπή χρήσης της γης, η καύση ορυκτών καυσίμων, η καύση βιομάζας, και η προσθήκη στο έδαφος λιπασμάτων. Οι μεγαλύτερες ποσότητες υποξειδίου του αζώτου που προστίθεται στην ατμόσφαιρα κάθε χρόνο προέρχονται από την αποψίλωση των δασών και τη μετατροπή των οικοσυστημάτων των λιβαδιών σε γεωργικές εκτάσεις. Και οι δύο αυτές δράσεις μειώνουν τη ποσότητα του αζώτου που είναι αποθηκευμένο στη βλάστηση και το έδαφος μέσα από την διεργασία αποσύνθεσης της οργανικής ύλης. Το υποξείδιο του αζώτου απελευθερώνεται επίσης στην ατμόσφαιρα κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και βιομάζας. Ωστόσο, η συνδυασμένη συνεισφορά των πηγών αυτών στην αύξηση του υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα θεωρείται ότι είναι μικρής σημασίας. Η χρήση του νιτρικού αμμωνίου και λιπασμάτων για την ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών είναι μια άλλη πηγή υποξειδίου του αζώτου. Ακριβείς μετρήσεις για τη ποσότητα του υποξειδίου του αζώτου που απελευθερώνεται από τη λίπανση είναι δύσκολο να γίνουν. Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι η συμβολή από την πηγή αυτή μπορεί να αντιπροσωπεύει από 50% σε 0,2% του υποξειδίου του αζώτου που προστίθεται στην ατμόσφαιρα κάθε χρόνο.

Ο ρόλος του όζοντος στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι δύσκολο να καθοριστεί επιστημονικά. Ακριβείς μετρήσεις των επιπέδων όζοντος στην ατμόσφαιρα είναι διαθέσιμες για τα τελευταία 25 χρόνια. Οι συγκεντρώσεις του όζοντος που βρέθηκαν σε δύο διαφορετικές περιοχές της γήινης ατμόσφαιρας. Η μεγάλες ποσότητες του όζοντος (περίπου 97%) βρέθηκαν στην ζώνη της ατμόσφαιρας σε ύψος 15 με 55 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της Γης η οποία ονομάζεται στρατόσφαιρα (Σχήμα 2. 7).



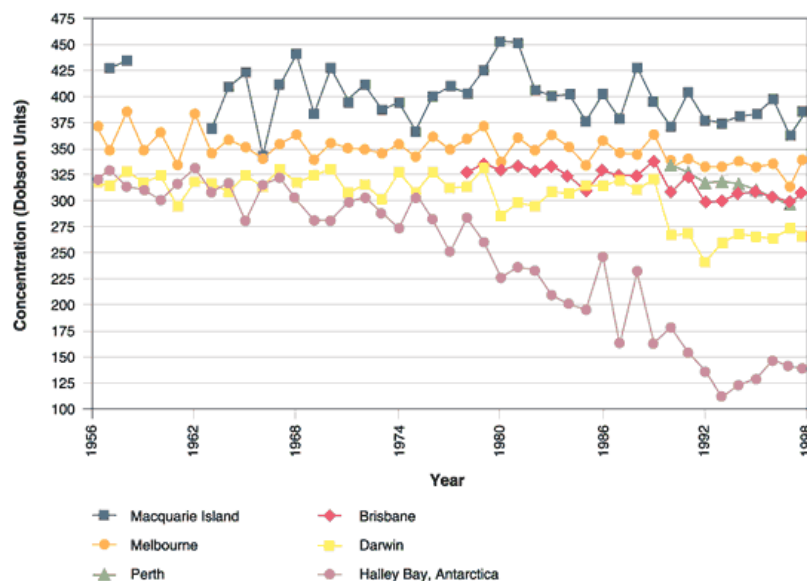
Σχήμα 2. 7 Κατανομή της συγκέντρωσης όζοντος στην ατμόσφαιρα.

Τα τελευταία χρόνια, η συγκέντρωση του στρατοσφαιρικού όζοντος έχει μειωθεί λόγω της συσσώρευσης των χλωροφθοριωμένων υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα. Στο σχήμα 2. 8 φαίνεται ο μηχανισμός καταστροφής των μορίων του όζοντος.



Σχήμα 2. 8 Μηχανισμός καταστροφής των μορίων του όζοντος στη στρατόσφαιρα από CFs.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970, οι επιστήμονες έχουν ανακαλύψει ότι οι συνολικές ποσότητες όζοντος πάνω από την Ανταρκτική έχουν μειωθεί έως και κατά 70%. Δορυφορικές μετρήσεις έχουν δείξει ότι στη ζώνη της ανταρκτικής υπήρχε 3% μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος από το 1978 (Σχήμα 2. 9).

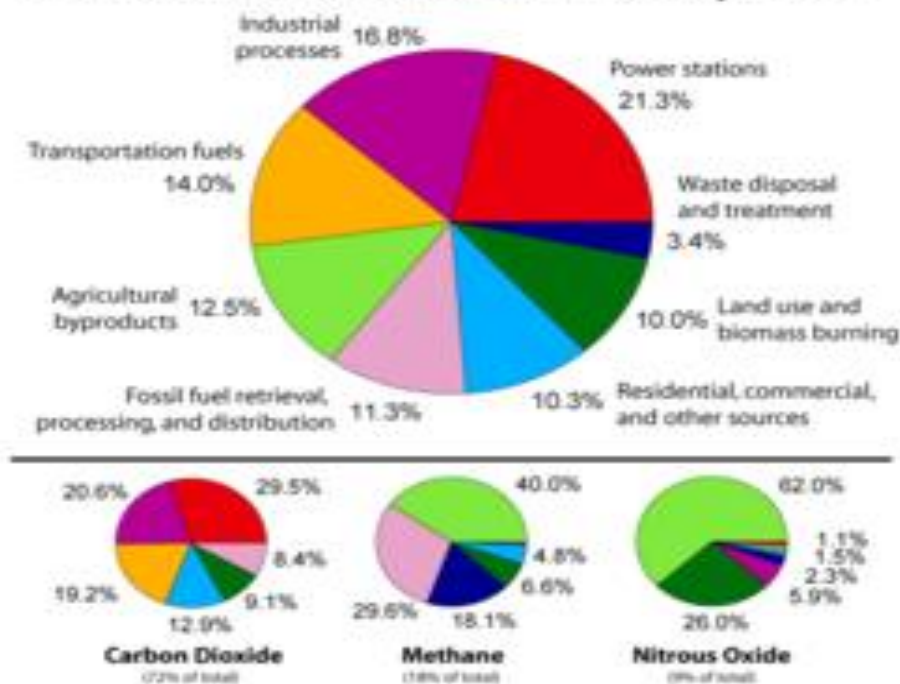


Σχήμα 2. 9 Μείωση της συγκέντρωσης όζοντος στην Ανταρκτική.

Το όζον υπάρχει επίσης σε μεγάλες συγκεντρώσεις στην επιφάνεια της Γης. Το μεγαλύτερο μέρος αυτού του όζοντος έχει δημιουργηθεί ως προϊόν φωτοχημικών αντιδράσεων. (Βλ Κεφ1). Στον Πίνακα του σχήματος 2. 4 συνοψίζεται η εξέλιξη εμπλουτισμού της ατμόσφαιρας σε αέρια του θερμοκηπίου.

Οι ετήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις κυριότερες πηγές προέλευσης τους φαίνονται στο σχήμα 2. 10

Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



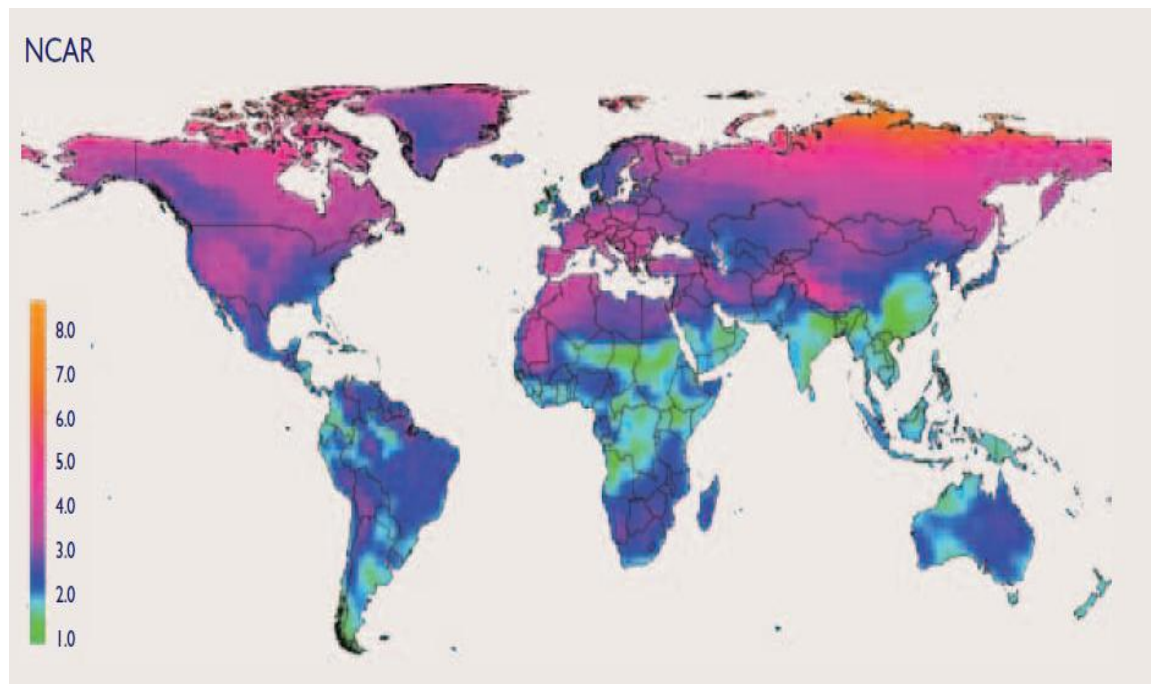
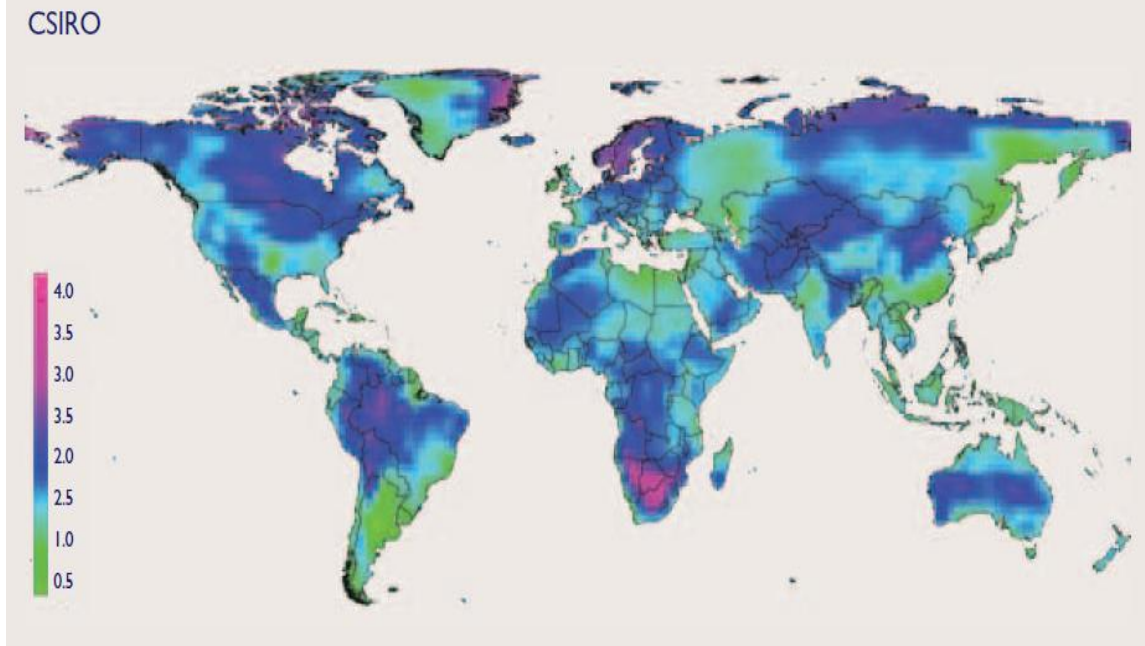
Σχήμα 2. 10 Ετήσιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις κυριότερες πηγές.

2. 4 Κλιματική αλλαγή

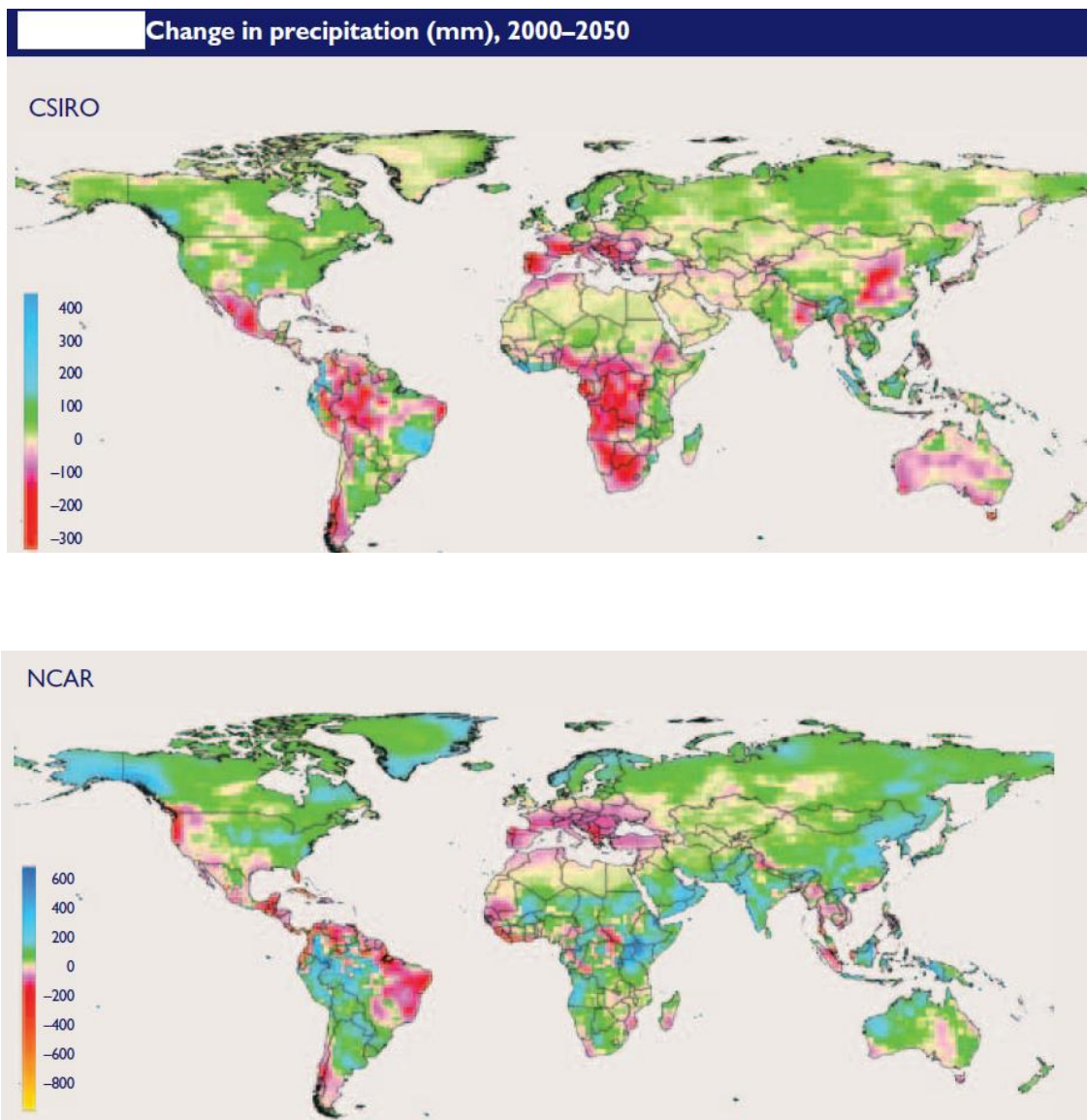
Η κλιματική αλλαγή είναι ήδη μια πραγματικότητα και οι επιπτώσεις σε διάφορους τομείς δραστηριότητας σε παγκόσμιο επίπεδο είναι εμφανείς.

Η θερμοκρασία της Ευρώπης έχει αυξηθεί σχεδόν κατά 1 °C τον προηγούμενο αιώνα, ταχύτερα δηλαδή σε σχέση με τον παγκόσμιο μέσο όρο. Το μεγαλύτερο μέρος της υπερθέρμανσης προέκυψε τα τελευταία 50 χρόνια. Ενώ η μεταβολή δεν φαίνεται δραματική, έχει ήδη επηρεάσει σημαντικά πολλά φυσικά και βιολογικά συστήματα (νερό, βιότοποι, υγεία), τα οποία γίνονται όλο και πιο ευπαθή. Οι κλιματικές συνθήκες είναι επίσης περισσότερο ευμετάβλητες. Οι βροχοπτώσεις και οι χιονοπτώσεις έχουν αυξηθεί σημαντικά στη βόρεια Ευρώπη, με αποτέλεσμα να έχουμε συχνότερες πλημμύρες, ενώ οι βροχοπτώσεις στη νότια Ευρώπη έχουν μειωθεί σημαντικά με αποτέλεσμα να έχουμε συχνότερες περιόδους ξηρασίας. Οι θερμοκρασίες έχουν γίνει πιο ακραίες. Οι οικονομικές απώλειες, εξαιτίας ακραίων καιρικών φαινομένων αυξήθηκαν σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες. Τα ειδικά μοντέλα πρόβλεψης δείχνουν μέση άνοδο της θερμοκρασίας σε διάφορες περιοχές της γης που μπορεί να κυμαίνεται από 2-4°C μέχρι το 2050 (Σχήμα 2. 11) Επίσης σημαντικές θα είναι και οι μεταβολές στις βροχοπτώσεις. (Σχήμα 2. 12)

Change in average maximum temperature (°C), 2000–2050



Σχήμα 2. 11 Πρόβλεψη για μεταβολή της θερμοκρασίας από δυο διαφορετικά μοντέλα μέχρι το 2050.



Σχήμα 2. 12 Πρόβλεψη για μεταβολή των βροχοπτώσεων από δύο διαφορετικά μοντέλα μέχρι το 2050.

Αυτές οι κλιματικές αλλαγές θα συνεχίζονται για δεκαετίες, ακόμα και αν σταματούσαν σήμερα όλες οι εκπομπές αερίων και αυτό λόγω της μακροχρόνιας παραμονής των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές (ΔΕΚΑ) έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες και ειδικά στην καύση ορυκτών καυσίμων και την καταστροφή των δασών, καθώς και οι δύο προκαλούν εκπομπές CO₂ και άλλων αερίων. Στην Ευρώπη, η ενέργεια και οι μεταφορές είναι οι μεγαλύτερες πηγές των εκπομπών αυτού του είδους.

Τα δεδομένα αυτά έχουν αφυπνίσει τη διεθνή κοινότητα απέναντι στο μεγάλο αυτό θέμα και την ποιότητα της ζωής στη γη τις επόμενες δεκαετίες.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 αναλήφθηκε σημαντική διεθνής δράση. Το 1992 Πραγματοποιήθηκε η διάσκεψη του Ρίο όπου υπογράφηκε η **«Σύμβαση –Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές»**

Επειδή τα αποτελέσματα εφαρμογής της σύμβασης του Ρίο δεν ήταν ικανοποιητικά, η Ευρωπαϊκή Ένωση διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στη δημιουργία της **«Σύμβασης-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Αλλαγές (UNFCCC) και του Πρωτοκόλλου του Κιότο»**, το οποίο θέτει νομικά δεσμευτικούς στόχους για τις βιομηχανοποιημένες χώρες, προκειμένου να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Στόχος του πρωτοκόλλου του **Κιότο** (1997) ήταν **«ο αγώνας κατά των κλιματικών μεταβολών μέσω Διεθνούς δράσης για τη μείωση των εκπομπών ορισμένων αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, και ευθύνονται για την άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη»**

Το Πρωτόκολλο του Κιότο αφορά τις εκπομπές έξι αερίων του θερμοκηπίου:

- του Διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)
- του Μεθανίου (CH₄)
- του Υποξειδίου του αζώτου (N₂O)
- των Υδροφθορανθράκων (CFs)
- των Υπερφθοριωμένων υδρογονανθρακων
- του Εξαφθοριούχου θείου (SF₆)

Τα κράτη μέλη της Ευρώπης των 15 δεσμεύτηκαν για μείωση των συνδυασμένων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου έως 8 % Στον πίνακα του σχήματος 2. 13 φαίνονται οι υποχρεώσεις που ανέλαβαν διάφορα κράτη για τη μείωση του επιπέδου εκπομπών μέχρι το 2012. Στις αρχές του 2007, η ΕΕ έκανε ένα ακόμα βήμα με την υπόσχεση της επίτευξης ακόμα πιο δύσκολων στόχων: **τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20 % τουλάχιστον έως το 2020 και τη μείωση κατά 30 % των αερίων του θερμοκηπίου, αν όλες οι ανεπτυγμένες χώρες δεσμεύονταν εξίσου.** Στο σχήμα 2. 14 δείχνονται στοιχεία εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η αποτίμηση όμως της συμμόρφωσης των μεγάλων βιομηχανικών χωρών όπως Κίνας, ΗΠΑ, Ρωσίας, Καναδά είναι συχνά μη ενθαρρυντική. Και αυτό γιατί οι χώρες αυτές για να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να αλλάξουν το μοντέλο παραγωγής (καύσιμα κλπ). Αυτό θα σήμαινε γι'αυτούς μεσοπρόθεσμα τεράστιο οικονομικό κόστος που δεν επιθυμούν να επωμιστούν. Για το λόγο αυτό συχνά οι διασκέψεις για το φαινόμενο του θερμοκηπίου καταλήγουν σε διακηρύξεις καλών προθέσεων. Η συνέχιση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας της γης. Οι συνέπειες από την αύξηση αυτή είναι το λιώσιμο των παγετώνων, περισσότερες βροχοπτώσεις, περισσότερα και πιο ακραία καιρικά φαινόμενα, παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας (σχήμα 2. 15), ανύψωση της στάθμης των ωκεανών και θαλασσών και η μετατόπιση των εποχών.

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2008-2012**

Ευρωπαϊκή Ένωση, , Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία, Σλοβακία, Σλοβενία, Βουλγαρία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Ρουμανία	-8%
ΗΠΑ	-7%
Καναδάς, Ιαπωνία, Ουγγαρία, Πολωνία	-6%
Κροατία	- 5%
Νέα Ζηλανδία, Ουκρανία, Ρωσία	0 %
Νορβηγία	+1%
Αυστραλία	+8%
Ισλανδία	+10%

Σχήμα 2. 13 Δέσμευση για μείωση των εκπομπών αερίων του Θερμοκηπίου μέχρι το 2012.



Σχήμα 2. 14 Στοιχεία εκπομπών στην Ευρωπαϊκή Ένωση.



Σχήμα 2. 15 Ξηρασία λόγω κλιματικής αλλαγής.

Η επιτάχυνση του ρυθμού της αλλαγής του κλίματος, μπορεί να έχει επιπτώσεις στην υγεία, την ανάπτυξη, τον τουρισμό, τη γεωργία κλπ. Στο κεφάλαιο 4 γίνεται παρουσίαση των κυριότερων επιπτώσεων στην γεωργική παραγωγή.

Κεφάλαιο 3

Ρύπανση από τη γεωργία-κτηνοτροφία



3. 1 Εισαγωγή

Ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει αυξηθεί από 1,5 δισ. στις αρχές του 20ου αιώνα, σε 6,8 δισεκατομμύρια σήμερα. Αυτή η αύξηση του πληθυσμού συνοδεύτηκε από την ανάπτυξη και «εντατικοποίηση» της γεωργίας, με συνακόλουθες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Κατά τα επόμενα 50 χρόνια, ο ανθρωπίνος πληθυσμός της Γης αναμένεται να αυξηθεί σε περισσότερα από 9 δισ. , δημιουργώντας μεγαλύτερη ζήτηση για βασικά γεωργικά προϊόντα, τόσο φυτικής όσο και ζωικής παραγωγής. Αυτό θα οδηγήσει σε μια παράλληλη αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με αυτή τη μελλοντική ανάπτυξη στον τομέα της γεωργίας. Επομένως χρειάζεται μακροπρόθεσμος πολιτικός σχεδιασμός που να βασίζεται στα επιστημονικά δεδομένα.

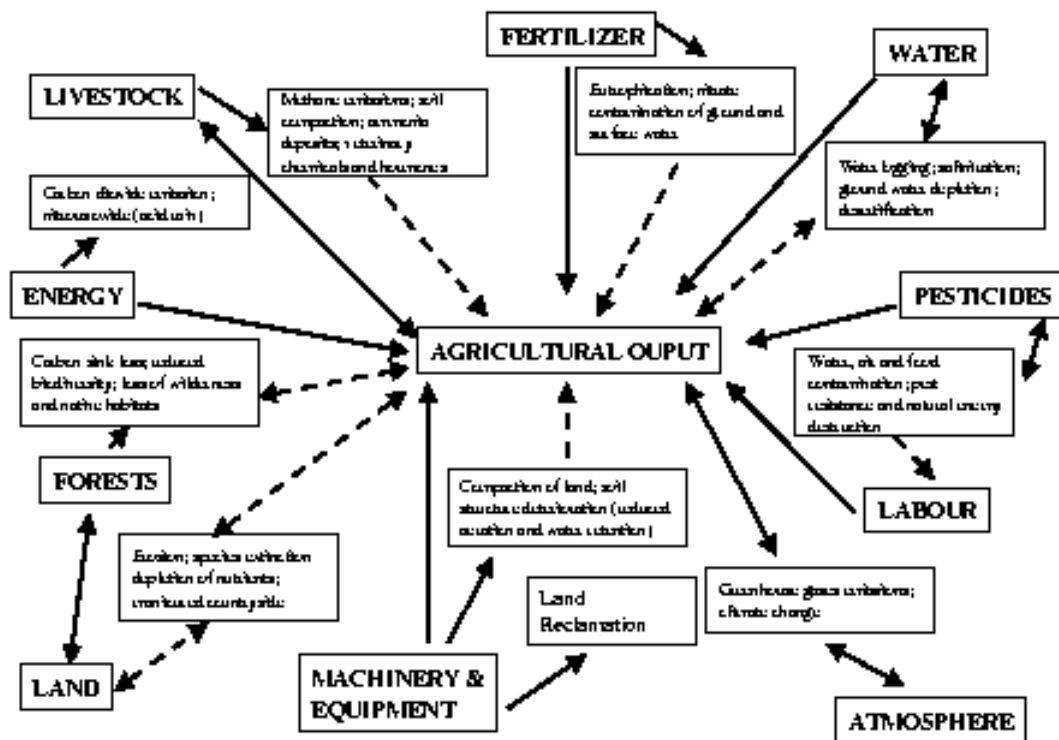
Η αειφόρος γεωργία είναι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις. **Αειφορία** σημαίνει ότι η γεωργία όχι μόνο εξασφαλίζει μια σταθερή προμήθεια τροφίμων, αλλά και ότι οι περιβαλλοντικές, κοινωνικό-οικονομικές και ανθρωπίνες επιπτώσεις στην υγεία αναγνωρίζονται και υπολογίζονται στο πλαίσιο των εθνικών σχεδίων ανάπτυξης.

Ο ορισμός του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας “FAO” (Food and Agriculture Organization) για την αειφόρο ανάπτυξη της γεωργίας είναι:

Η αειφόρος ανάπτυξη είναι η διαχείριση και η διατήρηση των φυσικών πόρων και ο προσανατολισμός των τεχνολογικών και θεσμικών αλλαγών με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίσουν την συνεχή ικανοποίηση των ανθρωπίνων αναγκών για το παρόν και τις μελλοντικές γενιές. Η αειφόρος ανάπτυξη (στους τομείς της γεωργίας, της δασοκομίας και της αλιείας) προστατεύει το φυσικό περιβάλλον, τους υδάτινους πόρους, τους φυτικούς και ζωικούς γενετικούς πόρους, προστατεύει το περιβάλλον, με χρήση κατάλληλων τεχνικών, είναι οικονομικά βιώσιμη και κοινωνικά αποδεκτή.

Η κακή διαχείριση της γεωργίας είναι η πρωταρχική αιτία των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί. Παρακάτω αναφέρονται μερικές από τις κακές πρακτικές που χρησιμοποιούνται

- Η αύξηση των αρδευόμενων περιοχών και η υπεράρδευση.
- Η χρήση αρδευτικών καναλιών χωρίς τοιχώματα με αποτέλεσμα μεγάλες απώλειες νερού
- Η μείωση των υπόγειων νερών λόγω υπεράντλησης.
- Εκτεταμένες μονοκαλλιέργειες και η υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων με μεγάλη υπολειμματική δράση.
- Η αυξημένη αλάτωση των εδαφών, η έκλυση αλάτων οδηγεί σε υφαλμύρωση των μεγάλων ποταμών ή και λιμνών
- Δημιουργία και εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων
- Η υπερβολική χρήση λιπασμάτων που μέσω των απορροών καταλήγουν στους υδάτινους αποδέκτες



Σχήμα 3. 1 Διαγραμματική παρουσίαση των επιπτώσεων λόγω εκροών από τη γεωργικές δραστηριότητες.

3. 2 Ρύπανση των νερών

3. 2. 1 Εισαγωγικά στοιχεία

Η κύρια πηγή των γεωργικών ρύπων είναι τα θρεπτικά συστατικά (ιδιαίτερα το άζωτο και ο φώσφορος), τα ιζήματα, τα ζωικά απόβλητα, τα φυτοφάρμακα, και τα άλατα. Γεωργικής προέλευσης μη σημειακές πηγές ρύπανσης οδηγούνται στο νερό μέσω της άμεσης επιφανειακής απορροής ή μέσω της διήθησης στα υπόγεια νερά τα οποία στη συνέχεια καταλήγουν μέσω διαφόρων διαδρομών σε επιφανειακές πηγές. Διάφορες γεωργικές δραστηριότητες έχουν ως αποτέλεσμα τη διάβρωση των σωματιδίων του εδάφους. Το ίζημα που παράγεται από τη διάβρωση αυτή μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα ζώντα είδη των υδροτόπων και επιπλέον μεταφέρει υπερβολική ποσότητα γεωργικών χημικών ουσιών με αποτέλεσμα να προκληθεί χημική ρύπανση στους υδροβιότοπους. Αυτή με τη σειρά της λόγω των χημικών διασπάσεων που παθαίνει προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό γεγονός που επηρεάζει την πανίδα και τη χλωρίδα του οικοσυστήματος. Οι πιο κοινές πηγές περίσσειας θρεπτικών ουσιών στα επιφανειακά ύδατα από μη σημειακές γεωργικές πηγές είναι τα χημικά λιπάσματα και η κοπριά από τις εγκαταστάσεις των ζώων. Οι θρεπτικές αυτές ουσίες προκαλούν ευτροφισμό στα επιφανειακά νερά. Τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των παρασίτων στις γεωργικές δραστηριότητες μπορούν επίσης να προκαλέσουν ρύπανση στα επιφανειακά εδάφη, καθώς και στα υπόγεια νερά. Οι διάφορες επιφανειακές απορροές και τα

εκπλύματα από αρδευόμενες εκτάσεις μπορούν να μεταφέρουν ιζήματα, θρεπτικά συστατικά, άλατα και άλλα υλικά. Τέλος, αθέμιτες πρακτικές βόσκησης σε παρόχθιες, καθώς και ορεινές περιοχές, μπορεί επίσης να προκαλέσουν υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.



Σχήμα 3. 2 Ρύπανση ποταμού από μεταφορά ρύπων από παρόχθιες περιοχές με επιφανειακή έκπλυση και αποστραγγίσματα. Επίσης από απόρριψη λυμάτων.

Παρακάτω συνοψίζονται μερικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη ρύπανση των νερών.

- Η περιεκτικότητα σε άλατα των μεγάλων ποταμών υπερβαίνει τις προδιαγραφές
- Η επιβάρυνση των γεωργικών προϊόντων με αγροτοχημικές ουσίες
- Τα υψηλά επίπεδα της θολερότητας σε σημαντικές πηγές νερού.
- Τα υψηλά επίπεδα των φυτοφαρμάκων και των φαινολών στα επιφανειακά ύδατα.
- Οι υπερβολικές συγκεντρώσεις φυτοφαρμάκων στον αέρα, τα προϊόντα διατροφής και το μητρικό γάλα.
- Η απώλεια της γονιμότητας του εδάφους.
- Σημαντικές μειώσεις πληθυσμών και εξαφάνιση ζώων, ψαριών και ειδών βλάστησης.
- Η καταστροφή σημαντικών οικοσυστημάτων.
- Η μείωση της εμπορικής αλιείας

Είναι γνωστό ότι η γεωργία είναι ο μεγαλύτερος χρήστης των πόρων γλυκού νερού στον πλανήτη. Χρησιμοποιώντας σε παγκόσμια κλίμακα κατά μέσο όρο το 70% του συνόλου των επιφανειακών νερών. Εκτός από το νερό που χάνεται μέσω της εξατμισοδιαπνοής, είναι και το γεωργικό που χάνεται μέσω των επιφανειακών και των υπόγειων διαρροών. Ωστόσο, η γεωργία είναι αφενός μεν υπεύθυνη αφετέρου δε θύμα της ρύπανσης των νερών. Είναι υπεύθυνη για την ρύπανση γιατί λόγω κακών πρακτικών που εφαρμόζονται όπως υπεράρδευση, υπερλίπανση, υπερβολική και λανθασμένη χρήση φυτοφαρμάκων τα γεωργικά στραγγίσματα μεταφέρουν τις ουσίες αυτές στα επιφανειακά και υπόγεια Είναι ένα θύμα γιατί με τη χρήση επιφανειακών και υπόγειων νερών που περιέχουν αγροτοχημική ρύπανση αυτή μεταφέρεται στις καλλιέργειες και μέσω αυτών στους καταναλωτές. Σύμφωνα με τον FAO στη γεωργία επιβάλλεται να υπάρχει μια συμβίωση της γης και του νερού, « πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για να διασφαλιστεί ότι οι γεωργικές δραστηριότητες δεν επηρεάζουν δυσμενώς την ποιότητα του νερού, έτσι ώστε οι επόμενες χρήσεις του νερού για διαφορετικούς σκοπούς δεν έχουν υποστεί υποβάθμιση».



Σχήμα 3. 3 Επιπτώσεις στον πληθυσμό των ψαριών λόγω ρύπανσης από γεωργικές δραστηριότητες.

Ο Παγκόσμιος οργανισμός υγείας έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι πόσιμο νερό που περιέχει ρύπανση από γεωργικές δραστηριότητες επηρεάζει την νοσηρότητα του πεπτικού συστήματος, του καρδιαγγειακού συστήματος του ουροποιητικού συστήματος, καθώς και την ανάπτυξη των γυναικολογικών παθήσεων που μπορεί να σχετίζονται με την παθολογία της εγκυμοσύνης. Επίσης η έκθεση του FAO σχετικά με τις επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων αναφέρει προβλήματα ογκολογικά,

πνευμονολογικά, αιματολογικά γενετικά κλπ καθώς επίσης ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα, μπορεί να συνδεθεί με εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος.

3. 2. 2 Έλεγχος ιζημάτων –διάβρωση

Η διάβρωση του εδάφους είναι μια από τις κύριες αιτίες της ρύπανσης των νερών. Τα μέτρα που συχνά προτείνονται έχουν στόχο να ελαχιστοποιηθεί η μεταφορά των ιζημάτων από τα γεωργικά εδάφη στα νερά. Συνήθως προτείνονται δύο λύσεις: (1) Η καλλιέργεια του εδάφους να οργανώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται υπερυψωμένο το περίγραμμα γύρω από αυτήν και να γίνεται η καλλιέργεια σε αναβαθμίδες με συγκεκριμένο περίγραμμα που δεν θα επιτρέπει την εύκολη απορροή των επιφανειακών νερών (2) το σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός συνδυασμού των πρακτικών για την απομάκρυνση με καθίζηση των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων και των χημικών ρύπων που συνδέονται με αυτά πριν την απορροή τους κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων. Δηλαδή σχεδιάζονται και εφαρμόζονται συστήματα που προσομοιάζουν στα συστήματα πρωτοβάθμιας καθίζησης. Το μέτρο αυτό όμως έχει κόστος και γιαυτό μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε οργανωμένες καλλιέργειες μεγάλων εκτάσεων.

3. 2. 3 Ρύπανση από Κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις

Τα ζωικά απόβλητα ρυπαίνουν πολλά από τα νερά με χημικές ουσίες και επιπλέον μπορεί να τα μολύνουν με παθογόνους οργανισμούς. Η σωστή διαχείριση για όλες τις νέες εγκαταστάσεις και υπάρχουσες εγκαταστάσεις πάνω από ένα ορισμένο μέγεθος, είναι να περιοριστούν οι ανεξέλεγκτες απορρίψεις από τις εγκαταστάσεις αυτές και να υπάρχουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας των αποβλήτων με κατάλληλη εκμετάλλευση των προϊόντων επεξεργασίας (πχ βελτιωτικά εδάφους, βιοαέριο κλπ) Στις μικρότερες υφιστάμενες εγκαταστάσεις, τα μέτρα της διαχείρισης που συνήθως προτείνονται είναι να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν συστήματα που συλλέγουν τα στερεά, μειώνουν τη συγκέντρωση των ρύπων και μειώνουν τις απορροές στους υδάτινους αποδέκτες.

3. 2. 4 Ρύπανση από φυτοφάρμακα

Η ανεξέλεγκτη χρήση των φυτοφαρμάκων οδηγεί σε σημαντική ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών. Διεθνώς προτείνονται μέτρα για την ελαχιστοποίηση των προβλημάτων της ποιότητας του νερού με τη μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων, και την πρόληψη της επιστροφής των γεωργικών φαρμάκων στις παροχές νερού. Ένα βασικό και απλό μέτρο είναι η βελτίωση της βαθμονόμησης του εξοπλισμού ψεκασμού φυτοφαρμάκων. Ένα άλλο βασικό στοιχείο των μέτρων που προτείνονται και εφαρμόζονται είναι η χρήση ολοκληρωμένων στρατηγικών διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών. Οι στρατηγικές περιλαμβάνουν την αξιολόγηση των σημερινών προβλημάτων από τα παράσιτα σε σχέση με το ιστορικό των καλλιεργειών, τα προηγούμενα μέτρα καταπολέμησης των επιβλαβών οργανισμών που χρησιμοποιήθηκαν και το οικονομικό όφελος που αναμένεται να έχει ο παραγωγός από τη μείωση ή σωστή χρήση των φυτοφαρμάκων. Όταν η χρήση των φυτοφαρμάκων είναι αναγκαία, τα φυτοφάρμακα θα πρέπει να επιλέγονται με βάση την εξέταση των

περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων, όπως ο χρόνος αποδόμησης τους (σταθερότητα δραστικής ουσίας), η τοξικότητα, τους κ.λ.π.

3. 2. 5 Επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον από τη βόσκηση ζώων

Συχνά περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές δέχονται ρύπανση αλλά και άλλη υποβάθμιση λόγω ανεξέλικτης βόσκησης. Διεθνώς προτείνεται η λήψη μέτρων για την προστασία των ευαίσθητων περιοχών. Στις ευαίσθητες περιοχές περιλαμβάνονται οι όχθες ρυακιών, οι υγρότοποι, οι εκβολές ποταμών, οι λίμνες, οι ακτές λίμνης, και οι παρόχθιες ζώνες. Η προστασία τους πρέπει να γίνεται με τη βελτίωση της διαχείρισης βοσκοτόπων. Για παράδειγμα να περιορίζεται η ζώνη βόσκησης ώστε τα ζώα να μην πλησιάζουν κοντά στον υδάτινο αποδέκτη και στις φυσικές απορροές νερών. Έτσι τα απόβλητα και τα ιζήματα που προκαλούνται από τα ζώα δεν θα μεταφέρονται άμεσα στα νερά. Τα ποιά συνηθισμένα μέτρα που προτείνονται είναι: (1) Η αποτύπωση και χάραξη ορίων των βιοτόπων και των προστατευόμενων από βόσκηση περιοχών. (2) Η εφαρμογή ενός συστήματος συστηματικής παρακολούθησης και περιβαλλοντικής διαχείρισης των ευαίσθητων περιοχών (3) Ο καθορισμός χρήσεων γης (4) αυστηρός περιορισμός των ζώων από τις ευαίσθητες περιοχές.

3. 2. 6 Επιπτώσεις στο περιβάλλον από την άρδευση

Οι προβλέψεις των Ηνωμένων Εθνών για την παγκόσμια αύξησης του πληθυσμού στο έτος 2025 απαιτεί την επέκταση της παραγωγής τροφίμων της τάξης του 40-45%.

Οι αρδευόμενες γεωργικές εκτάσεις που αποτελούν σήμερα από 17% του συνόλου των γεωργικών εκτάσεων και παράγουν το 36% των τροφίμων στον κόσμο, θα αποτελέσουν βασικό συστατικό οποιασδήποτε στρατηγικής για την αύξηση της παγκόσμιας προσφοράς τροφίμων. Σήμερα, εκτιμάται ότι το 90% των αρδευόμενων εκτάσεων βρίσκονται στις αναπτυσσόμενες χώρες. Εκτός από τα προβλήματα της υπεράρδευσης, της ερημοποίησης, της αλάτωσης, της διάβρωσης, κ. λπ. , που επηρεάζουν τις αρδευόμενες εκτάσεις, το πρόβλημα της υποβάθμισης της ποιότητας των υδάτων, που βρίσκονται κατάντη των υπεραρδευόμενων εκτάσεων, από τα άλατα, τα αγροτοχημικά προϊόντα και τα τοξικά στραγγίσματα είναι ένα σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα.

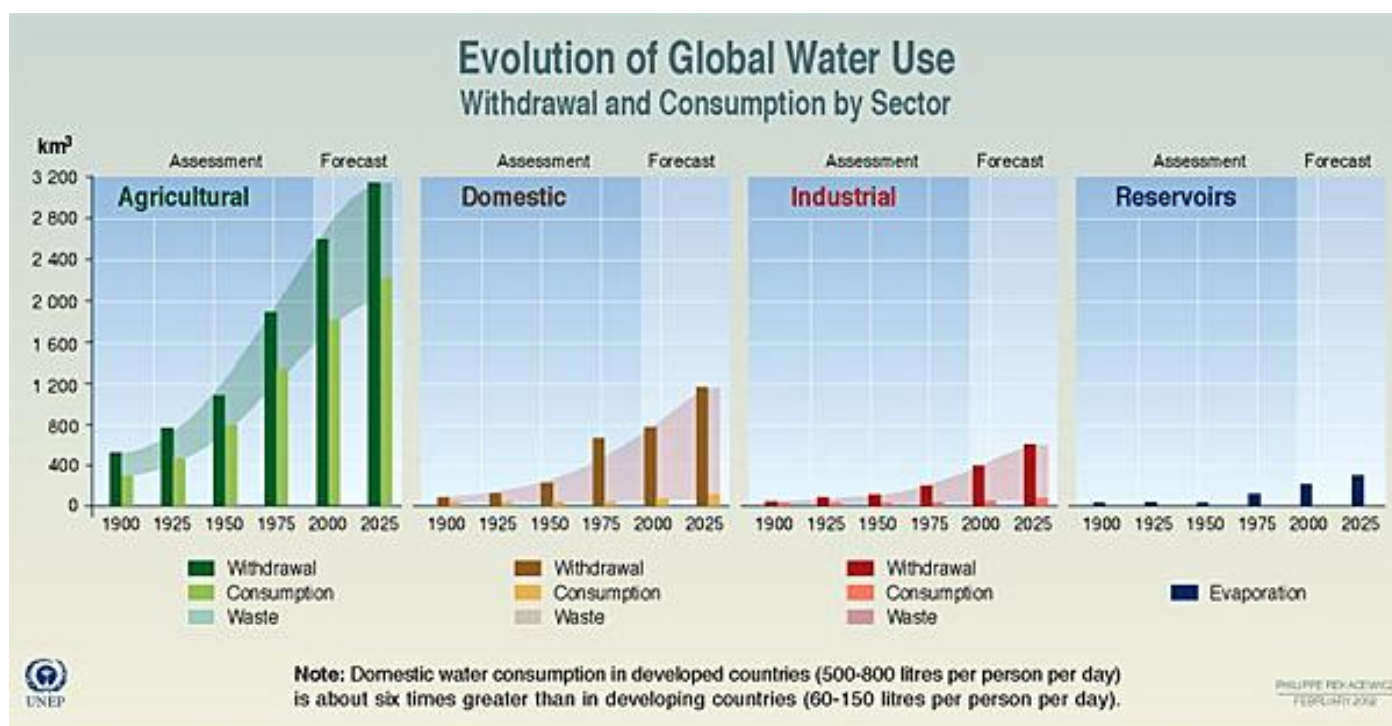
Είναι σχετικά πρόσφατη η αναγνώριση του γεγονότος ότι η υφαλμύρωση των υδάτινων πόρων είναι ένα σημαντικό και διαδεδομένο φαινόμενο που προκαλεί μεγαλύτερη ανησυχία για τη βιωσιμότητα της άρδευσης από ό, τι το πρόβλημα της αλάτωσης των εδαφών . Πράγματι, μόνο τα τελευταία χρόνια έχει καταστεί προφανές ότι ίχνη τοξικών συστατικών, όπως Se, Mo, στα νερά των γεωργικών αποστραγγίσεων μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ρύπανσης που θα απειλήσουν τη συνέχιση της άρδευσης σε ορισμένες περιοχές.

Γεωργική δραστηριότητα	Επιδράσεις	
	Νερό επιφάνειας	Υπόγεια νερά
Όργανα/άρωση	Ίζημα/θολούρα: τα ιζήματα μεταφέρουν το φώσφορο και τα φυτοφάρμακα που προσροφώνται στα μόρια των ιζημάτων: λάσπη των κοιτών του ποταμού και απώλεια του φυσικού περιβάλλοντος, ωτοκία στο έδαφος, κ. λπ.	
Λίπανση	Απορροή των θρεπτικών συστατικών, ειδικά του φωσφόρου, που οδηγεί στον ευτροφισμό προκαλώντας γεύση και μυρωδιά στη δημόσια παροχή νερού, την υπερβολική αύξηση αλγών που οδηγούν σε απώλεια του οξυγόνου από το νερό και το θάνατο των ψαριών.	Διήθηση των νιτρικών αλάτων στα υπόγεια νερά. Τα υπερβολικά επίπεδα είναι μια απειλή για τη δημόσια υγεία.
Διασπορά κοπριάς	Εφαρμόζεται ως λίπανση: η διασπορά σε παγωμένο έδαφος έχει ως αποτέλεσμα τα υψηλά επίπεδα μόλυνσης των ληφθέντων νερών από παθογόνα, μέταλλα, φώσφορο και άζωτο που οδηγεί σε ευτροφισμό και δυναμική μόλυνση.	Μόλυνση των υπόγειων νερών, ειδικά από το άζωτο.
Φυτοπροστατευτικά	Η απορροή των φυτοφαρμάκων οδηγεί στην μόλυνση του νερού, της χλωρίδας και πανίδας. Τη δυσλειτουργία του οικοσυστήματος στην επιφάνεια των νερών. Έτσι χάνονται τα κορυφαία αρπακτικά λόγω αναστολή της ανάπτυξης και αποτυχία της αναπαραγωγής. Η δημόσια υγεία επηρεάζεται από την κατανάλωση μολυσμένου ψαριού. Τα φυτοφάρμακα μεταφέρονται σαν σωματίδια με των άνεμων σε πολύ μακρινές αποστάσεις και μολύνουν υδρόβια συστήματα 1. 610 χιλιόμετρα μακριά (π. χ. τροπικά και υποτροπικά φυτοφάρμακα βρίσκονται σε θηλαστικά της Αρκτικής).	Μερικά φυτοφάρμακα μπορούν να διηθηθούν στα υπόγεια νερά προκαλώντας προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία από τα μολυσμένα πηγάδια.
Εγκαταστάσεις εκτροφής -πάχυνσης ζώων	Μόλυνση του νερού επιφάνειας με πολλά παθογόνα (βακτηρίδια, ιοί, κ. λπ.) που οδηγούν σε χρόνια προβλήματα στη δημόσια υγεία. Επίσης μόλυνση από τα μέταλλα περιέχεται στα ούρα και τα περιττώματα.	Πιθανή διήθηση του αζώτου, των μετάλλων, κ. λπ. στα υπόγεια νερά.
Αρδευση	Απορροή των αλάτων που οδηγούν στην αλάτωση των νερών επιφάνειας. Η απορροή των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων στα νερά επιφάνειας με την οικολογική ζημία, τη βιοσυσσώρευση στα εδώδιμα είδη ψαριών, κτλ. Τα υψηλά επίπεδα των ιχνοστοιχείων όπως το σελήνιο μπορεί εμφανίσουν σοβαρή οικολογική καταστροφή και ενδεχομένως να επηρεάσει την δημόσια υγεία.	Εμπλουτισμός των υπόγειων νερών με τα άλατα, θρεπτικές ουσίες (ειδικά νιτρικά άλατα).

Διάβρωση	Διάβρωση του εδάφους, που οδηγεί στα υψηλά επίπεδα της θολερότητας στους ποταμούς, λάσπη στον πάτο βιότοπου, κ.λπ. Διάσπαση και αλλαγή του υδρολογικού καθεστώτος, συχνά με την απώλεια των πολυετών χειμάρρων, προκαλεί δημόσια προβλήματα υγείας λόγω απώλειας του πόσιμου νερού.	Διάσπαση του υδρολογικού καθεστώτος, συχνά με την αυξανόμενη απορροή επιφάνειας και τη μειωμένη επαναφόρτιση υπόγειων νερών έχει επιπτώσεις στο νερό επιφάνειας με τη μείωση της ροής στις ξηρές περιόδους.
Δασοπονία	Ευρύ φάσμα επιπτώσεων: απορροή των φυτοφαρμάκων και μόλυνση επιφάνειας του νερού και των ψαριών. Προβλήματα διάβρωσης και προσχώσεων.	
Υδατοκαλλιέργεια	Η απελευθέρωση των φυτοφαρμάκων (π. χ. TBT1) και τα υψηλά επίπεδα των θρεπτικών ουσιών στην επιφάνεια του νερού και τα υπόγεια νερά μέσω της τροφής και των περιττωμάτων, οδηγούν σε σοβαρά προβλήματα ευτροφισμού.	

Σχήμα 3. 4 Επίδραση της γεωργικής δραστηριότητας στα επιφανειακά και υπόγεια νερά.

Η υπερβολική και χωρίς σχεδιασμό άρδευση προκαλεί σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Στο σχήμα 3. 5 συνοψίζεται η παγκόσμια χρήση νερών με βάση τα στοιχεία της UNESCO.



Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

Σχήμα 3. 5 Παγκόσμια χρήση νερού ανά τομέα κατανάλωσης: Γεωργία, βιομηχανία, οικιακή χρήση, αποταμιευτήρες.

Στα μέτρα που προτείνονται για την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι η χρήση ενός αποτελεσματικού και ελεγχόμενου συστήματος άρδευσης που παρέχει τις απαιτούμενες ποσότητες νερού αλλά μειώνει τη ρύπανση στα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά. Για να επιτευχθεί το μέτρο αυτό, η κατανομή του νερού πρέπει να γίνεται με συστήματα μέτρησης ώστε να παρέχεται ο ακριβής όγκος για μια συγκεκριμένη καλλιέργεια. Επίσης κατά την εφαρμογή χημικών ουσιών μέσω της άρδευσης πρέπει να λαμβάνονται ειδικές πρόσθετες προφυλάξεις ώστε να αποφεύγεται η υπερλίπανση αλλά και η διασπορά χημικών στην ευρύτερη περιοχή. Τα χημικά αυτά μέσω των απορροών θα καταλήξουν στα νερά.

3. 2. 7 Υγρά γεωργικά απόβλητα

Ένα ευρύ φάσμα των ρύπων μπορεί να φτάσει στους υδάτινους αποδέκτες, είτε μέσω των υπόγειων νερών είτε μέσω επιφανειακών απορροών και της αποστράγγισης, του εδάφους. Στους ρύπους αυτούς συμπεριλαμβάνονται τα υπολείμματα λιπασμάτων, εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων, φυτοφαρμάκων και τα ζωικά απόβλητα. Επίσης απόβλητα βιομηχανιών γεωργικών προϊόντων και κτηνοτροφικών προϊόντων όπως είναι τα γαλακτοκομεία. Η αδιάλυτη κοπριά των ζώων είναι εκατό φορές πιο ισχυρός ρύπος από τα οικιακά λύματα, και μπορεί να μεταφέρει το παράσιτο, *Cryptosporidium*, το οποίο είναι δύσκολο να εντοπιστεί. Το υγρό αποστράγγισης (από τη ζύμωση βρεγμένου χορταριού) είναι πολύ ισχυρός ρύπος λόγω του χαμηλού pH και του πολύ υψηλού BOD (Βιολογικά Απαιτούμενο Οξυγόνο) που έχει. Λόγω του χαμηλού pH, είναι εξαιρετικά διαβρωτικό και σκουριάζει τα μεταλλικά υλικά. Η διαρροή γάλακτος, τα υγρά αποστράγγισης από τη βιολογική διάσπαση των χόρτων, τα περιττώματα των χοίρων των βοοειδών και των άλλων ζώων είναι παραδείγματα της ρύπανσης από σημειακές πηγές.

Αποστράγγισμα ζυμωμένων χόρτων:	μέχρι 80,000 mg/litre
Νερά πλύσης λαχανικών:	500-3000 mg/litre
Κοπριά βοοειδών μέχρι:	20,000 mg/litre
Υγρή κοπριά:	20,000 mg/litre
Κοπριά χοίρων:	30,000 mg/litre
Οικιακά απόβλητα::	300-400 mg/litre
Γάλα:	140,000 mg/litre
Επεξεργασμένα απόβλητα:	20-60 mg/litre

Σχήμα: 3. 6 Τυπικές τιμές BOD Διαφόρων γεωργικών αποβλήτων.

Η διάχυση της ρύπανσης από τα γεωργικά λιπάσματα είναι πιο δύσκολο να εντοπιστεί, να παρακολουθηθεί και να ελεγχθεί. Οι υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων που βρίσκονται στα υπόγεια νερά μπορεί να φθάσουν 50mg/litre (όριο της Οδηγίας της ΕΕ). Σε ρυάκια απορροής νερών σε ποτάμια και κυρίως στις εκβολές τους αλλά και σε λίμνες οι θρεπτικές ουσίες από τα λιπάσματα και απόβλητα των ζώων προκαλούν ευτροφισμό. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο το χειμώνα. Μετά το όργωμα του φθινοπώρου παρατηρείται απότομη αύξηση των νιτρικών. Οι βροχοπτώσεις του χειμώνα με τις απορροές που σχηματίζουν μεταφέρουν τις θρεπτικές ουσίες στους υδάτινους αποδέκτες ενώ η απορρόφηση από τα φυτά είναι πολύ μικρή. Το φυτοπλαγκτόν και τα φύκια αναπτύσσονται στο πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά νερό. Κανονικά, τα μπλε-πράσινα φύκια είναι πολύ σημαντικά για το οικοσύστημα του ποταμού, καθώς με φωτοσύνθεση απελευθερώνουν οξυγόνο στο νερό. Σε μεγάλες ποσότητες, ωστόσο, τα φύκια μπορεί να προκαλέσουν χρωματισμό του νερού, βγάζοντας μια δυσάρεστη μυρωδιά και στερώντας το νερό από πολύτιμο οξυγόνο. Έτσι η διαδικασία μετατρέπεται σε αναερόβια και τα βακτήρια τρέφονται με νεκρά άλγη. Τα μπλε-πράσινα φύκια μπορούν επίσης να παράγουν τοξίνες. Ο ευτροφισμός στερεί από τον ποταμό το οξυγόνο, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να διαταράσσεται η χλωρίδα και η πανίδα του οικοσυστήματος.

Καλές πρακτικές για το περιορισμό της ρύπανσης είναι:

- **Μείωση άρωσης το φθινόπωρο**
- **Καθυστέρηση άρωσης σε υπολείμματα καλλιεργειών**
- **Μείωση της ποσότητας της ιλύος λιπασμάτων, κοπριάς και των λυμάτων που εφαρμόζονται**
- **Να γίνεται ενωρίς η σπορά των φθινοπωρινών καλλιεργειών**
- **Να αποφεύγεται να μένουν γυμνά τα εδάφη το χειμώνα**
- **Προσεκτική διαχείριση της διάθεσης των γεωργικών αποβλήτων**
- **Αποφυγή εντατικοποίησης των καλλιεργειών ώστε να υπάρχει μείωση των νιτρικών**

Τα χλωριωμένα γεωργικά φυτοφάρμακα έχουν ενοχοποιηθεί σε θέματα υγείας του ανθρώπου και στο ότι προκαλούν σημαντική και εκτεταμένη δυσλειτουργία των οικοσυστημάτων μέσω της τοξικής επίδρασης τους στους οργανισμούς. Γενικά έχει απαγορευθεί πλήρως η χρήση τους στις αναπτυσσόμενες χώρες, και υπάρχει μια διεθνής συντονισμένη προσπάθεια για την απαγόρευση τους σε όλο τον κόσμο ως μέρος ενός πρωτοκόλλου για τους **Παραμένοντες Οργανικούς Ρύπους** “ Persistent Organic Pollutants” (POPs). Ένα παράδειγμα αυτής της προσπάθειας ήταν η Διακυβερνητική Διάσκεψη για την Προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από χερσαίες δραστηριότητες, που έγινε στην Ουάσινγκτον το 1995 από κοινού με τη UNEP (Πρόγραμμα Ηνωμένων εθνών για το Περιβάλλον) . Συχνά στα νερά αλλά και σε γεωργικά τρόφιμα ανιχνεύονται διάφορες ουσίες παρά την απαγόρευση τους, Στο σχήμα 3. 7 αναφέρονται μερικές ουσίες.

Endosulphan	2. 2
Malathion	15. 0
HCH	7. 4
DDT	2. 3
Drins	2. 5
Triazines	48. 1
Tributyltin	4. 0
Fenitrothion	8. 0

Σχήμα 3. 7 Ουσίες εντομοκτόνων που έχουν ανιχνευτεί (ng/l) σε υδάτινους αποδέκτες στην Ε. Ε, παρά το γεγονός ότι η χρήση στις περισσότερες έχει απαγορευτεί πολλά χρόνια πριν.

3. 3 Ρύπανση του εδάφους

Ο όρος ρύπανση του εδάφους περιλαμβάνει τη ρύπανση των εδαφών με υλικά, ως επί το πλείστον χημικών ουσιών, που είτε μεταφέρονται στο έδαφος ή χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια του και βρίσκονται σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από τις φυσιολογικές (αποδεκτές) που μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στον άνθρωπο ή σε άλλους οργανισμούς. Είναι δύσκολο να καθοριστεί η ρύπανση του εδάφους ακριβώς επειδή υπάρχουν διαφορετικές απόψεις για το πότε μια ουσία χαρακτηρίζεται ρύπος. Ενώ ορισμένοι θεωρούν τη χρήση των φυτοφαρμάκων αποδεκτή, αν τα αποτελέσματά τους δεν υπερβαίνουν το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα, άλλοι δεν θεωρούν αποδεκτή οποιαδήποτε χρήση φυτοφαρμάκων ή ακόμα και χημικών λιπασμάτων. Ωστόσο, η ρύπανση του εδάφους προκαλείται επίσης με τρόπο διαφορετικό από την άμεση προσθήκη των συνθετικών χημικών ουσιών, όπως οι γεωργικές απορροές υδάτων, βιομηχανικών αποβλήτων, όξινων αποθέσεων και ραδιενεργών αποθέσεων.

Τόσο οι οργανικές όσο και οι ανόργανες ουσίες μπορεί να είναι σημαντικοί ρύποι για το έδαφος. Οι πιο σημαντικές ομάδες χημικών οργανικών ρύπων είναι οι υδρογονάνθρακες των καυσίμων, οι πολυπύρρηνοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs), πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs), χλωριωμένες αρωματικές ενώσεις, τα απορρυπαντικά, και τα φυτοφάρμακα. Στους ανόργανους ρύπους περιλαμβάνονται τα νιτρικά, τα φωσφορικά, και τα βαρέα μέταλλα όπως το κάδμιο, χρώμιο και ο μόλυβδος, τα ανόργανα οξέα και οι ραδιενεργές ουσίες. Μεταξύ των πηγών των ρύπων αυτών είναι οι γεωργικές απορροές, οι όξινες αποθέσεις, τα βιομηχανικά υλικά οι χωματερές και το ραδιενεργό νέφος.

Το έδαφος επίσης συμβάλλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση με την απελευθέρωση πτητικών ενώσεων στην ατμόσφαιρα. Όπως η αμμωνία και το υποξείδιο του αζώτου με απονιτροποίηση των ενώσεων του Αζώτου

3. 4 Ρύπανση του αέρα

3. 4. 1 Γενικά στοιχεία

Οι επιστημονικές εκτιμήσεις της ποιότητας του αέρα στις αγροτικές γεωργικές περιοχές σε συνδυασμό με τις εκτιμήσεις για τον περιορισμό εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου είναι ένας σημαντικός τομέας της περιβαλλοντικής επιστήμης που προσφέρει σημαντικές προκλήσεις για την πολιτική που πρέπει να ακολουθείται. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται από τους επιστήμονες συχνά δέχονται κριτική ως προς την αξιοπιστία τους και γι'αυτό η επιστημονική κοινότητα αποδέχεται ότι «χρειάζονται βελτιώσεις όσον αφορά τις μετρήσεις, τα φυσικομαθηματικά μοντέλα που εφαρμόζονται, έλεγχο των εκπομπών αλλά και την καλύτερη οργάνωση και λειτουργία των καλλιεργειών». Ο έλεγχος των εκπομπών των αερίων και σωματιδίων από τη γεωργία είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθούν γιατί οι πηγές εκπομπής δεν είναι σημειακές αλλά καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις και επιπλέον ο γεωργικός τομέας επηρεάζει την πιο βασική ανάγκη των ανθρώπων, δηλαδή, τα τρόφιμα. Συνήθως οι τρέχουσες πολιτικές που εφαρμόζονται βασίζονται σε ανεπαρκές επιστημονικό πλαίσιο καθώς δεν μπορεί η ρύπανση από τη βιομηχανία και από τη γεωργία να αντιμετωπίζονται περίπου με το ίδιο τρόπο. Οι γεωργικές εκπομπές προέρχονται τόσο από σημειακές πηγές όσο και από πηγές μεγάλης έκτασης.

Οι γεωργικές εκπομπές παίζουν σημαντικό ρόλο στις ατμοσφαιρικές διεργασίες που γίνονται στο περιβάλλον που μπορεί να είναι από επιβλαβείς έως και επικίνδυνες για τη δημόσια υγεία. Οι γεωργικές εκπομπές που επηρεάζουν τοπικά και περιφερειακά την ποιότητα του αέρα είναι: οι οσμές, τα σωματιδίων (PM), οξείδια N, S, P τα οποία σχηματίζουν όξινη βροχή, τοξικές ουσίες, και άλλοι παθογόνοι παράγοντες. Γεωργικές εκπομπές συμβάλλουν επίσης στο παγκόσμιο πρόβλημα που προκαλείται από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Γεωργικές εκπομπές μεταβάλλονται από περιοχή σε περιοχή και ως προς το χρόνο και τον τρόπο εκπομπής, επίσης ποικίλει και ο τρόπος που αλληλεπιδρούν και μετασχηματίζονται στην ατμόσφαιρα.



Σχήμα 3. 8 Διασπορά γεωργικών ρύπων στην ατμόσφαιρα και το έδαφος από ψεκασμούς.

Οι ποιοί σημαντικοί γεωργικοί ρύποι είναι η αμμωνία (η γεωργία αντιπροσωπεύει το 90% του συνόλου των εκπομπών), το θείο (S) σε αναγωγική μορφή πχ H_2S (μη ποσοτικοποιημένο), αιωρούμενα σωματίδια $PM_{2,5}$ (16%), αιωρούμενα σωματίδια PM_{10} (18%), το μεθάνιο (29%), το υποξείδιο του αζώτου (72%), οι οσμές και οι εκπομπές των παθογόνων (και οι δύο μη ποσοτικοποιημένες).

Η γεωργία καταναλώνει επίσης τα ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή λιπασμάτων και τη λειτουργία των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, με αποτέλεσμα να εκπέμπονται διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), οξειδία του αζώτου (NOx), οξειδία του θείου (SOx), και σωματίδια.

Οι τρέχουσες ερευνητικές προτεραιότητες περιλαμβάνουν την ποσοτικοποίηση των σημειακών και μη σημειακών πηγών, την διασπορά και αντίδραση στη βιόσφαιρα-ατμόσφαιρα της αμμωνίας, των αναγωγικών ενώσεων του θείου, των πτητικών οργανικών ενώσεων, των αερίων του θερμοκηπίου, των οσμών και των παθογόνων παραγόντων. Επίσης την ποσοτικοποίηση των διαδικασιών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπομπής των PM.

Με βάση τις σοβαρές ανησυχίες που εκφράζουν οι επιστήμονες σχετικά με τις ποσότητες και τις επιπτώσεις των γεωργικών αέριων εκπομπών, πρέπει να θεσπιστούν κανονισμοί προκειμένου να επιτευχθεί πραγματική πρόοδος όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών και των συναφών περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων.

Αέριοι ρύποι από τη γεωργία

Οι ποσότητες αέριων ρύπων που εκπέμπονται από γεωργικές δραστηριότητες είναι διαφορετικές ανάλογα με το μέγεθος της γεωργικής εκμετάλλευσης. Οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις μπορεί να είναι μικρές (οικογενειακές για επιβίωση) όπου χρησιμοποιούνται παραδοσιακές πρακτικές και μπορεί να είναι εντατικές και εξειδικευμένες. Κατά συνέπεια, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον ποικίλλουν σε μέγεθος και την «ένταση» της καλλιέργειας.

Οι Γεωργοκτηνοτροφικές εντατικές εκμεταλλεύσεις είναι βασική πηγή αέριας ρύπανσης. Από τις εκμεταλλεύσεις αυτές προέρχονται εκπομπές οσμών (π. χ. οργανικά οξέα, VOCs) και αέρια (π. χ. διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μεθάνιο (CH_4), υποξείδιο του αζώτου (N_2O), τα οξειδία του αζώτου (NOx), αμμωνία (NH_3), και αναγωγικές ενώσεις του θείου, όπως το υδρόθειο (H_2S) στην ατμόσφαιρα.

Για παράδειγμα, σε παγκόσμιο επίπεδο ο τομέας της κτηνοτροφίας (γαλακτοκομικά προϊόντα κρέας βοοειδών, χοίρων και πουλερικών) εκτιμάται ότι είναι υπεύθυνη για το 18% όλων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αντιστοιχίζόμενο σε ισοδύναμο CO_2 .

Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι η κτηνοτροφία είναι υπεύθυνη για το 65% του ανθρωπογενούς N_2O του αζώτου, το 37% του ανθρωπογενούς CH_4 , και 64% της ανθρωπογενούς αμμωνίας

. Σε παγκόσμιο επίπεδο, ο τομέας της κτηνοτροφίας είναι ένας σημαντικός παράγοντας αποδάσωσης, καθώς και ένας από τους κορυφαίους παράγοντες της υποβάθμισης του εδάφους, της ρύπανσης των εδαφών και των νερών, τη κλιματική αλλαγή, τη διάβρωση και καθίζηση παράκτιων περιοχών.

- **Αμμωνία (NH₃)**

Η NH₃ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό αιωρούμενων σωματιδίων PM_{2.5}, και η αύξηση της αμμωνίας μπορεί να ενισχύσει το σχηματισμό PM_{2.5}. Ενώσεις, όπως NH₃, το υδρόθειο (H₂S), και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των συγκεντρώσεων ρύπων, όπως το τροποσφαιρικό O₃, SO₂, και PM_{2.5}, στη δημιουργία όξινων αποθέσεων (όξινη βροχή) και στον ευτροφισμό των οικοσυστημάτων.

Η γεωργία αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή εκπομπών αμμωνίας. Περίπου το 90% της παγκόσμιας εκπομπής NH₃ προέρχονται από την κτηνοτροφία και τις καλλιέργειες. Μεγάλο μέρος των εκπομπών αυτών προέρχεται από τις χώρες ΗΠΑ και της Ευρώπης

- **Αιωρούμενα σωματίδια –aerosols (PM)**

Τα αιωρούμενα σωματίδια –aerosols σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της κτηνοτροφικής παραγωγής, της χρήσης λιπασμάτων, αλλαγές στη χρήση γης, καύσης βιομάζας, ψεκασμών, του οργώματος κλπ

Πρωτογενείς εκπομπές σωματιδίων από τη γεωργία στις ΗΠΑ, συνεισφέρουν περίπου το 16% για το PM_{2.5} εκπομπές, και 18% για τις εκπομπές PM₁₀. Ωστόσο, δεν υπάρχει καμία εκτίμηση για το δευτερογενή σχηματισμό PM από πρόδρομα αέρια που εκπέμπονται από τη γεωργία. Οι έρευνες δείχνουν ότι οι εκπομπές σωματιδίων από τη γεωργία στις περιοχές με μεγάλες εκπομπές αμμωνίας είναι σημαντικές. Οι συνολικές εκπομπές PM_{2.5} από όλες τις πηγές στις ΗΠΑ είναι περίπου 6.031 χιλιάδες τόνους / έτος. Ενώ οι εκπομπές PM₁₀ από τη γεωργία είναι περίπου 4.032 χιλιάδες τόνους / έτος

- **Πτητικές Οργανικές ενώσεις VOCs**

Οι VOCs σχηματίζονται κατά τη κτηνοτροφική παραγωγή και από την αποικοδόμηση οργανικών υλών στο έδαφος. Στις ουσίες περιλαμβάνονται πολλά οξέα, αλκοόλες, αλδεΐδες, αμίδια, αμίνες, αρωματικές ενώσεις, εστέρες, αιθέρες, αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες, υδρογονάνθρακες, κετόνες, νιτρίλια, ενώσεις που περιέχουν άζωτο, φαινόλες, ενώσεις που περιέχουν θείο, και στεροειδή. Μερικές από αυτές τις ενώσεις είναι υπεύθυνες για τις δυσάρεστες οσμές και για τις επιπτώσεις στην υγεία των ζώων και των ανθρώπων

- **Υδρόθειο (H₂S),**

Σχηματίζεται ως αποτέλεσμα αναερόβιας διάσπασης οργανικών ουσιών που περιέχουν θείο. σημαντική πηγή είναι η κτηνοτροφία αφού σχηματίζεται κατά τη αναερόβια ζύμωση (διάσπαση) της κοπριάς. Σχηματίζεται επίσης κατά τη συσσώρευση οργανικών υπολειμμάτων γεωργικών προϊόντων (πχ αποθήκευση σε σωρούς πυρήνα από ελαιόκαρπο κλπ)

Είναι αέριο άχρωμο, δυνητικά θανατηφόρο σε εξαιρετικά μεγάλες συγκεντρώσεις. Τα όρια ανίχνευσης της δυσάρεστης οσμής του κυμαίνονται είναι 0,0005 - 0,3 ppm. Άλλες αέριες ενώσεις θείου που εκπέμπονται από διάφορες γεωργικές δραστηριότητες είναι η μεθυλική μερκαπτάνη (CH₃SH), το θειούχο διμεθύλιο. (CH₃)₂S, η διμεθύλιο θείο (περιέχεται σε φυτοφάρμακα) (CH₃)₂S₂, το σουλφίδιο του καρβονύλιο (COS), και ο διθειάνθρακας (CS₂).

- **Υποξείδιο του αζώτου N₂O**

Το υποξείδιο του αζώτου είναι όπως έχουμε ήδη αναφέρει ένα πολύ ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου με διάρκεια παραμονής στην ατμόσφαιρα περίπου 120 χρόνια. Το υποξείδιο του αζώτου είναι περίπου 310 φορές πιο αποτελεσματικό στην παγίδευση της θερμότητας στην ατμόσφαιρα από το CO₂ για εκατό 100 χρόνια. Παράγεται φυσιολογικά στο έδαφος μέσω των μικροβιακών διεργασιών της απονιτροποίησης και νιτροποίησης. Αυτές οι φυσικές εκπομπές N₂O μπορεί να αυξηθούν με μια σειρά γεωργικών πρακτικών και δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης των συνθετικών και οργανικών λιπασμάτων, της παραγωγής αζωτούχων προϊόντων, της καλλιέργειας οργανικών εδαφών, και της εφαρμογή της κοπριάς σε καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Εκπομπές υποξειδίου του αζώτου από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις για την παραγωγή βιοκαυσίμων μπορεί να εξουδετερώσει όλα τα οφέλη στο κλίμα της Γης από αυτή την ανανεώσιμη πηγής ενέργειας. Η γεωργικής προέλευσης (φυτικής και ζωικής) εκπομπές N₂O στις ΗΠΑ αντιπροσωπεύουν το 72% της συνολικής εκπομπής.

- **Μεθάνιο (CH₄)**

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η γεωργία (ζωικής και φυτικής παραγωγής) είναι η πιο σημαντική πηγή ανθρωπογενών εκπομπών μεθανίου. Μεταξύ των κατοικίδιων ζώων, μηρυκαστικά ζώα (βοοειδή, πρόβατα, κασίκες, βουβάλια, καμήλες) παράγουν σημαντικές ποσότητες μεθανίου, ως μέρος της κανονικής διαδικασία της πέψης τους. Η αναερόβια αποσύνθεση των οργανικών υλικών (πχ κοπριά) επίσης απελευθερώνει μεθάνιο, ειδικά όταν κοπριά αποθηκεύεται σε υγρή μορφή. Από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων εκπέμπεται μεθάνιο όταν δεν λειτουργούν σωστά. Οι ανθρωπογενείς εκπομπές μεθανίου από τα εκτρεφόμενα ζώα ευθύνονται για το 37% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών. Οι ορυζώνες αποτελούν την κύρια πηγή εκπομπών μεθανίου, επίσης μεθάνιο εκπέμπεται από τα έλη και τα στάσιμα νερά.

	CO	NO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	VOC	Pb	NH ₃
1970	197.3	26.9	2.3 (1990)	12.2	31.2	33.7	0.221	1.9
2005	89	19	2	2	15	16	0.003	2.6
% μεταβολή (U.S.)	-55%	-29%	-13%	-84%	-52%	-53%	-99%	+27%
%μεταβολή (Europe)2005-1990	-50%	-31%	-53%	-45%	-66%	-41%	-87%	-20%

Σχήμα 3. 9 Εκτίμηση εκπομπών από γεωργικές δραστηριότητες σε ΗΠΑ και Ευρωπαϊκή Ένωση. *Estimates (million tons/yr) (1 ton = 2000 pounds)*

Κεφάλαιο 4

Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία



4. 1 Εισαγωγή

Η γεωργία είναι πολύ ευάλωτη στις κλιματικές αλλαγές. Υψηλότερες θερμοκρασίες μειώνουν τελικά τις αποδόσεις επιθυμητών καλλιεργειών με παράλληλη ενίσχυση της διάδοσης των ζιζανίων και των παρασίτων. Αλλαγές στις βροχοπτώσεις αυξάνουν την πιθανότητα βραχυχρόνιας αποτυχίας των καλλιεργειών και μακροπρόθεσμα η παραγωγή μειώνεται.

Παρά το γεγονός ότι οι αλλαγές στις βροχοπτώσεις μπορεί να επηρεάσουν θετικά τις καλλιέργειες σε ορισμένες περιοχές του κόσμου, οι συνολικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία αναμένεται να είναι αρνητικές, με αποτέλεσμα να απειλείται η παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια. Οι πληθυσμοί στον αναπτυσσόμενο κόσμο, οι οποίοι είναι ήδη ευάλωτοι στην επισιτιστική ανασφάλεια, είναι πιθανό να πληγούν περισσότερο.

Το 2005, σχεδόν ο μισός οικονομικά ενεργός πληθυσμός στις αναπτυσσόμενες χώρες «2. 5 δισεκατομμύρια άνθρωποι» χρησιμοποιούσε τη γεωργία για τα προς το ζην του. Σήμερα, το 75% των φτωχών του κόσμου ζουν σε αγροτικές περιοχές. Σε έρευνα που έγινε για την Πολιτική Τροφίμων με την οποία ποσοτικοποιούνται οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών, αξιολογεί τις συνέπειες για την επισιτιστική ασφάλεια, και εκτιμά τις επενδύσεις που θα αντισταθμίσουν τις αρνητικές συνέπειες για την ανθρώπινη ευημερία.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν ότι η γεωργία και η ευημερία των ανθρώπων θα επηρεαστούν αρνητικά από την κλιματική αλλαγή και συγκεκριμένα:

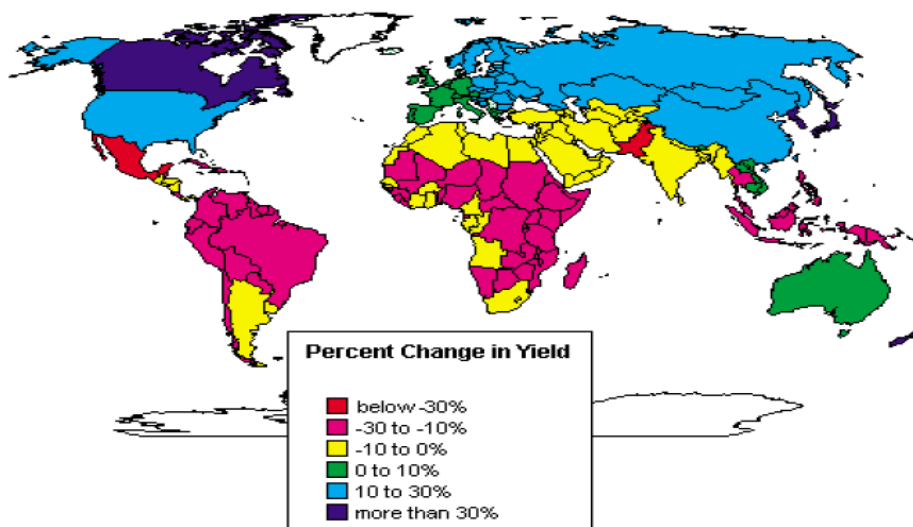
- Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η κλιματική αλλαγή θα προκαλέσει μείωση της απόδοσης για τις σημαντικότερες καλλιέργειες. Η Νότια Ασία θα δεχτεί ισχυρό πλήγμα.
- Η αλλαγή του κλίματος θα έχει ποικίλες επιπτώσεις στις αποδόσεις αρδευόμενων εκτάσεων. Οι αρδευόμενες αποδόσεις για όλες τις καλλιέργειες στη Νότια Ασία θα παρουσιάσουν μεγάλες μειώσεις.
- Η κλιματική αλλαγή θα οδηγήσει σε πρόσθετη αύξηση των τιμών για τις σημαντικότερες γεωργικές καλλιέργειες, το ρύζι, το σιτάρι, το αραβόσιτο, και τη σόγια. Οι υψηλότερες τιμές των ζωοτροφών, θα οδηγήσουν σε υψηλότερες τιμές του κρέατος. Ως αποτέλεσμα, της κλιματικής αλλαγής αναμένεται μια συγκράτηση της αύξησης της κατανάλωσης κρέατος και μια πιο ουσιαστική πτώση της κατανάλωσης στον τομέα των σιτηρών.
- Η διαθεσιμότητα θερμίδων το 2050 θα είναι χαμηλότερη σε σχέση με τα επίπεδα του 2000 σε όλο τον αναπτυσσόμενο κόσμο.
- Μέχρι το 2050, η μείωση της διαθεσιμότητας των θερμίδων θα προκαλέσει αύξηση του παιδικού υποσιτισμού κατά 20% σε σχέση με το επίπεδο υποσιτισμού χωρίς την αλλαγή του κλίματος.
- Έτσι, σύμφωνα με την πολιτική γεωργικών επενδύσεων των ΗΠΑ θα απαιτηθούν \$ 7. 01 έως 7. 03 billion για την αύξηση κατανάλωσης θερμίδων, αρκετή προκειμένου να αντισταθμιστούν οι αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία και ευημερία των παιδιών.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία και την ευημερία των ανθρώπων περιλαμβάνουν:

- 1) τις βιολογικές επιπτώσεις στις αποδόσεις των καλλιεργειών
- 2) Τις επακόλουθες επιπτώσεις στην παραγωγή και την κατανάλωση και τις τιμές των αγροτικών προϊόντων.
- 3) τις επιπτώσεις στην κατανάλωση θερμίδων ανά κάτοικο και τον υποσιτισμό των παιδιών.

Οι βιοφυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές στην παραγωγή και τις τιμές.

Η εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία είναι δύσκολο να εκτιμηθούν ιδίως αν ληφθούν υπόψη οι επιστημονικές αβεβαιότητες που σχετίζονται με το μέγεθος της μελλοντικής υπερθέρμανσης του πλανήτη. Πολλές δυνητικά θετικές συνέπειες της υπερθέρμανσης του πλανήτη στον τομέα της γεωργίας έχουν εντοπιστεί, συμπεριλαμβανομένου του "της απορρόφησης του CO₂". Η θεωρία, αυτή προϋποθέτει ότι η αύξηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα θα ευνοήσει πραγματικά την ανάπτυξη των φυτών. Ο βαθμός στον οποίο η αφομοίωση του CO₂ θα εξουδετερώσει τις αναμενόμενες αρνητικές επιπτώσεις (όπως η αυξημένη ξηρασία) είναι αβέβαιος. Υπάρχει βεβαιότητα, ωστόσο, ότι οι χειρότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία δεν θα είναι ίδιες σε όλο τον κόσμο. Στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη και υψόμετρα, συμπεριλαμβανομένων των χωρών όπως η Φινλανδία, οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα δημιουργήσουν πιθανόν καθαρά οφέλη για τη γεωργία, και θα μπορούσουν να δημιουργηθούν ακόμη και νέες γεωργικές εκτάσεις σε περιοχές που στο παρελθόν δεν ευδοκίμουςαν καλλιέργειες λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν. Στο σχήμα δείχνεται η μεταβολή απόδοσης παραγωγής γεωργικών προϊόντων όπως πρόεκυψε από μοντέλα πρόβλεψης που εφαρμόστηκαν.



Σχήμα 4. 1 Πρόβλεψη μεταβολής παραγωγής αγροτικών προϊόντων, λόγω κλιματικής αλλαγής, σε όλο τον κόσμο.

Σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, όπου βρίσκονται οι περισσότερες από τις φτωχές χώρες του κόσμου, οι επιπτώσεις θα είναι εξαιρετικά αρνητικές, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης συχνότητας των κυμάτων καύσωνα, των ισχυρών βροχοπτώσεων, των εστιών εντόμων και της επέκτασης των περιοχών που πλήττονται από την ξηρασία. Σε συνδυασμό με την κακή ικανότητα προσαρμογής που επικρατεί στις αναπτυσσόμενες χώρες, και ιδιαίτερα στην Αφρική, οι επιπτώσεις στη γεωργία θα μπορούσε να έχουν καταστροφικές συνέπειες για την επισιτιστική ασφάλεια, τη φτώχεια και την κοινωνική ευημερία.

4. 2 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ασία

Σύμφωνα με μελέτη, οι περιοχές **Ασίας-Ειρηνικού** θα υποστούν τις χειρότερες συνέπειες στις αποδόσεις παγκοσμίως για το ρύζι και το σιτάρι. Οι μειώσεις αυτές θα μπορούσαν να απειλήσουν την επισιτιστική ασφάλεια σε 1,6 δισεκατομμύρια ανθρώπους στη Νότια Ασία.

Το ερευνητικό μοντέλο για τις καλλιέργειες δείχνει ότι στη Νότια Ασία, η μέση απόδοση το 2050 για τις καλλιέργειες θα μειωθεί, λόγω της κλιματικής αλλαγής, κατά περίπου 50 % από τα επίπεδα του 2000 για το σιτάρι, το 17 % για το ρύζι, και περίπου 6 % για το καλαμπόκι.

Στην Ανατολική Ασία και τον Ειρηνικό, οι αποδόσεις το 2050 για τις καλλιέργειες θα μειωθούν λόγω της κλιματικής αλλαγής από τα επίπεδα του 2000 έως και 20 % για το ρύζι, το 13 % για σογιέλαιο, 16 % για το σιτάρι, και 4 % για το καλαμπόκι.

Με την αλλαγή του κλίματος, η μέση διαθεσιμότητα θερμίδων στην Ασία το 2050 αναμένεται να είναι περίπου 15 % χαμηλότερη ενώ η κατανάλωση και η αγορά σιτηρών προβλέπεται να μειωθεί κατά τουλάχιστον 24 %.

Σύμφωνα με ένα σενάριο μη μεταβολής του κλίματος, ο αριθμός των υποσιτισμένων παιδιών στη Νότια Ασία θα πέσει 76 με 52 εκατομμύρια μεταξύ 2000 και 2050, και 24 έως 10 εκατ. σε Ανατολική Ασία και τον Ειρηνικό. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει την πρόοδο αυτή, με αποτέλεσμα ο αριθμός των υποσιτισμένων παιδιών το 2050 να ανέλθει σε 59 εκατ. στη Νότια Ασία και σε 14 εκατομμύρια στην Ανατολική Ασία και τον Ειρηνικό, αυξάνοντας το συνολικό αριθμό των υποσιτισμένων παιδιών στην Ασία κατά 11 εκατ. περίπου.

Για να αντισταθμιστούν οι επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος σχετικά με τη διατροφή, στη Νότια Ασία απαιτείται να γίνουν επιπλέον ετήσιες επενδύσεις ύψους 1,5 δισ. δολαρίων στην αγροτική ανάπτυξη, ενώ στην Ανατολική Ασία και τον Ειρηνικό απαιτούνται περίπου 1 εκατομμύριο δολάρια περισσότερο. Πάνω από το μισό των επενδύσεων αυτών στις δύο περιοχές πρέπει να διατεθούν για την επέκταση της άρδευσης.

Οι ασιατικές χώρες που είναι πιο ευάλωτες στην αλλαγή του κλίματος είναι το Αφγανιστάν, το Μπαγκλαντές, την Καμπότζη, την Ινδία, Λαϊκή Δημοκρατία του Λάος, τη Μιανμάρ και το Νεπάλ.

Το Αφγανιστάν, το Μπαγκλαντές, η Ινδία και το Νεπάλ είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στη μείωση των αποδόσεων των καλλιεργειών λόγω των παγετώνων που λιώνουν, τις πλημμύρες, τις ξηρασίες, και τις ακανόνιστες βροχοπτώσεις. Η Ασία είναι η περιοχή

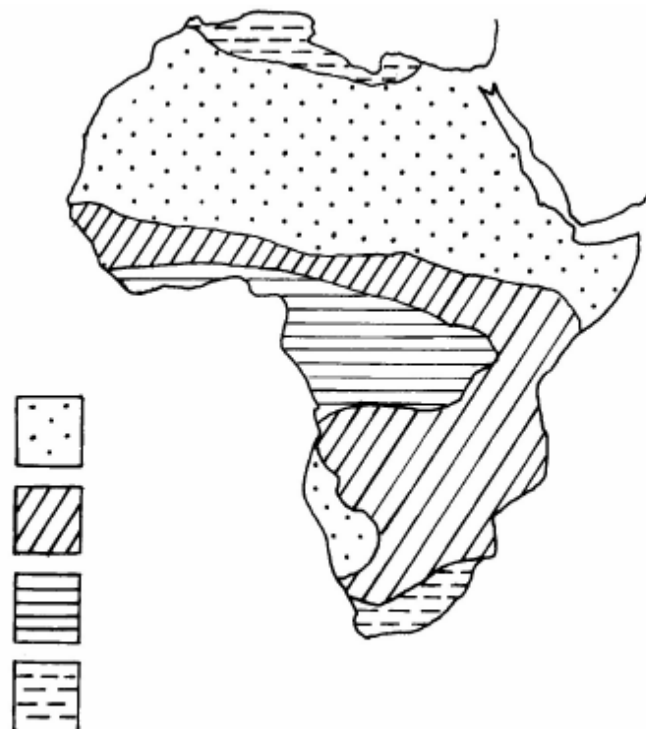
που πλήττεται περισσότερο από φυσικές καταστροφές στον κόσμο, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 89 % των ανθρώπων που πλήττονται από καταστροφές ανά τον κόσμο.

Περισσότερο από το 60 % του οικονομικά ενεργού πληθυσμού περίπου 2. 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι, βασίζουν την επιβίωση τους στην γεωργία στις αναπτυσσόμενες περιοχές της Ασίας.

4. 3 Επιπτώσεις στην Αφρική

Η γεωργία είναι αναμφισβήτητα ο πιο σημαντικός τομέας στις οικονομίες των περισσότερων αφρικανικών χωρών που δεν εξάγουν πετρέλαιο. Αποτελεί περίπου το 30% του ΑΕΠ της Αφρικής και αποτελεί περίπου το 50% της συνολικής αξίας των εξαγωγών, με το 70% του πληθυσμού της ηπείρου να ασχολείται με τη γεωργία. Η γεωργική παραγωγή έχει υψηλή εξάρτηση από τη βροχή. Η συζήτηση για την αλλαγή του κλίματος και τις επιπτώσεις της στη γεωργία είναι πολύ ζωτικής σημασίας για την ίδια την επιβίωση της αφρικανικής ηπείρου και του λαού της. Η αφρικανική ήπειρος είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην αλλαγή του κλίματος επειδή περιλαμβάνει κάποιες από τις φτωχότερες χώρες του κόσμου.

Το κλίμα στην Αφρική είναι κυρίως τροπικό και κατατάσσεται σε τέσσερις βασικές κλιματικές ζώνες: υγρό ισημερινό, ξηρό και υγρό εύκρατο. Μέσα σε αυτές τις ζώνες, το υψόμετρο και άλλες τοπικές μεταβλητές επιδρούν ώστε να υπάρχει κλιματική ιδιαιτερότητα σε διάφορες περιφέρειες.



Africa- current climatic zones.

Σχήμα 4. 2 Κλιματικές Ζώνες στην Αφρική.

Η κλιματική αλλαγή, οδηγεί σε παρατεταμένη ξηρασία που είναι ένας από τους πιο σοβαρούς κλιματικούς κινδύνους που επηρεάζουν το γεωργικό τομέα της ηπείρου. Δεδομένου ότι οι περισσότερες από τις δραστηριότητες της γεωργίας στις χώρες της Αφρικής εξαρτώνται από τη βροχή, οι τυχόν δυσμενείς αλλαγές στο κλίμα θα έχουν κατά πάσα πιθανότητα καταστροφικές συνέπειες στον γεωργικό τομέα της περιοχής, και το βιοτικό επίπεδο της πλειοψηφίας του πληθυσμού.

Αν και οι αλλαγές στο κλίμα μπορεί να επηρεάσουν ολόκληρη την ήπειρο, η κατανομή των επιπτώσεων μπορεί να ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στις ήδη άνυδρες βόρειες περιοχές της ηπείρου αναμένεται να ενισχύσουν την ερημοποίηση και να φέρουν σταδιακή μείωση της δασικής κάλυψης.

Στις περιοχές της Σαχάρας και του Σαχέλ, οι βροχοπτώσεις αναμένεται να μειωθούν, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του εδάφους και την αύξηση του αριθμού των καταιγίδων σκόνης.

Στη βορειοανατολική Αφρική, οι πιο έντονες περίοδοι ξηρασίας και οι μικρότερες περίοδοι των υγρών εποχών αναμένεται να επηρεάσουν ακόμα και τεράστια ποτάμια συστήματα, όπως το Μπλε Νείλου, και να προκαλέσουν σοβαρές ελλείψεις σε νερό γεγονός που θα έχει αρνητικές συνέπειες για τους τομείς της γεωργίας και της δασοκομίας σε όλη την περιοχή.

Στην Ανατολική και Κεντρική Αφρική, αναμένεται επίσης πτώση της γεωργικής παραγωγής και μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Επίσης στη Δυτική Αφρική, οι πιο συχνές και μεγαλύτερες περίοδοι ξηρασίας αναμένεται να προκαλέσουν μείωση της παραγωγής.

Οι παράκτιες περιοχές μπορεί επίσης να επηρεαστούν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και της διείσδυσης του αλμυρού νερού στους πόρους του γλυκού νερού στην ενδοχώρα. Η Νότια Αφρική αντιμετωπίζει επίσης παρόμοιες απειλές.

Η βασική τροφή για την περιοχή, το καλαμπόκι, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην ξηρασία. Οι υγρότοποι διεθνούς σημασίας και τα άγρια ζώα απειλούνται επίσης από την ξηρασία στη Νότια Αφρική. Η αλλαγή του κλίματος, ως εκ τούτου, αναμένεται να επιδεινώσει την παραγωγή και την επάρκεια των τροφίμων, επιδεινώνοντας παράλληλα την εκτεταμένη φτώχεια στην περιοχή. Οι καλλιέργειες ανά περιοχή της Αφρικής δείχνονται στο σχήμα 4. 3



Agricultural systems in Africa today.

Σχήμα 4. 3. Καλλιέργειες ανά περιοχή της Αφρικής.

Πέντε είναι οι κύριοι παράγοντες που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή της περιοχής: θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, η ατμοσφαιρική περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα και η συχνότητα των ακραίων φαινομένων. Οι παράγοντες αυτοί ενδέχεται να επηρεάσουν τον τομέα της Αφρικανικής γεωργίας με τους ακόλουθους τρόπους:

- **Η μείωση των αποδόσεων των καλλιεργειών και της παραγωγικότητας της γεωργίας:**

Υπάρχουν όλο και περισσότερες ενδείξεις ότι στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές, όπου οι καλλιέργειες έχουν φθάσει στο ανώτατο όριο ανοχής τους, οι αποδόσεις των καλλιεργειών είναι πιθανόν να μειωθούν λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.

- **Η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης επιθέσεων παρασίτων:**

Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι επίσης πιθανό να δημιουργήσει ευνοϊκές συνθήκες για τον πολλαπλασιασμό των παρασίτων που είναι επιζήμια για τη φυτική παραγωγή.

- **Ο περιορισμός της διαθεσιμότητας του νερού:**

Αναμένεται ότι η διαθεσιμότητα του νερού στις περισσότερες περιοχές της Αφρικής θα μειωθεί, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Ιδιαίτερα, θα υπάρξει μια σοβαρή

πτωτική τάση στις βροχοπτώσεις στις χώρες της Νότιας Αφρικής και στις ξηρές περιοχές των χωρών γύρω στη Μεσόγειο Θάλασσα.

- **Η έξαρση των περιόδων ξηρασίας:**

Η αύξηση της θερμοκρασίας και η αλλαγή του κλίματος σε όλη την ήπειρο προβλέπεται ότι θα προκαλέσει επαναλαμβανόμενες ξηρασίες στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής.

- **Η μείωση της γονιμότητας του εδάφους.**

Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι πιθανό να μειώσει την υγρασία του εδάφους, την χωρητικότητα αποθήκευσης υγρασίας και να υποβαθμίσει την ποιότητα του εδάφους, από τα ζωτικής σημασίας θρεπτικά συστατικά για γεωργικές καλλιέργειες.

- **Η χαμηλή παραγωγικότητα των ζώων και το υψηλό κόστος παραγωγής:**

Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει την παραγωγικότητα των ζώων άμεσα, επηρεάζοντας την ισορροπία μεταξύ απαγωγής της θερμότητας και της παραγωγής θερμότητας και έμμεσα μέσω της επίδρασής της στη διαθεσιμότητα των ζωοτροφών και των κτηνοτροφικών φυτών.

- **Η διαθεσιμότητα των ανθρώπινων πόρων:**

Η κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να προκαλέσει την εκδήλωση μεταφερόμενων ασθενειών, όπου η αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας θα δημιουργήσει ιδανικές συνθήκες για την ελονοσία, την ασθένεια του ύπνου και άλλες μολυσματικές ασθένειες που θα επηρεάσουν άμεσα τη διαθεσιμότητα του ανθρώπινου δυναμικού για τον τομέα της γεωργίας.

Οι επιπτώσεις αυτών των δυσμενών μεταβολών του κλίματος στη γεωργία της Αφρικής επιδεινώνονται από την έλλειψη στρατηγικών προσαρμογής, οι οποίες είναι όλο και πιο περιορισμένες, λόγω της έλλειψης θεσμικής, οικονομικής και χρηματοδοτικής ικανότητας για την υποστήριξη τέτοιων δράσεων.

Ευπάθεια της Αφρικής στην αλλαγή του κλίματος και η αδυναμία της να προσαρμοστεί στις αλλαγές αυτές μπορεί να είναι καταστροφικές για τον τομέα της γεωργίας, που είναι η κύρια πηγή βιοπορισμού για την πλειοψηφία του πληθυσμού. Απαιτείται εγρήγορση για τη καλύτερη κατανόηση των δυνητικών επιπτώσεων των υφιστάμενων και των προβλεπόμενων κλιματικών αλλαγών στην αφρικανική γεωργία και για την εξεύρεση τρόπων και μέσων για την προσαρμογή και τον μετριασμό των επιζήμιων συνεπειών τους.

Η τελευταία έκθεση (Τρίτη έκθεση αξιολόγησης) του UNEP / WMO Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) σημειώνει μια αύξηση της θερμοκρασίας περίπου 0,7 °C πάνω από το μεγαλύτερο μέρος της αφρικανικής ηπείρου κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα με βάση τα ιστορικά αρχεία. Αν και η ακριβής φύση των αλλαγών της θερμοκρασίας των βροχοπτώσεων, και των ακραίων φαινομένων δεν είναι γνωστή, υπάρχει γενική συμφωνία ότι τα ακραία γεγονότα θα επιδεινωθούν λόγω κλιματικών αλλαγών. Μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα, η θερμοκρασία παγκόσμια στην επιφάνεια της γης αναμένεται να αυξηθεί μεταξύ **1,5 °C και 6 °C**. Η στάθμη της θάλασσας προβλέπεται να ανέλθει κατά 15 έως 95 εκατοστά. Η αναμενόμενη αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι μεγαλύτερη πάνω από το εσωτερικό της Αφρικής στην περιοχή της Σαχάρας και στην κεντρική Νότια Αφρική. Τα προγνωστικά μοντέλα δείχνουν ότι η άνοδος της θερμοκρασίας στην Αφρική θα

αντιστοιχεί στην παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας, και ότι οι δυσμενείς επιπτώσεις θα εξαπλωθούν σχεδόν σε όλη την Αφρική, βάζοντας την αφρικανική ήπειρο, σε μεγάλο κίνδυνο.

Για να κατανοήσουν καλύτερα το μέγεθος των δυνητικών επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στην αφρικανική γεωργία, έχουν αναπτύξει διάφορα μοντέλα προσομοίωσης τα οποία χρησιμοποιούν τις προβλέψεις επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2100! Οι επιστήμονες έχουν χρησιμοποιήσει δεκατέσσερα εναλλακτικά μοντέλα του κλίματος για να προβλέψουν το κλίμα σε όλες τις χώρες της Αφρικής. Το πιο αισιόδοξο μοντέλο του κλίματος, προβλέπει μια μέτρια αύξηση της θερμοκρασίας κοντά στον ισημερινό και μια μεγαλύτερη αύξηση στις εύκρατες ζώνες και κοντά στους πόλους. Το πιο απαισιόδοξο μοντέλο του κλίματος, προβλέπει σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας κοντά στον ισημερινό και μέτρια αύξηση της θερμοκρασίας κοντά στους πόλους. Οι διαφορές αυτές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με τις προβλέψεις για βροχοπτώσεις έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο κλίμα της Αφρικής. Ωστόσο, όλα τα μοντέλα δείχνουν ότι η Αφρική είναι η πιο ευάλωτη ήπειρος του κόσμου στην αλλαγή του κλίματος. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η κλιματική ευαισθησία της γεωργίας στην Αφρική μπορεί να οδηγήσει σε απώλειες που μπορεί να κυμαίνονται από 25 δισ. δολάρια μέχρι 194 δισ. δολαρίων ετησίως, ανάλογα με το μοντέλο που χρησιμοποιείται. Η πιο απαισιόδοξη πρόβλεψη δείχνει ότι οι αφρικανικές χώρες μπορεί να χάσουν το 47% των γεωργικών εσόδων τους εξαιτίας της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Ωστόσο, η πρόβλεψη αυτή ίσως είναι ακραία. Η λιγότερο απαισιόδοξη πρόβλεψη δείχνουν απώλειες που μπορεί να φθάσουν το 6% του γεωργικού ΑΕΠ. Οι προβλέψεις ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή της αφρικανικής Ηπείρου. Το κλίμα στη δυτική Αφρική είναι σε γενικές γραμμές πολύ υγρό, όπως και σε τμήματα της κεντρικής Αφρικής, ενώ το υπόλοιπο της Αφρικής είναι ως επί το πλείστον περιοχές ημι-άνυδρες έως άγονες.

Οι αρχικές θερμοκρασίες επίσης ποικίλλουν ανάλογα με την περιοχή, με τη Δυτική Αφρική, τη Σαχάρα, και την Ανατολική Αφρική να είναι η θερμότερες περιοχές, ενώ η Βόρεια Αφρική, η Κένυα, και η Νότια Αφρική είναι να έχουν πιο χαμηλές θερμοκρασίες. Τα κλιματικά μοντέλα προβλέπουν μεγαλύτερη θερμοκρασιακή αλλαγή στη Βόρεια Αφρική και τη Σαχάρα, μείωση των βροχοπτώσεων στις ημι-άνυδρες περιοχές της Αφρικής και την αύξηση βροχοπτώσεων μόνο στη Δυτική Αφρική. Τέλος, οι οικονομικές συνθήκες διαφέρουν σημαντικά σε όλη την Αφρική. Στη βόρειο και νότια Αφρική, η γεωργία αντιπροσωπεύει μόλις το 11-15% του ΑΕΠ, ενώ στην υπόλοιπη Αφρική, η γεωργία αντιπροσωπεύει το 35-40% του ΑΕΠ. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι κάθε περιοχή της Αφρικής θα αντιμετωπίσει τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αλλά ορισμένες περιοχές θα είναι πιο ευάλωτες στην αύξηση της θερμοκρασίας από ό, τι άλλες. Η Σαχάρα σύμφωνα με το EGAD (Συμβούλιο Αγροτικής και Οικονομικής Ανάπτυξης) είναι οι πιο ευάλωτη περιοχή και αναμένεται να υποστεί απώλειες μεταξύ 2 και 7%. Η Δυτική και Κεντρική Αφρική είναι επίσης ευάλωτες, με επιπτώσεις στο ΑΕΠ που θα κυμαίνονται από 2 έως 4%. Αντίθετα, η Βόρεια και η Νότια Αφρική αναμένεται να έχουν απώλειες από 0,4 έως 1,3%.

4. 4 Επιπτώσεις στις ΗΠΑ

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη Βόρεια Αμερική, όπου είναι πολύ πιθανό να παρουσιαστούν σημαντικές αυξήσεις της θερμοκρασίας και χρονική και χωρική αλλαγή των βροχοπτώσεων τις επόμενες δεκαετίες. Οι ΗΠΑ συνέστησαν Εθνική Επιτροπή από επιστήμονες προκειμένου να εκτιμήσουν τις επερχόμενες κλιματικές αλλαγές και να αξιολογήσουν τους τρόπους που οι αλλαγές αυτές θα επηρεάσουν τη Γεωργία, τους πόρους της γης, τους υδάτινους πόρους και τη βιοποικιλότητα. Τα κύρια πορίσματα και τα συμπεράσματα από την έκθεσή της επιτροπής ανακεφαλαιώνονται παρακάτω. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη γεωργία, τους πόρους της γης, τους υδάτινους πόρους, και τη βιοποικιλότητα στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι ευαίσθητοι στην αλλαγή του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει τις μέσες θερμοκρασίες και τις ακραίες θερμοκρασίες, τη χρονική και τη γεωγραφική κατανομή των βροχοπτώσεων. Η κλιματική αλλαγή προκαλεί λιώσιμο στα Χιόνια, απορροή και εξάτμιση της υγρασίας των εδαφών. Η κλιματική αλλαγή θα προκαλέσει στις ΗΠΑ αύξηση της συχνότητας διαταραχών όπως η ξηρασία, η ανάπτυξη εντόμων, ανάπτυξη ασθενειών, έντονες καταιγίδες και πυρκαγιές δασών. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει την ποιότητα του αέρα τα πολεοδομικά πρότυπα και την αλλαγή χρήσης γης.

✓ **Γεωργία**

- Ο κύκλος ζωής των σιτηρών και των ελαιούχων σπόρων κατά πάσα πιθανότητα θα εξελίσσεται πιο γρήγορα.
- Η άνοδος των θερμοκρασιών και η μεταβολή των βροχοπτώσεων, ειδικά αν μειώνονται, θα έχουν σοβαρές επιπτώσεις στις καλλιέργειες των ΗΠΑ. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να οδηγήσει σε μετανάστευση προς βορρά των ζιζανίων της καλλιεργούμενης γης
- Η κλιματική αλλαγή μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη νέων φυτικών ζιζανίων που επηρεάζουν τις καλλιέργειες τους βοσκότοπους και την εκτροφή του ζωικού κεφαλαίου. Λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών είναι πολύ πιθανό να μειωθεί η παραγωγή ζωικού κεφαλαίου κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου
- Τα μηρυκαστικά μπορεί να επηρεάζονται ιδιαίτερα επειδή γενικά δεν τους παρέχεται καταφύγιο για την άμβλυση των αρνητικών επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος.

✓ **Πόροι Γης**

- Η αλλαγή του κλίματος μπορεί να αυξήσει πιθανώς το μέγεθος και τον αριθμό των δασικών πυρκαγιών, και την ανάπτυξη εντόμων
- Η αλλαγή του κλίματος μπορεί να αυξήσει και τη θνησιμότητα των δέντρων στο Εσωτερικό των Δυτικών περιοχών (Κολοράντο, κλπ), των Νοτιοδυτικών και στην Αλάσκα.
- Σε ξηρές εκτάσεις, λόγω αλλαγής της θερμοκρασία και των βροχοπτώσεων είναι πολύ πιθανό να μειωθεί η κάλυψη της βλάστησης που προστατεύει την επιφάνεια του εδάφους από τον άνεμο και τη διάβρωση.

- Η αύξηση των εκπομπών CO₂ είναι πολύ πιθανό να αυξήσει τη φωτοσύνθεση για τα δάση, αλλά η αύξηση αυτή κατά πάσα πιθανότητα θα ενισχύσει μόνο την παραγωγή ξύλου σε νεαρά δάση σε γόνιμα εδάφη.
- Μια σειρά από κλιματικές προσομοιώσεις δείχνουν ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες μπορεί να παρουσιάσουν αυξημένη απορροή στις ανατολικές περιοχές, βαθμιαία μετάβαση σε μικρή αλλαγή στο Μισούρι και κάτω Μισισσιπή, σε σημαντικές μειώσεις στις ετήσιες απορροές στο εσωτερικό των Δυτικών Περιοχών (Κολοράντο και Great basin).
- Τα θερμοκρασιακά ρεύματα πιθανόν να αυξηθούν λόγω της κλιματικής αλλαγής, τα οποία θα επηρεάσουν τα υδατικά οικοσυστήματα τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Υπάρχει μια τάση προς μείωση του χιονιού στα βουνά αύξηση των απορροών την άνοιξη. Τα χιόνια λιώνουν στο μεγαλύτερο μέρος τους στις δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες.

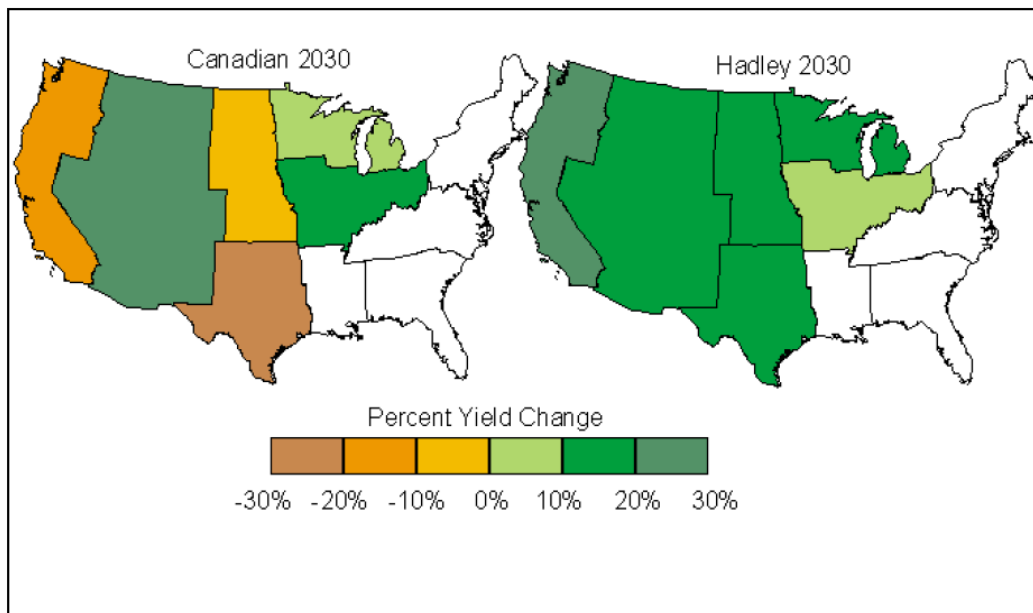
✓ **Βιοποικιλότητα**

- Νωρίτερα έναρξη της άνοιξης, και επιμήκυνση της καλλιεργητικής περιόδου. Η αύξηση της παραγωγικότητας θα είναι αισθητή στα υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη της Βόρειας Αμερικής.
- Ο ταχύς ρυθμός της αύξησης της θερμοκρασίας στην Αρκτική που παρατηρήθηκε τις τελευταίες δεκαετίες - και οι προβλέψεις ότι θα συνεχιστεί τουλάχιστον για τον επόμενο αιώνα έχει ως αποτέλεσμα τη δραματική μείωση χιονιών και πάγων με αποτέλεσμα την καταστροφή των βιοτόπων των πολικών αρκούδων



Σχήμα 4. 4 Πολική αρκούδα.

- Τα Κοράλλια σε πολλές τροπικές περιοχές θα αντιμετωπίσουν σημαντική θνησιμότητα από την αύξηση της θερμοκρασίας των νερών, την αύξηση της έντασης θεελλών, και τη μείωση του pH.
 Η εθνική επιτροπή των ΗΠΑ μετά από επιστημονική μελέτη κατέληξε σε προβλέψεις μεταβολής της αγροτικής παραγωγής σε διάφορες περιοχές της χώρας που δείχνονται στο σχήμα 4. 5.



Σχήμα 4. 5 Πρόβλεψη για μεταβολή της γεωργικής παραγωγής μέχρι το 2030 από δυο διαφορετικά προγνωστικά μοντέλα.

4. 5 Επιπτώσεις στην Ευρώπη

Ενώ ορισμένες από τις προβλεπόμενες επιπτώσεις θα μπορούσαν να αποβούν ωφέλιμες για μερικές περιοχές της Ευρώπης, κυρίως τις βόρειες περιοχές (π. χ. μεγαλύτερη σε διάρκεια εποχής βλάστησης και βελτιωμένες σοδειές εξαιτίας των πιο θερμών συνθηκών), οι περισσότερες επιπτώσεις προβλέπεται να είναι αρνητικές, και να οδηγούν σε οικονομικές απώλειες και να εμφανίζονται σε περιοχές που βρίσκονται υπό πίεση εξαιτίας κοινωνικο-οικονομικών και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως είναι η λειψυδρία.

Μολονότι υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των περιοχών ως προς τις αναμενόμενες καιρικές συνθήκες, οι προβλεπόμενες επιπτώσεις μέσα στον 21ο αιώνα μπορούν να συνοψιστούν σε πιο ήπιους και υγρούς χειμώνες, πιο ζεστά και ξηρά καλοκαίρια και πιο συχνά και έντονα καιρικά φαινόμενα. Οι πιο σοβαρές συνέπειες των κλιματικών μεταβολών δεν θα γίνουν αντιληπτές μέχρι το 2050, ωστόσο αναμένονται νωρίτερα σημαντικές βλαβερές επιπτώσεις από ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως τα συχνά και παρατεταμένα κύματα καύσωνα, οι ανομβρίες και οι πλημμύρες.

Συγκεκριμένοι κίνδυνοι για τη γεωργία:

Οι περισσότερες επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος για τη γεωργία προέρχονται από το νερό. Οι περίοδοι λειψυδρίας θα έχουν μεγάλη επίπτωση στην αγροτική παραγωγή και στα τοπία της Ευρώπης. Πολλές περιοχές κυρίως στις χώρες της νότιας Ευρώπης, που χρησιμοποιούν αρδευτικά συστήματα εδώ και εκατοντάδες χρόνια στο πλαίσιο των παραδοσιακών γεωργικών πρακτικών τώρα θα πρέπει να επανεξετάσουν τις τεχνικές άρδευσης. Η γεωργία θα πρέπει επίσης να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού και να μειώσει τις απώλειες νερού

Αναμένονται επίσης αρνητικές επιπτώσεις εξαιτίας της πιθανής ανόδου στη διασπορά και την ένταση των υπαρχόντων παρασίτων, ασθενειών και ζιζανίων, εξαιτίας των υψηλότερων θερμοκρασιών και της υγρασίας. Αυτή η επίπτωση ενδέχεται να έχει έντονα τοπικό χαρακτήρα.

Οι προβλεπόμενες κλιματικές αλλαγές θα επηρεάσουν το επίπεδο και τη μεταβλητότητα της απόδοσης των σοδειών και, μακροπρόθεσμα, πολλές καλλιέργειες θα μεταφέρονται σε πιο βόρειες περιοχές.

Διαφορετικές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στις περιοχές της ΕΕ:

Όλες οι περιοχές της ΕΕ αντιλαμβάνονται ολοένα και περισσότερο τις αρνητικές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών, ωστόσο ορισμένες περιοχές θα επηρεαστούν περισσότερο από άλλες. Η νότια Ευρώπη και η λεκάνη της Μεσογείου θα υποστούν το συνδυασμένο αποτέλεσμα της μεγάλης αύξησης της θερμοκρασίας και της μείωσης των βροχοπτώσεων. Επίσης, ιδιαίτερα ευάλωτες είναι οι ορεινές περιοχές, ιδιαίτερα οι Άλπεις, και τα μικρά νησιά. Οι πυκνοκατοικημένες περιοχές κατάκλισης κινδυνεύουν επίσης εξαιτίας του αυξανόμενου κινδύνου θυελλών, έντονων βροχοπτώσεων και στιγμιαίων πλημμυρών με αποτέλεσμα εκτεταμένες ζημιές. Οι κλιματικές αλλαγές θα αυξήσουν επίσης τις τοπικές διαφορές στους φυσικούς πόρους της Ευρώπης. Η επίπτωση ορισμένων αλλαγών στις καιρικές συνθήκες είναι ήδη ορατές στο έδαφος. Παρατηρούμε ήδη αναρίθμητες συνέπειες: Πρώιμη ανθοφορία, μεγαλύτερη περίοδος βλάστησης των αμπελιών και αλλαγές σε άλλους φυσικούς κύκλους των φυτών. Οι αλλαγές στο ημερολόγιο των αγροτικών δραστηριοτήτων (όργωμα, σπορά κ.λπ.) υποδεικνύει ότι οι αγρότες προσαρμόζονται ήδη στις νέες κλιματικές συνθήκες. Στο σχήμα 4. 6 δείχνονται οι προβλεπόμενες συνέπειες από την κλιματική αλλαγή στις περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Σχήμα 4. 6 Προβλεπόμενες συνέπειες κλιματικών αλλαγών σε διάφορες περιοχές της Ε. Ε.

4. 6 Κίνδυνοι και ευκαιρίες σε αγροκλιματολογικές ζώνες της Ευρώπης

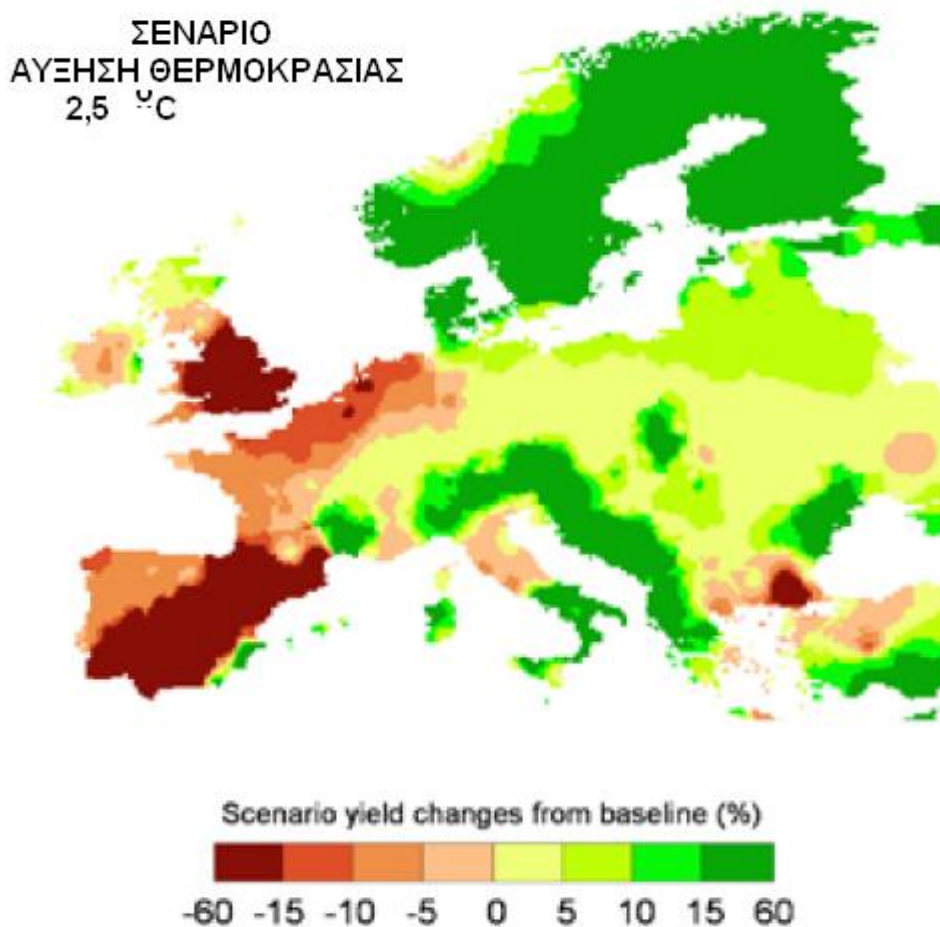
Στις Άλπεις, στην αρκτική, στο βόρειο Ατλαντικό και στις κεντρικές και βόρειες ηπειρωτικές ζώνες, οι κίνδυνοι αφορούν κυρίως πιθανές αλλαγές στις βροχοπτώσεις, με προβλεπόμενη αύξηση των βροχοπτώσεων το χειμώνα και μειώσεις διαθεσιμότητας του νερού το καλοκαίρι. Ως εκ τούτου απαιτούνται στρατηγικές για τη μείωση των επιπτώσεων των πλημμυρών του χειμώνα, και την πραγματοποίηση έργων για τη συγκέντρωση και την αποθήκευση νερού για την εξασφάλιση του εφοδιασμού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Οι Ορεινές περιοχές των Άλπεων είναι ιδιαίτερα ευάλωτες, στις αυξήσεις της θερμοκρασίας που αναμένονται να είναι άνω του μέσου όρου και σε άλλες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η μειωμένη κάλυψη χιονιού και η υποχώρηση παγετώνων, μπορεί να έχει περαιτέρω επιπτώσεις στο υδρολογικό κύκλο σε πολλές λεκάνες απορροής των ποταμών. Στις ζώνες των Άλπεων, της αρκτικής, του Ατλαντικού, και της βόρειας Ηπειρωτικής, η επιμήκυνση της περιόδου χωρίς χιόνια μπορεί να αυξήσει την παραγωγικότητα ορισμένων καλλιεργειών και να ενισχύσει την καταλληλότητα των ζωνών αυτών για την ανάπτυξη άλλων καλλιεργειών. Ωστόσο, αυτές οι αλλαγές θα είναι δυνατές εάν υπάρχει αρκετό διαθέσιμο νερό. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα θέσει σε κίνδυνο την κεντρική ζώνη του ατλαντικού. Πιθανόν να υπάρξει εγκατάλειψη γεωργικής γης και χρειάζεται ο προγραμματισμός έργων για τη διαχείριση των παράκτιων περιοχών.

Στις περιοχές του νότιου Ατλαντικού, της νότιας ηπειρωτικής ζώνης και στις μεσογειακές περιοχές, ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι η μείωση της απόδοσης λόγω έλλειψης νερού. Γιαυτό πρέπει να αναπτυχθούν στρατηγικές για την ανάπτυξη και καλλιέργεια ποικιλιών που να ευδοκούν στις περιοχές αυτές στις αναμενόμενες νέες κλιματολογικές συνθήκες. Στο σχήμα 4. 7 δείχνεται πίνακας που συνοψίζει τους κινδύνους και τις ευκαιρίες για κάθε αγροτική ζώνη της ΕΕ.

Περιγραφή	Bor	Atl	Atl	Atl	Atl	Atl	Atl	Atl	Atl
		N	C	S	N	S		N	S
Κίνδυνοι									
Η περιοχή της καλλιέργειας αλλάζει λόγω της μείωσης των άριστων συνθηκών καλλιέργειας.		M	M	M	M	M	M	M	H
Η απόδοση της σοδειάς μειώνεται.		M	M	M	M	M	M	M	M
Αυξάνεται ο κίνδυνος των αγροτικών παρασίτων, ασθενειών και ζιζανίων.	H	M	H	H	H	H	H	M	H
Μείωση της ποιότητας της σοδειάς.			M	M	M	M		M	H
Αυξάνεται ο κίνδυνος των πλημμυρών.	H		H		H		H		
Αυξάνεται ο κίνδυνος της ξηρασίας και της έλλειψης νερού.		H	H	H	H	H	H	H	H
Αυξάνονται οι απαιτήσεις σε άρδευση.				M		H		H	H
Αλλοίωση της ποιότητας του νερού.	H	H	H		H		H		
Διάβρωση του εδάφους, αλατότητα, ερημοποίηση.	H			M		H	H	H	H
Λιώσιμο των πάγων και αλλαγή της θερμοκρασίας του εδάφους.	M						H		
Επιδείνωση των συνθηκών για την παραγωγή ζωικού κεφαλαίου.	H	H	H	L	H	L	H	L	M
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας.	H	H	H	H	H	H			H
Ευκαιρίες									
Οι αλλαγές στην διανομή της σοδειάς οδηγούν στην αύξηση της βελτιστοποίησης των συνθηκών καλλιέργειας.	H	H	H	M	H	H	H	M	
Αύξηση της παραγόμενης σοδειάς.	M	H	M	M	M		H		
Διαθεσιμότητα του νερού	H	M	H	H	H		M		
Μείωση του ενεργειακού κόστους για τα θερμοκήπια.	M			M	M	M		M	
Βελτίωση στην παραγωγή του ζωικού κεφαλαίου.	H	H	H		H		H		

Σχήμα 4. 7 Περίληψη των κινδύνων και των ευκαιριών στη αγροκλιματική ζώνη.
H= Μεγάλος M =Μέτριος L=Μικρός

Σύμφωνα με τα ένα από τα προγνωστικά μοντέλα που χρησιμοποιήθηκε για την Ευρώπη προβλέπεται μέχρι το 2080 σημαντική μείωση της παραγωγής σε περιοχές της νότιας Ευρώπης ενώ σημαντική αύξηση σε περιοχές της βόρειας Ευρώπης. Στο σχήμα 4. 8 δείχνονται τα αποτελέσματα πρόβλεψης για τη δεκαετία του 2080 και με αύξηση της θερμοκρασίας 2,5 °C.



Σχήμα 4. 8 Πρόβλεψη μείωσης παραγωγής για τη δεκαετία του 2080 για αύξηση θερμοκρασίας 2,5 °C

➤ **Ελλάδα**

Σύμφωνα με την Τράπεζα της Ελλάδος το κόστος της κλιματικής αλλαγής για την Ελληνική Οικονομία θα είναι πολύ υψηλό, αν δεν αναληφθεί καμία δράση για να ασχοληθεί με το θέμα. Σε περίπτωση που η κλιματική αλλαγή εξελίσσεται με τους σημερινούς ρυθμούς μέχρι το 2050 και 2100 χωρίς καμία παγκόσμια προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, το σωρευτικό κόστος για την ελληνική οικονομία κατά το χρονικό διάστημα μέχρι το 2100 θα ανέλθει σε € 701 δισεκατομμύρια, δηλαδή τρεις φορές το ετήσιο ΑΕΠ, της Ελλάδος.

Τον Φεβρουάριο του 2009, με πρωτοβουλία του Διοικητή της Τράπεζας της Ελλάδα, συστάθηκε μια επιτροπή από διακεκριμένους επιστήμονες με έργο την εκπόνηση μελέτης σχετικά με τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της

αλλαγής του κλίματος στην Ελλάδα. Για τη μελέτη αυτή εργάστηκαν διακεκριμένοι επιστήμονες από όλους τους κλάδους όπως φυσικοί της ατμόσφαιρας, κλιματολόγοι γεωφυσικοί εμπειρογνώμονες στον τομέα της γεωργίας, της δασοκομίας και της αλιείας, καθώς και εμπειρογνώμονες στους υδάτινους πόρους, τον τουρισμό, το δομημένο περιβάλλον και την ενέργεια, επίσης οικονομολόγοι και κοινωνιολόγοι. Η μελέτη εκπονήθηκε, με βάση τις κλιματικές προγνώσεις για όλες τις περιφέρειες της Ελλάδος, και κάνει πρόβλεψη των επιπτώσεων μέχρι το 2100. Η μελέτη κάνει προβλέψεις της κλιματικής αλλαγής για τις 13 περιφέρειες στις οποίες η Ελλάδα χωρίστηκε βάσει των κλιματικών και γεωγραφικών κριτηρίων. Σύμφωνα με τις προσομοιώσεις του κλίματος, προβλέπεται ότι μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα η θερμοκρασία του αέρα θα αυξηθεί σημαντικά, ενώ οι βροχοπτώσεις σε εθνικό επίπεδο θα μειωθούν. Την ίδια στιγμή, η ένταση των κυμάτων καύσωνα και η διάρκεια των περιόδων ξηρασίας, θα αυξηθεί δραστικά, με αποτέλεσμα, μεταξύ άλλων, να υπάρξει σημαντικά υψηλότερος κίνδυνος δασικών πυρκαγιών. Αυτές οι αλλαγές αναμένεται να έχουν σημαντικό αντίκτυπο όχι μόνο στα τοπικά οικοσυστήματα, αλλά και σε διάφορους τομείς και πτυχές της ανθρώπινης δραστηριότητας. Με βάση τις προσομοιώσεις του κλίματος, η κλιματική αλλαγή θα έχει επιπτώσεις στα αποθέματα νερού, στη στάθμη της θάλασσας, στη αλιεία και τις υδατοκαλλιέργειες, τη γεωργία και τη γεωργική γη, τα δάση και τα δασικά οικοσυστήματα, τη βιοποικιλότητα το τουρισμό, το δομημένο περιβάλλον, τις μεταφορές, την υγεία και την εξόρυξη πρώτων υλών. Οι μελέτες παρουσιάζουν ποσοτικές εκτιμήσεις των προβλεπόμενων περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων. Οι εκτιμήσεις αυτές θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως πολύτιμη συμβολή στο σχεδιασμό των πολιτικών προσαρμογής. Η κλιματική αλλαγή θα έχει σημαντικές αρνητικές συνέπειες στη γεωργία, δασοκομία, αλιεία.

Σύμφωνα με τις προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την γεωργική παραγωγή, για τη νότια Ευρώπη όπου ανήκει και η Ελλάδα αναμένονται μειώσεις από μηδέν έως και 27 % ανάλογα με σενάριο και το προγνωστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται.

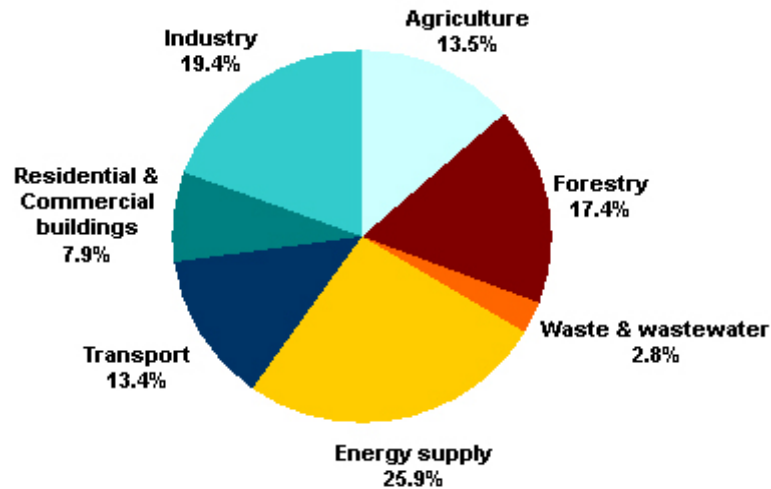
Σε άλλη μελέτη από την ομάδα του ερευνητή Γιαννακόπουλου για τη βόρειο Μεσόγειο όπου περιλαμβάνεται και η Ελλάδα προβλέπονται μεταβολές στην γεωργική παραγωγή που κυμαίνονται από -9,33% για τις βολβώδεις καλλιέργειες έως +12,49% για τα σιτηρά.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο προκειμένου να ενεργοποιήσει τα κράτη μέλη για τα μέτρα που πρέπει να πάρουν για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία έχει εκδώσει ψήφισμα το οποίο επισυνάπτεται στο **Παράρτημα Ι**.

4. 7 Συνεισφορά της Γεωργίας στην κλιματική αλλαγή

Η σχέση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής και της γεωργίας είναι πολύπλοκη. Παρόλο που το κλίμα είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την παραγωγή της γεωργίας σε όλο τον κόσμο, τις γεωργικές δραστηριότητες είναι επίσης μια σημαντική πηγή αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Η τελευταία έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) εκτιμά ότι η γεωργία συνεισφέρει το

13,5% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως λόγω των εκπομπών μεθανίου από την κτηνοτροφία και την καλλιέργεια ρυζιού πλημμυρίζει και εκπομπές υποξειδίου του αζώτου από την εφαρμογή λιπάσματος. Αν συμπεριλάβετε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την αποδάσωση, των οποίων η γεωργία είναι ένας κορυφαίος οδηγός, το ποσοστό μεγαλώνει ακόμη μεγαλύτερη. Ο δασικός τομέας αντιπροσωπεύει ένα άλλο 17,4% των προκαλούμενων από τον άνθρωπο εκπομπών.



Σχήμα 4. 9 Οι γεωργικοί τομείς που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή.

4. 8 Προτάσεις για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών.

1. Σχεδιασμός και υλοποίηση μιας καλής γεωργικής πολιτικής και εφαρμογή αναπτυξιακών προγραμμάτων. Λόγω της υφιστάμενης αβεβαιότητας των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε μια περιοχή η εφαρμογή αναπτυξιακής πολιτικής και η διάθεση επενδύσεων προσαρμογής στις νέες κλιματολογικές συνθήκες αποτελούν το καλύτερο μέτρο αντιμετώπισης. Τα αναπτυξιακά μέτρα πρέπει να στηρίζουν τη γεωργική βιωσιμότητα και να συμβάλλουν στη ασφάλεια των τροφίμων.

2. Αύξηση των επενδύσεων για τη βελτίωση της γεωργικής παραγωγικότητας. Ακόμη και χωρίς την αλλαγή του κλίματος, απαιτείται η αύξηση των επενδύσεων στο τομέα της γεωργικής επιστήμης και της τεχνολογίας για την ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αναμενόμενης αύξησης του πληθυσμού της γης που θα φτάσει τα 9 δισεκατομμύρια μέχρι το 2050. Η κλιματική αλλαγή δημιουργεί νέες και πιο δύσκολες απαιτήσεις για την παραγωγικότητα της γεωργίας.

Είναι απαραίτητη η βελτίωση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών και του ζωικού κεφαλαίου μέσα από έρευνα συμπεριλαμβανομένης και της βιοτεχνολογίας, ώστε να ξεπεραστούν τα προβλήματα που θα προκύψουν από την κλιματική αλλαγή. Η στοχευόμενη έρευνα θα οδηγήσει σε διατροφικές αλλαγές στα ζώα και αλλαγές στην άρδευση, και πρακτικές διαχείρισης για τη μείωση των εκπομπών μεθανίου. Ένα από τα βασικά στοιχεία της Πράσινης Επανάστασης είναι η βελτίωση της παραγωγικότητας της γεωργίας για την καταπολέμηση της φτώχειας μέσα από τη δημιουργία θέσεων

εργασίας και τη μείωση των τιμών των τροφίμων. Οι αγροτικές υποδομές είναι απαραίτητες, για να επωφεληθούν οι αγρότες από βελτιωμένες ποικιλίες καλλιεργειών και τεχνικών διαχείρισης. Υψηλότερες αποδόσεις και μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης απαιτεί τη διατήρηση και την αύξηση της πυκνότητας των αγροτικών οδικών δικτύων για την αύξηση της πρόσβασης σε αγορές και να μειωθεί το κόστος των συναλλαγών. Επίσης είναι αναγκαίες επενδύσεις σε υποδομές άρδευσης, ιδίως για να τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της χρήσης του νερού, αλλά πρέπει να λαμβάνεται για την αποφυγή επενδύσεων σε μέρη όπου η διαθεσιμότητα του νερού πιθανόν να μειωθεί.

3. Αναζωογόνηση των εθνικών ερευνητικών δραστηριοτήτων και επέκταση των προγραμμάτων εφαρμογής.

Οι επενδύσεις σε εργαστηριακή επιστημονική έρευνα είναι αναγκαία. Συνεργασίες με άλλα εθνικά συστήματα και διεθνή ερευνητικά κέντρα αποτελούν μέρος της λύσης. Συνεργασία με τους τοπικούς αγρότες, τους εμπόρους και τις ενώσεις καταναλωτών είναι επίσης σημαντική για τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται και την ποιότητα των προϊόντων που παράγονται. Επέκταση των ερευνητικών υπηρεσιών για την προσαρμογή και τη διάδοση των τοπικών ποικιλιών που είναι ανθεκτικές στην ξηρασία, για την επιμόρφωση των αγροτών για καλύτερη διαχείριση σε σχέση με την κλιματική αλλαγή.

4. Βελτίωση της παγκόσμιας συλλογής στοιχείων, της διάδοσης, και της ανάλυσης τους. Η κλιματική αλλαγή θα έχει δραματικές συνέπειες για τη γεωργία. Ωστόσο, η αβεβαιότητα παραμένει σχετικά με εάν οι επιπτώσεις θα είναι μεγαλύτερες των αναμενόμενων. Οι αβεβαιότητες αυτές καθιστούν δύσκολη την υιοθέτηση και εφαρμογή πολιτικών για την καταπολέμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

5. Η γεωργική προσαρμογή πρέπει να αποτελεί βασικό μέλημα.

6. Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η ασφάλεια των τροφίμων και η προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος είναι αλληλένδετα. Η κλιματική αλλαγή θα δημιουργήσει τεράστιες προκλήσεις για τις προσπάθειες που γίνονται στον τομέα της ασφάλειας των τροφίμων. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε δραστηριότητα που υποστηρίζει τη γεωργική προσαρμογή ενισχύει επίσης την επισιτιστική ασφάλεια.

7. Στήριξη φυτικής και ζωικής παραγωγικότητας με βάση τις διεθνείς στρατηγικές, της αγοράς.

8. Αύξηση της χρηματοδότησης για τα προγράμματα προσαρμογής μέσα από την ΚΑΠ (Κοινή Αγροτική Πολιτική της ΕΕ)

9. Λήψη μέτρων για την ελαχιστοποίηση της συνεισφοράς της γεωργίας στη κλιματική αλλαγή όπως:

- ❖ Μετατροπή των ζωικών αποβλήτων σε βιοαέριο
- ❖ Βελτίωση της απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα από τα γεωργικά εδάφη
- ❖ Χρήση ανανεώσιμων πηγών για ενέργεια και βιοδιασπώμενα προϊόντα

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Angeler G. D. , 2006, Resurrection ecology and global climate change research in freshwater ecosystems, *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 26, Is. 1, p. 12-22
2. Aydinalp C, and Cresser S. M. , 2008, The effects of Global Climate Change on Agriculture, *Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci.* , Vol. 3, Is, 5, p. 672-676
3. Iglesias A. , Garrote L. , Quiroga S. , Moneo M. , 2009, Impacts of Climate Change in Agriculture in Europe. PESETA – Agricultural Study, *JRC Scientific and Technical reports*, p. 1-49
4. International Institute for Sustainable Development and University of Toronto, 1997, Agriculture and climate change, “*A Prairie Perspective*”
5. Medelsohn R. , 2000, Climate Change Impacts on African Agriculture, Yale University, p. 1-25
6. Nelson C G. , Rosegrant W. M. , Koo J. , Robertson R. , Sulser T. , Zhu T. , Ringer C. , Msange S. , Palazzo A. , Batka M. , Magalhaes M. , Valmonte – Santos R. , Ewing M. , Lee D. , 2009, Climate change: Impact on Agriculture and cost of Adaptation, IFPRI, p. 1-30
7. Theurillat P. J. And Guisan A. , 2001, Potential impacts of climate change on vegetation in the European ALPS: A review, *Climate Change*, vol. 50, p. 77-109
8. Effects of climate change on agriculture, Chapter 8
9. Επίσημη εφημερίδα της ευρωπαϊκής ένωσης, «Ε. Ε. – Γεωργία και αλλαγή του κλίματος, C81 E/33, 15-03-2011
10. Ευρωπαϊκή Επιτροπή: Γενική Διεύθυνση Γεωργίας και Αγροτικής Αναπτυξης, 2008, Η γεωργία στην ΕΕ – απαντώντας στην πρόκληση των κλιματικών αλλαγών, http://ec.europa.eu/agriculture/index_el.htm
11. Μελάς Δ. , Αλεξανδροπούλου Α. , Αμοιρίδης Β. , Κακαρίδου Μ. , Σουλακέλλης Ν., 2000, Ατμοσφαιρική ρύπανση, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, σελ. 1-53
12. Παπακώστα Α. και Δαναλάτος Ν. , 2004, «Ρύπανση Υπόγειων Υδάτων στη Θεσσαλία από Νιτρικά Γεωργικής Προέλευσης. Η Περίπτωση Μελέτης των Περιοχών Τύρναβου- Δένδρων- Πλατανουλίων», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μεταπτυχιακή εργασία
13. Εκθεση Τράπεζα της Ελλάδος, Γεωργία και Γεωργικά Εδάφη
14. <http://faculty.plattsburgh.edu>
15. <http://web.worldbank.org>
16. <http://ec.europa.eu>

17. <http://hiliomatis.wordpress.com>
18. <http://pubs.acs.org>
19. <http://www.perivallontiki.com.cy>
20. <http://greenliving.nationalgeographic.com>
21. www.tropical-rainforest-animals.com
22. www.greenpeace.org
23. www.equalearth.org
24. www.stuffintheair.com
25. www.omafra.gov.on.ca
26. www.aip.org
27. www.ncar.ucar.edu
28. www.sste.mmu.ac.uk
29. www.naturegrid.org.uk
30. www.ecifm.rdg.ac.uk
31. www.physicalgeography.net
32. www.agronomist.gr
33. www.greekarchitects.gr
34. www.lenntech.com
35. www.epa.gov
36. www.adbi.org
37. www.gcric.org
38. www.ecifm.rdg.ac.uk
39. www.pollutionissues.com
40. www.bbc.co.uk
41. www.optuszoo.com.au

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΨΗΦΙΣΜΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ

ΕΕ - Γεωργία και αλλαγή του κλίματος

P7_TA (2010) 0131

Ψήφισμα του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 5ης Μαΐου 2010 σχετικά με τη γεωργία της ΕΕ και την κλιματική αλλαγή (2009/2157 (INI))

(2011/C 81 E/06)

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο,

— έχοντας υπόψη το έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής με τίτλο «Η προσαρμογή στην αλλαγή κλίματος: πρόκληση για τη γεωργία και τις αγροτικές περιοχές της Ευρώπης» (SEC (2009) 0417),

— έχοντας υπόψη το έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής με τίτλο «Ο ρόλος της ευρωπαϊκής γεωργίας στην άμβλυση της αλλαγής του κλίματος» (SEC (2009) 1093),

— έχοντας υπόψη το νομοθετικό του ψήφισμα της 14ης Νοεμβρίου 2007 σχετικά με την πρόταση οδηγίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου που καθορίζει πλαίσιο για την προστασία των εδαφών και τροποποιεί την οδηγία 2004/35/EK (1),

— έχοντας υπόψη το ψήφισμά του της 12ης Μαρτίου 2008 σχετικά με τη «βιώσιμη γεωργία και το βιοαέριο: ανάγκη αναθεώρησης της κοινοτικής νομοθεσίας» (2),

— έχοντας υπόψη το ψήφισμά του της 4ης Φεβρουαρίου 2009 σχετικά με το «2050: το μέλλον αρχίζει σήμερα - συστάσεις για τη μελλοντική ολοκληρωμένη περιβαλλοντική πολιτική της ΕΕ για την αλλαγή του κλίματος» (3),

— έχοντας υπόψη το ψήφισμά του της 12ης Μαρτίου 2009 σχετικά με την «πρόκληση της υποβάθμισης των γεωργικών γαιών στην ΕΕ, ιδίως στη Νότια Ευρώπη: η απάντηση με τα μέσα της γεωργικής πολιτικής της ΕΕ» (4),

— έχοντας υπόψη το ψήφισμά του της 25ης Νοεμβρίου 2009 σχετικά με τη «στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην προοπτική της διάσκεψης της Κοπεγχάγης για την κλιματική αλλαγή (COP 15) » (5),

— έχοντας υπόψη την έκθεση της Διεθνούς Αξιολόγησης της Γεωργικής Επιστήμης και Τεχνολογίας για την Ανάπτυξη (IAASTD) που καταρτίστηκε από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών και από την Παγκόσμια Τράπεζα και υπογράφηκε από 58 χώρες,

— έχοντας υπόψη το άρθρο 48 του Κανονισμού του,

— έχοντας υπόψη την έκθεση της Επιτροπής Γεωργίας και Ανάπτυξης της Υπαίθρου και τη γνωμοδότηση της Επιτροπής Βιομηχανίας, Έρευνας και Ενέργειας (A7-0060/2010),

A. εκτιμώντας ότι η κλιματική αλλαγή που προκύπτει από την ιστορική σύρευση αερίων του θερμοκηπίου (ΑΘ) στην ατμόσφαιρα αποτελεί επιστημονική διαπίστωση η οποία μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, EL 15. 3. 2011 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης C 81 E/33

(1) ΕΕ C 282 E, 6. 11. 2008, σ. 281.

(2) ΕΕ C 66 E, 20. 3. 2009, σ. 29.

(3) ΕΕ C 67 E, 18. 3. 2010, σ. 44.

(4) Κείμενα που εγκρίθηκαν, P6_TA (2009) 0130.

(5) Κείμενα που εγκρίθηκαν, P7_TA (2009) 0089. **Τετάρτη, 5 Μαΐου 2010**

B. εκτιμώντας ότι η γεωργία εμπλέκεται άμεσα διότι αποτελεί μία από τις οικονομικές δραστηριότητες που διαχειρίζονται φυσικούς πόρους προς όφελος της ανθρωπότητας,

Γ. εκτιμώντας ότι η κλιματική αλλαγή συνιστά μία από τις σοβαρότερες απειλές για το περιβάλλον και για την κοινωνική και οικονομική τάξη και ότι η απόδοση των επιμέρους καλλιεργειών παρουσιάζει διακυμάνσεις από έτος σε έτος, επειδή επηρεάζεται

σημαντικά από τις ακραίες διακυμάνσεις των καιρικών συνθηκών, και εκτιμώντας ότι η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει έμμεσα όλους τους οικονομικούς κλάδους, αν και η γεωργία παραμένει ο κλάδος με τη μεγαλύτερη ανάγκη προστασίας,

Δ. εκτιμώντας ότι η γεωργία συμμετέχει στην κλιματική απορρύθμιση ως μία από τις κύριες πηγές δύο σημαντικών ΑΘ (πρωτοξειδίου του αζώτου και μεθανίου), που εκλύονται από διαφορετικές βιολογικές διαδικασίες της γεωργικής παραγωγής, παραμένοντας ιδιαίτερα εκτεθειμένη στα ολέθρια αποτελέσματα αυτής της απορρύθμισης,

Ε. εκτιμώντας ότι οι εκπομπές ΑΘ που προέρχονται από τη γεωργία (περιλαμβανομένης της κτηνοτροφίας) μειώθηκαν κατά 20 % την περίοδο 1999-2007 στην ΕΕ των 27 και ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η συμμετοχή της γεωργίας στις εκπομπές ΑΘ μειώθηκε από 11 % το 1990 σε 9,3 % το 2007, μεταξύ άλλων λόγω της αυξημένης αποτελεσματικότητας της γεωργίας της ΕΕ, των διαρκών καινοτομιών και της χρησιμοποίησης νέων τεχνικών, της αποδοτικότερης χρησιμοποίησης των λιπασμάτων και των πρόσφατων μεταρρυθμίσεων της ΚΓΠ,

ΣΤ. εκτιμώντας ότι η γεωργία και το δάσος είναι οι κύριοι οικονομικοί τομείς που είναι σε θέση να δεσμεύσουν το CO₂ που προκύπτει από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, να το διατηρήσουν και να το αποθηκεύσουν στα εδάφη λόγω της αποθηκευτικής τους ικανότητας και να το σταθεροποιήσουν στα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης· εκτιμώντας ότι οι τομείς αυτοί διαθέτουν κατ' αυτόν τον τρόπο ένα σημαντικό δυναμικό προκειμένου να συμμετάσχουν θετικά στις προσπάθειες άμβλυνσης της ανόδου της θερμοκρασίας,

Ζ. εκτιμώντας ότι η κλιματική αλλαγή έχει ήδη αρνητικές επιπτώσεις για τη γεωργία της ΕΕ (μείωση των υδάτινων πόρων, υφαλμυρότητα και πλέον συχνή ξηρασία, ερημοποίηση, έντονη αύξηση των χειμερινών βροχοπτώσεων και των πλημμυρών στο Βορρά, κίνδυνοι για τις χαμηλού υψόμετρου παράκτιες περιοχές εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και απειλούμενη υφαλμύριση, καταιγίδες και άλλα ακραία καιρικά φαινόμενα, διάβρωση και κατολισθήσεις, διάδοση των καταστροφικών εντόμων και των ζωικών και φυτικών ασθενειών, κ. λπ.) και ότι η αναμενόμενη αύξηση αυτών των φαινομένων μπορεί να έχει σημαντικές οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις για το γεωργικό, δασικό και τουριστικό τομέα,

Η. εκτιμώντας ότι ο γεωργικός τομέας έχει την ικανότητα όχι μόνο να προσαρμόζεται στην κλιματική αλλαγή, αλλά και να τη μετριάξει, στηριζόμενος στην τεχνογνωσία των γεωργών, στην ισχυρή ΚΓΠ και στην ανάπτυξη της έρευνας και της καινοτομίας, αλλά ότι, όσον αφορά τις φυσικές διαδικασίες που είναι δύσκολο να ελεγχθούν, πρέπει να καταβληθούν σημαντικές προσπάθειες,

Θ. εκτιμώντας ότι η ευρωπαϊκή γεωργία αντιπροσωπεύει μια δεξαμενή θέσεων εργασίας που πρέπει να προστατευθεί και να αναπτυχθεί,

Ι. εκτιμώντας ότι η γεωργία εξακολουθεί να είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της ανθρώπινης δραστηριότητας στις ευρωπαϊκές αγροτικές περιοχές, κυρίως δε χάρη στο ευρύ φάσμα των υπηρεσιών που μπορούν να παρέχουν οι γεωργοί στην υπόλοιπη κοινωνία,

ΙΑ. εκτιμώντας ότι οι στόχοι της Ένωσης όσον αφορά την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αφορούν άμεσα τη γεωργία, και ότι η ανάπτυξη αυτή μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση των ΑΘ,

ΙΒ. εκτιμώντας ότι μία από τις πρωταρχικές αποστολές της γεωργίας της ΕΕ είναι η σίτιση του πληθυσμού της Ένωσης,

ΙΓ. εκτιμώντας ότι η Ένωση πρέπει να βρίσκεται στην εμπροσθοφυλακή της καταπολέμησης της ανόδου της θερμοκρασίας του πλανήτη, EL C 81 E/34 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 15. 3. 2011 **Τετάρτη, 5 Μαΐου 2010**

Συμβολή της γεωργίας της Ένωσης στις προσπάθειες άμβλυνσης της ανόδου της θερμοκρασίας

1. επιβεβαιώνει ότι η γεωργία και η δασοκομία της ΕΕ μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη των στόχων της Ένωσης για άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής, εξευρίσκοντας τρόπους και στήριξη ώστε να βοηθηθεί μείωση των εκπομπών ΑΘ, ευνοώντας την παγίδευση του CO₂ στο έδαφος, αναπτύσσοντας την παραγωγή αειφόρων ανανεώσιμων ενεργειών και μεγιστοποιώντας τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης· υπογραμμίζει ότι για αυτό πρέπει να ενθαρρυνθεί η ανάπτυξη μιας γεωργίας παραγωγής εμπορεύσιμων και μη εμπορεύσιμων αγαθών που θα αξιοποιεί με τον αποτελεσματικότερο δυνατό τρόπο τις δυνατότητες και τους φυσικούς πόρους κάθε οικοσυστήματος και που θα συμβιβάζει τις οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιδόσεις με τις επιταγές περί καλής μεταχείρισης των ζώων, έτσι ώστε να βελτιωθεί η αειφορία του·
2. θεωρεί ότι, στην περίπτωση μιας πιο ενεργού συμμετοχής της γεωργίας στην παγκόσμια διαδικασία περιορισμού της κλιματικής αλλαγής, πρέπει να αποφευχθεί η μείωση της ανταγωνιστικότητας του γεωργικού τομέα και του τομέα των τροφίμων της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην παγκόσμια αγορά·
3. εκτιμά ότι η βιολογική γεωργία, η εκτατική βόσκηση και οι πρακτικές ολοκληρωμένης παραγωγής αποτελούν ορισμένες από τις εναλλακτικές λύσεις για μια πιο οικολογική γεωργική παραγωγή· υπογραμμίζει ωστόσο ότι πρέπει να εξευρεθούν λύσεις που δίνουν τη δυνατότητα στην παραδοσιακή γεωργία, που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των ευρωπαϊκών καλλιεργήσιμων εκτάσεων, να συνεισφέρει σημαντικά σε μια βιώσιμη διαχείριση του περιβάλλοντος·
4. αναγνωρίζει ότι η καινοτομία πρέπει να διαδραματίσει πολύ σημαντικό ρόλο όσον αφορά τη μείωση του αντικτύπου της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή και τον περιορισμό του περιβαλλοντικού της αντικτύπου·
5. ζητεί ειδικότερα όπως η μελλοντική ΚΓΠ ενθαρρύνει, με δράσεις πληροφόρησης και κατάρτισης και με κίνητρα, πρακτικές που συμβάλλουν στη βελτίωση της αποδοτικότητας και των δυνατοτήτων μετριασμού των εκπομπών ΑΘ της γεωργίας καθώς και στην παγίδευση άνθρακα, όπως:
 - τις τεχνικές που συνδυάζουν την προσαρμοσμένη και απλοποιημένη εργασία του εδάφους που διασφαλίζει μια φυτική κάλυψη (όπως για παράδειγμα μειωμένη άροση ή μη άροση, διατήρηση των υπολοίπων της εσοδείας στα χωράφια) και επιτρέπει διακαλλιέργειες και μια εναλλαγή των καλλιεργειών, πράγμα το οποίο μεγιστοποιεί τη φωτοσύνθεση και ευνοεί τον εμπλουτισμό των εδαφών σε οργανικές ουσίες, όπως το απέδειξε το σχέδιο SoCo που εγκαινιάστηκε με πρωτοβουλία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου·
 - τη διατήρηση και ανάπτυξη της δάσωσης και της αναδάσωσης, την ανάπτυξη της γεωργοδασοκομίας, των φρακτών, των δασωμένων ζωνών σε αγροτεμάχια, χορτολιβαδικά συστήματα μόνιμης ή προσωρινής βοσκής·
 - την εισαγωγή συστημάτων διαχείρισης με τα οποία μπορεί να αποθηκευθεί για μεγαλύτερο διάστημα στα υπάρχοντα δάση ο εκεί δεσμευμένος άνθρακας·
 - την καλύτερη διαχείριση εδαφών και ορυκτών και την ενδεδειγμένη προστασία των εδαφών που είναι πλούσια σε άνθρακα, όπως οι τυρφώνες και οι υγρές ζώνες (καλλιέργεια κατάλληλων φυτών όπως τα καλάμια ως εναλλακτική λύση έναντι της αποστράγγισης)·
 - τον εκσυγχρονισμό των αγροτικών εκμεταλλεύσεων (μόνωση των κτιρίων, μηχανήματα που εξοικονομούν ενέργεια, χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) και αποδοτικότερες αλυσίδες παραγωγής·
 - τις σύγχρονες τεχνικές διασποράς στο έδαφος/αξιοποίησης της κοπριάς, διατήρησης και σίτισης των ζώων, που μειώνουν σημαντικά τις εκπομπές μεθανίου·

— την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας που παράγεται κατά την παραγωγή τροφίμων, η οποία δεν έχει μόνο ως αποτέλεσμα να αξιοποιούνται τα παραπροϊόντα και τα απόβλητα, αλλά συμβάλλει επίσης στη μείωση των εκπομπών CO₂·

— τη φύτευση δέντρων και βοτάνων που παράγουν ενέργεια σε πλημμυρικές περιοχές, σε υγρά τοπία, σε αμμώδεις επιφάνειες και σε επιφάνειες λιγότερο κατάλληλες για γεωργικούς σκοπούς, με στόχο την αύξηση της απορρόφησης CO₂ και της δέσμευσης άνθρακα· EL 15. 3. 2011 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης C 81 E/35 **Τετάρτη, 5 Μαΐου 2010**

6. υπογραμμίζει ότι αυτές οι γεωργικές πρακτικές που σέβονται περισσότερο τα φυσικά περιβάλλοντα έχουν επίσης θετικές επιπτώσεις στον εμπλουτισμό της βιοποικιλότητας και της ποιότητας των εδαφών, στην κατακράτηση νερού και στην καταπολέμηση της διάβρωσης και της ρύπανσης, και ότι ο μετριασμός των επιπτώσεων από τις γεωργικές δραστηριότητες στην κλιματική αλλαγή συνιστά ένα ακόμα από τα «δημόσια αγαθά» που προσφέρει η γεωργία·

7. υποστηρίζει την εφαρμογή μιας κοινής ευρωπαϊκής δασικής πολιτικής που είναι σε θέση να προαγάγει μια αειφόρο διαχείριση και παραγωγή των δασών και να αξιοποιήσει καλύτερα τις συνεισφορές του τομέα της ξυλείας και την οικονομική του ανάπτυξη, μια και αυτός ο τομέας συμβάλλει τα μέγιστα στη δέσμευση του άνθρακα· θεωρεί ότι αυτή η πολιτική πρέπει να λαμβάνει στο έπακρο υπόψη τις περιφερειακές ιδιαιτερότητες της δασοκομίας, γιατί οι δυνατότητες και οι απειλές είναι διαφορετικές για τους διάφορους τύπους δασικών οικοτόπων στη Βόρεια και στη Νότια Ευρώπη·

8. επισημαίνει ότι τα δάση συμβάλλουν επίσης σημαντικά στην αποτελεσματική διαχείριση των υδάτων· θεωρεί, συνεπώς, ότι πρέπει να ενθαρρυνθούν τα κράτη μέλη να ασκούν μια διαχείριση των δασών που θα μειώνει τις διαφορές στους υδάτινους πόρους μεταξύ των περιόδων ξηρασίας και πλημμύρας, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τις αρνητικές συνέπειες των ξηρασιών και των πλημμυρών στη γεωργία, την παραγωγή ενέργειας και τον πληθυσμό·

9. συνιστά την ενίσχυση των πολιτικών για τις ορεινές περιοχές, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο αγροποικιμοτικός τομέας και η εκτροφή ζώων διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στον μετριασμό των κλιματικών αλλαγών και στην υποστήριξη της προσαρμογής και της μείωσης της ευπάθειας, κυρίως μέσω της ορθής διαχείρισης των βοσκότοπων·

10. προτείνει την εκπόνηση στρατηγικής για το μετριασμό των αρνητικών συνεπειών για τη γεωργία στην Ευρωπαϊκή Ένωση, που θα περιλαμβάνει τα εξής:

— σχέδιο δράσης για τις περισσότερο πληττόμενες περιοχές: χρησιμοποίηση φυτικών ποικιλιών που αντέχουν στις νέες κλιματικές παραμέτρους, προσαρμογή του χρονοδιαγράμματος των γεωργικών δραστηριοτήτων στις νέες συνθήκες, αναδάσωση, δημιουργία θερμοκηπίων, διαχείριση των υδάτινων πόρων της γεωργίας, εξυγίανση μολυσμένων εδαφών·

— η δεύτερη πτυχή θα πρέπει να συνίσταται σε ένα μακροπρόθεσμο σχέδιο για την απάλειψη των αιτίων που οδηγούν στην κλιματική αλλαγή, μέσω της προώθησης μιας παγκόσμιας οικονομίας που θα βασίζεται στη μείωση των εκπομπών CO₂ και στην προαγωγή της ενεργειακής ασφάλειας·

11. υπογραμμίζει ότι οι εκπομπές πρωτοξειδίου του αζώτου μπορούν να μειωθούν με μια πιο αποτελεσματική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων (γεωργία ακριβείας)· υπογραμμίζει επίσης ότι τα λιπάσματα με κατάλοιπα από την παραγωγή βιοαερίου προσφέρουν τη δυνατότητα οργανικής λίπανσης ακριβείας και συνακόλουθα μείωσης των εκπομπών·

12. ζητεί την ενίσχυση των ερευνών για τη διατροφή των ζώων και τη γενετική επιλογή των ζώων εκτροφής με στόχο τη μείωση των εκπομπών μεθανίου, υπό τον όρο ότι τα συγκεκριμένα μέτρα μετριασμού δεν θα εγκριθούν αν θέτουν σε κίνδυνο την υγεία και την ορθή μεταχείριση των ζώων· ζητεί παράλληλα να θεσπιστεί πρόγραμμα για τη μείωση της εξάρτησης της Ένωσης από εισαγόμενες φυτικές πρωτεΐνες για ζωοτροφές

και την εφαρμογή ενημερωτικού προγράμματος που θα δίνει στους καταναλωτές πληροφορίες για τις επιπτώσεις των αγοραστικών και των διατροφικών συνηθειών τους στο κλίμα·

13. ζητεί επίσης με έμφαση να ληφθούν μέτρα ώστε να επιταχυνθεί και να εντατικοποιηθεί η έρευνα για τη φυτική επιλογή, με στόχο την καλύτερη προσαρμογή των καλλιεργειών και των φυτών στις νέες κλιματικές συνθήκες και την αντιμετώπιση των προκλήσεων που θέτουν οι αλλαγές αυτές, ιδίως σε ό, τι αφορά τις απαιτήσεις ασφάλειας του εφοδιασμού σε τρόφιμα με επαρκείς σε ποιότητα και ποσότητα πρώτες ύλες· εκτιμά ότι οι έρευνες αυτές θα πρέπει να αφορούν κατά προτεραιότητα τις ποικιλίες φυτών που αντέχουν στο υδρικό στρες και στις εξαιρετικά αυξημένες θερμοκρασίες, καθώς επίσης και τις συναφείς καλλιεργητικές τεχνικές· υπογραμμίζει επίσης ότι οι ποικιλίες και οι τεχνικές αυτές μπορούν να αποτελέσουν βιώσιμη εναλλακτική λύση έναντι των εξαιρετικά δαπανηρών και αναποτελεσματικών συστημάτων άρδευσης που εφαρμόζονται σε ορισμένες ζώνες και ότι, επιπλέον, παρουσιάζουν το πλεονέκτημα ότι είναι ευρέως αποδεκτές από τις τοπικές κοινότητες· EL C 81 E/36 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 15. 3. 2011 **Τετάρτη, 5 Μαΐου 2010**

14. υπογραμμίζει ότι η βέλτιστη αποθήκευση και η διάχυση οργανικών λιπασμάτων, καθώς και η επεξεργασία αυτών των κοπράνων σε δεξαμενές αναερόβιας αποσύνθεσης, συγκαταλέγονται επί του παρόντος στις πολλά υποσχόμενες τεχνικές για τη μείωση των εκπομπών μεθανίου (παρέχοντας επίσης και μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας), και τον περιορισμό της εξάρτησης από χημικά αζωτούχα λιπάσματα, ιδίως στις περιφέρειες με υψηλή πυκνότητα εκτροφής ζώων· θεωρεί ότι το βιοαέριο συμβάλλει στην ενεργειακή αυτάρκεια της γεωργίας·

15. επισημαίνει σε αυτό το πλαίσιο ότι πρέπει να είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν προϊόντα ζύμωσης από αντιδραστήρες ζύμωσης για την παραγωγή βιοαερίου ως υποκατάστατα του χημικού λιπάσματος χωρίς να υπάγονται στην κατηγορία των «ζωικών λιπασμάτων», πράγμα που μπορεί να περιορίσει περισσότερο τη χρήση τεχνητών λιπασμάτων·

16. ζητεί την επιτάχυνση της διοικητικής απλοποίησης καθώς και των προσπαθειών έρευνας και ανάπτυξης για την εκμετάλλευση και αξιοποίηση της βιομάζας που βρίσκεται στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις (γεωργικά ή δασικά απόβλητα), το βιοαέριο που προέρχεται από την εκτροφή και τα άλλα βιώσιμα αγροκαύσιμα, υπό τον όρο ότι δεν διακυβεύουν τη διατροφική ασφάλεια·

17. τονίζει ότι πρέπει να εφαρμόζεται η αρχή της αειφορίας κατά τη χρήση της βιομάζας· θεωρεί, συνεπώς, ότι πρέπει να ενθαρρυνθεί η χρήση της όσο το δυνατόν εγγύτερα στον τόπο παραγωγής των γεωργικών πρώτων υλών· πιστεύει ότι έτσι θα μειωθεί η ενεργειακή απώλεια που προκαλείται από τη μεταφορά·

18. επισημαίνει ότι η χρήση της βιομάζας για θέρμανση μπορεί να μειώσει σημαντικά τις βλαβερές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, και καλεί, συνεπώς, την Επιτροπή και τα κράτη μέλη να χορηγήσουν κονδύλια αγροτικής ανάπτυξης στα δημόσια αγροτικά ιδρύματα που θα στραφούν σε συστήματα θέρμανσης βασιζόμενα στη βιοενέργεια·

19. εφιστά την προσοχή στο ότι η ευρύτερη χρήση των Τ. Π. Ε θα μπορούσε να καταστήσει αποτελεσματικότερη την επίβλεψη διαφόρων φάσεων της παραγωγής, βελτιώνοντας τη διαχείρισή τους, με στόχο να αυξηθεί η παραγωγή σε σχέση με τη χρήση των μέσων που απαιτούνται και ταυτόχρονα να μειωθεί η εκπομπή αερίων θερμοκηπίου και η κατανάλωση ενέργειας· υπογραμμίζει ταυτόχρονα ότι η ευρύτερη χρήση των ΤΠΕ, η ενσωμάτωση πολιτικών που σχετίζονται με την προώθηση της κατάρτισης των αγροτών στις νέες τεχνολογίες και η ενίσχυση της καινοτομίας και της επιχειρηματικότητας ιδίως των νέων αγροτών αποτελούν καθοριστικά στοιχεία τόσο για μία γεωργία περισσότερο ανταγωνιστική και περιβαλλοντικά αειφόρο·

20. υπογραμμίζει ότι η Ένωση είναι ο πρώτος εισαγωγέας γεωργικών προϊόντων, πράγμα το οποίο αντιπροσωπεύει ανώτερο κόστος άνθρακα από αυτό των ευρωπαϊκών παραγωγών, λόγω των περιβαλλοντικών κριτηρίων που είναι συχνά λιγότερο υψηλά στις τρίτες χώρες και των εκπομπών που προέρχονται από τη μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις και την αποψίλωση· εκτιμά ότι πρέπει να ενημερωθούν οι καταναλωτές, μέσω μιας στοχευμένης επικοινωνιακής στρατηγικής, για τα οφέλη μιας υγιεινής ισορροπημένης διατροφής αποτελούμενης από υψηλής ποιότητας περιφερειακά και εποχικά προϊόντα προερχόμενα από μια αειφόρο και αποτελεσματική γεωργία, των οποίων το αποτύπωμα άνθρακα θα μπορούσε να είναι διαφοροποιημένο σε σχέση με εκείνο των εισαγόμενων προϊόντων· θεωρεί επίσης ότι θα πρέπει να αποζημιωθούν δίκαια οι ευρωπαίοι γεωργοί για τις προσπάθειές τους να μειώσουν τις εκπομπές, και να ενθαρρυνθεί η διαφοροποίηση των τοπικών παραγωγών (μεταξύ άλλων με την ανάπτυξη της παραγωγής φυτικών πρωτεϊνών στην ΕΕ)·

21. υποστηρίζει, σε αυτό το πλαίσιο, ένα προαιρετικό σήμα «προέλευσης ΕΕ» για τα προϊόντα που προέρχονται καθ' ολοκληρίαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση·

22. συνιστά τη δημιουργία αποτελεσματικών μηχανισμών ελέγχου για τις εισαγωγές από τρίτες χώρες και υποστηρίζει την πλήρη αμοιβαιότητα μεταξύ των απαιτήσεων που πρέπει να πληρούν οι ευρωπαίοι παραγωγοί για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των απαιτούμενων όρων για τις εισαγωγές από τρίτες χώρες, προκειμένου να μην απολεσθεί η ανταγωνιστικότητα των κοινοτικών παραγωγών·

23. υπογραμμίζει ότι η Ένωση πρέπει να επανεπενδύσει στην πολιτική ανάπτυξης της γεωργίας και της δασοκομίας προκειμένου να συνεργασθεί στη διάδοση νέων πρακτικών και να ευνοήσει την ανάπτυξη άλλων ειδών αειφόρου γεωργίας στον κόσμο· EL 15. 3. 2011 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης C 81 E/37
Τετάρτη, 5 Μαΐου 2010

Μέτρα προσαρμογής της ευρωπαϊκής γεωργίας στις συνέπειες της ανόδου της θερμοκρασίας

24. υπογραμμίζει ότι η ευρωπαϊκή γεωργία προσαρμόζεται, και ότι πρέπει να συνεχίσει να προσαρμόζεται, στις συνέπειες των τρεχουσών κλιματικών αλλαγών και να προετοιμαστεί για τον αντίκτυπο σε παγκόσμιο επίπεδο που θα έχουν αυτές οι αλλαγές για πολυάριθμες περιφέρειες της Ένωσης·

25. εκτιμά ότι, σε αυτό το πλαίσιο, η Ένωση θα πρέπει να αναπτύξει μια συνεκτική στρατηγική προσαρμογής της γεωργίας στα δύο διαφορετικά είδη των επερχόμενων κλιματικών αναταραχών:

— αφενός στην άνοδο της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη·

— αφετέρου στην εντονότερη αστάθεια των κλιματικών συνθηκών, η οποία εκφράζεται με τον πολλαπλασιασμό των ακραίων καιρικών φαινομένων·

26. εκτιμά ότι η ΚΓΠ πρέπει να επικεντρωθεί στη διαχείριση των πόρων με πιο αειφόρο και αποδοτικό τρόπο και ότι αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη στην επικείμενη μεταρρύθμιση της ΚΓΠ, μεταξύ δε άλλων σε ό, τι αφορά:

— τη βέλτιστη διαχείριση των υδάτινων πόρων (πλέον αποτελεσματικά συστήματα άρδευσης, χρησιμοποίηση ανακυκλωμένου νερού, πρακτικές εξοικονόμησης ύδατος στους αγρούς, ταμειυτήρες σε λόφους, κ.λ.π.), τη συμμετοχή των χρηστών στην ευθύνη

— την επιλογή των ποικιλιών, με κριτήριο κυρίως την ανθεκτικότητά τους στις ακραίες καιρικές συνθήκες, και μια εναλλαγή των κατάλληλων καλλιεργειών σε συνάρτηση με την ξηρασία, τις ασθένειες κ.λ.π.·

— την προστασία των εδαφών (με διασφάλιση της οργανικής τους ύλης) κατά της υδραυλικής και αέριας διάβρωσης·

— τη φύτευση δενδροστοιχιών, φρακτών ή δασωμένων επιφανειών στις άκρες των αγροτεμαχίων για τη διακράτηση του νερού, τον περιορισμό της ροής των υδάτων και

την προστασία από τον άνεμο και ως καταφύγιο των επικουρούντων τις καλλιέργειες όπως τα γυροφόρα έντομα

— τη διατήρηση των βοσκότοπων και την προώθηση της ζωικής παραγωγής σε βοσκότοπους·

— τα μέτρα εποπτείας και ελέγχου των ασθενειών· στο πλαίσιο αυτό, η δημιουργία εθνικών και στη συνέχεια ευρωπαϊκών μηχανισμών παρακολούθησης της βλάστησης και της ανασύστασης της βλάστησης φαίνεται απαραίτητη·

— τα μέτρα εποπτείας και ελέγχου των εντόμων· στο πλαίσιο αυτό, πρέπει να ενισχυθούν η παρακολούθηση των δυνατοτήτων εξάπλωσης και τα μέτρα υγειονομικού ελέγχου (εκτεταμένοι έλεγχοι στα σύνορα και στα ευαίσθητα σημεία, όπως τα φυτώρια και τα αεροδρόμια, μέτρα βιοασφάλειας)·

— την εξυγίανση των πληγείσων εκτάσεων·

— τη διατήρηση των δασών που προσαρμόζονται στις κλιματικές αλλαγές και τη δασική διαχείριση για τον περιορισμό των κινδύνων πυρκαγιάς·

27. υπογραμμίζει ότι ίσως χρειαστεί να επανακαθιερωθεί όχι μόνον η διαχείριση υδάτων στις περιοχές που ήταν ευάλωτες σε πλημμύρες λόγω των κακών τοπικών συνθηκών και που αποστραγγίστηκαν αργότερα, αλλά και να επανεξεταστεί η ρύθμιση των κοιτών των ποταμών, να αναζωογονηθούν και αναδασωθούν οι κατάλληλες πλημμυρικές περιοχές·

Προϋποθέσεις για το ευρωπαϊκό γεωργικό μοντέλο

28. υπογραμμίζει ότι η ΚΓΠ θα πρέπει να συμβάλει σε μια πλέον αειφόρο γεωργική πολιτική, αυξάνοντας ταυτόχρονα τη σοδειά και έχοντας πάντοτε υπόψη ότι η άνοδος της θερμοκρασίας μπορεί να διακυβεύσει την ικανότητα παραγωγής και διατροφής του πληθυσμού στον κόσμο, συμπεριλαμβανομένης της Ευρώπης· EL C 81 E/38 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 15. 3. 2011 **Τετάρτη, 5 Μαΐου 2010**

29. θεωρεί ταυτόχρονα ότι η ΚΓΠ πρέπει να προσφέρει στις τοπικές αρχές των κρατών μελών οικονομικά κίνητρα για τη λήψη μέτρων που θα έχουν τους ακόλουθους σκοπούς:

— την αποκατάσταση της παραγωγικής ικανότητας και της ικανότητας προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων, των γεωργικών καλλιεργειών και των άλλων πόρων που πλήττονται από την ξηρασία, την ερημοποίηση ή τις πλημμύρες·

— τη βελτίωση των μεθόδων αξιοποίησης των αποθεμάτων ύδατος, των εδαφικών πόρων και του φυτικού κεφαλαίου, εφόσον μάλιστα έχει αποδειχθεί με την πάροδο του χρόνου ότι είναι περιορισμένα·

— τη λήψη μέτρων για την ταυτοποίηση, βελτίωση και προώθηση φυτικών ποικιλιών και ζωικών ειδών σε περιοχές με ξηρασία και/ή που κινδυνεύουν από ερημοποίηση·

— τη βελτίωση των μέτρων πρόληψης·

30. σημειώνει ότι ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία είναι άμεσος και εξαιρετικά δυσμενής και ότι, συνεπώς, η γεωργία διεκδικεί προτεραιότητα κατά την εκπόνηση μέτρων άμβλυνσης των επιπτώσεων της αλλαγής κλίματος·

31. εκτιμά ότι οι «νέες προκλήσεις» που αναφέρονται στον «Απολογισμό της ΚΓΠ», ήτοι η κλιματική αλλαγή, η διαχείριση των υδάτων, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η βιοποικιλότητα θα πρέπει να επαναβεβαιωθούν, και ότι στις προκλήσεις αυτές θα πρέπει να προστεθούν ο σεβασμός και η βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και των λειτουργιών του (παγίδευση άνθρακα, ικανότητα διακράτησης ύδατος και ορυκτών στοιχείων, βιολογική ζωή...), καθώς στο σύνολό τους αποτελούν μείζονα ζητήματα που αφορούν τα συμφέροντα των μελλοντικών γενεών και θα πρέπει να ληφθούν περαιτέρω υπόψη στη μελλοντική ΚΓΠ·

32. σημειώνει ότι το υφιστάμενο σύστημα της περιβαλλοντικής πολλαπλής συμμόρφωσης, το οποίο σχεδιάστηκε για να διασφαλίσει ότι οι γεωργικοί παραγωγοί πληρούν πολύ υψηλά πρότυπα όσον αφορά την καλή μεταχείριση των ζώων, την υγεία των ζώων και την περιβαλλοντική προστασία, υπήρξε προβληματικό για τους

γεωργούς και, στην τωρινή του μορφή, δεν υπήρξε το καλύτερο μέσον για την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων· ζητεί, στο πλαίσιο της προσεχούς μεταρρύθμισης της ΚΓΠ, να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση σε πιο αειφόρα και αποδοτικότερα παραγωγικά μοντέλα, έχοντας υπόψη ότι αυτά απαιτούν δημόσια χρηματοδότηση ώστε οι γεωργοί να καλύψουν το επιπλέον κόστος που προκύπτει από την προμήθεια «δημοσίων αγαθών» που ωφελούν ολόκληρη την κοινωνία (όπως είναι η διατήρηση των αγροτικών χώρων, η προστασία της βιοποικιλότητας, η δέσμευση του άνθρακα και η επισιτιστική ασφάλεια)·

33. αναγνωρίζει ότι η ΚΓΠ πρέπει να θέσει τα υψηλότερα παγκοσμίως κριτήρια για την προστασία του περιβάλλοντος· επισημαίνει ότι αυτό συνεπάγεται κόστος το ύψος του οποίου δεν μπορεί να καλύψει η αγορά, παρόλο που, εν μέρει, αυτό μπορεί να θεωρηθεί παροχή δημόσιων αγαθών, και ότι οι ευρωπαίοι παραγωγοί θα πρέπει να προστατευθούν από τον ανταγωνισμό τρίτων χωρών που δεν πληρούν τα περιβαλλοντικά κριτήρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης·

34. εκτιμά ότι η άνοδος της θερμοκρασίας υποχρεώνει την Ένωση να προσαρμόσει το μοντέλο της γεωργικής της πολιτικής· καλεί συνεπώς την Επιτροπή, στη μελλοντική της ανακοίνωση για τη μεταρρύθμιση της ΚΓΠ μετά το 2013, να προωθήσει ένα πιο αειφόρο και αποτελεσματικό γεωργικό μοντέλο, σύμφωνα με όλους τους στόχους της ΚΓΠ που στοχεύουν στην παραγωγή επαρκών, ασφαλών τροφίμων, και το οποίο θα σέβεται περισσότερο την περιβαλλοντική ισορροπία· ένα τέτοιο μοντέλο πρέπει να βασίζεται σε ένα δίκαιο και εύλογο σύστημα στήριξης των γεωργών, ενώ πρέπει επίσης να ενισχύει το ρόλο του επαγγέλματος του γεωργού·

35. θεωρεί ότι είναι απαραίτητη, προκειμένου να συμβάλει μελλοντικά η ευρωπαϊκή γεωργία στην επισιτιστική ασφάλεια και στην προστασία του κλίματος, η διατήρηση μιας φιλόδοξης ΚΓΠ που θα ενσωματώνει, ειδικότερα, το καθεστώς των άμεσων πληρωμών από τον κοινοτικό προϋπολογισμό και των απλών και πιο δίκαιων πληρωμών στο σύνολο της Ένωσης·

36. θεωρεί σημαντική τη δημιουργία βιώσιμης βάσης για την ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών οικονομίας, με τις οποίες ο τοπικός πληθυσμός θα εξαρτάται λιγότερο από μια γεωργική παραγωγή που πλήττεται από περιόδους ξηρασίας ή γενικά θα εξαρτάται λιγότερο από φυσικούς πόρους· ακόμα, υπογραμμίζει ότι η πρόσβαση σε ενισχύσεις από ευρωπαϊκά ταμεία συμβάλλει σημαντικά στη δημιουργία συνθηκών για την ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών οικονομίας· **EL 15. 3. 2011 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης C 81 E/39 Τετάρτη, 5 Μαΐου 2010**

37. θεωρεί σημαντική την προώθηση μεθόδων για έναν ευρύ και ανάλογο με τον εκάστοτε τοπικό πληθυσμό σχεδιασμό της ανάπτυξης των αγροτικών περιοχών, συγκεκριμένα με την καθιέρωση της αρχής της βέλτιστης χρήσης γης, προκειμένου να επιτύχει η προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες (μακρές περίοδοι ξηρασίας, κατολισθήσεις, πλημμύρες κ. λπ.), και σε μια αγορά στην οποία θα διατίθενται προϊόντα τοπικής παραγωγής και επί τόπου παρεχόμενες υπηρεσίες·

38. ζητεί κατά συνέπεια από την Επιτροπή να προβληματιστεί όσον αφορά νέα συστήματα ενισχύσεων που θα βοηθήσουν τη γεωργία να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών CO₂, για παράδειγμα με την παγίδευση του άνθρακα στα γεωργικά εδάφη και τη γεωργική βιομάζα και προάγουν τη γεωργική χρήση εκτάσεων που συμβάλλουν θετικά στην αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος·

39. υπογραμμίζει ότι η Επιτροπή πρέπει να παρουσιάσει ακριβείς εκτιμήσεις των δαπανών για την προσαρμογή της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή·

40. θεωρεί αναγκαία την ενίσχυση και την προσαρμογή των μέσων διαχείρισης των κινδύνων και των κρίσεων στην αυξανόμενη αστάθεια των αγορών και στην ανάπτυξη των κλιματικών κινδύνων·

41. υπογραμμίζει, ενόψει της έντασης της κλιματικής πρόκλησης και των επενδύσεων που θα πρέπει να κάνουν οι τομείς της γεωργίας και της δασοκομίας σε πιο αειφόρους τρόπους παραγωγής, την ανάγκη διατήρησης μιας ισχυρής ΚΓΠ που θα διαθέτει τον

κατάλληλο προϋπολογισμό πέραν του 2013· προσθέτει ότι πρέπει να προβλεφθούν νέοι οικονομικοί πόροι ώστε να ενθαρρυνθεί η εξάπλωση σύγχρονων και καινοτόμων τεχνολογιών και συστημάτων που θα μπορέσουν να προσφέρουν απτά αποτελέσματα μετριασμού και προσαρμογής στους διάφορους γεωργικούς τομείς·

42. υπογραμμίζει ότι η ΚΓΠ δεν είναι βέβαια ευρωπαϊκή πολιτική που βασίζεται στο κλίμα, αλλά μπορεί παρά ταύτα να αποτελέσει βάση για την εφαρμογή αποτελεσματικών μέτρων και κινήτρων για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και ότι αυτό πρέπει να ληφθεί επίσης υπόψη στις συζητήσεις για τον μελλοντικό προϋπολογισμό της Ένωσης·

43. θεωρεί ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση πρέπει να συνεχίσει να δίνει πρώτη το καλό παράδειγμα όσον αφορά την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος, χωρίς όμως να τεθεί σε δεύτερη μοίρα η κλιματική αλλαγή εξαιτίας των σημερινών οικονομικών προβλημάτων·

44. υπογραμμίζει ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση χρειάζεται πολιτικές ανάπτυξης και χρηματοδότησης μιας γεωργίας που να διασφαλίζει μια ασφαλή και υψηλής ποιότητας διατροφή·

*

* *

45. αναθέτει στον Πρόεδρό του να διαβιβάσει το παρόν ψήφισμα στο Συμβούλιο, την Επιτροπή, καθώς και τις κυβερνήσεις και τα κοινοβούλια των κρατών μελών.

Γεωργία σε περιοχές με φυσικά μειονεκτήματα: ειδικός έλεγχος υγείας

P7_TA (2010) 0132

Ψήφισμα του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 5ης Μαΐου 2010 σχετικά με την γεωργία σε περιοχές με φυσικά μειονεκτήματα: ειδικός έλεγχος (2009/2156 (INI)) (2011/C 81 E/07)

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο,

— έχοντας υπόψη το άρθρο 39 της Συνθήκης για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, EL C 81 E/40 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 15. 3. 2011

Τετάρτη, 5 Μαΐου 2010